

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO | CENTRO DE ARTES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

JOANA SEGATTO SCABELO

O RESGATE E O (RE)  
CONHECIMENTO DA  
IMAGEM DA ANTIGA  
MATRIZ DE VITÓRIA  
POR MEIO DE SUA  
RECONSTRUÇÃO  
DIGITAL 3D



VITÓRIA, 2021

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**CENTRO DE ARTES - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E**  
**URBANISMO**

**JOANA SEGATTO SCABELO**

**O RESGATE E O (RE)CONHECIMENTO DA IMAGEM DA ANTIGA**  
**MATRIZ DE VITÓRIA POR MEIO DE SUA RECONSTRUÇÃO DIGITAL**  
**3D**

**VITÓRIA**  
**2021**

**JOANA SEGATTO SCABELO**

**O RESGATE E O (RE)CONHECIMENTO DA IMAGEM DA ANTIGA  
MATRIZ DE VITÓRIA POR MEIO DE SUA RECONSTRUÇÃO DIGITAL  
3D**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo

**Orientador:** Prof.<sup>o</sup> Dr. Jarryer Andrade de Martino

**VITÓRIA  
2021**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

S277r Scabelo, Joana Segatto, 1984-  
O resgate e o (re)conhecimento da imagem da antiga Matriz de Vitória por meio de sua reconstrução digital 3D / Joana Segatto Scabelo. - 2021.  
124 f. : il.

Orientador: Jarryer Andrade de Martino.  
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Artes.

1. Arquitetura e tecnologia. 2. Edifícios históricos. 3. Recuperação da informação. 4. Documentação. I. Martino, Jarryer Andrade de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Artes. III. Título.

CDU: 72

---

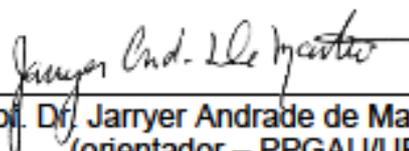
JOANA SEGATTO SCABELO

"O RESGATE E O (RE)CONHECIMENTO DA IMAGEM DA ANTIGA MATRIZ  
DE VITÓRIA POR MEIO DE SUA RECONSTRUÇÃO DIGITAL 3D"

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito  
Santo, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em  
Arquitetura e Urbanismo.

Aprovada em 23 de junho de 2021.

Comissão Examinadora



---

Prof. Dr. Jarryer Andrade de Martino  
(orientador – PPGAU/UFES)



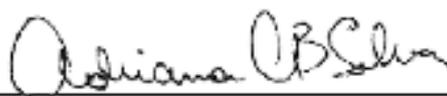
---

Profa. Dra. Marcela Alves de Almeida  
(membro interno – PPGAU/UFES)



---

Prof. Dr. Nelson Pôrto Ribeiro  
(membro externo – DAU/UFES)



---

Profa. Dra. Adriana Capretz Borges da Silva Manhas  
(membro externo – UFAL)

Aos meus pais, que me educaram a  
estar sempre aprendendo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir amadurecer o conhecimento sobre minha pesquisa e assim poder ajudar outras pessoas com o compartilhamento do saber;

À minha família, por todo carinho, orações, confiança e atenção constantes;

A Jefferson, meu marido, pelo amor, apoio, presença e incentivo permanente;

Ao querido professor Jarryer Andrade de Martino, pelas orientações dedicadas, pelos valiosos ensinamentos, paciência, apoio e incentivo, e pela amizade construída durante o curso.

Aos amigos, pelos votos de sucesso e atenção, que tornaram esse momento de aprendizado mais leve. Em especial, à amiga Simone, Márcio e João.

Ao Corpo Docente do Programa da Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pelos ensinamentos e estrutura disponibilizados;

Aos professores da Banca, Prof<sup>a</sup>. Dra. Adriana Capretz Borges da Silva Manhas, Prof. Dr. Nelson Pôrto Ribeiro e Prof<sup>a</sup>. Dra. Marcela Alves de Almeida, pelos comentários e contribuições valiosas para este trabalho;

Aos professores externos que fiz contato durante minha pesquisa: Prof. Dr. Arivaldo Leão Amorim, Prof. Msc. Fabiano Mikalauskas de Souza Nogueira, Prof. Dr. Rodrigo Cury Paraizo, pelas informações gentilmente passadas;

À Faculdade Pitágoras de Guarapari/ES e Prefeitura Municipal da Serra/ES, pela concessão do afastamento de minhas atividades para o desenvolvimento da pesquisa;

E a todos os que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho, meus agradecimentos sinceros.

**"A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê".**

**Arthur Schopenhauer**

## RESUMO

O crescimento das cidades e as transformações do espaço urbano fizeram com que muitos edifícios fossem demolidos deixando lacunas na história das sociedades, bem como na própria compreensão e pertencimento da população. Por meio das Cartas Patrimoniais, o monumento arquitetônico ganhou mais notoriedade e passou a incorporar uma série de iniciativas para sua preservação, evitando a falta de manutenção e demolição total. No entanto, em relação aos monumentos inexistentes, como as tecnologias digitais poderiam auxiliar no resgate da imagem e história perdidas dessas edificações? Logo, esta pesquisa objetivou definir uma metodologia que pudesse reconstruir digitalmente um monumento arquitetônico demolido para recuperar suas informações. O objeto de estudo desta pesquisa foi a antiga Matriz Nossa Senhora da Vitória, demolida em 1918 para ceder seu espaço à construção da atual Catedral Metropolitana de Vitória. A escolha deste monumento se deu por sua representatividade na história capixaba, uma vez que a religiosidade se demonstrou fortemente atuante desde sua fundação. Como não existia um projeto arquitetônico e os registros eram escassos, sua reconstrução digital só foi possível por meio de uma profunda investigação bibliográfica e levantamento histórico, além da utilização da fotogrametria digital, modelagem geométrica tridimensional e impressão 3D. Ao final da pesquisa, observou-se que, embora não seja possível na maioria dos casos retornar com a edificação real, as tecnologias digitais dão suporte à coleta, manipulação e registro dos dados, contribuindo para complementar a documentação arquitetônica dos monumentos históricos. Também permitem resgatar sua imagem, memória e preservar a história enraizada, possibilitando ainda, que outros formatos de representação possam ser explorados.

**Palavras-chave:** Reconstrução 3D; Tecnologia Digital; Patrimônio Arquitetônico; Matriz de Vitória.

## ABSTRACT

*The growth of the cities and the urban area transformations have caused many heritages to be demolished, leaving a gap in the society's history as well as, in the understanding and sense of belonging of their residents. Through the Patrimonial Charters, the architectural patrimony gained more notoriety and a series of initiatives began to be incorporated for its preservation, avoiding the lack of maintenance and total demolition. However, in relation to the monuments that do not exist anymore, how could digital technologies help in the rescue of the missed image and history of these buildings? Therefore, this research aimed to define a methodology that could digitally reconstruct a demolished architectural monument looking for retrieving its information. The study object of this research was the old Matriz Nossa Senhora da Vitória (Mother Church of Our Lady of Vitória), demolished in 1918 to give space to the construction of the current Metropolitan Cathedral of Vitória. The choice of this monument was due to its representativeness in the history of Espírito Santo, given that the religiosity has shown itself to be strongly active since the founding of the state. As there was no architectural project and the records about the Church were scarce, its digital reconstruction was only possible thorough a deep bibliographic investigation and historical survey, as well as by the utilization of digital photogrammetry, 3D geometric modeling and 3D printing. At the end of the research, it has been found that, although it is not possible in the majority of the cases returning to the building exactly how it was, the digital technologies lend support to the collection, the handling and the data recording, contributing to complement the historical monuments architectural documentation. They also allow recovering the image, memory and preservation of the ingrained history, also granting that other formats of representation can be explored.*

**Keywords:** *3D Reconstruction; Digital Technology; architectural heritage; Architectural Heritage; Vitória Mother Church.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução conceitual do Patrimônio .....	23
Figura 2 – Classificação dos valores por Alois Riegl (1903) .....	26
Figura 3 – Classificação das principais técnicas de levantamento por Groetelaars ..	31
Figura 4 – Câmera termográfica (imagem da esquerda) e termograma (imagem direita) .....	32
Figura 5 – Esquemática de transcrição digital e reconstrução digital.....	35
Figura 6 – Formas de reconstruções digitais conforme Nogueira e Amorim (2019)..	36
Figura 7 – Imagens da Praça Tiradentes de 1940 após sua reconstrução 3D digital	38
Figura 8 – Métodos de Produção Automatizada por Pupo (2008) .....	40
Figura 9 – Estudo do elemento de fachada de um projeto de Frank O. Gehry.....	40
Figura 10 – Produção final elaborada em 2.5 dimensões .....	41
Figura 11 – Máquina com 05 eixos (a) e impressão 3D em FDM (b).....	41
Figura 12 – Fresas CNC (a) produzindo peças (b) pelo método substrativo .....	42
Figura 13 – Desenvolvimento da Prototipagem Rápida .....	43
Figura 14 – Objeto em diferentes malhas STL .....	44
Figura 15 – Demonstração das diferentes fases de uma edificação.....	46
Figura 16 – Ponte Plaka, antes (a) e após (b) sua destruição .....	47
Figura 17 – Nuvem de pontos apresentando a reconstrução 3D da ponte Plaka, Grécia .....	48
Figura 18 – Seções criadas a partir da nuvem de pontos (lado esquerdo) e combinadas com os desenhos vetoriais criados em ambiente CAD (lado direito) .....	49
Figura 19 – Torre São Paulo, Abadia de Cormery (França).....	50
Figura 20 – Mapa da abadia de 1674 interposta ao plano do solo criado.....	51
Figura 21 – Fotomosaico de uma das fachadas da Abadia .....	51
Figura 22 – Fotos da Cele-Kula (acervo dos autores).....	53
Figura 23 – Foto importada no <i>SketchUp</i> como “foto combinada” .....	54
Figura 24 – Modelagem do objeto .....	54
Figura 25 – Texturas aplicadas.....	54
Figura 26 – Posicionamento do objeto em tamanho natural sobre o mapa do <i>Google Earth</i> .....	55
Figura 27 – Vistas frontal (imagem da esquerda) e superior (imagem da direita) devidamente cotadas .....	55

Figura 28 – Objeto produzido disponível no “3D Warehouse”.....	56
Figura 29 – Possível implantação da igreja até 1749, antes das ampliações.....	62
Figura 30 - José Antônio Caldas, 1767, “Prospecto e planta da villa de Victoria” .....	64
Figura 31 - José Antônio Caldas, 1767, “Prospecto da Vila de Vitória” - Matriz evidenciada .....	65
Figura 32 – Possível implantação da igreja após 1785 .....	66
Figura 33 – Vista da antiga Matriz (destaque amarelo) e sua torre sineira escura....	67
Figura 34 – 78619451. Victor Frond [Coleção Vitória e Colônias] 1860. Recorte. Matriz de Vitória ampliada e destacada em amarelo.....	67
Figura 35 – 78620397. Victor Frond [Coleção Vitória e Colônias] 1860. Recorte. Vista da igreja e da torre escura, no alto, à direita (amarelo).....	68
Figura 36 – Catedral de Vitória em construção em meados da década de 1920 .....	69
Figura 37 – Linha do tempo histórica da antiga Matriz de Vitória .....	70
Figura 38 – Fachada principal da antiga Matriz de Vitória (19--?) .....	71
Figura 39 – 78550127. Anônimo. s/d. Vista do centro de Vitória/ES com a antiga Matriz à direita, no alto (amarelo) .....	72
Figura 40 – 11811584. Anônimo. 1908. Vista posterior (destaque amarelo) da Matriz de Vitória em 1908 .....	73
Figura 41 – Interior da antiga Matriz e o altar-mor ao centro .....	74
Figura 42 – Retábulo ornamentado com a imagem de N <sup>a</sup> . Sr <sup>a</sup> da Vitória .....	74
Figura 43 – Grupo escolar Gomes Cardim na frente da antiga Matriz em 1912.....	75
Figura 44 – Imagens selecionadas a partir dos critérios estabelecidos .....	76
Figura 45 – Interface do SketchUp Pro 2019.....	79
Figura 46 – Janela de importação da imagem a ser inserida no arquivo.....	80
Figura 47 – Imagem importada no SketchUp .....	80
Figura 48 – Eixos alinhados sobre a foto importada .....	81
Figura 49 – Escala humana do SketchUp redimensionada com a da foto .....	82
Figura 50 – Parte do plano frontal da igreja iniciada com linhas.....	83
Figura 51 – Face da porta central selecionada.....	83
Figura 52 – Face da fachada frontal da igreja finalizada sobre a imagem.....	84
Figura 53 – Face geométrica após modelagem sobre a imagem. ....	85
Figura 54 – Posicionamento da face modelada em perfil.....	85
Figura 55 – Importação da imagem selecionada.....	86
Figura 56 – Ajuste dos eixos e redimensionamento da face à imagem .....	87

Figura 57 – Modelagem da Torre sineira iniciada.....	87
Figura 58 – Modelagem das paredes laterais (a) e conferência das medidas (b) .....	88
Figura 59 – Modelagem das janelas (a) por sobreposição na foto (b) .....	88
Figura 60 – Modelagem da cobertura da nave principal .....	89
Figura 61 – Ajuste dos eixos e redimensionamento da imagem conforme modelo desenhado.....	90
Figura 62 – Modelagem dos dois telhados da igreja .....	91
Figura 63 – Ajuste do modelo 3D por sobreposição da imagem.....	92
Figura 64 – Desenho dos elementos da sacristia: janelas, cornija e cobertura .....	93
Figura 65 – Mapa cromático identificando o modo de obtenção de cada parte da igreja .....	94
Figura 66 – Reconstrução 3D digital da Matriz de Vitória finalizada no SketchUp ....	95
Figura 67 – Vista Ortogonal Frontal da antiga Matriz no SketchUp (a) e AutoCAD (b) .....	96
Figura 68 – Vistas correspondentes de cada fachada .....	96
Figura 69 – Inserção de medidas nas portas (5,91m e 4,38m em relação à figura humana de 1,75m) .....	98
Figura 70 – Aplicação das fotos inseridas como textura dos materiais.....	99
Figura 71 – Impressora Sethi3D AiP A3 escolhida para o procedimento .....	100
Figura 72 – Modelo gerado (à esquerda) e modelo simplificado (à direita) .....	101
Figura 73 – Opção “Export STL” sendo selecionada para criar arquivo STL.....	102
Figura 74 – Inserção e escalonamento do objeto no software <i>Hepetier-Host</i> .....	103
Figura 75 – Quadro das configurações do modelo STL (vermelho).....	104
Figura 76 – Simulando a impressão (a) e um exemplo de fatiamento (b).....	104
Figura 77 – Tela de produção do modelo .....	105
Figura 78 – Impressão da antiga Matriz em andamento .....	105
Figura 79 – Impressão 3D finalizada com representação da calunga (círculo amarelo) .....	106

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABS	Acrilonitrila Butodieno Estireno
APEES	Arquivo Público do Estado do Espírito Santo
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer-Aided Design</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
DSM	<i>Dense Stereo Matching</i>
HBIM	<i>Heritage Building Information Modelling</i>
ICOMOS	Conselho Internacional de Monumentos e Sítios
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
MVS	<i>Multi View Stereo</i>
PLA	Ácido Polilático
PR	Prototipagem Rápida
SfM	<i>Structure from Motion</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SLS	<i>Selective Laser Sintering</i>
STL	<i>STereoLithography</i>
TIP	Tecnologias Integradas ao Projeto
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.</b>	<b>ABORDAGEM TEÓRICA .....</b>	<b>19</b>
2.1	PATRIMÔNIO CULTURAL.....	20
2.1.1.	A evolução conceitual de patrimônio até sua abrangência mundial .....	20
2.1.2.	Os valores atribuídos ao patrimônio cultural .....	24
2.1.3.	A importância do Patrimônio Cultural para a nação .....	27
2.2	TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS À RECONSTRUÇÃO 3D DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO .....	28
2.2.1	O Patrimônio Digital e seu alcance .....	29
2.2.2	Técnicas de levantamento de dados do patrimônio arquitetônico demolido.....	30
2.2.3	Formas de representação digital do Patrimônio Arquitetônico demolido.....	34
2.2.3.1	Sistema CAD e Tecnologia BIM.....	37
2.2.3.2	Impressão 3D .....	38
2.2.4	Análise do uso da tecnologia digital na preservação do patrimônio arquitetônico.....	45
2.2.4.1	A reconstrução 3D da ponte de Plaka (Grécia) .....	47
2.2.4.2	A reconstrução 3D da Abadia de Cormery (França) .....	50
2.2.4.3	A reconstrução 3D da “Cele-Kula” em Nis (Sérvia).....	52
2.2.4.4	Discussão sobre a contribuição dos estudos analisados .....	56
<b>3.</b>	<b>APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA RECONSTRUÇÃO DIGITAL 3D DE UM PATRIMÔNIO CULTURAL DEMOLIDO .....</b>	<b>59</b>
3.1	LEVANTAMENTO DE DADOS .....	59
3.1.1	Objeto de estudo – antiga Matriz Nossa Senhora da Vitória.....	60
3.1.2	Registros históricos coletados.....	60

<b>3.1.3</b>	<b>Aspectos Arquitetônicos notados.....</b>	<b>70</b>
3.2	TRIAGEM DAS IMAGENS .....	75
3.3	PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO 3D DIGITAL .....	77
<b>3.3.1</b>	<b>Definição das ferramentas tecnológicas digitais .....</b>	<b>77</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Modelagem Geométrica Tridimensional .....</b>	<b>78</b>
3.3.2.1.	Fachada Frontal .....	78
3.3.2.2.	Fachada Lateral Direita.....	85
3.3.2.3.	Fachada Posterior.....	89
3.3.2.4.	Fachada Lateral Esquerda.....	91
<b>3.3.3</b>	<b>Elaboração das vistas ortogonais.....</b>	<b>95</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Impressão 3D.....</b>	<b>99</b>
3.3.4.1.	Escolha da técnica de impressão 3D.....	100
3.3.4.2.	Configurando o arquivo para impressão 3D .....	101
3.3.4.3.	Imprimindo o objeto 3D .....	105
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>109</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>

# 1

*in utiq; civile  
applicatiorem scientiam  
et in solvenda pro-  
prietate cum intellectu  
et mathematica*

## Introdução



$$\int E \cdot dA = \frac{P}{E}$$
$$E(\sigma \cdot r) = \frac{P}{E}$$



*... by commercial ...  
... and ...  
... in the ...  
... and ...*



## 1. INTRODUÇÃO

O Patrimônio de uma sociedade é responsável por decifrar seus aspectos históricos e por trazer raiz e proporcionar pertencimento social. Visto essa importância e após o reconhecimento do valor e ampliação conceitual acerca do patrimônio, uma série de ações e movimentos que visavam sua proteção e preservação foram incentivados.

No entanto, no último século, as sociedades passaram por uma série de reorganizações que impulsionaram novas configurações sociais e culturais responsáveis por modificações no espaço urbano, fazendo com que muitos monumentos edificados fossem sendo substituídos ou até mesmo demolidos. Neste sentido, recuperá-los, em especial os inexistentes, proporcionava um grande desafio para profissionais e estudiosos de diversas áreas.

Até o aparecimento das tecnologias digitais no campo da arquitetura no início da década de 1990, a recuperação da memória destes patrimônios demolidos se dava por meio de busca manual, principalmente em registros fotográficos, documentos oficiais e livros históricos, que eram muitas vezes exauridos devido à dificuldade de reuni-los e preservá-los em condições adequadas (BRAGA; PARIZ; DALLABRIDA; RIGO, 2014).

O primeiro avanço da tecnologia foi a possibilidade de digitalizar esses documentos e proporcionar o alcance aberto de diversos públicos. Entendeu-se que ela poderia ser um caminho para recuperar as informações do patrimônio cultural; e no caso dos demolidos, a reconstrução digital por meio de modelos tridimensionais apresentava a possibilidade de resgatar e preservar a memória da imagem de sítios históricos e monumentos arquitetônicos (NOGUEIRA, AMORIM, 2019).

Logo percebeu-se que, além da digitalização dos documentos apresentar vantagens com relação a preservação patrimonial, os *softwares* permitiam a representação dos monumentos com clareza nos detalhes e possibilidades de manipulações nos modelos gerados, favorecendo o gerenciamento das informações.

Braga, Pariz, Dallabrida e Rigo (2014) explicam que a tecnologia digital apresenta recursos capazes de reproduzir as cores, texturas e dimensões exatas, que proporcionam a elaboração detalhada da edificação, em sua grande maioria, de forma tridimensional. Essa criação digital pode ser feita utilizando como base, fotos, croquis

e outros formatos de desenhos, que quando replicados e tratados nos aplicativos corretos, traduzem-se em imagens que reconstróem digitalmente o objeto original.

Algumas possibilidades de aplicações dessas reconstruções digitais podem ser observadas em cenários de cinema, jogos eletrônicos, promoção de locais turísticos, atrativos educativos em museus, sítios arqueológicos, jornalismo e como reconstrução histórica dentro do campo científico, servindo inclusive como aceitação de documento histórico. Há de se apontar ainda, que, assim como no caso desta pesquisa, as tecnologias que favorecem a reconstrução digital têm sido apropriadas nos projetos de documentação arquitetônica, tanto para arquitetura quanto para arqueologia (NOGUEIRA, AMORIM, 2019).

Como dito, verifica-se a utilização de tecnologias digitais em diferentes campos de atuação da arquitetura. Assim, no âmbito do patrimônio edificado, ela vem ganhando cada vez mais espaço, pelas discussões e incentivos proporcionados em eventos específicos como o HBIM e ARQUEOLÓGICA 2.0, realizados nos últimos anos.

Para entender melhor o uso das tecnologias digitais no campo do patrimônio arquitetônico, o desenvolvimento desta pesquisa teve início com o reconhecimento do estado da arte. A pesquisa foi realizada utilizando o portal de periódicos da CAPES/café e os descritores utilizados foram: 1) “Patrimônio Cultural”; 2) “Cultural Heritage”; 3) Representação arquitetônica; 4) Representatividade do patrimônio; 5) “Representation 3D”; 6) “Architecture Heritage”; 7) Levantamento Arquitetônico; 8) Reconstrução Digital; 9) Ferramentas digitais de Representação; 9) Divulgação do Patrimônio Histórico. Eles foram definidos de maneira a abordar as três áreas que envolvem o tema desta pesquisa, sendo eles o patrimônio cultural, representação gráfica e a utilização de ferramentas digitais.

Com o intuito de selecionar as referências mais apropriadas para o desenvolvimento desta pesquisa, o resultado da pesquisa no portal de periódicos foi refinado e foram escolhidos 23 estudos (ver Quadro Teórico - Apêndice) que relacionavam as tecnologias digitais à reconstrução 3D do patrimônio arquitetônico.

A realização do estado da arte revelou que, embora a utilização das tecnologias digitais nas reconstruções de edificações históricas esteja crescendo, os materiais científicos acerca desse assunto ainda podem ser considerados escassos, especialmente no contexto brasileiro. Notou-se um maior envolvimento de

pesquisadores estrangeiros que de brasileiros, o que motivou ainda mais a continuidade desta pesquisa.

Assim, esse estudo justifica-se, não apenas por contribuir com as pesquisas brasileiras, mas também pela importância da preservação patrimonial, resgate da memória arquitetônica e possibilidades de aplicação para outros estudos e monumentos.

Partindo então, do fato que a conservação do passado corrobora com a manutenção da memória histórica e artística de um povo, e conseqüentemente, permite seu conhecimento e desenvolvimento; é que se propõe o resgate da imagem e história de um patrimônio capixaba que teve seu percurso interrompido. Sendo auxiliado pela utilização de tecnologias capazes de reconstruir digitalmente esse monumento, tão importante para a história da sociedade; tende à possibilidade de, não apenas um enriquecimento cultural, mas também, de uma ressignificação e reavivamento da própria raiz capixaba.

A possibilidade de reconstruir digitalmente o patrimônio arquitetônico, principalmente os inexistentes, traz não apenas um modelo tridimensional, mas possibilita compreendê-lo em uma dimensão muito mais ampla; o que permite experimentar sua espacialidade por meio da imersão e manipulação digital e, até mesmo, pela materialização após sua impressão tridimensional (3D). Porém, observou-se que os estudos analisados não apresentavam um escopo prático de como produzir essa “reconstrução” em monumentos já demolidos. Logo, entendendo que as tecnologias digitais podem auxiliar no percurso da recuperação da imagem e registros deles, questiona-se qual o caminho a ser percorrido para alcançar a reconstrução digital 3D de edificações inexistentes e que apresentem escassez de informações.

Considerando então, que a reconstrução 3D digital é uma forma de alcançar o (re)conhecimento de monumentos e preservar sua memória histórica; além da falta de trabalhos brasileiros que resgatassem edificações históricas perdidas no tempo; esta pesquisa procurou, não só reforçar a validação das ferramentas digitais para tal fim, como também testar um método eficiente para aplicação delas.

Desta forma, o objetivo geral desta pesquisa foi definir uma metodologia que pudesse reconstruir digitalmente um monumento arquitetônico demolido para recuperar sua imagem e sua história através das tecnologias digitais. Para isso, os objetivos

específicos concentraram-se em: a) compreender o conceito formado sobre patrimônio cultural, a construção de sua valorização, e a importância da preservação do patrimônio histórico para uma nação, especialmente daqueles que já foram demolidos; b) Investigar as tecnologias digitais utilizadas para a reconstrução de patrimônios arquitetônicos demolidos, bem como aplicar as técnicas possíveis para tal fim; e c) gerar um modelo digital e físico (em tamanho reduzido), que proporcionasse uma experiência de materialização e recuperação da imagem do objeto de estudo.

Para melhor apresentação deste estudo optou-se em dividi-lo em quatro capítulos, em que no primeiro - “Introdução”, encontra-se o contexto da pesquisa, o problema, a justificativa para a sua relevância, a apresentação dos objetivos geral e específicos e da estruturação adotada.

O segundo capítulo compõe a abordagem teórica, subdivida em duas seções: a primeira - “Patrimônio Cultural”, apresenta o contexto e evolução conceitual, os valores e sua importância. Na segunda seção, são abordadas as tecnologias digitais voltadas às aplicações na reconstrução 3D do patrimônio arquitetônico, demonstrando estudos e possibilidades para sua representação.

No terceiro capítulo foi estruturada a metodologia para alcançar a reconstrução digital 3D proposta. Para isso, foram apresentados os dados levantados sobre o objeto de estudo e sua análise arquitetônica, que serviram de suporte para compreensão e elaboração do modelo tridimensional da edificação escolhida. Também foi descrita como foi feita a triagem dos materiais utilizados no processo prático; bem como os resultados obtidos na reconstrução e impressão 3D propostas.

Já o último capítulo compreende as considerações finais desta pesquisa, incluindo: as conclusões da pesquisa; as limitações encontradas ao longo do caminho percorrido; e proposições para estudos futuros. Após, foram relacionadas as referências bibliográficas que serviram de base à pesquisa tão quanto o Quadro Teórico (apêndice) elaborado no estudo.



*ing civile  
indipendia  
lunaticae  
Physicis et  
atque scientiae  
solvendo pro  
cum intellectu  
alternativa*

# Patrimônio cultural Tecnologias digitais aplicadas à reconstrução 3D do patrimônio arquitetônico

Seção 5:1

$r > a$   
 $\int E \cdot dA \cdot \frac{r}{a}$   
 $E(r, \theta) = \frac{a}{r}$

1510  
1074  
1010



## **2. ABORDAGEM TEÓRICA**

Neste capítulo foi desenvolvido o referencial teórico sobre Patrimônio Cultural, compreendendo sua evolução conceitual, valores e importância para a pesquisa, bem como a revisão bibliográfica acerca das tecnologias digitais aplicadas à representação do patrimônio arquitetônico, que possibilitassem a reconstrução 3D proposta neste estudo. Ao final, foi realizada uma análise e discussão sobre os estudos que contribuíram com esta pesquisa.

### **2.1 PATRIMÔNIO CULTURAL**

O Patrimônio está diretamente ligado à construção histórica, social, cultural e identitária de uma nação. Compreender então, suas dimensões, representatividade e alcance, faz-se essencial, na medida que, quanto maior seu conhecimento, maior sensação de pertencimento; e, conseqüentemente, maior sua preservação. Assim, o estudo sobre patrimônio cultural parte da expectativa de esclarecer seu conceito, buscando também os argumentos de autores como Le Goff (1990) e Choay (2017).

Na sequência, tem-se a demonstração dos valores do monumento – elencados por Alois Riegl - e de sua influência na sociedade, perpassando por autores que exploram a construção social, quanto suas estratégias de reprodução e formação cultural (BOURDIEU, 2010, 2011). Também foi esplanada a relevância da formação do espaço e da construção conceitual de patrimônio (SANTOS, 2006; 2008), além de algumas contribuições da psicologia social fundamentais para sustentar as argumentações aqui apresentadas.

#### **2.1.1. A evolução conceitual de patrimônio até sua abrangência mundial**

No decorrer desta pesquisa, foram encontrados conceitos voltados ao patrimônio que se complementam e que foram sendo adaptados às diferentes realidades históricas e culturais. Assim, compreende-se que o conceito de patrimônio evoluiu desde sua origem, provocando alterações em sua definição: deixa de ser um objeto particular das famílias da aristocracia, passa a ter representatividade nacional, até ser expandido como propriedade de todos os povos. Portanto, é de fundamental relevância apresentar os conceitos envolvidos e relacionados ao patrimônio.

De acordo com Choay (2017, p. 11), o patrimônio, em seu caráter inicial, era uma antiga palavra ligada ao conjunto de bens herdados pelos familiares, com teor econômico e jurídico de uma sociedade e “requalificada por diversos adjetivos (genético, natural, histórico, etc.) que fizeram dela um conceito “nômade” [...]”. Funari e Pelegrini (2006), conceituaram o patrimônio com um olhar sistemático, relacionando “*patrimonium*” ao direito privado de propriedade ligado aos interesses aristocráticos da sociedade romana, ou seja, aos bens transmitidos pela elite patriarcal de Roma. Percebe-se uma inicial referência a bens com valor de riqueza, seguindo o princípio de hereditariedade.

A Revolução Francesa consagrou-se por um momento histórico que impactou diretamente na compreensão conceitual de patrimônio, pois foi responsável pelo desenvolvimento do nacionalismo, culminando o surgimento do termo “Patrimônio Nacional”, e estendendo-o à dimensão pública (FUNARI; PELEGRINI, 2006). Assim, o bem que antes era limitado apenas ao indivíduo e/ou famílias da aristocracia romana, adquire uma concepção histórica-social, fazendo parte, agora, do desejo e direito de um povo e/ou de uma nação. A identificação do patrimônio, já não era mais feita pelo patriarca, como na antiga Roma; mas pelo Estado Nacional, de acordo com seus interesses, a partir do final do século XVIII.

Essa Revolução também gerou na sociedade francesa a necessidade de recuperar os edifícios do Antigo Regime que foram destruídos e que se ligavam ao patrimônio arquitetônico histórico-artístico (VILLALOBOS, 2007, apud PÉREZ, 2017). Funari e Pelegrini (2006, p. 13) ressaltam que, nesse contexto, patrimônio passou a ser compreendido como “[...] um bem material concreto, um monumento, um edifício, assim como objetos de alto valor material e simbólico para a nação”; e por consequência desse entendimento mais abrangente, após o fim da Revolução Francesa, o termo “monumento” passou a ser frequente entre as pessoas.

A relação entre o conceito de patrimônio nacional, no seu sentido histórico, e do termo monumento, foi elaborada por Alois Riegl, em 1903, que considerou ser qualquer criação humana (edifício ou objeto) produzida há mais de sessenta anos (BIASE, 2014), “[...] e que todo o monumento histórico é, ao mesmo tempo, artístico e vice-versa, ou seja, todo monumento artístico também é histórico” (SCHLEE; MEDEIROS, 2018, p. 186).

Se faz importante também ressaltar a definição de monumento, dada por outro grande historiador, Le Goff, como sendo:

[...] um sinal do passado. Atendendo às suas origens filológicas, o monumento é tudo aquilo que pode evocar o passado, perpetuar a recordação [...]. O monumento tem como características o ligar-se ao poder de perpetuação, voluntária ou involuntária, das sociedades históricas (é um legado à memória coletiva) e o reenviar a testemunhos que só numa parcela mínima são testemunhos escritos. (LE GOFF, 1990, p. 535-536)

Tendo em vista, então, monumento como um objeto de representação da memória e da nacionalidade de um povo, cada vez mais, ele terá seu domínio expandido à medida que valores vão sendo atribuídos a ele pelas sociedades (PÉREZ, 2017). Valores estes que serão relatados adiante, na seção 2.1.2.

No período entre 1820 a 1960, a fase de consagração dos monumentos foi assistida em diversos países europeus e algumas ações preservacionistas foram concretizadas, como: a criação de instituições patrimoniais, legislações específicas, e serviços de proteção do patrimônio – compostos por profissionais de várias especialidades (FUNARI; PELEGRINI, 2006; CHOAY, 2017). Nota-se, a preocupação que os “novos” cidadãos tinham com o valor e a permanência dos edifícios históricos para não perderem sua história e identidade como uma nação.

No entanto, a evolução histórica conceitual acerca do patrimônio apresentou outros momentos os quais foram fundamentais para a construção do que se compreende atualmente. A “Conferência de Veneza” de 1964 foi um desses momentos que contribuiu para ampliar a definição de monumento, abrangendo, não só o edifício isolado, mas também o local (os sítios históricos) o qual pertencia. Também por meio dela, desenvolveu-se a cultura da Restauração como forma de salvaguardar o patrimônio para as gerações futuras.

Pérez (2017) cita outros dois momentos como fundamentais na ampliação do conceito patrimonial: os estudos da Comissão Franceschini (1964-1967) e a “Convenção sobre a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural” (1972). A referida Comissão passou a considerar as obras de arte também como testemunhos do passado, e, portanto, substituiu o termo “patrimônio histórico e artístico” por “bem cultural”. Já a Convenção de 1972, ampliou a dimensão do patrimônio a nível mundial, e reconheceu a influência que ele exerce internacionalmente, devendo sua proteção não ficar restringida unicamente a nível nacional (UNESCO, 1972).

No Brasil, o conceito e os valores do patrimônio foram ampliados com a Constituição Federal de 1988, notando-se em seu Art. 216º, a substituição do antigo termo “patrimônio histórico e artístico nacional” do Decreto-Lei nº 25/1937, por “patrimônio cultural brasileiro”, conceituado como sendo

[...] os bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais se incluem:  
 I – as formas de expressão;  
 II – os modos de criar, fazer e viver;  
 III – as criações científicas, artísticas e tecnológicas;  
 IV - as obras, objetos, documentos, edificações e demais espaços destinados às manifestações artístico-culturais;  
 V - os conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico.  
 [...] (BRASIL, 1988)

É de se observar que a reformulação do conceito inicial incorpora: o direito à cultura, os bens imateriais e incentiva a valorização e difusão das manifestações culturais. O interesse nos diferentes tipos de obras/objetos/manifestações agregados à cultura tradicional e popular, tangíveis ou intangíveis, contribuem para a ampliação conceitual do patrimônio brasileiro.

Analisando, então, o desenvolvimento e abrangência do termo patrimônio, a respectiva evolução conceitual se correlacionou à construção histórica e identitária formada pelas sociedades, cuja ampliação foi apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Evolução conceitual do Patrimônio



Fonte: Autora

Tendo em vista a diversidade de pensamentos das pessoas a respeito da compreensão e abordagem do patrimônio com o passar dos anos, foram formuladas várias “Cartas Patrimoniais”<sup>1</sup>, no intuito de padronizá-las juntamente com as

<sup>1</sup> Cartas Patrimoniais são documentos produzidos a partir de discussões acerca da preservação patrimonial e que tinham influência direta sobre as legislações nacionais. “[...] são documentos bastante concisos a respeito de conceitos e medidas pertinentes à restauração, à conservação e à promoção do patrimônio histórico e artístico, que servem para orientar os países no trato de seus bens culturais”. (VILLELA, 2017, p. 49).

intervenções de preservação, como: Carta de Atenas<sup>2</sup> (1931), de Machu Picchu<sup>3</sup> (1977), Carta de Washington<sup>4</sup> (1986), Carta de Lausanne<sup>5</sup> (1990), dentre outras.

Em 2003, mais uma contribuição foi dada à ampliação do conceito patrimonial: a UNESCO elaborou a “Carta para a Preservação do Patrimônio Digital”, visando definir o termo “Patrimônio Digital”, uma vez que a inserção das tecnologias digitais no campo do patrimônio beneficiava ações protetivas, inclusive quanto ao resguardo dos documentos de registro. Também se voltou à questão da disponibilização dos arquivos digitais para garantir, não só o acesso das pessoas e órgãos, mas também a proteção e documentação do patrimônio (UNESCO, 2003).

Considerando essa amplitude encontrada para o termo, o conceito incorporado nesta pesquisa vai ao encontro do definido por Choay (2017), que considera “patrimônio cultural” uma expressão atribuída aos modos de vida de uma comunidade, transmitidos para as gerações futuras, que inclui seus costumes, práticas, lugares, objetos, expressões artísticas e valores.

### **2.1.2. Os valores atribuídos ao patrimônio cultural**

Para Choay (2017), Schlee e Medeiros (2018), uma das maiores contribuições de análise sobre a compreensão da sociedade perante os monumentos, foi a obra do historiador de arte, Alois Riegl, denominada “O Culto Moderno dos Monumentos: a sua essência e sua origem”, de 1903. Concebida como projeto de reorganização legislativa para a conservação dos bens austríacos – em que atuava, tinha intenção de compreender os valores outorgados pela sociedade moderna às edificações, e classificá-los para melhor fundamentar os estudos futuros de proteção e tomadas de

---

<sup>2</sup> A Carta de Atenas de 1931 foi elaborada com o objetivo de proteger os monumentos de interesse histórico, artístico ou científico. (CARTA DE ATENAS, 1931)

<sup>3</sup> A Carta de Machu Picchu de 1977, foi elaborada no “Encontro Internacional de Arquitetos”, como revisão da segunda Carta de Atenas (1933), adequando à nova realidade. Mantendo o enfoque mundial, propôs soluções para o planejamento urbano, uso das tecnologias, defesa dos valores culturais e históricos dos monumentos, dentre outros. (CARTA DE MACHU PICCHU, 1977)

<sup>4</sup> A Carta de Washington de 1986, elaborada pelo Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS), contribuiu para complementar a Carta de Veneza de 1964, na defesa das cidades históricas (CARTA DE WASHINGTON, 1986).

<sup>5</sup> O objetivo da Carta de Lausanne de 1990 foi a proteção e gestão do patrimônio arqueológico como testemunhos das atividades humanas passadas (CARTA DE LAUSANNE, 1990).

decisões. Assim, os referidos valores serviriam de balizadores para possíveis ações como forma de conservação dos bens culturais.

Em relação à elaboração da obra, Riegl primeiramente definiu e distinguiu os monumentos em dois tipos: os intencionais e os não-intencionais. O primeiro tipo era constituído pelos monumentos criados para comemorar/eternizar fatos e personagens históricos. Já o segundo, os não-intencionais, como o próprio nome se refere, era composto pelas obras produzidas e convertidas em monumentos após atribuições de valores e significados (RIEGL, 2014).

Na sequência, a obra foi dividida em três partes para melhor compreender os valores outorgados aos monumentos: (1) a evolução dos valores, (2) os valores de rememoração e (3) os de contemporaneidade; absorvido até os dias atuais que seguem:

a) Evolução histórica dos valores:

Nesta parte, Riegl trata os valores como categorias baseadas em momentos históricos e não como eternas, pois associa monumento à memória histórica das pessoas. De fato, é notória que essa associação está em constante mudança, pois depende de cada fase histórica vivida (RIEGL, 2014).

b) Valores de rememoração:

A segunda parte da obra, Riegl trata da relação dos valores de memória ao culto prestado aos monumentos. Define “valor histórico” como o atribuído a tudo aquilo que se liga às obras passadas que já não existem mais; e, aos testemunhos do passado: obras humanas de momentos antigos, que persistiram no tempo (RIEGL, 2014). Estas não poderiam ter intervenções para não comprometer seu valor histórico (CHOAY, 2017; VILLELA, 2017).

Outro valor mencionado foi o de “Antiguidade” (também chamado de “ancianidade”), que para o historiador, era designado às obras incompletas e não-modernas daquele tempo, para ressaltar a beleza de suas ruínas (RIEGL, 2014).

O último valor dessa categoria é o de “rememoração intencional” dos monumentos, cujo propósito de construção, conforme Riegl (2014, p. 63), é o de “[...] nunca deixar, de certa forma, que um momento faça parte do passado, permitindo que permaneça

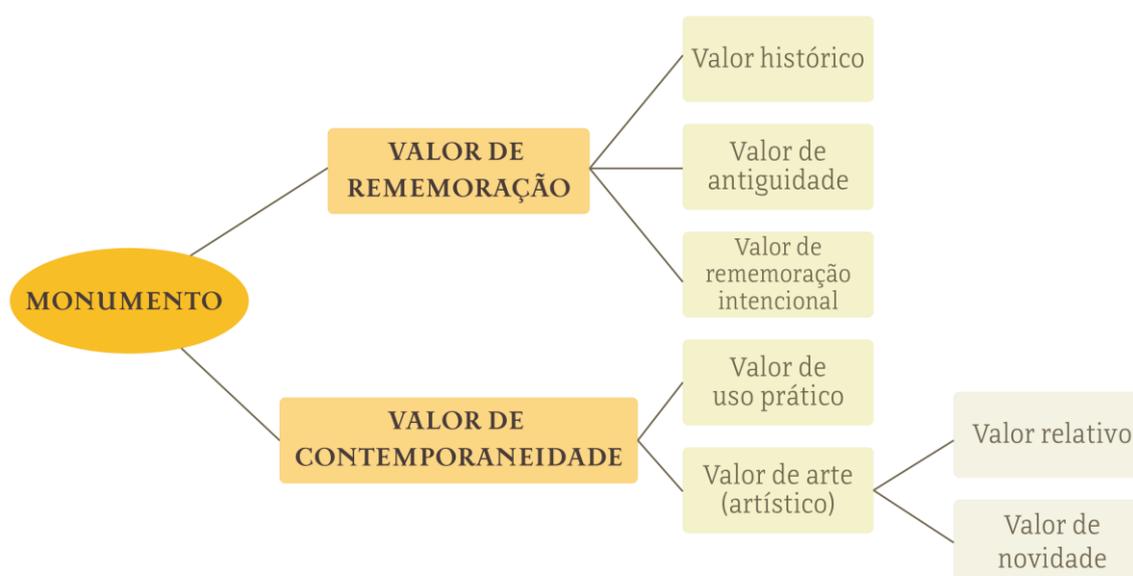
na consciência das gerações futuras, sempre presente e vivo”. Assim, entende a intenção de um artista em reconstruir um fato para torná-lo eterno.

c) Valores de contemporaneidade:

Já na terceira parte, Riegl associa os monumentos aos valores artísticos e de uso prático. Para o autor, todo monumento artístico era considerado histórico, pois sua importância atrelava-se à história da arte; logo, o valor artístico em si, ou seria o “valor artístico relativo” (ao movimento artístico pertencente) ou “valor de novidade” (obra nova referente ao movimento moderno). Enquanto o valor artístico era destinado às necessidades espirituais que sensibilizavam o homem; o “valor de uso prático” era agregado ao monumento que atendessem às necessidades materiais das pessoas no tempo (RIEGL, 2014).

Na Figura 2 é possível observar uma sistematização dos valores descritos anteriormente baseados em seus aspectos referenciais, para melhor compreensão:

Figura 2 – Classificação dos valores por Alois Riegl (1903)



Fonte: Autora

Concorda-se com Schlee e Medeiros (2018) quando afirmam que a obra teórica de Riegl auxilia no reconhecimento dos monumentos, quanto patrimônio digno de ser preservado, pois a imposição de valores pela sociedade evidencia sua importância como testemunhos da evolução histórica e do conhecimento humano, o que evita sua destruição. Porém, reforça-se que, embora essa teoria seja um embasamento para melhorar as atividades da Restauração, esta pesquisa focará na valoração que aquela

aborda, especialmente no valor histórico e de rememoração da arquitetura, por entender que se trata de percepções sociais moldadas pela nação ao construir sua identidade e história.

### **2.1.3. A importância do Patrimônio Cultural para a nação**

Analisar o patrimônio cultural, em especial o arquitetônico, e sua importância para uma sociedade, é fundamental para compreender como ele reverbera na construção espacial e histórica de uma cidade (BOURDIEU, 2010). Conforme afirma Santos (2008), tudo ganha sentido no mesmo tempo em que a sociedade vai adquirindo identidade. Logo, o patrimônio cultural contribui na representação das crenças, dos objetos e realidade de uma nação.

Em se tratando de patrimônio arquitetônico, seu espaço físico se configura no “[...] conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ação [...]” (SANTOS, 2006, p. 39); ou seja, um lugar que sofreu modificações do homem por meio de suas técnicas, transformando a natureza em recursos para sua sobrevivência. Logo, falar da edificação que teve importância para uma determinada sociedade é citar também a contribuição de seu espaço físico para tal.

De forma consciente ou não, o espaço é responsável por caracterizar um indivíduo e/ou uma sociedade sendo capaz de fornecer identidade: “[...] Isto significa saber o que o mundo é e como ele se define e funciona, de modo a reconhecer o lugar de cada país no conjunto do planeta e o de cada pessoa no conjunto da sociedade humana” (SANTOS, 2008, p.115).

Também os novos padrões de comportamento das pessoas e sua relação com o espaço físico, contribuem para a construção de uma mentalidade social, e por consequência, de uma cultura. Para Bourdieu (2010, p. 11), isso “[...] implica introduzir a dimensão histórica no modo de pensamento relacional [...], onde, neste sentido, esta pesquisa pretende resgatar a história, identidade e imagem de uma edificação demolida por meio de sua reconstrução digital a fim de restabelecê-la na sociedade, tentando promover o seu (re)conhecimento e integração na mentalidade social.

Assim, concorda-se que, quando se preserva o patrimônio cultural, reforça-se a identidade e memória de uma sociedade pois “[...] gera um processo de identificação entre determinada sociedade e determinado patrimônio, que passa a se perceber

como distinta de outra” (SCHLLE; MEDEIROS, 2018, p. 185). Complementado por Centy (2016, p. 75, tradução nossa), este salienta que

[...] a cidade tem grande importância para a identidade nacional. A proteção do patrimônio edificado e seu contexto constituído por bens históricos, urbanos e ambientais é uma responsabilidade de todos, pois, representa a identidade e a cultura do país.

Da mesma forma acontece com bens culturais de valor mundial, sendo a responsabilidade de todos cuidar e preservá-los (ESCUDEIRO, 2015).

Dentro deste contexto de preservação, esta pesquisa contribui para o resgate histórico e visual do patrimônio cultural, por voltar-se à investigação de um monumento arquitetônico desaparecido da mentalidade social e recuperação de sua história e imagem por meio da reconstrução digital 3D.

## 2.2 TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICADAS À RECONSTRUÇÃO 3D DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO

Como visto, a amplitude do significado de patrimônio contribuiu para a valorização de vários bens, inclusive, os monumentos arquitetônicos. Por se tratar de edificações antigas e algumas até desaparecidas, resgatar suas informações é preservar a memória e história coletiva.

O documento em si pode ser considerado uma prova do tempo, testemunho escrito, ou até mesmo o fundamento do fato histórico de um monumento, conforme Le Goff (1990). Portanto, quando se refere à documentação do patrimônio arquitetônico, se recorda da “*Carta de Atenas*” que menciona o registro dos monumentos através do inventário<sup>6</sup> acompanhado de fotografias e do cadastro de informações.

Conforme Oliveira (2008a), uma forma de documentar os bens culturais é através do registro iconográfico:

Nesse caso, desaparecido o objeto que testemunha o nosso passado, a sua imagem pode substituir, embora parcialmente, a necessidade imanente à natureza humana de manter contato com o que se foi. Daí uma das várias utilidades das representações cadastrais como forma de preservação da memória (OLIVEIRA, 2008a, p. 13).

Este autor chama a atenção para que a imagem registrada não substitua a obra original que está ligada à memória e experiência das pessoas, reforçando ainda que

---

<sup>6</sup> Motta e Rezende (2016) definem “inventário” como um instrumento de identificação, descrição e classificação dos dados coletados, para composição de um documento que produza conhecimento e sirva de difusor das informações do patrimônio.

a arquitetura é insubstituível. Para ele, o cadastro arquitetônico de um patrimônio, além de seus valores (documental, simbólico e afetivo), se elaborados com apuro e exatidão, permitem elaborar projetos de intervenções, estudos detalhados da evolução/transformação histórica e avaliação das deformações estruturais (LETELLIER, 2007; OLIVEIRA, 2008a).

Ainda sobre documentação arquitetônica, para Amorim (2017, p.61), se trata de um

[...] processo sistemático de aquisição, tratamento, indexação, armazenamento, recuperação, disponibilização e divulgação de dados e informações, gráficas e não gráficas, bem como de seus metadados, sobre as edificações. Constitui uma atividade complexa, que para a sua realização conta com uma variedade de disciplinas, de tecnologias e profissionais. Além das aplicações mais evidentes e necessárias ao desenvolvimento dos projetos de conservação e do restauro do patrimônio construído, a documentação arquitetônica desempenha um papel essencial na preservação da memória desse patrimônio.

Portanto, a documentação arquitetônica exige etapas que garantem que o patrimônio cultural possa ser preservado não somente através dos registros físicos (fotos, textos, documentos, desenhos, dentre outros), mas também por meio da produção, conservação e divulgação de seus arquivos digitais, garantindo também o acesso público às informações.

### **2.2.1 O Patrimônio Digital e seu alcance**

A conservação e disseminação do patrimônio cultural são auxiliadas pela tecnologia de informação e comunicação, que permitem a permanência da memória da humanidade (RESCO; FIGUEROA; ULLAURI; CORONEL; JARA, 2018). Embora já comentado anteriormente, cabe salientar que a UNESCO contribuiu para a exploração das tecnologias digitais, tanto em favor da preservação e restauração de patrimônios culturais, quanto da possibilidade de acesso público – processo de comunicação, presencial ou à distância, quebrando assim, barreiras de tempo e espaço entre eles.

Dentro deste contexto, reconhece-se então que o “Patrimônio Digital” é uma área importante e une as ciências da computação e humanas com objetivo de estudar, aprimorar e transmitir o patrimônio cultural por meio das tecnologias digitais (CALVANO; GUADAGNOLI, 2016). Para garantir o acesso ao patrimônio, tanto por pesquisadores, quanto pelo público em geral, sua disseminação, principalmente por meio de modelos tridimensionais, decorre da análise entre as possíveis formas de

exibi-lo e a disponibilidade dos recursos computacionais disponíveis (ALONSO, BARBA, TORDESILLAS, 2016).

Prieto, Perea e Arroyo (2017) ressaltam que a proteção do patrimônio ganha mais sentido, se as pessoas tiverem acesso e se relacionarem a ele; desse modo, as reconstruções digitais 3D de monumentos, por exemplo, podem colaborar como incentivo ao seu conhecimento e conservação. Para Amoruso e Manti (2016), novas formas atrativas de interação e representação patrimonial surgem para estreitar essa relação, como a exploração da computação visual e de softwares de modelagem mais eficientes.

Reforça-se então, que a necessidade de envolver as pessoas no processo de proteção do patrimônio, conforme orientação provinda da Carta de Veneza, surge tanto por parte de pesquisadores, quanto por parte da própria sociedade, que de certa forma, contribui para a democratização do conhecimento (PÉREZ, 2017). Entretanto, embora a divulgação do patrimônio cultural seja inteiramente importante, esta ação não será executada nesta pesquisa.

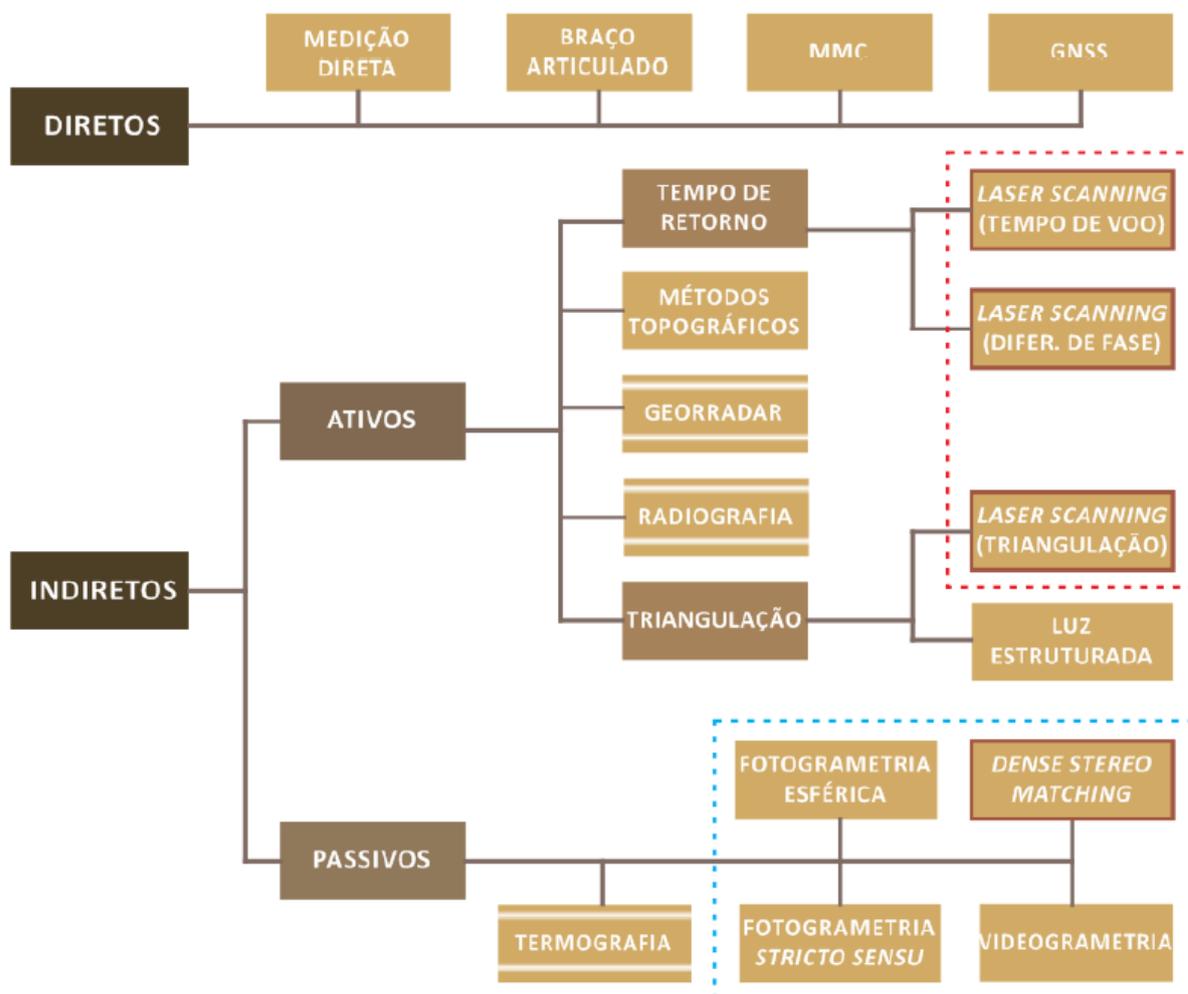
Compreendendo que documentar uma edificação é sinônimo de preservar a memória e para tal é necessário levantar e analisar seus dados (OLIVEIRA, 2008a), foram estudadas as principais técnicas de levantamento arquitetônico que fossem possíveis para edificações já demolidas.

### **2.2.2 Técnicas de levantamento de dados do patrimônio arquitetônico demolido**

Segundo Groetelaars (2015), os métodos de levantamento podem ser separados em duas categorias: (1) diretos, em que o operador deve ter contato físico com a edificação ou área a serem levantadas; e (2) indiretos, onde a medição não tem contato físico com o objeto. Considerando que o objeto desta pesquisa é uma edificação demolida, e portanto, não permite a medição direta; foram analisados apenas os métodos indiretos, em busca de técnicas que auxiliassem seu levantamento de dados. Groetelaars (2015) subdivide os métodos indiretos de medição em “ativos”, em que os sensores dos instrumentos emitem energia que é refletiva pelo objeto, e “passivos”, no qual “[...] não há emissão de energia. Nesses casos, o Sol desempenha papel fundamental, uma vez que emite a energia que será

refletiva pelo objeto e capturada pelo sensor” (GROETELARRAS, 2015, p. 60). Para melhor compreender a classificação elaborada por Groetelaars (2015), a Figura 3 ilustra essa divisão:

Figura 3 – Classificação das principais técnicas de levantamento por Groetelaars



Fonte: GROETELAARS (2015, p. 61)

O primeiro método de levantamento estudado foi a Termografia (Figura 4), em que pode-se compreender que se refere a uma técnica de registro e medição da radiação do objeto para transformá-la em um termograma<sup>7</sup> (GROETELAARS, 2015). Esta pode ser usada no auxílio de projetos de restauração ou reforma das edificações por detectar patologias, elementos estruturais e tubulações ocultas, por exemplo. No caso desse método, haveria a necessidade do objeto físico para sua realização, e, portanto, não seria possível ser aplicada a uma edificação inexistente.

<sup>7</sup> Termograma é uma imagem que representa em cores a temperatura emitida pelo objeto (GROETELAARS, 2015).

Figura 4 – Câmera termográfica (imagem da esquerda) e termograma (imagem direita)



Fonte: GROETELAARS (2015, p. 86)

Outra técnica analisada foi a Videogrametria, que conforme Groetelaars (2015, p. 79), trata-se de “[...] um processo de utilização de vídeos para levantamento de informações métricas [...]”. Para essa técnica, o objeto de estudo também deve existir para ser registrado por meio de vídeos. Da mesma forma, não seria possível ser aplicada a uma edificação inexistente.

O próximo método indireto passivo estudado foi a *Dense Stereo Matching (DSM)*, que segundo Groetelaars e Amorim (2012, p. 361), é uma “[...] técnica de obtenção de nuvens de pontos por processamento digital de imagens fotográficas”. Também é conhecida como *Structure from Motion (SfM)*, *Dense Surface Modeling* e *Photo-based scanning* (GROETELAARS; AMORIM, 2012). Essa tecnologia correlaciona automaticamente um conjunto de *pixels* homólogos em diversas fotos para obtenção da “nuvem de pontos”<sup>8</sup> de modelos geométricos de formas complexas (GROETELAARS, 2015).

Para que seja possível essa correlação automatizada, é necessário que o objeto fotografado tenha textura não uniforme, de modo a produzir conjuntos diferenciados de pixels (padrões). Se isso não ocorrer, o processo de associação dos pixels entre as fotos pode se tornar inviável ou apresentar um resultado final com muito ruído, com grandes áreas de sombra (sem informações) ou ainda ser pouco preciso [...] são necessários alguns procedimentos ou processos, realizados tanto pelo responsável pelo levantamento (operador), como pela ferramenta computacional utilizada, para que seja possível a associação automática das imagens (GROETELAARS; AMORIM, 2012, p. 361).

<sup>8</sup> A nuvem de pontos se configura numa imagem completa por pontos definidos em coordenadas X, Y e Z, que permite a criação de um modelo 3D, representando a superfície de um objeto (GROETELAARS, 2015).

Nota-se que a tecnologia DSM estabelece um procedimento cuidadoso na tomada fotográfica para se alcançar a precisão no resultado, pois exige posições e ângulos diferentes, sobreposição entre as fotos tiradas do objeto, condições de luminosidade idênticas entre as tomadas (GROETELAARS; AMORIM, 2012). Uma técnica muito precisa que pode ser utilizada para a reconstrução 3D de diversos tipos de edificações, inclusive as inexistentes, desde que seus registros fotográficos tenham sido planejados; ou seja, após seguir todo procedimento rigoroso, as fotografias existentes possibilitem o princípio da correlação automática dos *pixels* homólogos, que gera o levantamento necessário.

Na sequência, foi estudada a Fotogrametria, que segundo Groetelaars (2015), trata-se de uma técnica que extrai informações métricas, formas e posições de um objeto por meio das fotografias, sem necessariamente precisar da existência do objeto físico. Porém, a autora apresenta em sua pesquisa as principais etapas de um levantamento fotogramétrico realizado em campo, e, portanto, não foi aprofundado por não ser o caso do objeto desta pesquisa – uma edificação demolida; mas que contribuiu para o conhecimento da fotogrametria, bem como de outras técnicas de levantamento, como a DSM.

Considerando então, a definição da técnica DSM e da fotogrametria, concorda-se com Coelho e Brito (2007) e Groetelaars (2005) que a DSM é um tipo de fotogrametria automatizada pois utiliza métodos de captura de dados por meio de imagens (sobrepostas).

Analisando ainda a fotogrametria, identificada nos estudos desde 1840 (COELHO; BRITO, 2007), a técnica ganhou um novo impulso com a divulgação da Carta de Veneza em 1964, ao ser aplicada à arquitetura como ferramenta de auxílio para conservação do patrimônio (GROETELAARS; AMORIM, 2008).

Nos anos 1980, a Fotogrametria Digital foi estimulada pela inovação e uso das imagens digitais e fortemente praticada após os anos 90, com o desenvolvimento dos computadores (COELHO; BRITO, 2007). Apesar dos estudos apontarem que uma das vantagens desta técnica é a associação ao baixo custo, Cavalcanti (2019) aduz que sua utilização no Brasil se deu de forma atrasada possivelmente devido ao alto custo dos equipamentos e softwares necessários.

No processo de fotogrametria digital, a imagem aparece como recurso para mensuração geométrica, bem como fornecimento de informações gerais do patrimônio como textura, cores e dimensões (OLIVEIRA, 2008a; CAVALCANTI, 2019). Compreendendo o potencial dessa tecnologia, analisou-se também Coelho e Brito (2007, p. 16), cuja definição de Fotogrametria foi descrita como:

[...] a ciência e tecnologia de se reconstruir o espaço tridimensional, ou parte do mesmo (espaço-objeto), a partir de imagens bidimensionais, advindas da gravação de padrões de ondas eletromagnéticas (espaço-imagem), sem contato físico direto entre o sensor e o objeto ou alvo de interesse.

Entende-se, então, que a tecnologia da fotogrametria permite a interpretação e obtenção de dados métricos por meio de fotografias, que geram informações geométricas do objeto analisado, sem a necessidade do contato direto com ele. Logo, seria passível a aplicação da fotogrametria digital em edificações inexistentes, desde que possuam um acervo fotográfico que deem base para realização da técnica; o que talvez apresente dificuldades por se tratar de construções muito antigas e que provavelmente possam não ter imagens que foram planejadas, de boa resolução e em quantidades suficientes para obter com precisão os dados desejados.

Considerando então, a apresentação das técnicas possíveis de aquisição de dados para edificações inexistentes; foi dada sequência no estudo para as formas de representação desse tipo de patrimônio.

### **2.2.3 Formas de representação digital do Patrimônio Arquitetônico demolido**

As ferramentas digitais têm sido utilizadas no aprimoramento da representação tradicional da arquitetura. A contribuição para isso foi a revolução digital de anos atrás, que alterou a forma de projetar, documentar, representar, visualizar e construir a arquitetura (BIANCHINI; INGLESE; IPPOLITO, 2016).

Sabe-se que o processo de desenho e projeto arquitetônico tem mudado conforme os avanços tecnológicos computacionais. Andriasyan, Moyano, Nieto-Julián e Antón (2020) afirmam que o surgimento de *softwares* de baixo custo tornou as técnicas mais acessíveis e adequadas para a modelagem do patrimônio cultural, possibilitando não apenas a preservação histórica, mas a facilidade de acesso às informações, à história e à representatividade do patrimônio.

Em se tratando de edificações demolidas, as formas de se representar sua imagem configura-se em um desafio maior que a representação das existentes. No caso destas não possuírem sua documentação gráfica, ou por ser antiga ou devido à perda documental, o resgate de sua representação pode ser feito através de seu levantamento arquitetônico, seja por meio de métodos tradicionais ou digitais. O que não é possível para as edificações inexistentes, que contam apenas com seus documentos e imagens sobreviventes à ação do tempo (CLARO; RIBEIRO, 2019).

Já no caso de apresentarem seus projetos arquitetônicos em meio físico, estes podem ser transformados em arquivos digitais corroborando com a “Carta para a Preservação do Patrimônio Digital” (UNESCO, 2003). Adota-se então, a “transcrição digital” (reelaboração dos desenhos existentes em modelos digitais 2D), para posterior “reconstrução digital” (processo de modelagem tridimensional), utilizando os *softwares* CAD ou BIM (CLARO, 2017). Os processos foram esquematizados na Figura 5 para melhor compreensão.

Figura 5 – Esquematização de transcrição digital e reconstrução digital



Fonte: Autora

Nota-se que a transformação do projeto físico em digital está intimamente ligada ao seguimento dos processos acima apresentados. Complementando ainda, sobre reconstrução digital, Nogueira e Amorim (2019, p.03) afirmam que o modelo criado

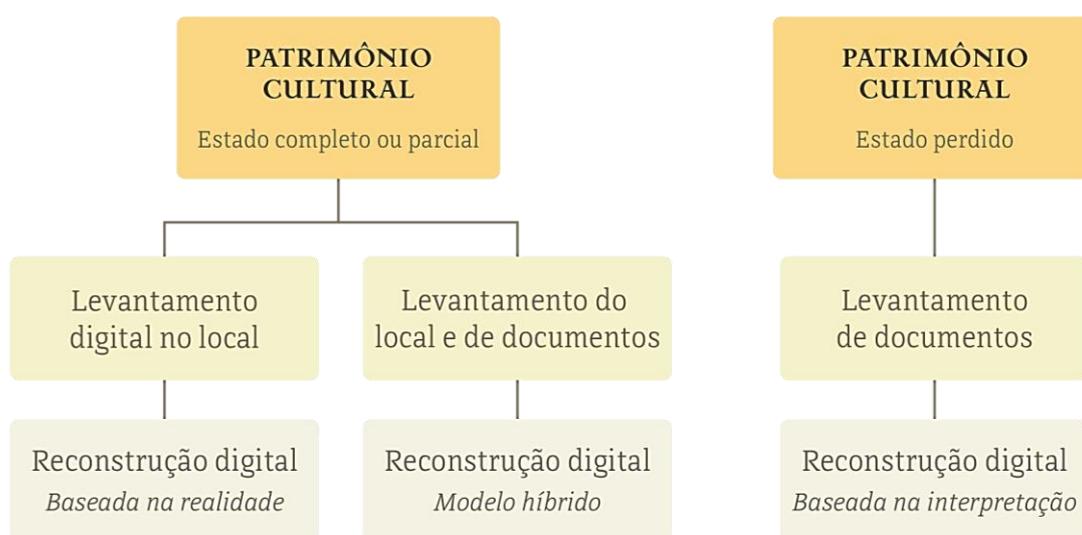
[...] é composto essencialmente por dados geométricos e textura, aparece como uma representação realista e é normalmente utilizada em ilustrações científicas, representações artísticas (cenários de jogos eletrônicos, filmes, *websites* de turismo), apresentação de trabalhos de documentação histórica e narrativas arqueológicas <sup>[9]</sup>.

Nogueira e Amorim (2019) também complementam que esses modelos digitais podem ser produzidos de duas formas: baseados na realidade (*reality-based modeling*) ou/e baseados em fontes documentais (*source-based modeling*). Os autores explicam que

<sup>9</sup> Entende por narrativa arqueológica a publicação “escrita” ou documentários em vídeos que apresentam os trabalhos de documentação, as hipóteses e fatos passados investigados pelos arqueólogos (NOGUEIRA, AMORIM, 2019).

na primeira forma de produção, os objetos existentes – completos ou parciais, são modelados a partir de sua captura feita por levantamentos digitais. Já na segunda forma de produção – baseado em fontes, são modelados a partir da interpretação de documentos, como: textos, ilustrações e cadastros. Se a reconstrução digital utilizar as duas formas de produção, o modelo gerado se caracteriza como híbrido, pois combina vestígios físicos com elementos documentais (NOGUEIRA; AMORIM, 2019), como ilustrado na figura a seguir.

Figura 6 – Formas de reconstruções digitais conforme Nogueira e Amorim (2019)



Fonte: Autora

Para os trabalhos baseados na interpretação, Nogueira e Amorim (2019) ressaltam que o profissional modelador utiliza as informações, as interpreta e as sintetiza num modelo digital; logo, sua expertise influencia no resultado. Portanto, o processo requer, “[...] além do conhecimento de seu campo de atuação (arquitetura, história ou arqueologia, por exemplo), um conhecimento amplo nas ferramentas de modelagem digital, de técnicas de aquisição de dados, processamento [...]” (NOGUEIRA; AMORIM, 2019, p. 05).

O processo de reconstrução digital também pode ser “cristalizado”, como informam Calvano e Guadagnoli (2016), por modelos fabricados em impressoras 3D. Esta cristalização se configura na conversão - última etapa do processo de reconstrução - do meio digital para o meio físico, impulsionando os sentidos e sentimentos das pessoas, em especial as que tiveram contato, com estas “edificações” impressas (VRANISH, 2018).

Portanto, considerando as possibilidades de representação digital de um patrimônio demolido, foram estudadas as técnicas de elaboração de desenhos bidimensionais e modelos tridimensionais que colaborassem com sua digitalização e após, sua “cristalização” em meio físico.

#### 2.2.3.1 Sistema CAD e Tecnologia BIM

Os sistemas CAD (*Computer Aided Design*), ou desenhos auxiliados por computador, são elaborados em *softwares* de uso geral, como o *AutoCAD* da Autodesk, e permitem a digitalização de desenhos bidimensionais (2D) e modelos tridimensionais (3D). São baseados em entidades geométricas simples, em que qualquer atualização do objeto, seja 2D ou 3D, exige seu redesenho (ARAUJO, 2017).

A evolução do processo representativo e projetual dos modelos elaborados em computadores, ocorreu com a inserção da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*) ou Modelagem da Informação da Construção, por se tratar de um sistema eficiente que integra e organiza as informações da construção, através de seu modelo tridimensional (ARAUJO, 2017).

Para Alonso, Barba e Tordesillas (2016), a aplicação das técnicas de modelagens tridimensionais, impulsionadas especialmente pela facilidade de acessibilidade e constantes atualizações tecnológicas, têm aumentado. Essa crescente demanda por tecnologias 3D contribui para digitalizar o patrimônio; porém, embora proporcionem maior rapidez e eficiência dos processos, exigem um pré-conhecimento dos diferentes meios de representação gráfica e das ferramentas de modelagem tridimensional (RESCO; FIGUEROA; ULLAURI; CORONEL; JARA, 2018). Assim, surge o desafio por parte dos profissionais e pesquisadores em buscar atualização para reconhecer não apenas as demandas, mas também, as diferentes ferramentas e aplicativos tecnológicos que estão sempre em evolução.

Para ilustrar a contribuição da digitalização, apresenta-se de forma breve, a reconstrução da Praça Tiradentes de 1940 (Curitiba/PR) de Braga, Pariz, Dallabrida e Rigo (2014). Os autores pretenderam resgatar a imagem da praça na década de 1940 por ser um marco histórico na recriação urbana da cidade, o que causou sua transformação ao longo dos anos. Logo, utilizaram a modelagem tridimensional para representar as edificações, vegetações, automóveis, mobiliário urbano e

pavimentação das calçadas; e as texturas das superfícies foram obtidas por meio de fotos antigas. Como resultados obtidos, ampliaram o acervo digital da praça, alcançaram a comunidade e contribuíram com a preservação do patrimônio curitibano.

Figura 7 – Imagens da Praça Tiradentes de 1940 após sua reconstrução 3D digital



Fonte: BRAGA; PARIZ; DALLABRIDA; RIGO (2014, p. 63).

Como visto, a digitalização das informações favorece o acesso aos dados e contribui com a documentação, pesquisa, divulgação e valorização do patrimônio cultural (BERMÚDEZ; LLAVE; CABRERA; TUBÍO, 2016).

#### 2.2.3.2 Impressão 3D

A produção da Arquitetura aliada ao uso das tecnologias digitais, tem favorecido a interpretação de projetos, principalmente os complexos, facilitando a comunicação das ideias entre os envolvidos no processo (VOLPATO, 2006; PUPO; CELANI, 2011). Uma das formas de propor representatividade visual e experiência materializada de

um projeto arquitetônico é a transformação de modelos digitais em formas físicas por meio de impressoras 3D.

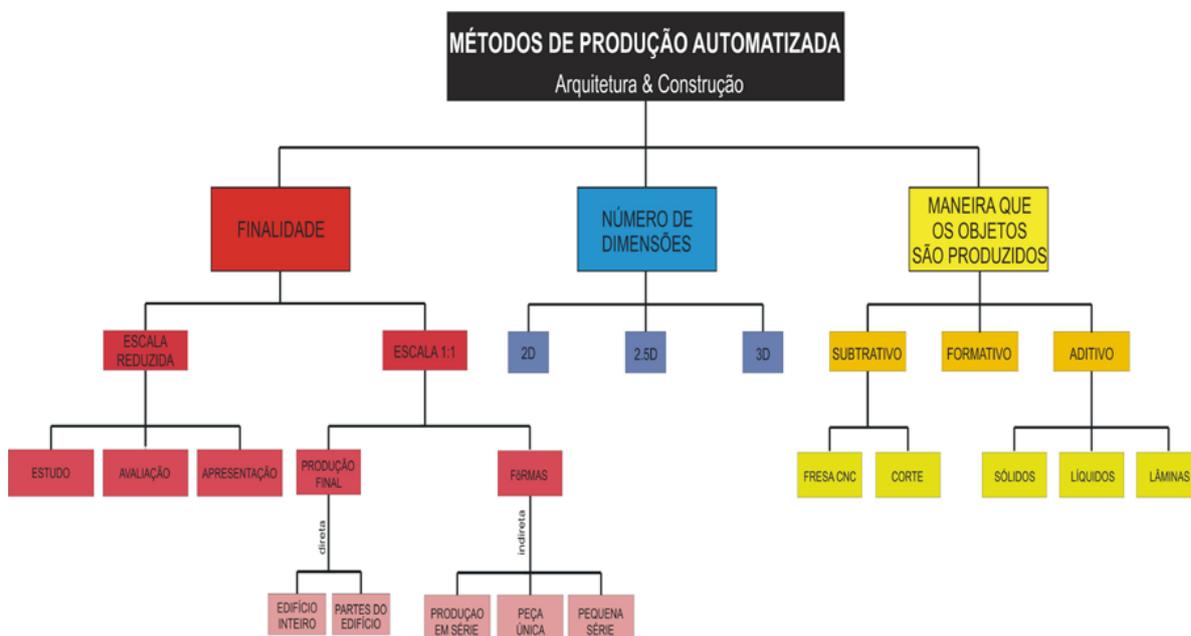
Nessa área, aparecem dois termos mais utilizados: “Prototipagem Rápida” (PR) e “Fabricação Digital” e conforme Pupo e Celani (2011), falta consenso entre os pesquisadores sobre tais definições. Analisando Volpato (2006, p. 02), o termo Prototipagem Rápida (RP, de *Rapid Prototyping*) foi concebido pelo processo de fabricação rápida “[...] de peças visando uma primeira materialização de ideia (protótipos), sem muitas exigências em termos de resistência e precisão”. Embora Volpato (2006) apresente nomenclaturas correlatas (“manufatura por camada”, “fabricação de forma livre”, “manufatura da bancada” ou “manufatura acrescentando material”), “Prototipagem Rápida” é a que mais se destaca.

Já o termo “Fabricação Digital”, conforme Pupo e Celani (2011), inclui técnicas aliadas à produção de fôrmas e peças finais como elementos construtivos reais. São conhecidos como “manufatura rápida” e são “[...] baseados na sobreposição de camadas destinados à produção de produtos finais” (PUPO, 2008, p. 02-03).

Considerando o entendimento sobre os termos mais empregados, nesta pesquisa foi aprofundado sobre “Prototipagem Rápida” por ir ao encontro de um dos objetivos específicos: a produção de um modelo físico de tamanho reduzido.

A impressão na arquitetura e construção pode utilizar-se de diferentes métodos (máquinas e materiais) que vão diferenciar de acordo com: (1) sua finalidade; (2) número de eixos de trabalhos; e (3) a maneira que produzem objetos (PUPO, 2008). A figura a seguir faz um resumo dos métodos de impressão (produção automatizada).

Figura 8 – Métodos de Produção Automatizada por Pupo (2008)



Fonte: PUPO (2008, p. 04).

Para Pupo (2008, p. 04), a finalidade da impressão pode ser “[...] à produção de modelos em escala reduzida ou à produção de produtos finais, em escala 1:1, para serem empregados diretamente na obra”. Ou seja, os primeiros poderão ser utilizados como objetos de estudo, de avaliações e apresentações de projetos. Como exemplo, a Figura 9 representa a prototipagem de um elemento de fachada de um projeto do arquiteto Frank O. Gehry, sendo testada em uma maquete física e apresentada após ajustes em seu modelo digital (PUPO, 2008).

Figura 9 – Estudo do elemento de fachada de um projeto de Frank O. Gehry



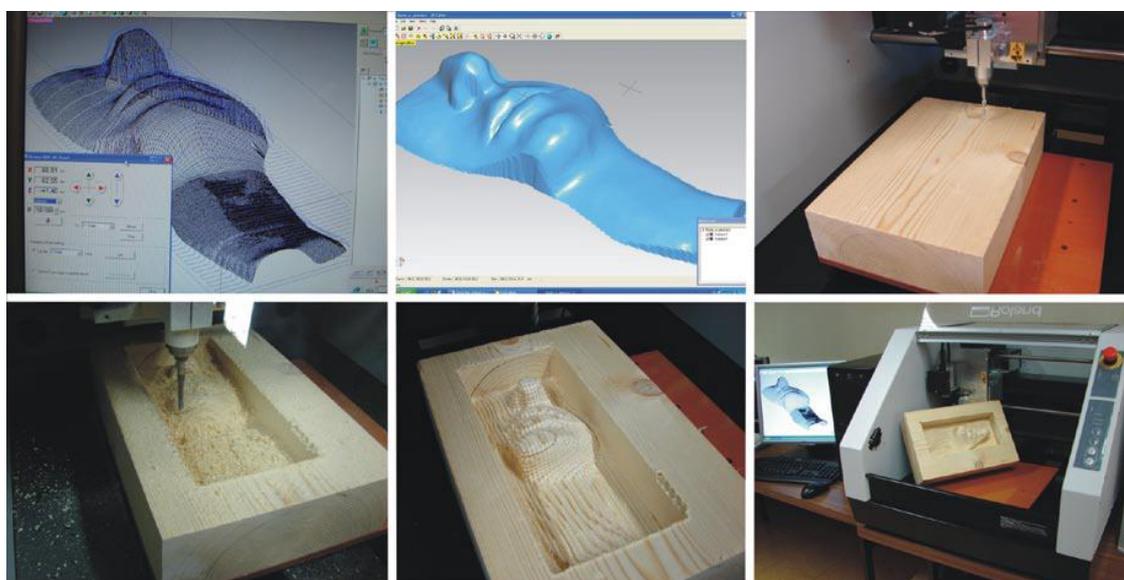
Fonte: SCHMAL (2001, apud PUPO, 2008, p. 05).

Já em relação à finalidade de impressão em escala real, conforme Pupo (2008), são destinados à produção de elementos construtivos de uma edificação (parcial ou completa) ou de fôrmas que podem ser utilizadas diretamente na obra.

Quanto ao número de dimensões, Pupo (2008) afirma que as impressoras podem operar com duas dimensões (2D) – máquinas que possuem uma fresa em sua ponta e são cortadoras de materiais finos (papel, vinil etc.). Pode-se dizer que, o processo por ser bidimensional, se refere então a um corte contínuo no objeto sem criar alterações na profundidade.

Em relação às impressoras que operam em duas dimensões e meia (2.5D), elas conseguem cortar figuras planas e executar relevos (Figura 10), porém, sem conseguir executar qualquer tipo de tridimensionalidade (VOLPATO, 2006).

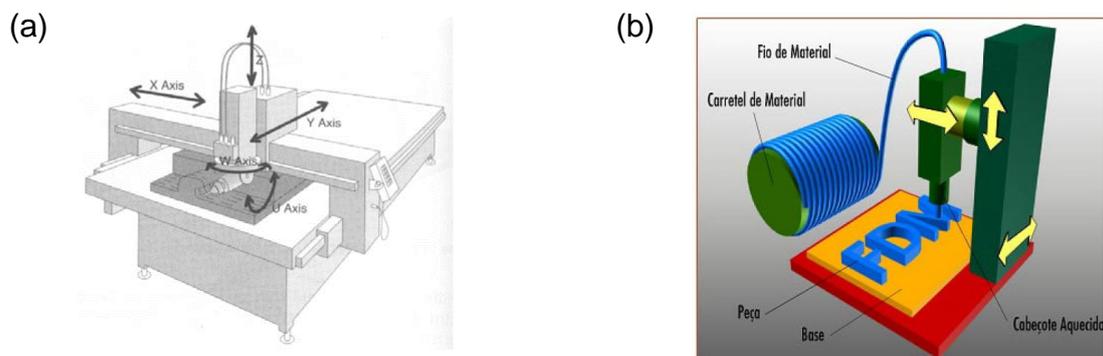
Figura 10 – Produção final elaborada em 2.5 dimensões



Fonte: PUPO (2008, p. 07).

Já em relação às máquinas que operam em três dimensões (3D), Pupo (2008) afirma que se trata da impressão efetivamente tridimensional, como mostra a figura a seguir:

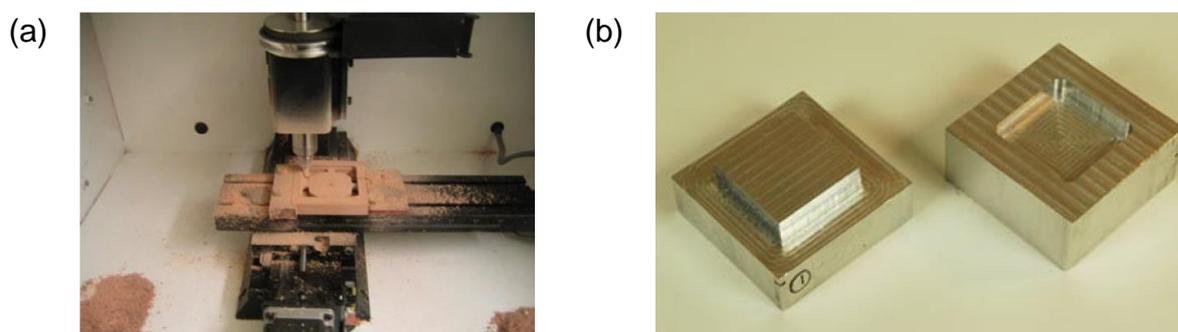
Figura 11 – Máquina com 05 eixos (a) e impressão 3D em FDM (b)



Fonte: PUPO (2008, p. 08).

Por fim, quanto ao modo de produção dos objetos, conforme a classificação de cor amarela da figura 08, podem ter formato formativo, aditivo ou substrativo. Pupo (2008) esclarece que neste último, o método de desbaste pode utilizar as fresas CNC<sup>10</sup> que se movem automaticamente em direções diferentes, devido aos seus vários eixos (1 a 5 eixos), “[...] ou ainda com auxílio de um eixo rotatório que movimentava o bloco para diminuir a necessidade de deslocamento da peça” (PUPO, 2008, p. 08), podendo produzir moldes para fabricação (Figura 12). Já o método substrativo pelo sistema de corte, elaborado por cortadoras de jato d`água, a laser e de plasma, considera “[...] os movimentos bidimensionais do eixo de corte, do material a ser cortado ou uma combinação dos dois” (PUPO, 2008, p. 08).

Figura 12 – Fresas CNC (a) produzindo peças (b) pelo método substrativo



Fonte: PUPO (2008, p. 08).

O método formativo é capaz de criar moldes adaptáveis a diferentes formas, muito utilizado na produção de vidros curvos (PUPO, 2008). Já o método aditivo consiste em criar o modelo tridimensional pela sobreposição de camadas sucessivas de um determinado material, que podem ser sólidos, líquidos ou em lâminas. Esse método traduz “a tecnologia de manufatura aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D [...]” (ROCHA; PORSANI; HELLMEISTER; FONTES, 2019, p. 40).

Em relação ao método aditivo baseados em sólidos, “[...] o material utilizado encontra-se no estado sólido, podendo estar na forma de filamento, lâmina, ou outra qualquer” (VOLPATO, 2006, p. 09) e ainda podem fundi-lo antes da deposição da camada – também chamado de FDM (*Fused Deposition Modeling*). Esta pode ser considerada uma prototipagem rápida de baixo custo, capaz de produzir modelos impressos

<sup>10</sup> A produção automatizada denomina-se CNC (*Computer Numeric Control*), se associando às máquinas cujos movimentos são controlados por computador (PUPO, 2008).

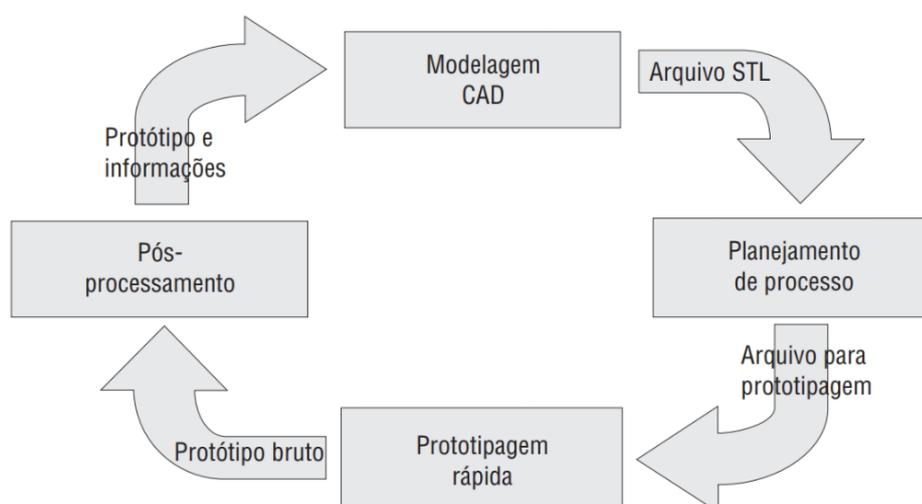
tridimensionalmente em materiais plásticos, como ABS e PLA (ROCHA; PORSANI; HELLMEISTER; FONTES, 2019)

Volpato (2006) explica que nos processos aditivos baseados em materiais líquidos, estes encontram-se neste estado antes de sua utilização. São tecnologias conhecidas como SL (*StereoLithography*), ou estereolitografia, pois envolvem a cura do líquido (resina ou tinta) após a exposição de uma luz UV, como no caso da impressão a jato de tinta – IJP (*Ink Jet Printing*) (VOLPATO, 2006).

A última classificação dos métodos aditivos se refere aos materiais no estado pó (VOLPATO, 2006) ou em lâminas (PUPO, 2008). Conforme Volpato (2006), a utilização do laser também favorece o processamento desses materiais na definição das camadas, como o caso da SLS (*Selective Laser Sintering*) ou Sinterização Seletiva a Laser.

Conforme descrito por Volpato (2006), o processo da impressão 3D se inicia com a criação do modelo CAD 3D (Etapa 01) e desenvolve-se a partir do planejamento do processo (Etapa 02), até alcançar a Prototipagem Rápida (Etapa 03) e o Pós-Processamento (Etapa 04) (Figura 13). A etapa do planejamento envolve as ferramentas de elaboração e ajustes de arquivos STL, determinantes para “[...] a qualidade do protótipo, bem como para seu custo e tempo de produção” (VOLPATO, 2006, p. 103). Percebendo que a manipulação de arquivos STL é um fator que contribui para a qualidade do produto impresso, foi necessário compreender mais sobre o assunto.

Figura 13 – Desenvolvimento da Prototipagem Rápida



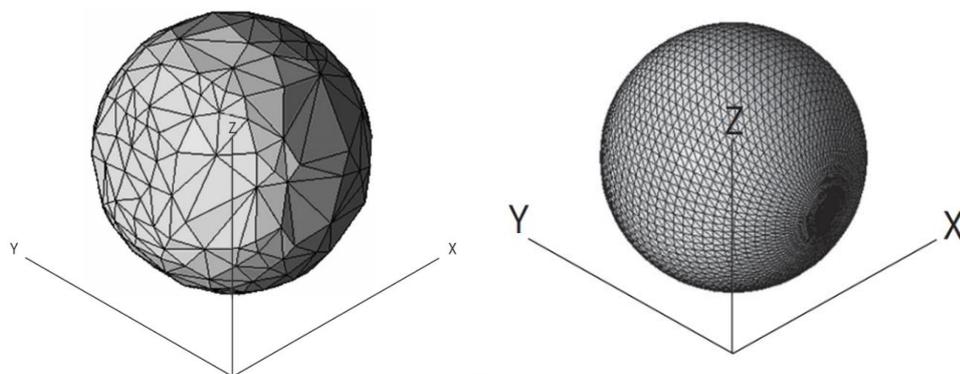
Fonte: VOLPATO, 2006 (p. 102)

Considerando Volpato (2006, p. 106), o formato STL

[...] se caracteriza por ser uma forma simples e robusta de representar modelos tridimensionais através de uma lista não ordenada de triângulos irregulares que formam uma malha recobrendo todas as superfícies de um objeto. O formato STL é hoje considerado um padrão *de facto* da indústria de equipamentos de RP e implementado na quase totalidade, senão em todos os sistemas CAD, mesmo os mais simples.

Um arquivo STL (STereoLithography) é gerado por programas CAD e transforma a geometria do objeto numa malha triangular (Figura 14) em que cada triângulo representado contém as coordenadas cartesianas (X, Y e Z) de cada vértice. Entende-se que, quanto mais triângulos o objeto for transformado, mais bem definido ele será, conseqüentemente, maior o tamanho do arquivo gerado (VOLPATO, 2006).

Figura 14 – Objeto em diferentes malhas STL



Fonte: VOLPATO, 2006 (p. 118-119)

Esse sistema de transformação de um modelo digital 3D em malhas triangulares, permite a identificação do arquivo pela impressora, traduzindo o objeto 3D digital em uma representação em meio físico (ROCHA; PORSANI; HELLMEISTER; FONTES, 2019).

Diante do exposto, foram apresentadas as principais tecnologias digitais capazes de representar uma edificação demolida. O conteúdo apresentado a seguir, ilustra e discute os estudos cujas técnicas e ferramentas digitais foram aplicadas em favor do resgate, preservação e documentação do patrimônio arquitetônico.

#### **2.2.4 Análise do uso da tecnologia digital na preservação do patrimônio arquitetônico**

Mesmo com toda evolução tecnológica, ainda são encontradas dificuldades quanto à representação digital do patrimônio demolido, uma vez que eles tendem a não apresentar registros históricos e fotográficos suficientes. Esse fato se deve à maioria das edificações ser antecedente ao período em que se iniciou a discussão sobre a preservação do patrimônio cultural, ou seja, final do século XVIII com a Revolução Francesa.

Kouimtzoğlu, Stathopoulou, Agrafiotis, Georgopoulos (2017) afirmam que pesquisas baseadas em imagens 3D se tornaram meios fundamentais para representar e divulgar o patrimônio arquitetônico, e ressaltam que os desafios relacionados à reconstrução 3D de objetos, principalmente os perdidos, devem ser enfrentados, pois se trata de uma fonte valiosa para sua documentação. Assim também, fornecem informações para outros pesquisadores, e conhecimento para as demais áreas, como dimensões, proporções e transformações ocorridas (VERDIANI, 2017). Essas informações permitem o reconhecimento do patrimônio e podem ser trabalhadas na área da gestão e restauração, se existirem.

Aludem ainda, Opgenhaffen e Sepers (2015, p. 411), que “reconstruções, sejam desenhos, descrições ou vídeos, visualizam pensamentos e experiências, gerenciam dados complexos e orientam o processo interpretativo”. Logo, há de se notar que as escolhas metodológicas e a coleta de dados por parte dos pesquisadores, contribuem para atingir os objetivos desejados.

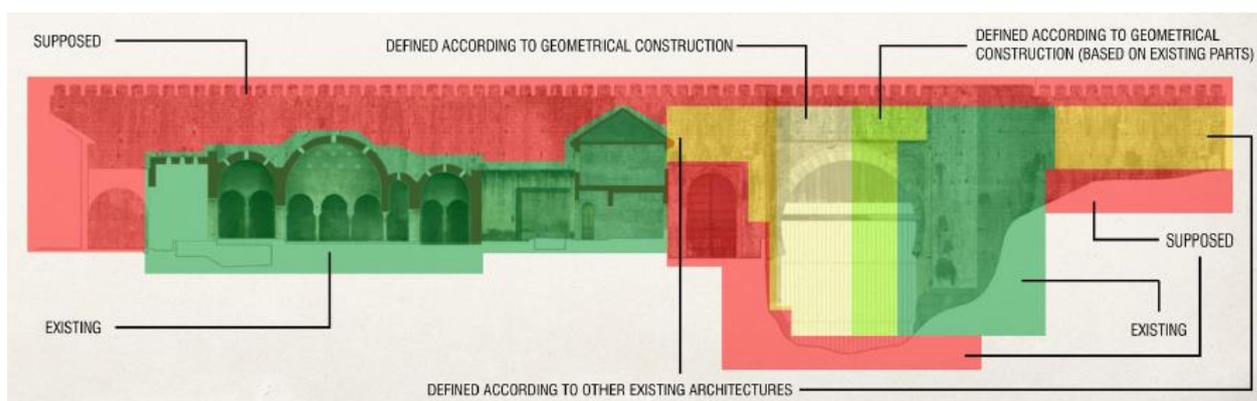
Assim, o desafio da reconstrução digital 3D decorre de todos os lados, desde a etapa da coleta de dados, sistematização e organização do acervo, até a modelagem geométrica em si. Para Verdiani (2017, p. 02), a coleta de dados é o primeiro passo no processo da reconstrução digital de um patrimônio, pois a “materialização” provém de uma base de referência sólida começando por “[...] evidências, como a presença de ruínas, desenhos precisos ou representações, como fotografias, registros de arquivos e descrições escritas”.

Quando viável, recomenda-se a pesquisa de dados no local, utilizando as ferramentas de escaneamento a laser 3D e a fotogrametria digital, por se tratar de aplicações rápidas e eficazes no levantamento de áreas e edifícios complexos, e proporcionarem

informações precisas; uma vez que são consideradas as principais soluções digitais adotadas pelos arquitetos, no levantamento e produção de desenhos 2D e 3D (VERDIANI, 2017).

Na situação de registros incompletos sobre o local, ou até ausentes, Verdiani (2017) afirma que há a necessidade de coletar materiais que complementem os aspectos arquitetônicos e históricos da edificação analisada, e que possam auxiliar na compreensão do todo e na criação de uma imagem cognitiva necessária para desenvolver a reconstrução digital mais sólida. Quando há a interpretação pessoal do pesquisador para complementar as partes faltantes, o autor apresenta uma forma de demonstrar as partes encontradas e supostas de uma edificação através de cores diferenciadas, conforme exemplificado na figura a seguir:

Figura 15 – Demonstração das diferentes fases de uma edificação



Fonte: VERDIANI, 2017, p. 7

Na imagem anterior é possível observar que Verdiani (2017) adotou cores diferentes para representar as partes existentes, as que foram baseadas em arquiteturas semelhantes, as supostas sem referências, e as definidas conforme a geometria construtiva. Essa possibilidade de identificação cromática viabiliza a representação total e contribui para o reconhecimento geral do objeto. Nogueira e Amorim (2019, p. 07) confirmam esse método através dos trabalhos recentes pesquisados, em que distinguem as evidências e as hipóteses nos seguintes níveis:

- imaginação baseada no contexto histórico e natural;
- conjectura baseada em estruturas similares (arquitetura comparada);
- referência textual simples (apenas indicativa);
- referência textual descritiva (descrição detalhada: dimensões, materiais, cores etc.);
- referência gráfica sumária (representação simples em desenho, pintura ou gravura);
- referência gráfica de pormenor (representação detalhada e objetiva);

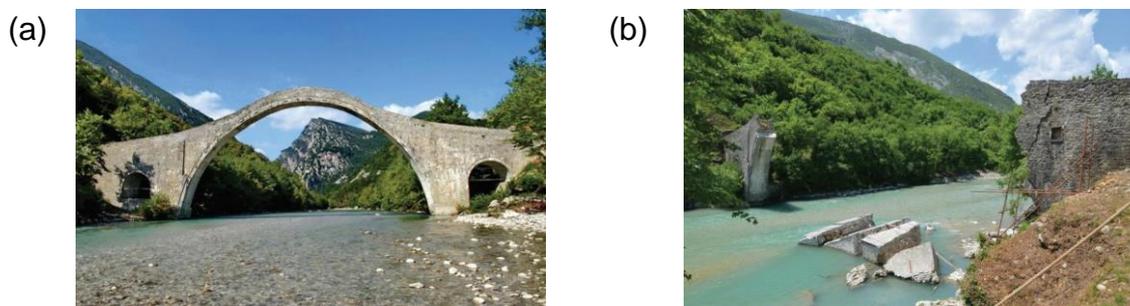
- informação arqueológicas básica ou plantas simples (esquemáticas);
- forte evidência arqueológica e documental (dados precisos);
- existente (ou parcialmente existente) com modificações e
- existente conforme o original construído.

Tendo em vista o desafio proposto de reconstruir digitalmente um modelo 3D de uma edificação histórica, foi necessário recorrer a estudos que tratassem do assunto e analisar os procedimentos adotados para que fosse possível elaborar uma metodologia específica para esta pesquisa.

#### 2.2.4.1 A reconstrução 3D da ponte de Plaka (Grécia)

A ponte Plaka localizada na Grécia (Figura 16) foi representada por Kouimtzoglou, Stathopoulou, Agrafiotis, Georgopoulos (2017) através de um modelo 3D para reestabelecer sua imagem, já que fora semi-destruída pelas enormes enchentes do local. Os pesquisadores se apropriaram da tecnologia da fotogrametria digital, utilizando o *software Agisoft Photoscan Pro®* para gerar o produto, baseado em imagens antigas e tiradas no local.

Figura 16 – Ponte Plaka, antes (a) e após (b) sua destruição



Fonte: KOUIMTZOGLU; STATHOPOULOU; AGRAFIOTIS; GEORGOPOULOS (2017, p. 391)

A primeira etapa dessa pesquisa foi registrar o local por meio de fotografias (826 ao total). Já a segunda, foi extrair dados espaciais ausentes destas fotos, em que foram utilizados os métodos *Structure from Motion (SfM)* e *Multi View Stereo (MVS)*. Conforme os autores, o primeiro método (SfM) visa determinar a posição e orientação das imagens, sobrepondo-as de forma automática, sem precisar calibrar a câmera digital previamente - ferramenta rápida e prática para não-especialistas. Já o segundo método – MVS, visa orientar e calibrar as imagens no *software* para identificar pontos homólogos e criar uma nuvem de pontos detalhada.

Conforme relatado por Kouimtzoglou, Stathopoulou, Agrafiotis, Georgopoulos (2017), a nuvem de pontos (Figura 17) criada serviu de base para a criação da geometria tridimensional do objeto, a partir da qual, foi possível gerar as imagens ortorretificadas<sup>11</sup> da ponte (3ª etapa). Estas, combinadas com levantamentos antigos realizados em campo em ambiente CAD (4ª etapa), resultaram nas elevações arquitetônicas vetoriais 2D, cujos objetivos eram identificar o contorno da ponte e facilitar sua análise construtiva e patológica.

Figura 17 – Nuvem de pontos apresentando a reconstrução 3D da ponte Plaka, Grécia



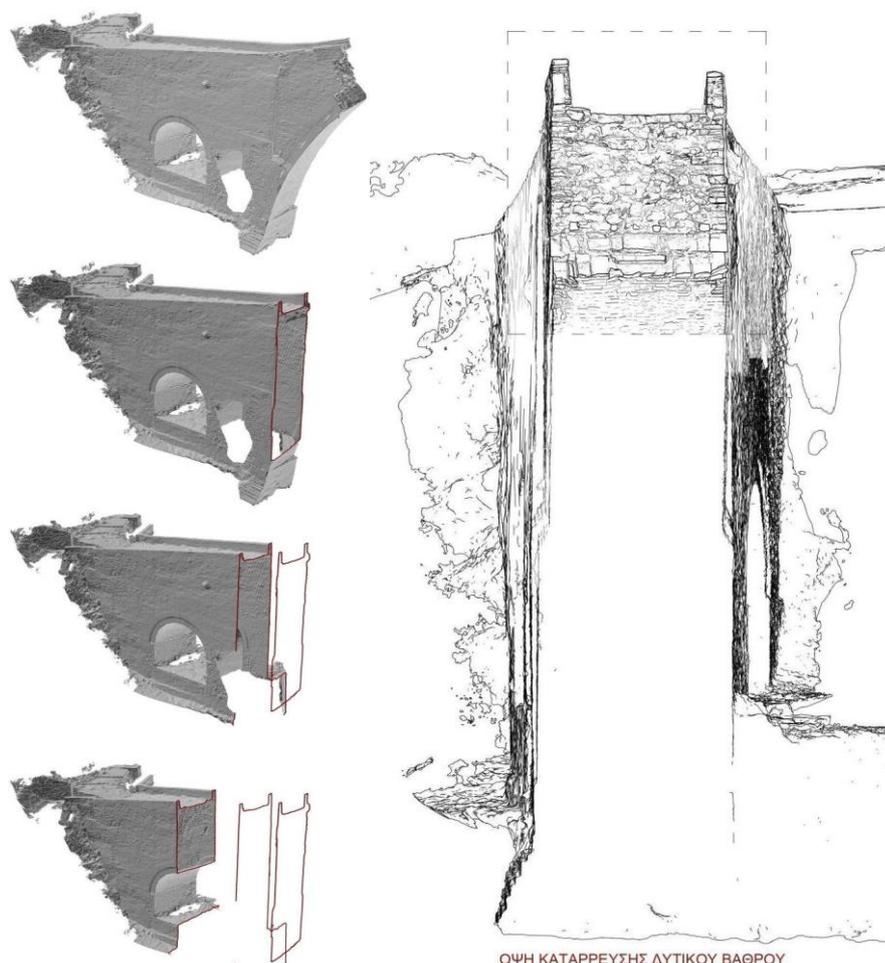
Fonte: KOUIMTZOGLU; STATHOPOULOU; AGRAFIOTIS; GEORGOPOULOS (2017, p. 391)

Na quinta etapa, a nuvem de pontos (Figura 18) também foi utilizada (no *software* 3D *Studio Max*) para elaborar seções, fachadas e plano horizontal precisos; em que foram vetorizados em ambiente CAD e depois combinados com projetos existentes (sexta etapa).

---

<sup>11</sup> Imagens ortorretificadas ou ortoimagens ou ortofotos, são imagens ortogonais que sofreram correção das distorções dos efeitos de perspectivas (COELHO; BRITO, 2007).

Figura 18 – Seções criadas a partir da nuvem de pontos (lado esquerdo) e combinadas com os desenhos vetoriais criados em ambiente CAD (lado direito)



Fonte: KOUIMTZOGLOU; STATHOPOULOU; AGRAFIOTIS; GEORGOPOULOS (2017, p. 395)

Para que fosse possível documentar e reconstruir a ponte destruída, foi observado que os autores estruturaram uma metodologia em seis etapas, em que fizeram o registro fotográfico (1), adotaram a fotogrametria digital para elaborar o modelo tridimensional da ponte (2), geraram imagens ortorretificadas (3) e as transformaram em desenhos bidimensionais por meio de *software* CAD (4); criaram planos, seções e elevações (5); e os combinaram com projetos existentes (6). Nota-se, com o resultado demonstrado e com esse tipo de pesquisa, que ambos contribuem para a documentação do patrimônio cultural, além de recuperar a imagem e resgatar a memória histórica e arquitetônica do local.

Concorda-se, portanto, com Manferdini e Russo (2015), sobre a importância da escolha correta da metodologia para realização eficiente de um modelo geométrico tridimensional; por ser notório o êxito na reconstrução da ponte parcialmente

destruída. Logo, esse trabalho contribuiu para a compreensão da prática da fotogrametria digital que possibilitou a criação do modelo 3D; além da aplicação de *software* CAD para gerar desenhos técnicos que puderam subsidiar análises projetuais. Sendo, portanto, duas técnicas passíveis de serem utilizadas nesta pesquisa.

#### 2.2.4.2 A reconstrução 3D da Abadia de Cormery (França)

Outro trabalho analisado foi o estudo arquitetônico da Abadia de Cormery (Centro-Vale do Loire, França), em especial o da Torre São Paulo (Figura 19), elaborado por Pouyet em 2017. O autor realizou abordagens teóricas sobre as técnicas de levantamento e representação arquitetônica: escaneamento a laser 3D e fotogrametria digital, para que fosse possível reconstruir o objeto de estudo.

Figura 19 – Torre São Paulo, Abadia de Cormery (França)



Fonte: CORMERY (2013)

Por se tratar de uma edificação parcialmente existente e para compreender o complexo arquitetônico da Abadia, Pouyet propôs elaborar sua reconstrução digital 3D através de duas tecnologias digitais: o escaneamento a laser 3D e a fotogrametria digital. Após analisar seu estudo, foi notada a metodologia estruturada na seguinte forma: levantamento arquitetônico das duas partes, elaboração da nuvem de pontos e de ortoimagens.

Para a reconstrução digital das partes interna e externa da Abadia, Pouyet realizou o levantamento métrico por meio do escaneamento a laser 3D em dez dias e processou as informações obtidas no *software FaroScene*, gerando assim a nuvem de pontos da edificação. Essa, foi complementada por dados obtidos em escaneamentos já realizados em pesquisas antigas, o que possibilitou a finalização do projeto da abadia. Conforme o autor, a arquitetura só pôde ser analisada após a geração de três documentos extraídos<sup>12</sup> da nuvem de pontos gerada: (1) ortoimagens do plano do chão; (2) seções e (3) fotomosaicos das paredes externas. As ortoimagens foram integradas em software de sistema de informação geográfica (SIG), e cruzadas com planos e mapas de períodos passados (Figura 20), permitindo a representação da cronologia de cada parte da abadia até a comparação com a edificação existente. As seções foram geradas para compreender os diversos níveis de piso encontrados e as modificações que a edificação sofreu. Já as imagens planas das fachadas serviram de subsídios para a criação de “fotomosaicos” (Figura 21) que auxiliaram seu desenho bidimensional, em *software CAD*.

Figura 20 – Mapa da abadia de 1674 interposta ao plano do solo criado



Fonte: POUYET (2017, p. 583)

Figura 21 – Fotomosaico de uma das fachadas da Abadia



Fonte: POUYET (2017, p. 583)

Sobre a abordagem da fotogrametria digital, o autor comenta que foi utilizada para a torre e em algumas áreas internas da abadia, que exigiam levantamento em pouco tempo. Avaliou o *software SfM Mic-Mac* utilizado como satisfatório para a criação da ortoimagem da parte superior da torre e como não satisfatório para a pesquisa detalhada da superfície. Para essa exigência de precisão, considerou a fotogrametria

<sup>12</sup> A exploração da nuvem de pontos foi realizada por meio do *software PointCab* (POYET, 2017)

aérea, a mais adequada em relação aos métodos testados, pois as imagens ortorretificadas geradas no *software Agisoft Photoscan* (atual *Agisoft Metashape*), apresentaram melhor qualidade.

Percebe-se que o autor conseguiu alcançar seu objetivo – estudo arquitetônico da Abadia, devido à fundamentação teórica que embasou o método de levantamento da arquitetura e por ter dado continuidade às pesquisas já elaboradas, permitindo assim, a criação do modelo 3D. Ainda que esse objetivo sirva para as análises preliminares da tese de Pouyet, reforça-se que o processo de reconstrução digital 3D contribuiu para preservação e valorização da Abadia de Cormery.

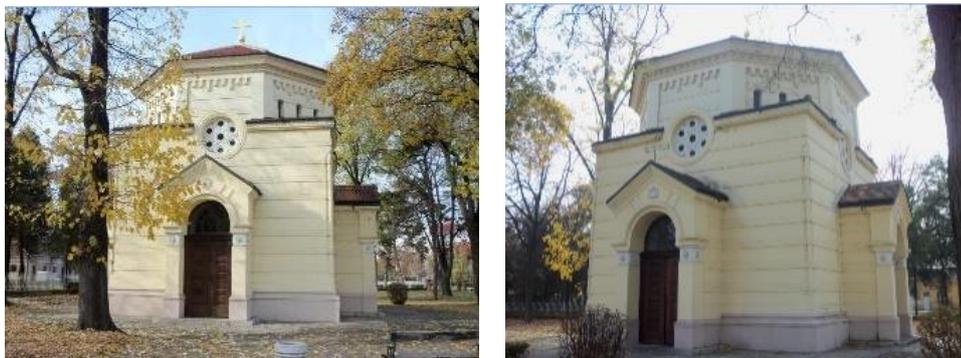
Mais uma vez se compreende a aplicação de tecnologias digitais (escaneamento a laser 3D e fotogrametria digital) para extraírem, de forma rápida e precisa, informações do objeto e das fotografias existentes para a criação de modelos tridimensionais. Auxiliadas por *softwares* específico, a partir do modelo 3D gerado pode-se extrair imagens retificadas e desenhos bidimensionais, facilitando ainda mais a compreensão e documentação arquitetônica.

Esse entendimento reforça a potência da fotogrametria digital para o levantamento métrico de uma edificação parcialmente existente, além do uso do modelo tridimensional como base para criação de documentos técnicos que complementam os registros de um patrimônio arquitetônico.

#### 2.2.4.3 A reconstrução 3D da “Cele-Kula” em Nis (Sérvia)

Outro estudo analisado foi a reconstrução 3D da “Cele-Kula” (Figura 22) em Nis na Sérvia. Foi elaborada por Totic, Krasic, Veljkovic e Kostic em 2017, através de uma única foto e dimensões adquiridas pela fotogrametria digital. A proposta da pesquisa foi a criação de modelos tridimensionais de patrimônios históricos e culturais da cidade, para fomentar o turismo e documentar suas informações para futuras pesquisas. Como objeto de estudo, escolheram a edificação que protege a Torre de crânio da cidade – “Céle-Kula”, por se tratar de um monumento histórico de importância nacional.

Figura 22 – Fotos da Cele-Kula (acervo dos autores)



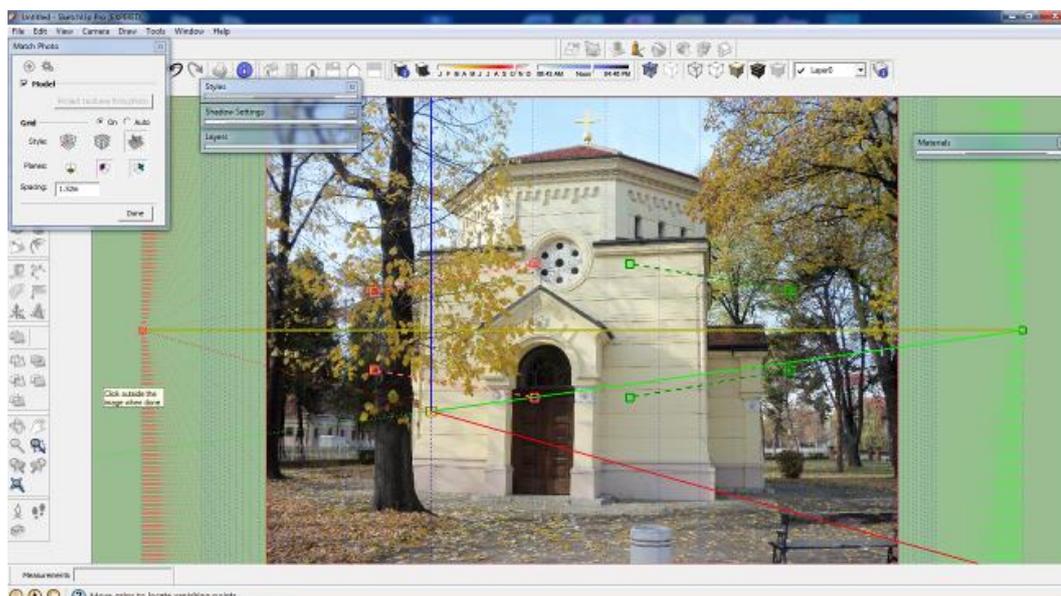
Fonte: TOSIC; KRASIC; VELJKOVIC; KOSTIC (2017, p. 29)

Nesta pesquisa, além da criação do modelo 3D digital do objeto escolhido, os autores elaboraram desenhos bidimensionais da edificação como forma de registrar suas dimensões e disponibilizaram o arquivo numa biblioteca virtual.

A análise dessa pesquisa voltou-se para a metodologia adotada pelos autores que se baseou na fotogrametria digital descrita ao longo do trabalho, e que pode ser descrita em dez etapas: (1) registro fotográfico da edificação; (2) importação de uma única foto no *software SketchUp* como “foto combinada”; (3) ajuste dos eixos X, Y e Z em relação aos planos da edificação; (4) modelagem do objeto por meio de linhas; (5) aplicação de materiais nas paredes (texturas); (6) agrupamento das linhas desenhadas; (7) cópia da face modelada fechando o volume da edificação; (8) redimensionamento do modelo 3D à base do *Google Earth*; (9) elaboração das vistas ortogonais e (10) extração de medidas das vistas em *software CAD*.

Na primeira etapa - registro fotográfico – os autores fizeram mais de 150 registros e escolheram apenas uma foto para servir de base para a modelagem, pois alegaram que seu formato geométrico, simples e simétrico, possibilitou essa facilidade. Com o decorrer das outras etapas, a metodologia foi explicada passo-a-passo, a começar pela inserção e ajuste dos eixos X, Y e Z da fotografia, como visto na Figura 23.

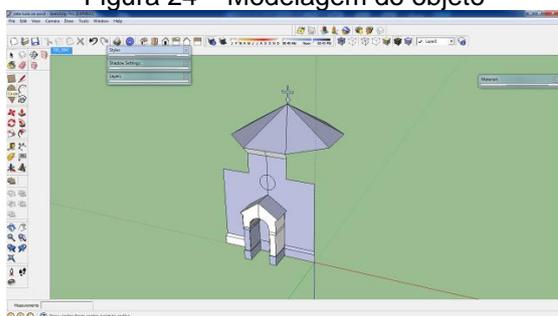
Figura 23 – Foto importada no SketchUp como “foto combinada”



Fonte: TOSIC; KRASIC; VELJKOVIC; KOSTIC (2017, p. 29)

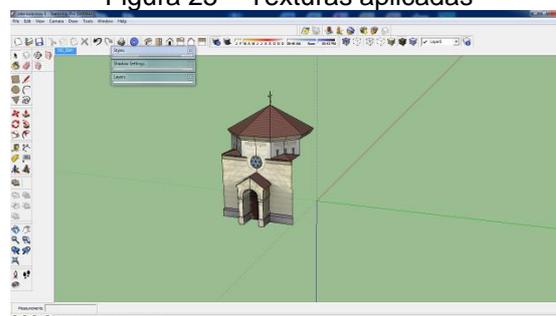
Essa explicação detalhada também foi notada na etapa da modelagem geométrica da “Cele-Kula” (Figura 24), até a aplicação de materiais nas faces (texturas) após serem desenhadas (Figura 25). Esta última etapa foi responsável por conferir ao modelo gerado aspecto visual semelhante ao real. Percebe-se então, que a qualidade das fotos e do próprio estado de conservação da edificação existente, permite conferir à edificação reconstruída digitalmente, uma aparência análoga – o que interfere na qualidade da pesquisa e do modelo 3D final (MANFERDINI; RUSSO, 2015; ALONSO; BARBA; TORDESILLAS, 2016).

Figura 24 – Modelagem do objeto



Fonte: TOSIC; KRASIC; VELJKOVIC; KOSTIC, 2017, p. 30

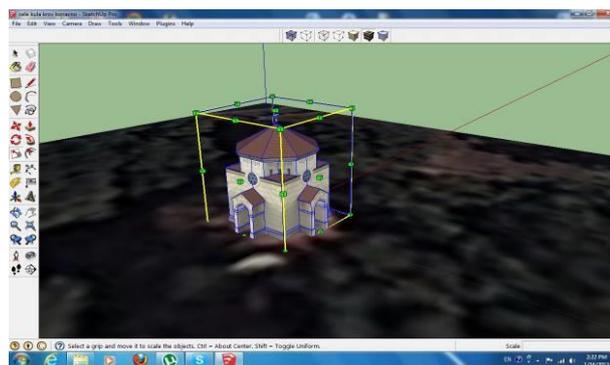
Figura 25 – Texturas aplicadas



Fonte: TOSIC; KRASIC; VELJKOVIC; KOSTIC, 2017, p. 31

Após a finalização da modelagem 3D, os pesquisadores descreveram a necessidade de redimensionamento do modelo gerado à dimensão real da edificação, utilizando a base do *Google Earth* como referência (Figura 26), pois a pretensão era disponibilizá-la ao público na escala real.

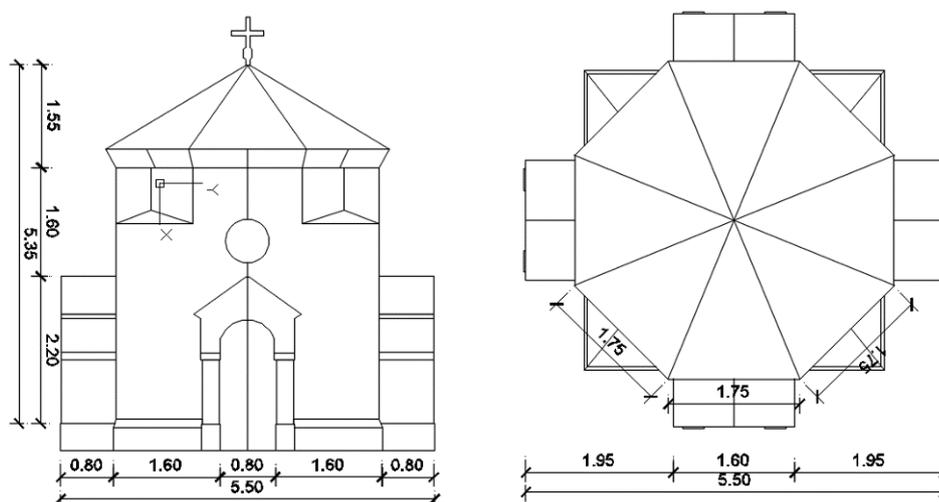
Figura 26 – Posicionamento do objeto em tamanho natural sobre o mapa do *Google Earth*



Fonte: TOSIC; KRASIC; VELJKOVIC; KOSTIC (2017, p. 31)

A partir da reconstrução 3D elaborada, os autores conseguiram extrair informações métricas das vistas ortogonais (Figura 27) do modelo gerado, utilizando o *software AutoCAD*. Concluíram assim, que foi possível elaborar os desenhos técnicos da edificação a partir da fotogrametria adotada, sem precisar medir o local; embora se tratasse de uma edificação existente e que pudesse ser medida. Portanto, analisando essa conclusão, confirma-se que a técnica da fotogrametria permite a extração de medidas e a reconstrução 3D a partir das fotografias existentes, favorecendo o levantamento de dados de edificações que não existem mais.

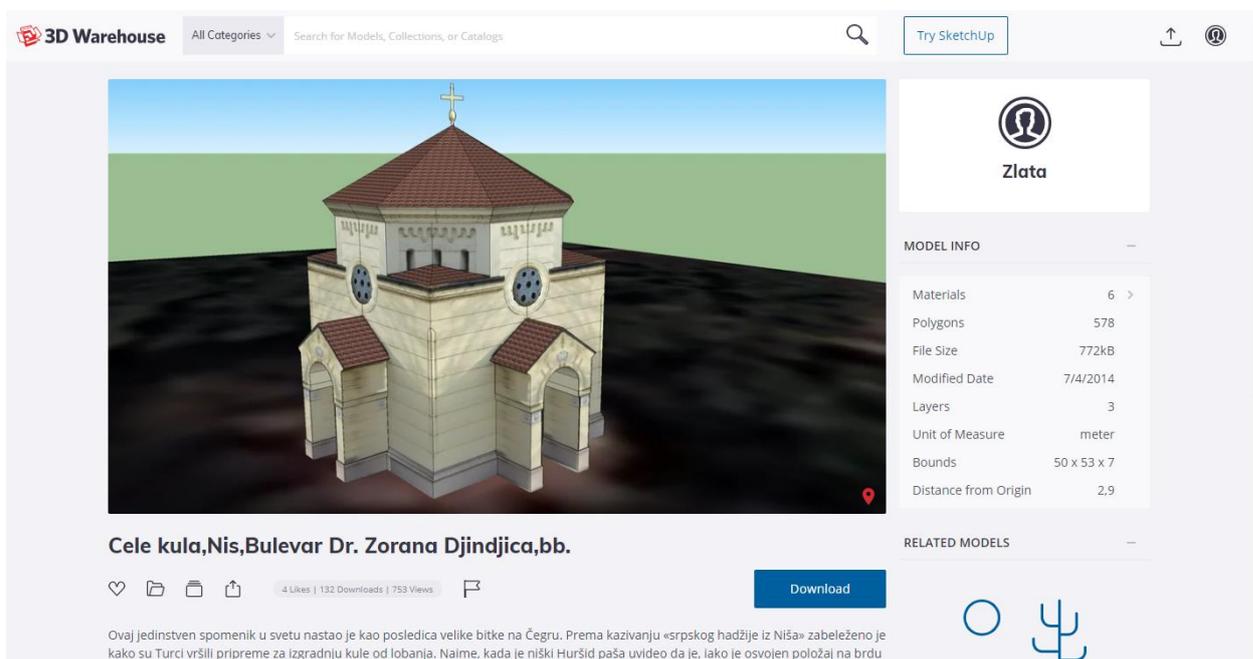
Figura 27 – Vistas frontal (imagem da esquerda) e superior (imagem da direita) devidamente cotadas



Fonte: TOSIC; KRASIC; VELJKOVIC; KOSTIC (2017, p. 31)

Após a finalização do estudo, foi disponibilizado o arquivo digital na biblioteca “3D Warehouse”, estando disponível para *download* com nome “Cele kula,Nis,Bulevar Dr. Zorana Djindjica,bb” (Figura 28); também encontrado no aplicativo *Google Earth*.

Figura 28 – Objeto produzido disponível no “3D Warehouse”



Fonte: CELE-KULA (2020)

Após analisar a metodologia traçada e os resultados alcançados neste trabalho, pode-se concluir que a fotogrametria permitiu o processo rápido e eficiente da reconstrução 3D digital do modelo proposto, devido à baixa complexidade da geometria da edificação. Nota-se que, se não fosse a simetria volumétrica da edificação, os autores teriam alcançado a realização de apenas um lado, necessitando para os demais, a utilização de outras fotos para concluir a reconstrução total. Entende-se, portanto, que se uma edificação não for simétrica, haverá a necessidade da utilização de fotos que contemplem todos os seus lados, além da elaboração do processo fotogramétrico para reconstrução de cada face edificada.

Percebe-se assim, que a técnica da fotogrametria utilizada, tornou rápido e preciso o referido estudo por não requerer complexidade na coleta de dados em campo. Bastou-se apenas uma única foto tirada no local. Logo, trata-se de uma técnica eficiente também para as edificações que não existem mais, como afirmam os autores.

#### 2.2.4.4 Discussão sobre a contribuição dos estudos analisados

Ao analisar os estudos elencados anteriormente, nota-se uma contribuição muito rica sobre o conhecimento e aplicação de algumas tecnologias digitais que auxiliam a reconstrução 3D do patrimônio arquitetônico. Algumas tecnologias digitais

apresentadas podem ser manuseadas para reconstruções de edificações históricas inexistentes, como a fotogrametria digital e a modelagem geométrica tridimensional.

O estudo de Kouimtzoglou, Stathopoulou, Agrafiotis, Georgopoulos (2017), apresentou a reconstrução digital da ponte de Plaka na Grécia, em que a tecnologia digital adotada (fotogrametria) permitiu extração de dados baseada em imagens pessoais e de acervos documentais, para elaborar o modelo 3D proposto e os desenhos vetoriais 2D. Portanto, esta análise contribui com o entendimento e escolha da técnica da fotogrametria digital para reconstrução 3D de edificações demolidas e com poucos registros; como o caso desta pesquisa.

No estudo realizado por Pouyet (2017), foram utilizadas as tecnologias de escaneamento a laser 3D e fotogrametria digital para elaborar a reconstrução 3D da Abadia de Cormery e de sua torre. Embora as técnicas tenham sido elaboradas no objeto parcialmente existente, os dados ausentes foram obtidos pela extração das informações dos mapas e fotografias de pesquisas antigas, confirmando a possibilidade da fotogrametria como auxílio na reconstrução da edificação.

Já o estudo de Tasic, Krasic, Veljkovic e Kostic (2017) para a reconstrução digital 3D da “Cele-Kula” (Nis, Sérvia), notou-se que a técnica fotogramétrica baseada apenas em uma imagem permitiu a extração de dados que serviram de base para sua modelagem geométrica tridimensional. Embora a edificação estudada permitisse a medição no local, os autores afirmaram que não houve necessidade de tal levantamento, por ser possível obter as informações direto de sua fotografia e por se tratar de uma edificação simples e simétrica. Tal percepção, adicionada ao entendimento facilitado do detalhamento do trabalho, contribuíram fortemente para a escolha da tecnologia digital e aplicação da metodologia para reconstrução 3D digital dessa pesquisa, descrita no próximo capítulo.

de phisica applicatissima scientie  
principali in fabricando pro  
laboratorio scientie cum intellectus  
Physicis et mathematicis

3

Levantamento de dados  
Objeto de estudo  
Triagem das imagens  
Processo de reconstrução 3D digital

1540  
1010  
1074  
1010



### **3. APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA PARA RECONSTRUÇÃO DIGITAL 3D DE UM PATRIMÔNIO CULTURAL DEMOLIDO**

Os procedimentos metodológicos para desenvolvimento desse capítulo foram organizados em três etapas, esclarecidas a seguir.

A primeira etapa - Levantamento de Dados - apresenta o objeto de estudo escolhido para a experimentação da reconstrução digital 3D. De forma breve, foram elencadas suas informações históricas e os aspectos arquitetônicos analisados. Essa etapa apenas esclarece a importância do objeto escolhido e revela a última versão arquitetônica, sem fazer qualquer tipo de filtro e seleção dos dados encontrados.

A segunda etapa - Triagem e seleção das imagens - consiste na sistematização e escolha das fotos encontradas, indispensáveis para o Processo de Reconstrução 3D Digital – sendo esta a terceira etapa.

#### **3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS**

Para selecionar uma edificação que servisse de estudo para este trabalho, buscou-se por um monumento demolido e representativo para a história capixaba, além da disponibilidade de informações sobre ele, como: história, métodos construtivos, tipologia arquitetônica, imagens, desenhos e outros documentos.

Desta forma, optou-se pela análise e reconstrução da antiga Matriz de Vitória por fazer parte de um importante conjunto arquitetônico religioso, junto ao Colégio dos Jesuítas/Igreja São Tiago e à antiga Igreja de Nossa Senhora da Misericórdia, no centro da capital capixaba; pois, conforme Canal Filho, Andrade, Reis e Costa (2010, p. 27-28), “esses três monumentos arquitetônicos destacavam-se na paisagem da vila e denotavam a forte presença da religião na ocupação do território.”

A escolha da antiga Matriz se deu também pelo registro histórico de sua importância para a sociedade capixaba, como aludido por Canal Filho, Andrade, Reis e Costa (2010, p. 26), “[...] que foi a primeira e uma das mais importantes igrejas da cidade durante quase 400 anos”. Esses aspectos tornaram a referida igreja o objeto ideal para estudar sua reconstrução digital 3D a fim de proporcionar um resgate histórico-cultural-identitário, restituir sua imagem e preservar a memória na sociedade capixaba.

### 3.1.1 Objeto de estudo – antiga Matriz Nossa Senhora da Vitória

Como aludido anteriormente, os registros da antiga Matriz Nossa Senhora da Vitória são escassos e por isso, foi necessária uma intensa investigação por fontes que permitissem obter informações sobre sua história e projeto arquitetônico, contribuindo para o entendimento e posterior reconstrução digital 3D. Desta forma, bases teóricas como as obras dos autores José Teixeira de Oliveira (2008b), Wallace Bonicenha (2004), Basílio Carvalho Daemon (2010), Pedro Canal Filho et. al. (2010), e Heribaldo Balestrero (2012), serviram de apoio para entendimento da história e evolução arquitetônica da igreja.

Para conseguir o acervo iconográfico da antiga matriz, foram realizadas pesquisas na internet e em acervos públicos. As principais fontes de textos e fotos relevantes foram a Biblioteca do IPHAN/ES, o Arquivo Público do Estado do Espírito Santo (APEES), a Biblioteca Central e Centro de Artes da UFES, a página da Comunidade “Fotos e Vídeos Antigos do ES e Memória Capixaba” da rede social *Facebook*, e os sítios “Morro do Moreno”<sup>13</sup> e “Estação Capixaba”<sup>14</sup>. Com base nos documentos localizados, apresenta-se então, a história da antiga Igreja Matriz de Nossa Senhora da Vitória, para entender melhor sua evolução e modificação ao longo dos anos, e posteriormente, seus aspectos arquitetônicos.

### 3.1.2 Registros históricos coletados

Durante um longo período, a Igreja Católica manteve estreita ligação com o Estado Português, influenciando fortemente a colonização e religiosidade brasileira; o que não foi diferente com o Estado do Espírito Santo.

Conforme Oliveira (2008b), no dia 23 de maio de 1535, o fidalgo português Vasco Fernandes Coutinho chegou a sua capitania doada por D. João III, com o objetivo de colonizá-la, administrá-la e desenvolvê-la, fundando então, a Vila do Espírito Santo – nome dado por ter chegado num domingo de Pentecostes. Após um período distante do Brasil, Coutinho retornou às terras capixabas, e para fortalecer a defesa da capitania, transferiu sua sede para a Ilha de Santo Antônio no início de 1550,

---

<sup>13</sup> Site: <http://www.morrodomoreno.com.br/>

<sup>14</sup> Site: <http://www.estacaocapixaba.com.br/>

denominando-a Vila Nova, em contraposição à antiga, que passou a se chamar Vila Velha (OLIVEIRA, 2008b).

A Igreja Matriz de Nossa Senhora da Vitória então foi construída com o objetivo de enaltecer os laços de Portugal com a Igreja Católica, sendo administrada pela Coroa portuguesa em troca dos dízimos, enquanto o governo financiava a construção de templos, manutenção de cultos e salários dos vigários, capelãs e bispos (que nesta época eram considerados funcionários públicos) (BONICENHA, 2004). Estima-se que sua construção tenha decorrido entre 1550 e 1552, período entre o início da Vila de Vitória (1551) e o registro dos primeiros padres capixabas seculares, como: Francisco da Luz, em 1550, e Pero dos Santos, em 1552 (BONICENHA, 2004; OLIVEIRA, 2008b).

Quanto ao seu nome “Nossa Senhora da Vitória”, para Bonicinha (2004), deriva da homenagem à Santa venerada em Portugal, desde 1385, na vitória da batalha de Aljubarrota, quando os portugueses lutaram contra os espanhóis. CANAL FILHO et. al. (2010), complementa que a Santa Portuguesa da Vitória foi considerada padroeira da Vila Nova devido à vitória dos colonizadores sobre os indígenas na época da ocupação da ilha.

Em relação ao funcionamento da igreja, Bonicinha (2004) relata que os funcionários do governo - bispos, vigários e capelãs - tinham o compromisso de controlar o comportamento e condutas da sociedade, que eram apontados como cheios de “vícios e pecados”. No entanto, as celebrações eram frequentadas apenas pelas autoridades locais, funcionários públicos, senhores de posses e pessoas livres; enquanto os batizados e enterros eram realizados apenas aos mandatários (BONICENHA, 2004).

Daemon (2010, p. 188) relata a existência da Igreja Matriz no ano de 1701, considerando-a “[...] unicamente formada pela parte ocupada hoje pela sacristia, tendo cemitério que há pouco foi mandado destruir”. Tratava-se de uma pequena capela que foi reedificada em 17 de setembro de 1718 (DAEMON, 2010).

Em anos posteriores, os registros textuais informam que em 1726, o vice-rei conde de Sabugosa, comissionou o engenheiro Nicolau de Abreu para realizar uma expedição de construção e restauração de algumas fortificações da capital capixaba, dentre elas: de São João; de Nossa Senhora do Monte do Carmo; de São Tiago; de Santo Inácio; e da Barra; bem como elaborar um orçamento para reconstruir e ampliar a igreja, que

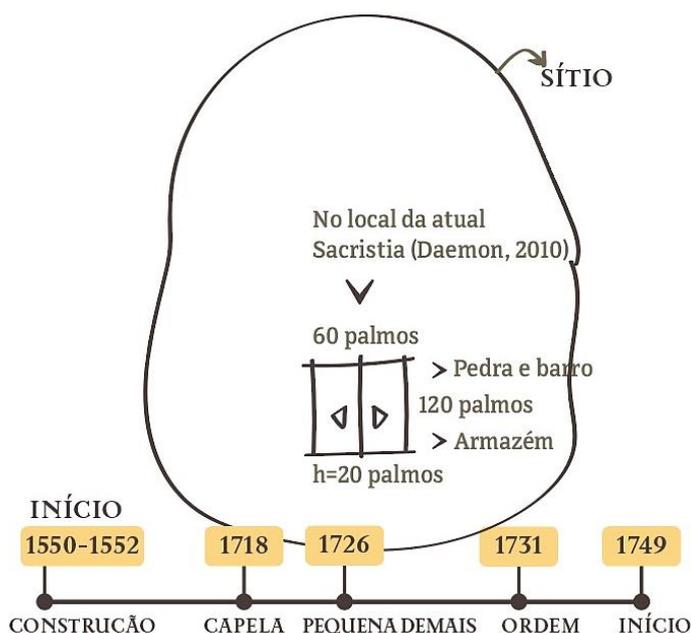
já se encontrava arruinada e pequena (OLIVEIRA, 2008b; DAEMON, 2010). Sobre esta referida aparência, não foram encontrados desenhos e nem imagens.

Em relação ao aspecto construtivo da igreja, Bonicenha (2004) descreve ser erguida apenas com pedra e barro, se assemelhando mais a um armazém que um local dedicado ao cuidado religioso da população. Essa descrição é complementada através da informação dada pelo provedor da Fazenda do Rio de Janeiro, citada por Almeida (apud OLIVEIRA, 2008b, p. 203):

Tem o corpo desta Igreja cento e vinte palmos de comprimento, e achando os ditos engenheiros ter de largura somente cincoenta [sic] e três lhe deram mais sete, que fazem sessenta, para ter a proporção dupla ao comprimento ... As paredes que são feitas de pedra e barro e muito arruinadas, escassamente chegão [sic] a ter vinte palmos de altura. Também lhe derão [sic] pouco mais fundo e largura na capella mór, por ser mui [sic] pequena.

Ao considerar, para efeito de conversão, a medida de um palmo equivalente a 22cm (MENDES; VERÍSSIMO; BITTAR, 2011), nota-se as dimensões primitivas da Igreja de Nossa Senhora da Vitória como sendo: 26,40 metros de comprimento (120 palmos), 13,20 metros de largura (60 palmos), e até 4,40 metros de altura (20 palmos). Para ilustrar essas dimensões e por não ter encontrado desenhos ou projetos de sua versão inicial, foi elaborado um croqui de uma possível implantação, que perdurou até o ano de 1749, conforme Figura 29:

Figura 29 – Possível implantação da igreja até 1749, antes das ampliações



Fonte: Autora

Conforme já citado, a igreja era pequena, e para que fosse possível atender à demanda da cidade e ampliar a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Vitória, em 29 de agosto de 1731, foi emitida uma carta régia pelo rei D. João V ao governador conde de Sabugosa, ordenando a execução das obras e parte do rendimento dos dízimos para concretizá-las (BONICENHA, 2004; OLIVEIRA, 2008b; DAEMON, 2010). O orçamento elaborado pelo Engenheiro Nicolau de Abreu totalizaria as obras em 10.000 cruzados, onde todos os anos seriam separados um mil cruzados do valor total do dízimo; porém, o início de sua ampliação só ocorreu em 1749 (BONICENHA, 2004; OLIVEIRA, 2008b).

Em 1767, há o registro gráfico da Vila de Vitória elaborado pelo capitão José Antônio Caldas, por meio do “Prospecto e planta da villa da Victoria” (Figura 30) e do “Prospecto da Vila da Vitória” (Figura 31), encontrado na obra de Oliveira (2008b). Percebe que o primeiro se trata de uma Planta de Situação da época, e o segundo, de um desenho esquemático com representação básica da tridimensionalidade das edificações, por aplicar técnicas de perspectiva. Na Figura 30, é possível identificar o perímetro esquemático da antiga implantação da Matriz, “[...] com o orago de N. S. da Victoria [...]” (OLIVEIRA, 2008b, p. 570), possivelmente sendo a mancha central de cor escura. Nota-se que sua parte posterior (lado direito da implantação) era mais larga que a frontal (lado esquerdo).

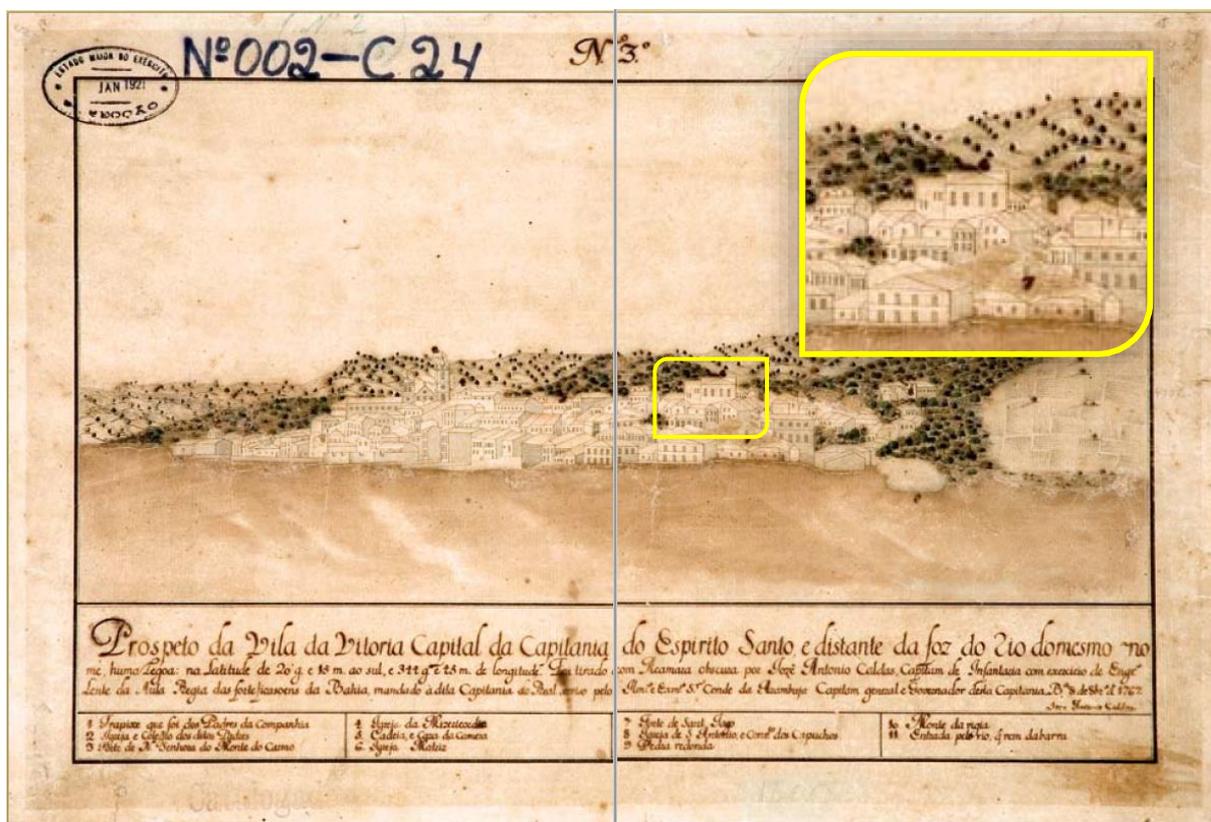
Figura 30 - José Antônio Caldas, 1767, “Prospecto e planta da villa de Victoria”



Fonte: Oliveira (2008, p. 233), destaque amarelo da autora

Já a Figura 31, na parte direita do “Prospecto”, identifica-se o que poderia ser a face posterior da igreja Matriz, ao fundo do desenho, se destacando sobre os casarios comuns (OLIVEIRA, 2008b).

Figura 31 - José Antônio Caldas, 1767, “Prospecto da Vila de Vitória” - Matriz evidenciada



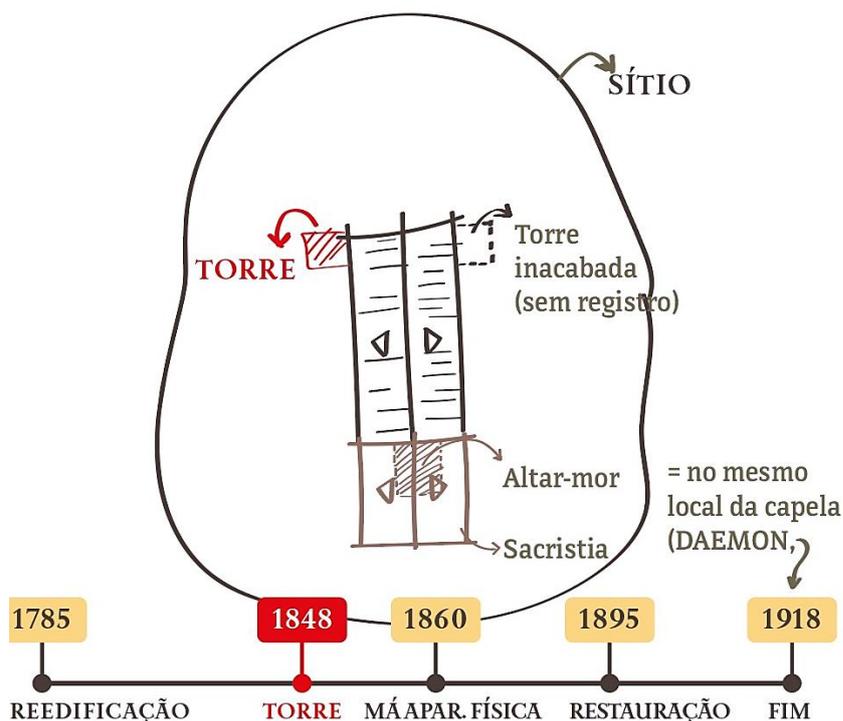
Fonte: Oliveira (2008b, p. 234), destaque amarelo da autora

Em 1785, Bonicenna (2004) afirma que a reedificação da matriz ocorreu e prosseguiu por várias décadas; e Daemon (2010, p. 246), acrescenta o relato da obra:

1785. Neste ano, a 6 de junho, que era uma segunda-feira, é derribada [sic] a parede da antiga Igreja Matriz desta capital, e no lugar em que está hoje o altar-mor, dando-se nesse dia princípio à construção da nova, hoje existente, e encarregando-se dela e dirigindo-a o ouvidor e corregedor da comarca, Dr. José Antônio de Alvarenga Barros Freire, que morava em frente ao largo da Matriz e fora incansável nessa construção, pois que a ele se deve; servindo-se para isso da concessão feita em 1731 por el-rei D. João V em carta régia de 21 de agosto, e de outros recursos que ainda obteve, sendo afinal concluída essa sólida obra no estado em que hoje ainda se vê.

Se referindo às obras de ampliação, Balestrero (2012) confirma a longa duração, pois cita dois anos relevantes: 1786, cujo ouvidor Barros Freire ordenava aos índios a extração de madeiras advindas de Nova Almeida, para usar na reforma; e 1848, com a inserção da torre do lado sul, além de modificações gerais causando uma nova aparência. Sendo estes os únicos relatos sobre as modificações ocorridas após o final do século XVIII. Com base nestas informações, pôde-se elaborar um outro croqui de implantação para complementar o entendimento, conforme Figura 32:

Figura 32 – Possível implantação da igreja após 1785



Fonte: Autora

Mesmo durante suas obras, a Igreja Matriz abrigava algumas cerimônias, como a de 1819, quando a capitania foi visitada pelo bispo D. José Caetano da Silva Coutinho (BONICENHA, 2004); a de 1821, no juramento à Constituição portuguesa (OLIVEIRA, 2008b); e em 19 de abril de 1824, no juramento da Constituição Política do Império (OLIVEIRA, 2008b; DAEMON, 2010).

No entanto, em 1860, durante a visita de D. Pedro II à província do Espírito Santo, a igreja matriz não foi visitada, pois percebe Bonicenha (2004) que isso “possivelmente” se deu devido à plena decadência física que a igreja se encontrava, como visto na Figura 33. Neves (2016) aponta se tratar de uma foto produzida pela equipe do Imperador D. Pedro II, tirada do alto do morro do Hospital da Santa Casa de Misericórdia, durante sua visita em terras capixabas (DAEMON, 2010).

Figura 33 – Vista da antiga Matriz (destaque amarelo) e sua torre sineira escura



Fonte: CRONOLOGIA (2016) destaque amarelo da autora

A Figura 34 evidencia a Matriz de Vitória de forma ampliada que na imagem anterior, evidenciando que a igreja era rodeada por sobrados e ficava oculta parcialmente na paisagem urbana.

Figura 34 – 78619451. Victor Frond [Coleção Vitória e Colônias] 1860. Recorte. Matriz de Vitória ampliada e destacada em amarelo



Fonte: Biblioteca Nacional do RJ, destaque amarelo da autora

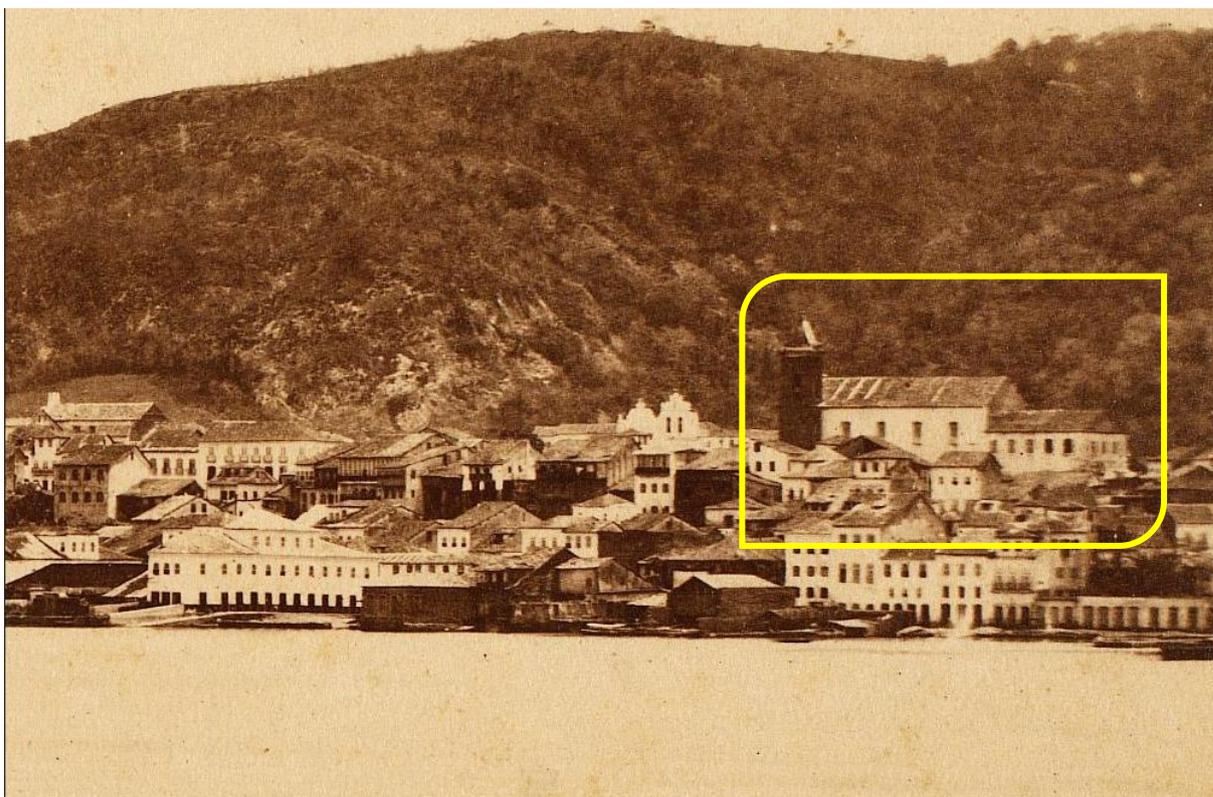
Com a Proclamação da República, em 1889, seu estado de má conservação foi se agravando, pois acabara o Padroado ao separar Estado e Igreja; ou seja, os custos

com as construções, manutenções, festas e procissões, deixaram de ser arcados pelo Estado (CANAL FILHO; ANDRADE; REIS; COSTA, 2010).

Anos após a visita imperial, no começo de 1895, ainda era notória a situação decadente da igreja Matriz de Nossa Senhora da Vitória. Elton (1987) afirma que o padre Eurípides Calmon Nogueira da Gama Pedrinha, assumiu a gestão da igreja como arcebispo do Espírito Santo, encontrando-a suja, desprovida de tudo e com o telhado prestes a desabar. Pedrinha se prestou à correção da prática religiosa por parte dos fiéis, até então indisciplinados, e fez campanhas para a recuperação da igreja (ELTON, 1987).

A Figura 35, embora não datada, retrata o estado da igreja e revela um contraste na aparência da torre sineira e o restante das paredes, provável pela diferença de textura e cor do material de revestimento, da torre recém-construída.

Figura 35 – 78620397. Victor Frond [Coleção Vitória e Colônias] 1860. Recorte. Vista da igreja e da torre escura, no alto, à direita (amarelo)

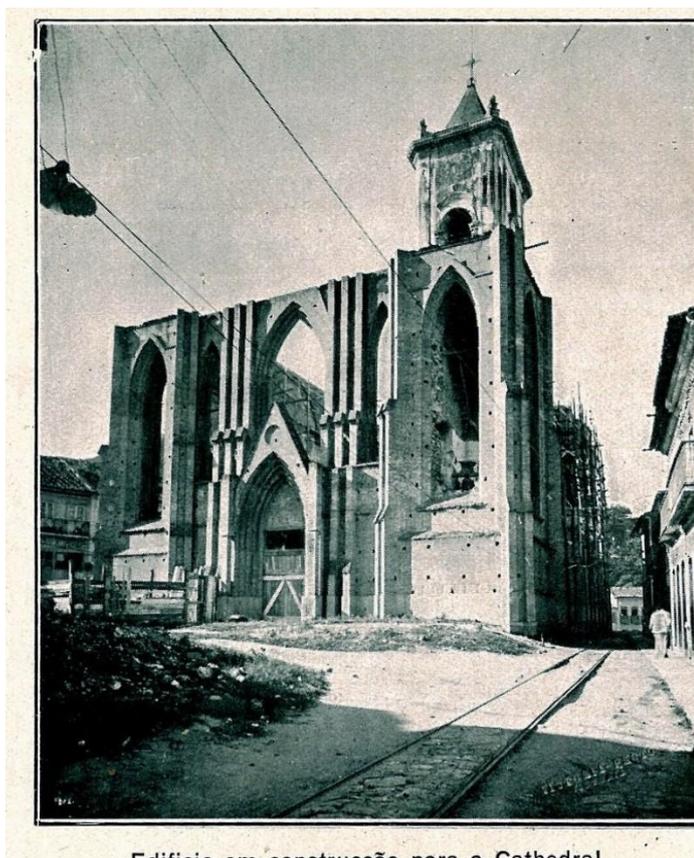


Fonte: Biblioteca Nacional do RJ, destaque amarelo da autora

Possivelmente Pedrinha conseguiu atingir sua proeza de recuperação, pois Bonicenha (2004) afirma que em 1895 a igreja já se encontrava “restaurada”, quando foi elevada à categoria de Catedral. Ainda sofreu reforma, em 1902, pelo segundo

bispo do Espírito Santo – Dom Fernando de Souza Monteiro; mas foi por meio do terceiro bispo, em 06 de julho de 1918, que a Matriz de Nossa Senhora da Vitória foi demolida para se iniciar a construção da atual Catedral Metropolitana de Vitória, como mostra a Figura 36 (CANAL FILHO; ANDRADE; REIS; COSTA, 2010).

Figura 36 – Catedral de Vitória em construção em meados da década de 1920

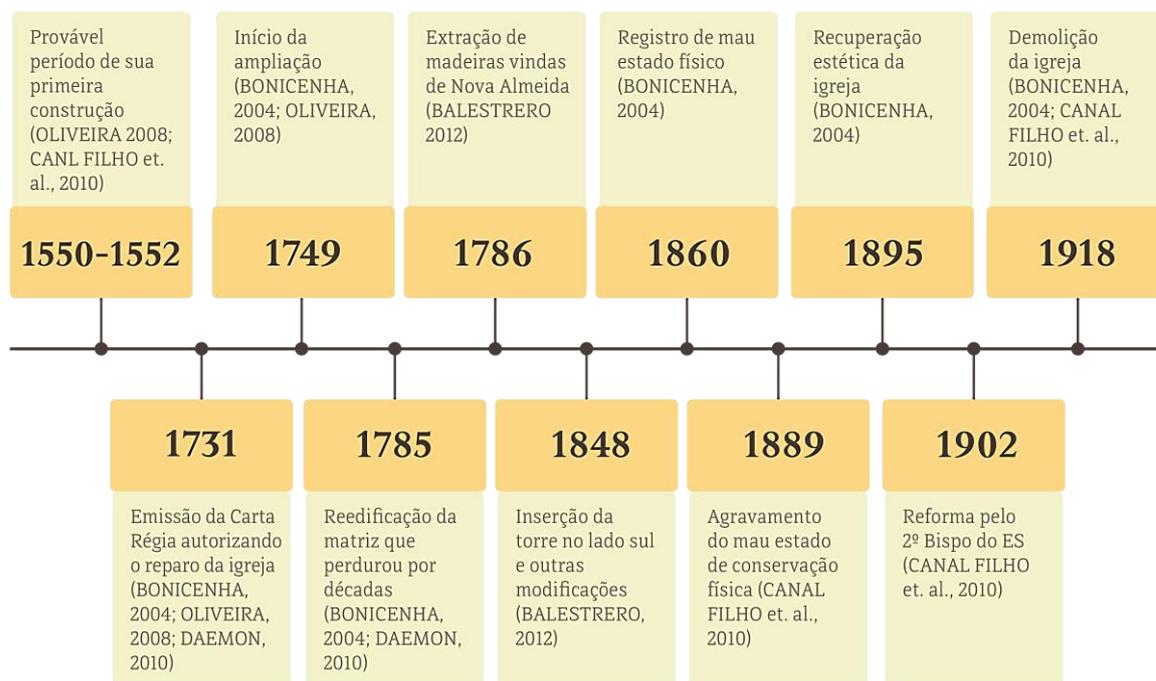


Fonte: DERENZI, 1965

Na figura anterior é possível visualizar que a atual Catedral de Vitória se implantou no mesmo lugar da antiga Matriz, pelo fato das suas torres sineiras, do lado esquerdo, estarem em posição idêntica.

Para melhor compreensão da evolução pela qual passou a antiga Matriz de Vitória, tem-se esquematizada a linha do tempo desde a chegada de Coutinho à vila de Vitória, na Figura 37.

Figura 37 – Linha do tempo histórica da antiga Matriz de Vitória



Fonte: Autor, 2020

Toda história levantada nesta etapa serviu para compreender a evolução construtiva da igreja e perceber que ela apresentou várias configurações arquitetônicas. Esse levantamento elucidou que a versão registrada nas fotos foi a última antes de sua demolição em 1918, e que, portanto, será considerada para a modelagem geométrica desta pesquisa.

### 3.1.3 Aspectos Arquitetônicos notados

Compreendendo, portanto, que a última versão arquitetônica é a que mais se tem informações; foi necessário estudar os detalhes de sua arquitetura para contribuir com a precisão da modelagem geométrica desenvolvida.

Por se tratar de uma edificação religiosa iniciada em meados do século XVI, e que apresentou modificações ao longo dos anos, percebe-se na Figura 38 uma igreja de estilo arquitetônico colonial com influências do Barroco. Seu frontão<sup>15</sup> com largura igual à única nave, provavelmente triangular em sua versão mais antiga, apresentava decoração barroca (molduras onduladas e óculo<sup>16</sup> em formato de cruz). Composta

<sup>15</sup> Frontão: remate de uma parede de empena que oculta as declividades de um telhado, esp. aquelas com uma silhueta ornamental. (CHING, 1999, p.18)

<sup>16</sup> Óculo: janela redonda ou abertura no topo da cúpula. (COLE, 2014)

também por uma torre sineira completa (lado esquerdo) e uma inacabada (lado direito), ambas simétricas e destacadas do corpo central, e com a presença de dois óculos redondos, em cada.

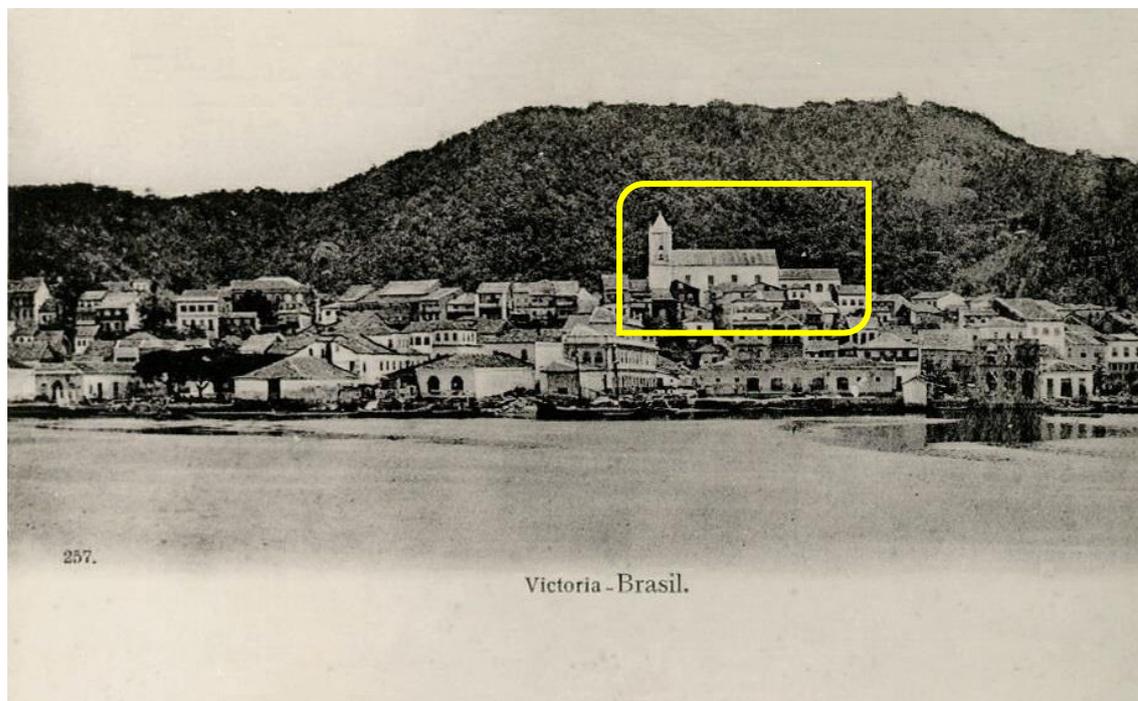
Figura 38 – Fachada principal da antiga Matriz de Vitória (19--?)



Fonte: IPHAN, 2020

Ainda analisando a Figura 38, nota-se que a Matriz se localizava num platô parcialmente plano, elevado em relação ao nível do mar. Embora o adensamento urbano já fosse notável, suas amplas dimensões permitiam que sua silhueta sobressaísse, conferindo-lhe posição de destaque na cidade, como visto na Figura 39.

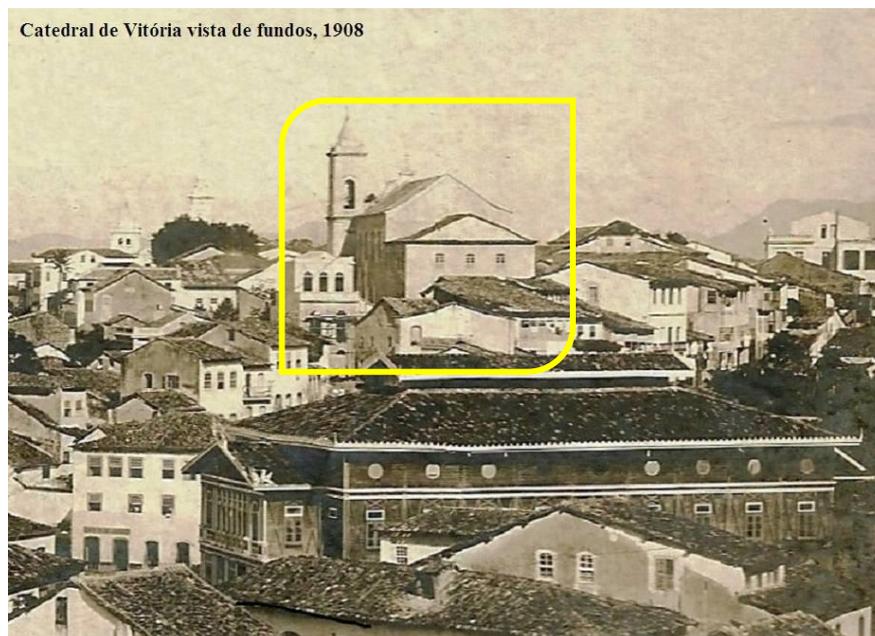
Figura 39 – 78550127. Anônimo. s/d. Vista do centro de Vitória/ES com a antiga Matriz à direita, no alto (amarelo)



Fonte: Acervo do autor, destaque amarelo da autora

Na Figura 40, avista-se a Matriz do ano 1908 em sua face posterior, em que nota-se uma volumetria retangular simples, em duas alturas: a parte mais baixa correspondia à capela e à sacristia; e a mais alta, configurava-se o corpo da nave. Percebe-se, também, que a torre sineira se destacava do corpo da igreja, ou seja, não se alinhava às paredes laterais da nave.

Figura 40 – 11811584. Anônimo. 1908. Vista posterior (destaque amarelo) da Matriz de Vitória em 1908



Fonte: Acervo do autor, destaque amarelo da autora

Em relação ao interior da nave, visível na Figura 41, é possível perceber a simplicidade da ornamentação das paredes, com exceção do altar-mor (Figura 42), constituído por um retábulo de madeira, onde ficava a imagem de Nossa Senhora da Vitória. Embora o objetivo da reconstrução 3D digital da igreja seja apenas apresentar o volume externo, a análise do interior corroborou com o entendimento da volumetria da igreja.

Figura 41 – Interior da antiga Matriz e o altar-mor ao centro



Fonte: Acervo APEES / Fundo Maria Stella de Novaes, s.d.

A figura anterior demonstra uma imagem ampliada do interior da igreja, enquanto na figura a seguir, se observa o altar principal em foco.

Figura 42 – Retábulo ornamentado com a imagem de N<sup>ª</sup>. Sr<sup>a</sup> da Vitória



Fonte: Acervo APEES / Fundo Maria Stella de Novaes, s.d.

Em relação ao espaço externo ao seu redor, a Figura 43 demonstra que na frente da igreja possuía um espaço aberto onde o povo se reunia, principalmente em suas datas comemorativas, como a reunião do Grupo Escolar Gomes Cardim em 1912. Por falta de mais informações e imagens que esclarecessem a dimensão do espaço urbano defronte a ela, este não foi reproduzido na modelagem geométrica tridimensional.

Figura 43 – Grupo escolar Gomes Cardim na frente da antiga Matriz em 1912



Formatura do Grupo Escolar Gomes Cardim logo após as exéquias do Barão - 1912.

[ JM 226 ]

Fonte: Acervo APEES / Coleção Jerônimo Monteiro / JM 226, 1912

Por fim, a pesquisa iconográfica ajudou a compreender os detalhes da igreja, que, embora simples em seus aspectos estéticos, carregou importantes características arquitetônicas que perduraram por quase quatro séculos, cuja existência imponente, acompanhou a trajetória da cidade marcando a vida dos capixabas.

### 3.2 TRIAGEM DAS IMAGENS

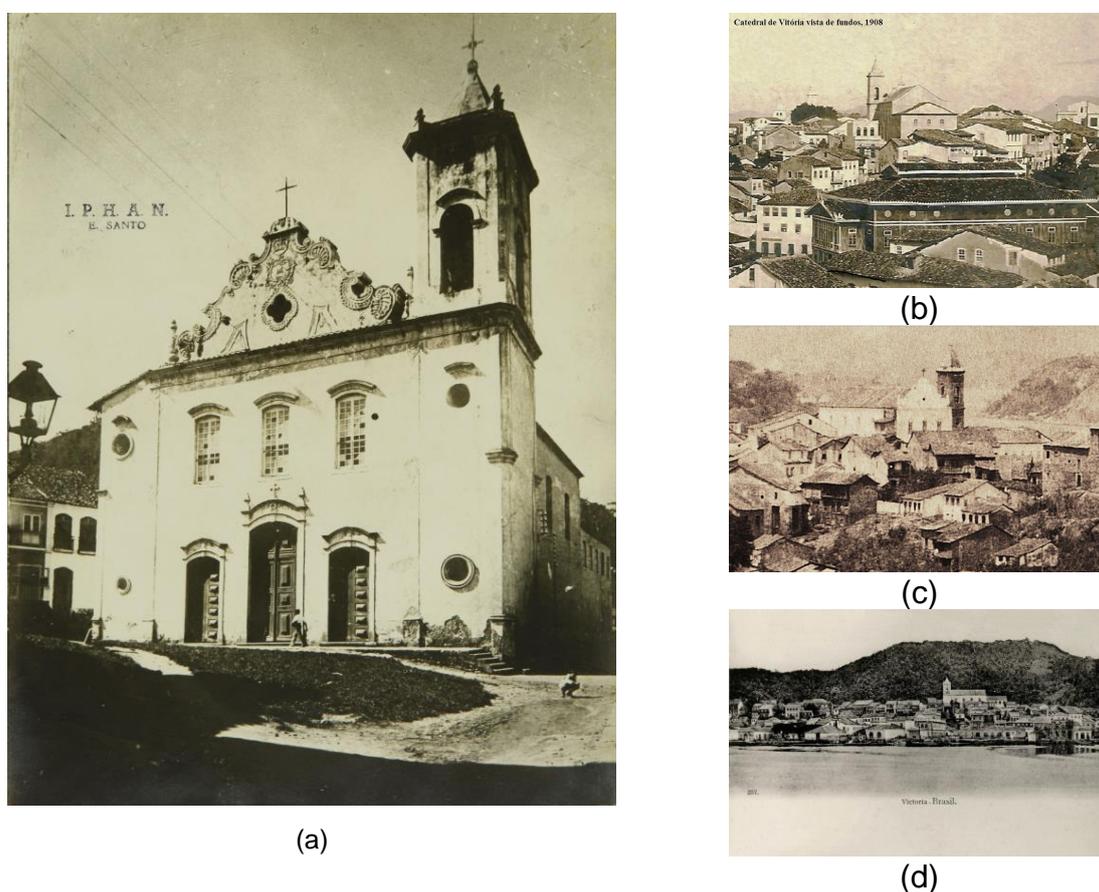
Essa segunda etapa consistiu na sistematização e escolha das fotos encontradas para facilitar a experimentação da reconstrução digital 3D proposta. Para tanto, foram definidos critérios de escolha para triagem das imagens que seriam utilizadas como suporte da reconstrução proposta:

- (1) A massa construtiva da edificação deveria aparecer na foto em sua totalidade. Se não, que apresentasse o máximo possível para a melhor compreensão;
- (2) Deveriam ser evitadas fotos que contivessem a igreja em tamanho reduzido, ou seja, muito longe do local do registro fotográfico. Esse critério facilitaria a análise dos detalhes construtivos e percepção volumétrica total da edificação;

- (3) A qualidade da imagem deveria ser a maior possível, possibilitando a análise e visualização dos detalhes de forma mais precisas;
- (4) A edificação poderia estar em perspectiva ou de forma ortogonal ao observador;
- (5) No mínimo, uma imagem deveria apresentar uma figura humana como forma eficaz de extrair a escala da edificação. Assim, torna possível obter noção métrica dos elementos fotografados.

A partir dos critérios elencados, as fotos analisadas e selecionadas para facilitar o processo da reconstrução 3D digital do objeto estudado, foram as seguir:

Figura 44 – Imagens selecionadas a partir dos critérios estabelecidos



Fonte: (a) – IPHAN, 2020; (b) - 11811584. Anônimo. 1908. Acervo do autor; (c) - 78619451. Victor Frond [Coleção Vitória e Colônias] 1860. Recorte; (d) - 78550127. Anônimo. s.d. Acervo do autor.

Do total de 26 imagens, foram selecionadas apenas quatro como base para o processo de modelagem geométrica 3D da igreja. Embora o número de materiais encontrados fosse alto, a análise dos materiais proporcionou uma seleção baixa motivada por: imagens repetidas ou muito semelhantes (pelo local da tomada fotográfica); imagens apresentando a igreja distante e encoberta por outras

edificações; e imagens que retratassem o interior da igreja (não utilizado na reconstrução 3D digital). Entretanto, as imagens extras serviram de comparação e confirmação das informações obtidas nas fotos utilizadas e, posteriormente, a conferência do modelo 3D.

### 3.3 PROCESSO DE RECONSTRUÇÃO 3D DIGITAL

Para dar início ao processo de reconstrução 3D digital da igreja, foi necessário resgatar os conceitos aludidos no capítulo anterior para formular uma metodologia tangível e eficiente.

Analisando Manferdini e Russo (2015), os autores afirmam que a qualidade da pesquisa provém da escolha correta da metodologia e tecnologia, e que também depende das características geométricas e materiais do objeto sob investigação. No mesmo sentido, Alonso, Barba e Tordesillas (2016) asseguram que a escolha da metodologia e a qualidade do modelo 3D final dependem das características do objeto de estudo (geometria, refletância do material e texturas uniformes). Portanto, em concordância com os autores, a geometria e os dados encontrados do objeto de estudo foram analisados, juntamente com as ferramentas tecnológicas disponíveis, para que uma metodologia de reconstrução 3D digital fosse adotada.

O método que possibilitou o alcance do objetivo desta pesquisa se concretizou em quatro fases, detalhadas a seguir.

#### 3.3.1 Definição das ferramentas tecnológicas digitais

Para a viabilidade da reconstrução 3D digital da igreja escolhida, foi necessário ter suas dimensões para a criação de seu volume arquitetônico. Porém, se tratando de uma edificação inexistente, não foi possível a medição no local para obtenção das medidas. Logo, partindo da análise das técnicas digitais já estudadas escolheu-se a Fotogrametria por permitir extrair informações (medidas e formas) através das fotografias encontradas na pesquisa bibliográfica.

Em relação à viabilidade da elaboração de um modelo tridimensional da igreja, uma técnica digital analisada foi a Modelagem Geométrica Tridimensional. Esta foi trabalhada por meio de um *software* apropriado, cuja seleção atendeu a dois critérios: (1) possibilitasse gerar um arquivo de tamanho leve, pois facilitaria a manipulação do

modelo 3D em um computador de configuração básica<sup>17</sup>; e (2) que apresentasse versões gratuitas, acessíveis aos usuários. Para tanto, foi selecionado o *software SketchUp*<sup>18</sup>, desenvolvido pela empresa *Trimble*, por permitir importar fotos e elaborar modelos 3D com facilidade a partir delas. A versão escolhida para desenvolver o estudo foi a *SketchUp Pro 2019*, utilizada em seu período gratuito de avaliação.

Nesse programa computacional, também foi possível aplicar texturas semelhantes ao do objeto original no modelo criado, remetendo a uma aparência aproximada entre ambos; além de possibilitar a exportação do arquivo digital para impressoras 3D.

Pensando também na reconstrução 3D física em proporção reduzida do objeto estudado, foi escolhida a tecnologia da impressão 3D. Esta permitiu sua materialização, gerando um produto tátil que apresentasse a igreja em escala reduzida, contribuindo com o resgate de sua imagem para a sociedade.

### **3.3.2 Modelagem Geométrica Tridimensional**

A elaboração da Modelagem Geométrica Tridimensional teve como referência a metodologia desenvolvida pelos autores Tosic, Krasic, Veljkovic e Kostic (2017), e a partir da análise dos dados da pesquisa bibliográfica, cada etapa foi registrada, possibilitando a fácil compreensão do método e reconstrução do objeto de estudo.

#### **3.3.2.1. Fachada Frontal**

A modelagem geométrica da igreja foi iniciada pela fachada frontal, pois estava contida na única imagem que atendeu a todos os critérios já elencados: (1) quase totalidade da massa construtiva da edificação na foto; (2) igreja ampliada; (3) qualidade boa da imagem; (4) igreja em perspectiva, possibilitando a visualização de duas fachadas numa única foto; e (5) apresentar figura humana.

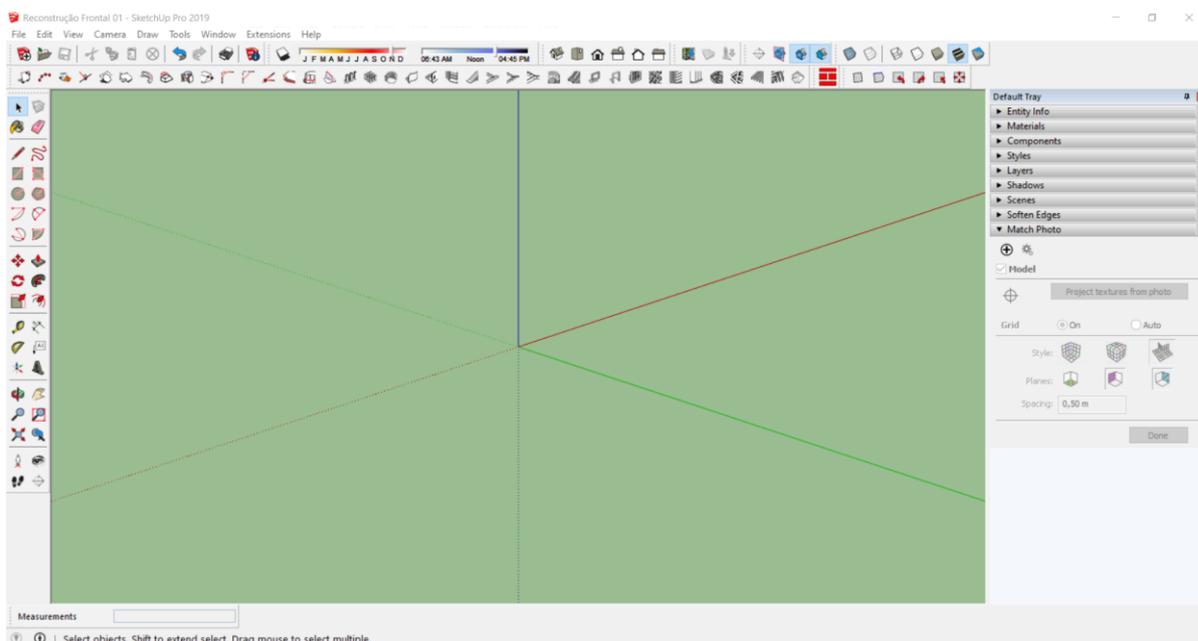
---

<sup>17</sup> A configuração básica de um computador para trabalhar com o *SketchUp* seria: processador de 1GHz, 4GB de Memória RAM, 16GB de espaço total e 500MB de espaço disponível na unidade de armazenamento (HDD, SSD, SSHD) e Placa de vídeo 3D com 512 MB de memória ou superior e suporte para aceleração de hardware (CAD+, 2021).

<sup>18</sup> O aplicativo *SketchUp* também possui versão gratuita para ser usada diretamente na web (sem necessidade de instalação no computador), ou instalada no computador - *SketchUp Make 2017*, sendo esta gratuita e não expira, oferecendo os mesmos recursos da versão utilizada nesta pesquisa.

Ao iniciar o processo no software *SketchUp* (Figura 45), notou-se a interface e a área de trabalho (quadro verde) com os três Eixos X (linha verde), Y (linha vermelha) e Z (linha azul) posicionados ao centro.

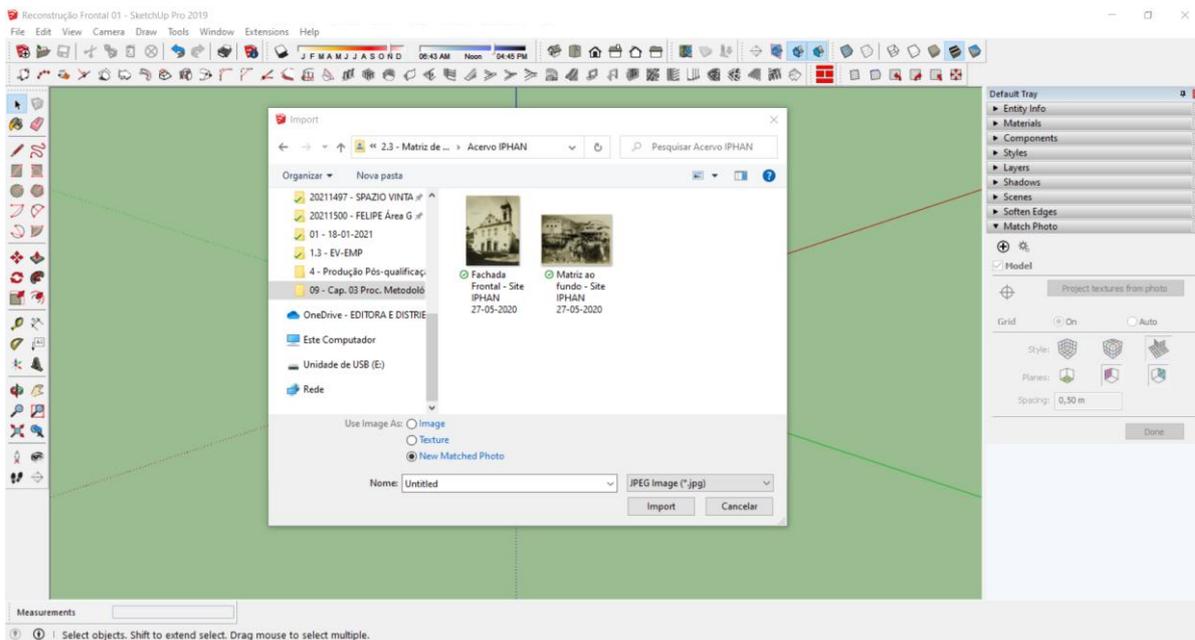
Figura 45 – Interface do SketchUp Pro 2019



Fonte: Autora

Para importar a imagem escolhida, bastou clicar em “*FILE*” e depois em “*IMPORT*”, tendo o cuidado de localizar a pasta em que ela havia sido salva no computador. Selecionando o arquivo desejado, o campo “*NEW MATCHED PHOTO*” em “*USE IMAGEM AS*” foi marcado e após, clicou-se em “*IMPORT*” (Figura 46). Dessa forma, seria possível aplicar a Fotogrametria para extração das medidas e formas.

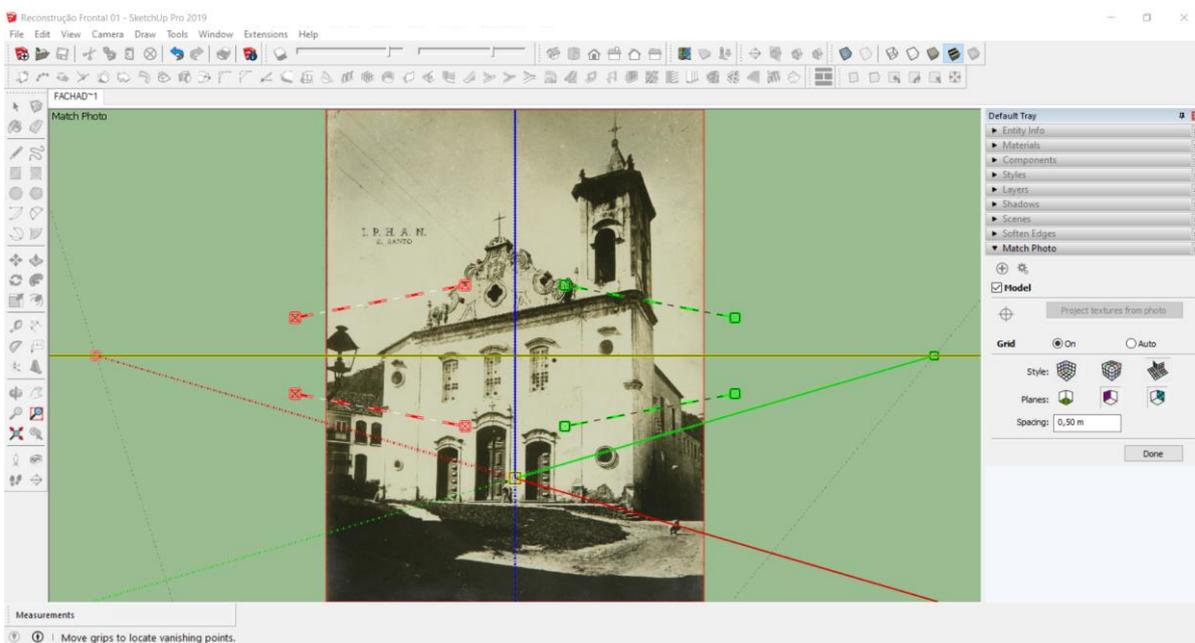
Figura 46 – Janela de importação da imagem a ser inserida no arquivo



Fonte: Autora

A imagem ao ser importada (Figura 47), foi fixada no quadro verde e algumas informações apareceram sobrepostas: (1) Pequeno quadrado amarelo (ao centro) – origem dos eixos; (2) Linhas contínuas vermelha, verde e azul – eixos X, Y e Z; (3) Linhas tracejadas verde e vermelha – linhas de ponto de fuga; (4) Linha amarela – linha do horizonte; explicadas a seguir:

Figura 47 – Imagem importada no SketchUp



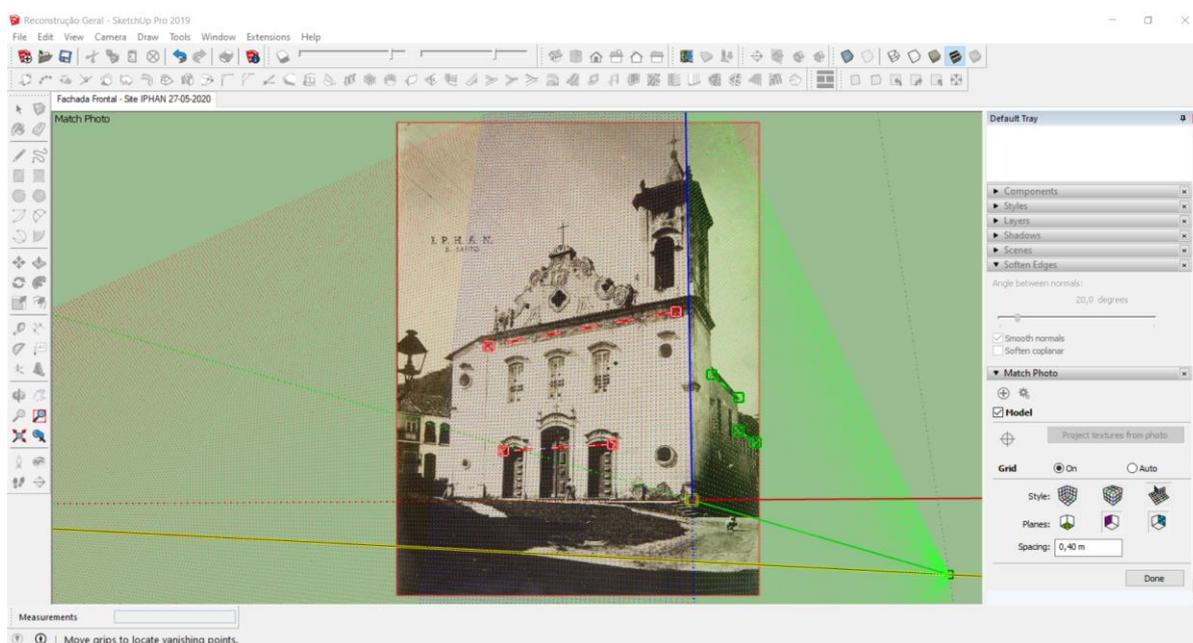
Fonte: Autora

- (1) **Origem dos eixos:** quadrado amarelo posicionado no encontro dos três eixos que deve ser ajustado à base da imagem importada em seu ponto de perspectiva (ver Figura 48).
- (2) **Eixos X, Y e Z:** eixos vertical e horizontais, representados por linhas contínuas, que se ajustam automaticamente à imagem conforme as linhas de ponto de fuga são modificadas, ou seja, elas não são editáveis manualmente.
- (3) **Linhas de ponto de fuga:** são linhas tracejadas, ajustáveis manualmente, pelas alças (representadas por um quadrado) de cada extremidade. São duas linhas verdes e duas vermelhas que devem ser manipuladas na imagem para corrigir sua perspectiva (ver ajuste feito na Figura 48).
- (4) **Linha do horizonte:** representada pela linha amarela, que se ajusta automaticamente, após a manipulação das linhas de ponto de fuga.

Para aplicar a fotogrametria corretamente, foi necessário ajustar a origem dos eixos e depois as linhas de ponto de fuga da imagem inserida. Assim, o modelo a ser criado estaria referenciado proporcionalmente ao objeto real da foto.

Na Figura 48, nota-se que a origem dos eixos foi posicionada na quina inferior da igreja, separando os dois planos – frontal e lateral direito; e as linhas de ponto de fuga (verde e vermelha) alinhadas aos elementos construtivos da igreja.

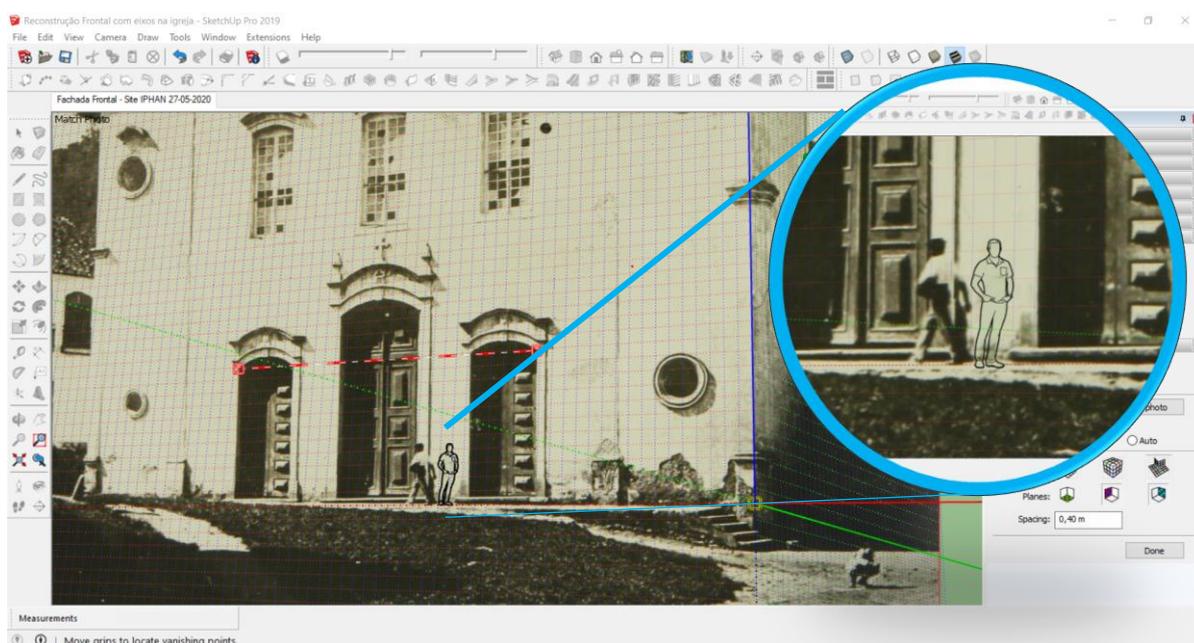
Figura 48 – Eixos alinhados sobre a foto importada



Fonte: Autora

Ainda no modo de edição dos eixos X, Y e Z, foi necessário redimensionar a foto inserida até que a figura humana contida nela alcançasse a mesma proporção da calunga do próprio *SketchUp*. Para isso, o cursor do mouse foi posicionado sobre o eixo Z (linha contínua azul) e a imagem ajustada proporcionalmente (Figura 49). Após os devidos ajustes, o botão direito do mouse foi clicado na imagem e selecionado “DONE”, para finalizar a edição dos eixos.

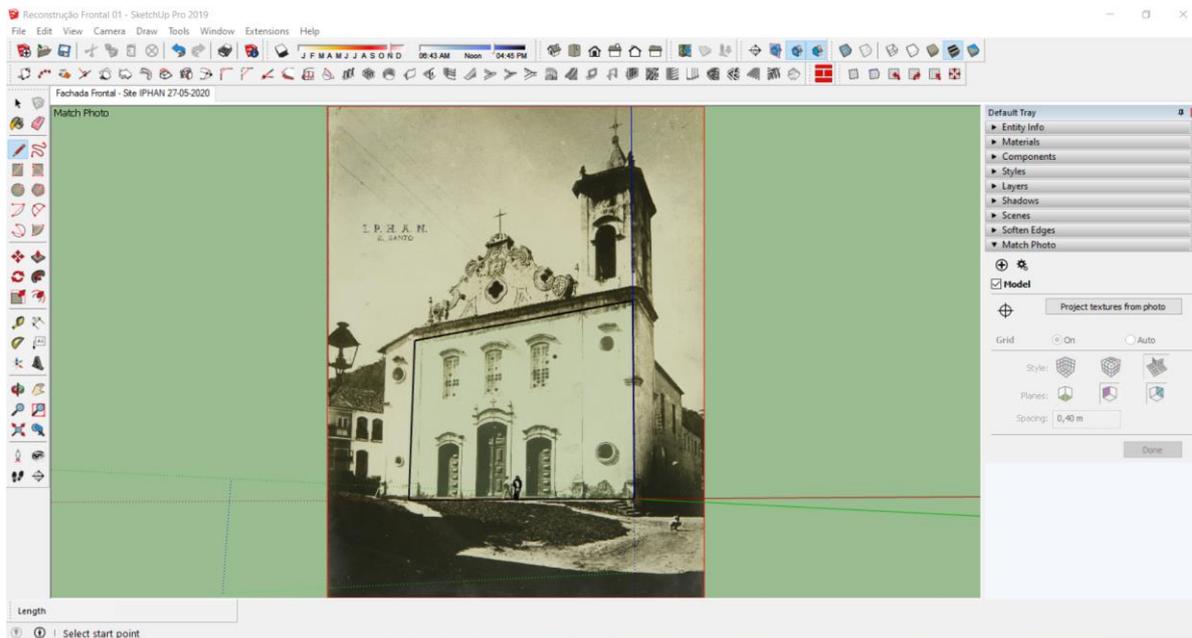
Figura 49 – Escala humana do SketchUp redimensionada com a da foto



Fonte: Autora

Após essa primeira parte – ajustes dos eixos e redimensionamento da imagem – deu início ao desenho do plano da igreja com linhas sobrepondo cada aresta da edificação (Figura 50). Notando o nível de detalhes dos elementos construtivos da fachada frontal, optou-se pela elaboração por partes: em primeira execução, as paredes, delimitando as dimensões da igreja; depois, as janelas, portas e óculos, demarcando as aberturas; e por fim, os elementos decorativos, por conterem mais detalhes.

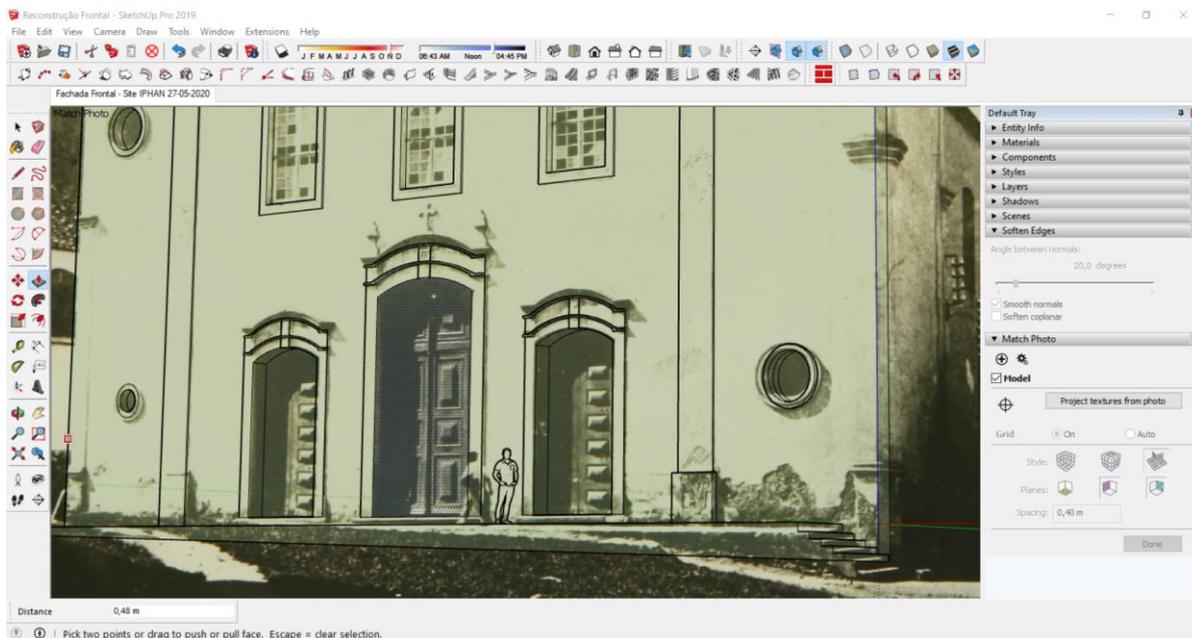
Figura 50 – Parte do plano frontal da igreja iniciada com linhas



Fonte: Autora

Assim como visto na Figura 50, as paredes foram finalizadas e outros elementos – janelas, portas, pilares, telhado, torres, frontão etc – foram sendo desenhados. Para criar a profundidade de cada um, foi usado o comando “PUSH/PULL” para arrastar as faces criadas até coincidir com os elementos na foto. Na Figura 51, é possível notar a face da porta central selecionada (cor esfumada) na iminência de ser projetada até sua posição correta na foto.

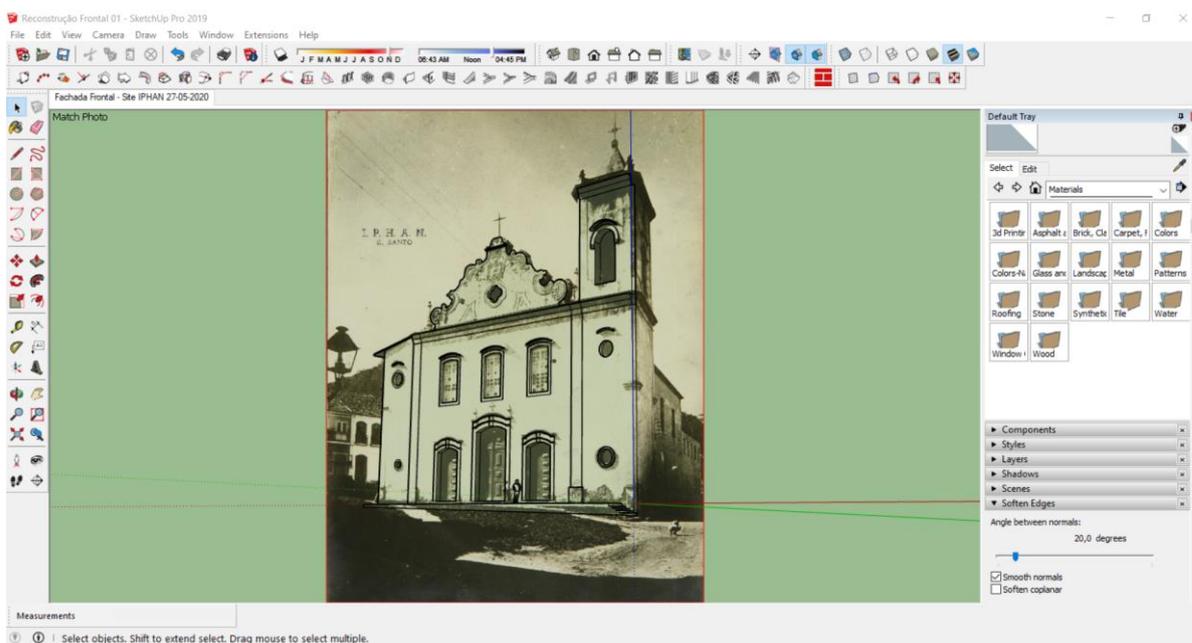
Figura 51 – Face da porta central selecionada



Fonte: Autora

Após projetar a profundidade das portas, janelas, óculos, pilares, telhado, escada, frisos e molduras; foi possível finalizar a fachada frontal da igreja. O resultado visto na Figura 52 demonstra o plano geométrico elaborado por linhas sobrepostas à fachada principal da igreja.

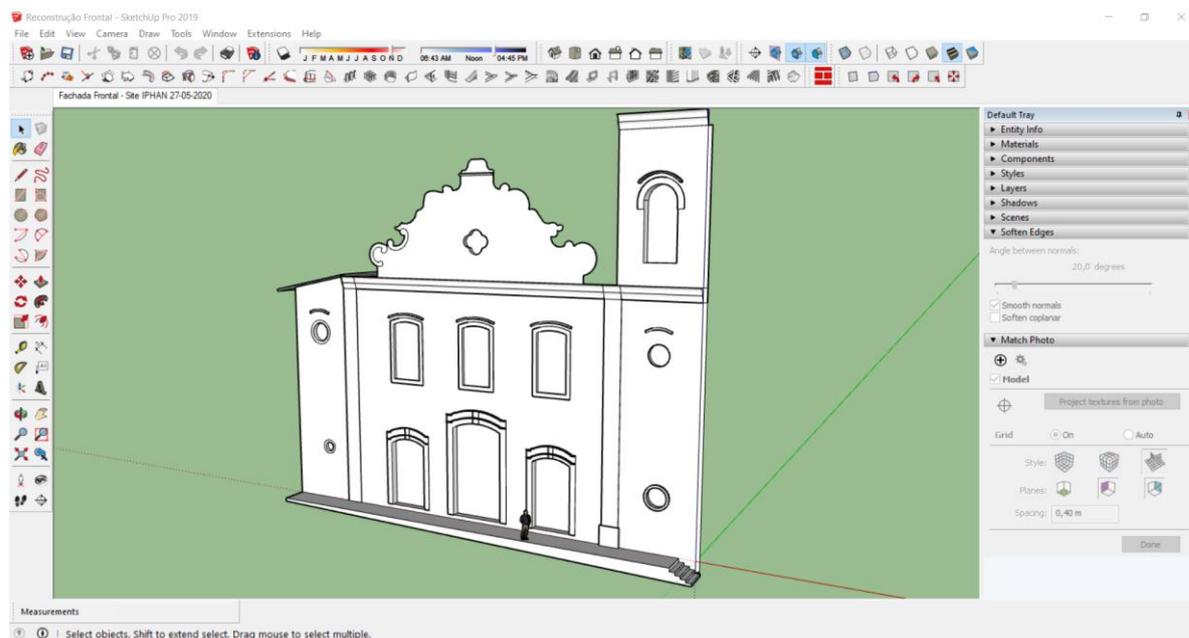
Figura 52 – Face da fachada frontal da igreja finalizada sobre a imagem



Fonte: Autora

Já a Figura 53 apresenta a face modelada tridimensionalmente em visão de perspectiva, após finalizar a edição baseada em imagem. A face geométrica resultante é um volume branco editável, capaz de receber texturas de revestimentos conferindo realismo ao objeto criado.

Figura 53 – Face geométrica após modelagem sobre a imagem.



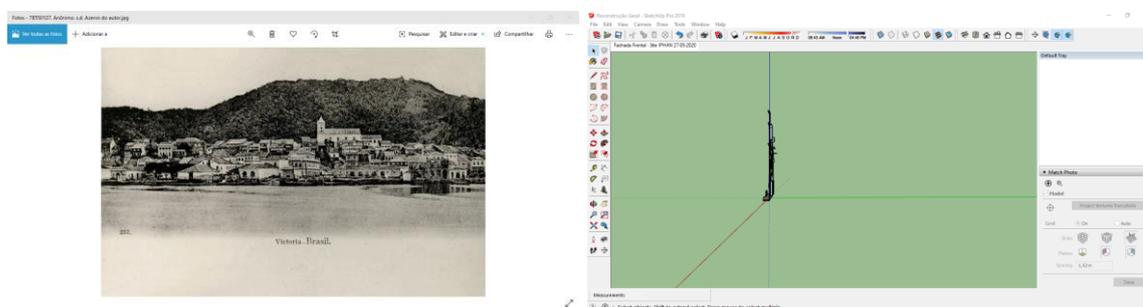
Fonte: Autora

Com a face frontal modelada, pôde-se desenhar a próxima fachada.

### 3.3.2.2. Fachada Lateral Direita

Deu-se continuidade à modelagem geométrica da antiga Matriz pela fachada lateral direita, tendo o cuidado de escolher uma imagem que contivesse ela em visão lateral. Antes de inseri-la no *software* – método descrito no item anterior – posicionou-se a face frontal já modelada em sua posição lateral, conforme Figura 54, para adequá-la à nova imagem.

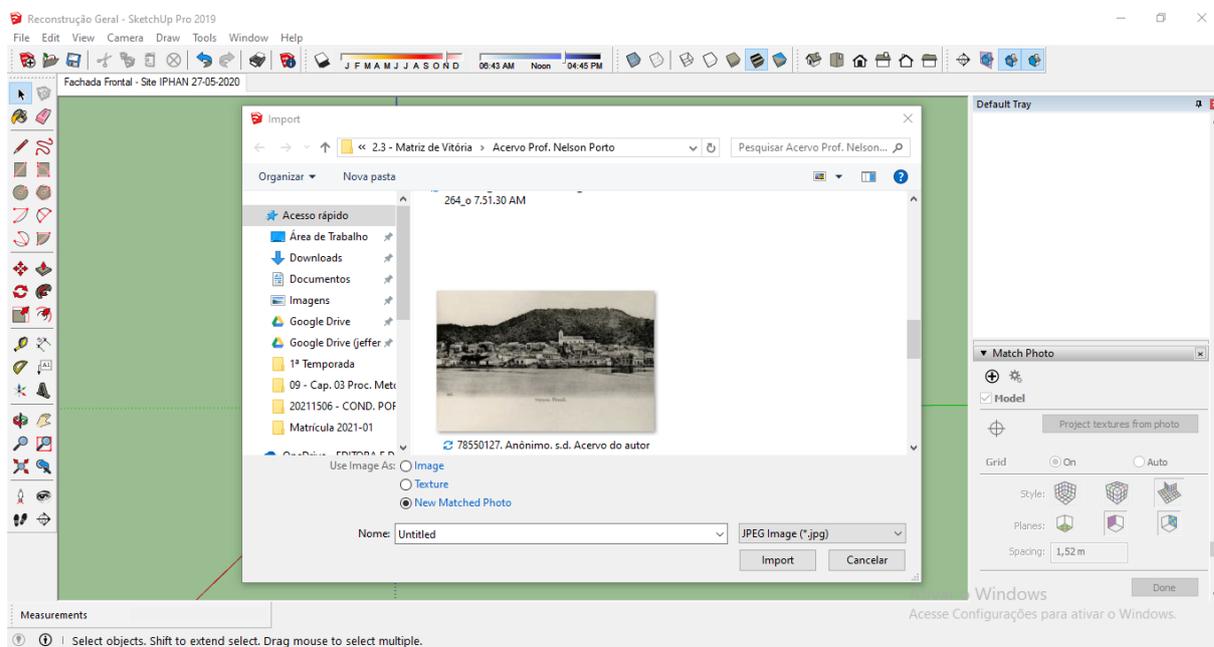
Figura 54 – Posicionamento da face modelada em perfil



Fonte: Autora

Com o modelo posicionado na mesma disposição da imagem, a imagem escolhida foi importada selecionando o seguinte processo: “*FILE*”, “*IMPORT*”, “*USE IMAGEM AS - NEW MATCHED PHOTO*”, e após, em “*IMPORT*” (Figura 55).

Figura 55 – Importação da imagem selecionada

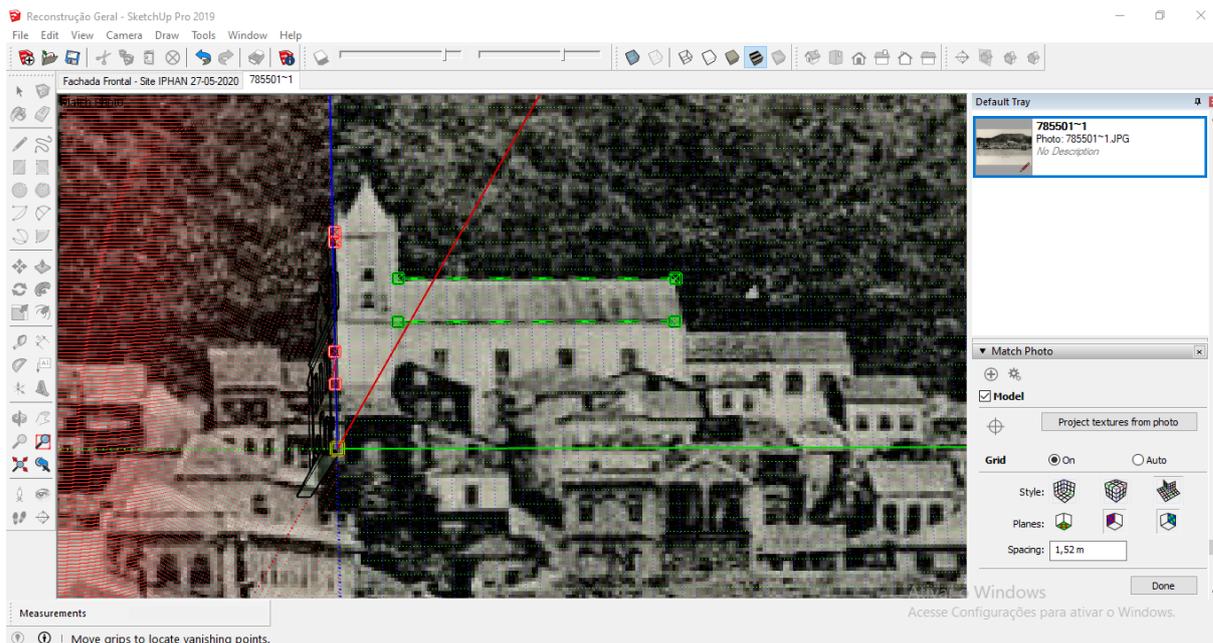


Fonte: Autor, 2020

Após importação da imagem selecionada foi dado prosseguimento ao ajuste dos eixos, linhas de ponto de fuga e depois, ao redimensionamento da imagem; desta forma, também foi possível trabalhar a fotogrametria a partir da imagem inserida e modelar a face lateral direita.

Sobre o procedimento do ajuste dos eixos, com a imagem inserida e ainda em seu modo de edição, a origem (quadrado amarelo) foi posicionada na base da edificação. Também as linhas de ponto de fuga (linhas tracejadas verde e vermelho) foram alinhadas aos elementos construtivos da igreja (telhado e parede). Por último, a face geométrica já desenhada foi redimensionada à proporção da igreja da imagem (Figura 56). Após os ajustes realizados, foi possível a elaboração do desenho da fachada.

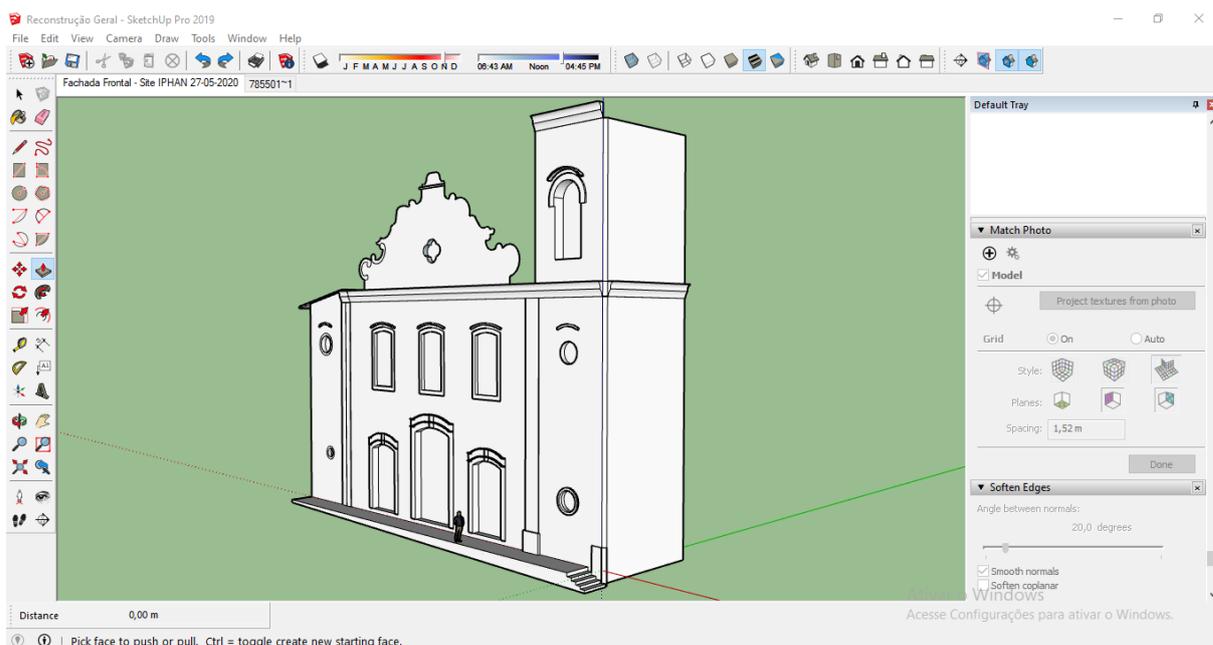
Figura 56 – Ajuste dos eixos e redimensionamento da face à imagem



Fonte: Autora

Seguindo o método da modelagem da fachada frontal, a lateral direita foi desenhada através de linhas, iniciando o processo pela torre sineira (Figura 57). Cada elemento dela foi sendo elaborado até finalizar com a abertura dos quatro vãos superiores em arcos abobadados.

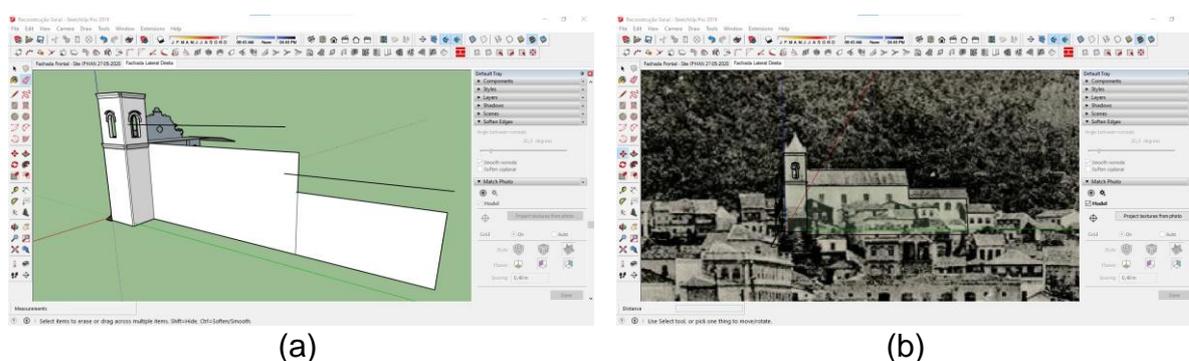
Figura 57 – Modelagem da Torre sineira iniciada



Fonte: Autora

Após essa primeira representação, a sequência foi os planos das paredes (Figura 58), tendo o cuidado de alinhá-los à imagem inserida, conferindo assim suas medidas, de largura e altura, aproximadas. Com a face frontal já modelada, os volumes dos blocos da nave e da sacristia foram desenhados.

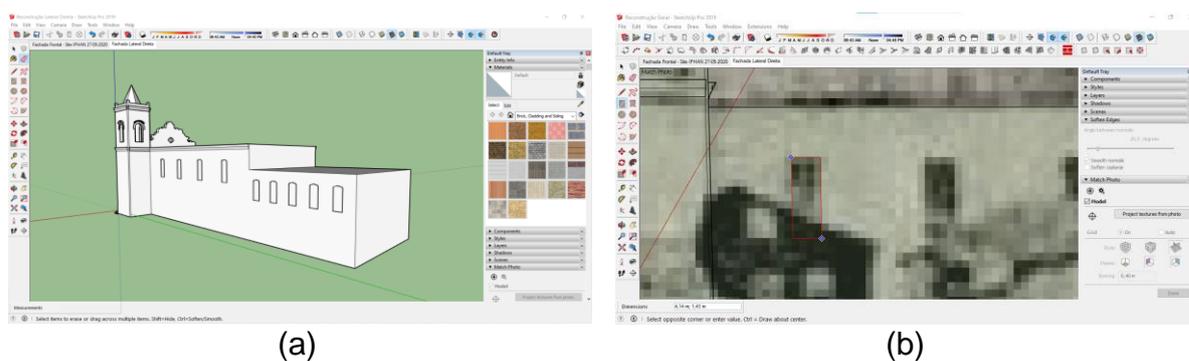
Figura 58 – Modelagem das paredes laterais (a) e conferência das medidas (b)



Fonte: Autora

Da mesma forma, as janelas foram representadas com linhas sobrepostas à imagem inserida (Figura 59), tendo o cuidado de aproximar-se dela para aumentar a precisão do desenho. Percebeu-se nesse processo a importância da alta resolução da imagem para obter exatidão no desenho, o que não foi possível alcançar devido à baixa qualidade da foto.

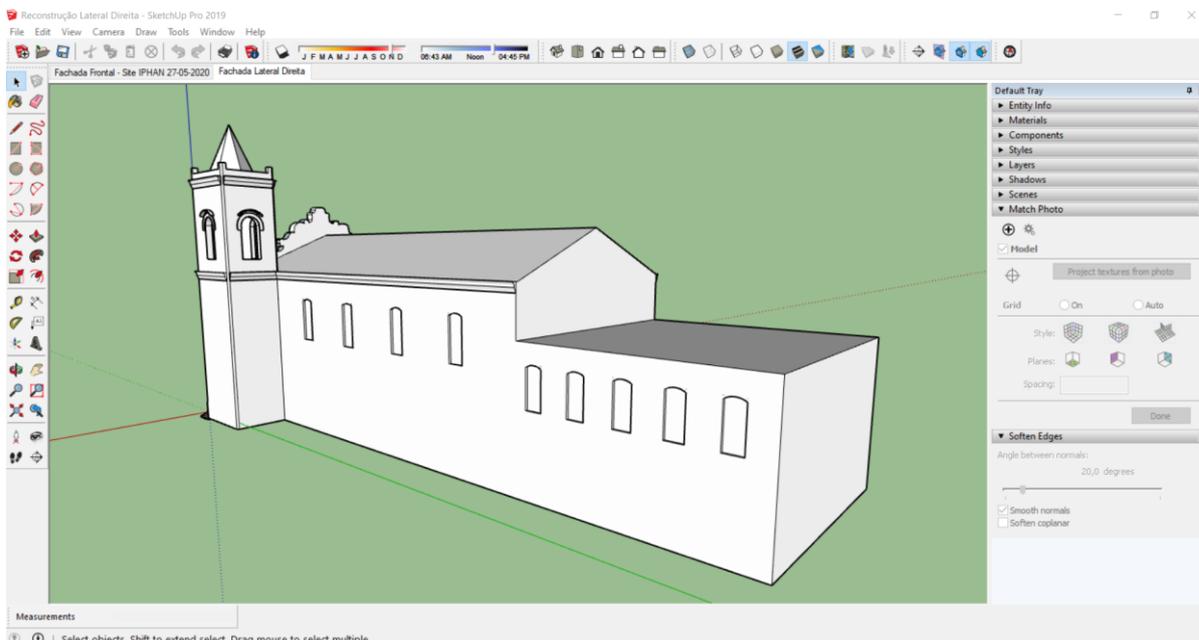
Figura 59 – Modelagem das janelas (a) por sobreposição na foto (b)



Fonte: Autora

Foi dada sequência, então, ao telhado da torre sineira, desenhando também os elementos decorativos ao redor; para depois, finalizar a fachada lateral pela cobertura da nave principal da igreja (Figura 60). Para representar corretamente a altura do telhado, foi necessário desenhar uma linha por cima da cumeeira na foto; e depois, suas duas águas foram finalizadas.

Figura 60 – Modelagem da cobertura da nave principal



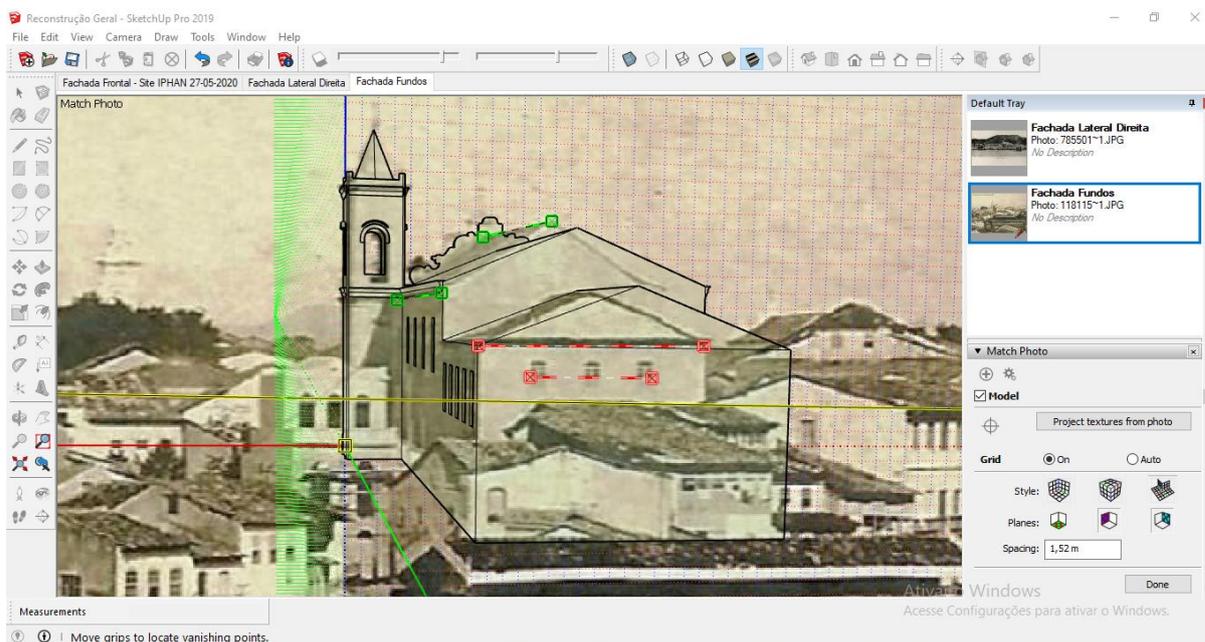
Fonte: Autora

Com as faces frontal e lateral direita modeladas, pôde-se ter noção do volume geométrico da igreja, faltando apenas os detalhes construtivos contidos nas outras duas fachadas.

### 3.3.2.3. Fachada Posterior

A próxima fachada modelada foi a posterior, pois foi encontrada uma imagem com tal fachada e que representava também a fachada lateral direita; ou seja, com esta escolha, foi possível conferir a elaboração da última fachada desenhada e dar continuidade ao modelo 3D. Para tanto, a imagem foi selecionada e importada como “*NEW MATCHED PHOTO*” e teve seus eixos e linhas de fuga ajustados, bem como redimensionada, conforme procedimento já explicado anteriormente (Figura 61).

Figura 61 – Ajuste dos eixos e redimensionamento da imagem conforme modelo desenhado

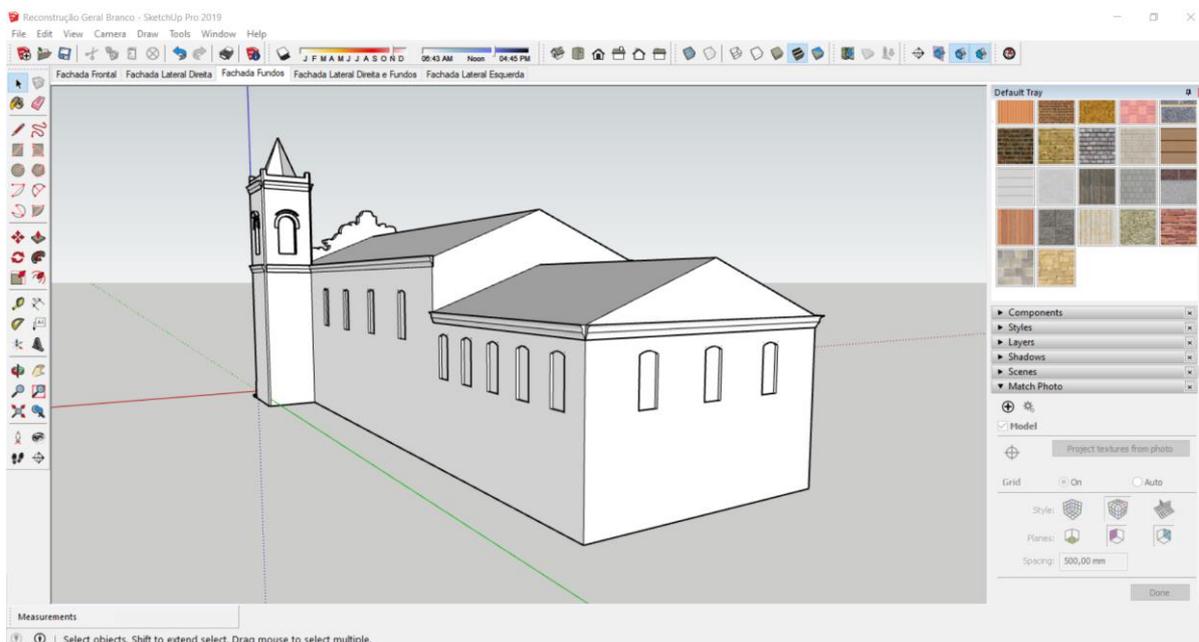


Fonte: Autora

Como o volume da edificação já havia sido elaborado, foi possível representar as três janelas posteriores, a cornija<sup>19</sup> e o telhado de duas águas da sacristia (Figura 62). A parte mais baixa da parede posterior estava encoberta pelas edificações vizinhas, levando a autora a modelar a parede lisa, ou seja, sem detalhes construtivos ou qualquer abertura. A altura da cumeeira foi obtida através de uma linha sobreposta à imagem inserida.

<sup>19</sup> Cornija: “fiada de tijolos ou pedras rente à face de uma edificação ou projetando-se desta, normalmente moldada de modo a marcar uma divisão de parede”. (CHING, 1999, p.18)

Figura 62 – Modelagem dos dois telhados da igreja



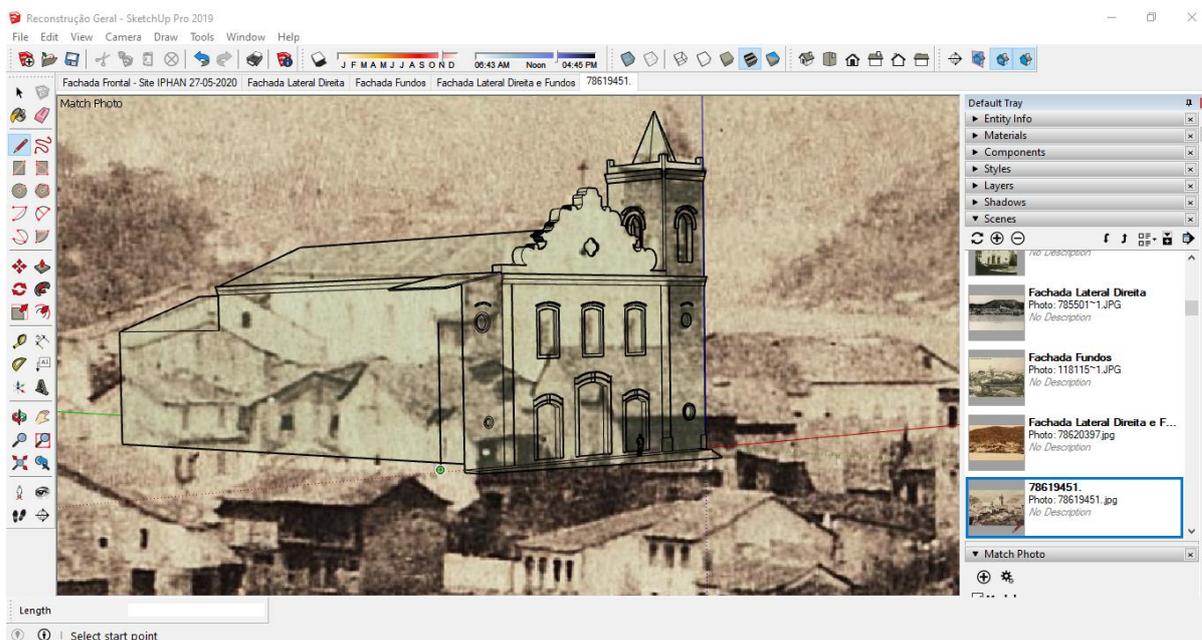
Fonte: Autora

Após a elaboração dos três elementos construtivos que estavam faltando, foi possível alcançar a última fachada para finalizar a reconstrução 3D total da antiga Matriz.

#### 3.3.2.4. Fachada Lateral Esquerda

A última fachada foi representada a partir da única imagem obtida pela pesquisa documental que demonstrava parcialmente sua construção, já que estava oculta pelas casas vizinhas. Conforme o mesmo procedimento já realizado nas outras fachadas, foi decorrido o ajustamento dos eixos, das linhas de ponto de fuga e redimensionamento da imagem inserida ao modelo já desenhado (Figura 63).

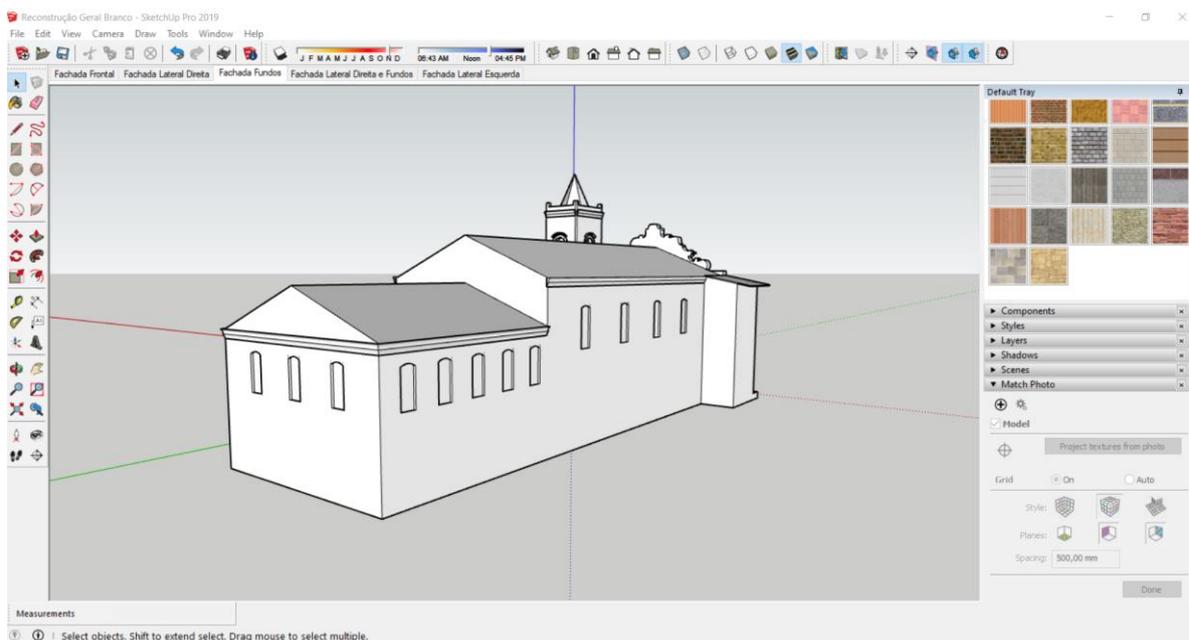
Figura 63 – Ajuste do modelo 3D por sobreposição da imagem



Fonte: Autora

A foto é datada de 1860 e foi a única fotografia encontrada que continha a fachada esquerda da igreja. Para a representação dos elementos que faltavam – janelas e cornijas, a fotografia foi ajustada para conferência do modelo que estava sendo elaborado. Entretanto, não foi possível desenhá-los sobrepondo a imagem devido a sua baixa resolução, foi considerado o mesmo posicionamento e mesma altura das janelas da fachada direita, rebatendo-as por simetria, por se tratar de uma característica comum das edificações coloniais. Tão logo desenhadas, foram representadas as cornijas da nave e da sacristia, bem como o volume incompleto da torre lateral esquerda (Figura 64).

Figura 64 – Desenho dos elementos da sacristia: janelas, cornija e cobertura

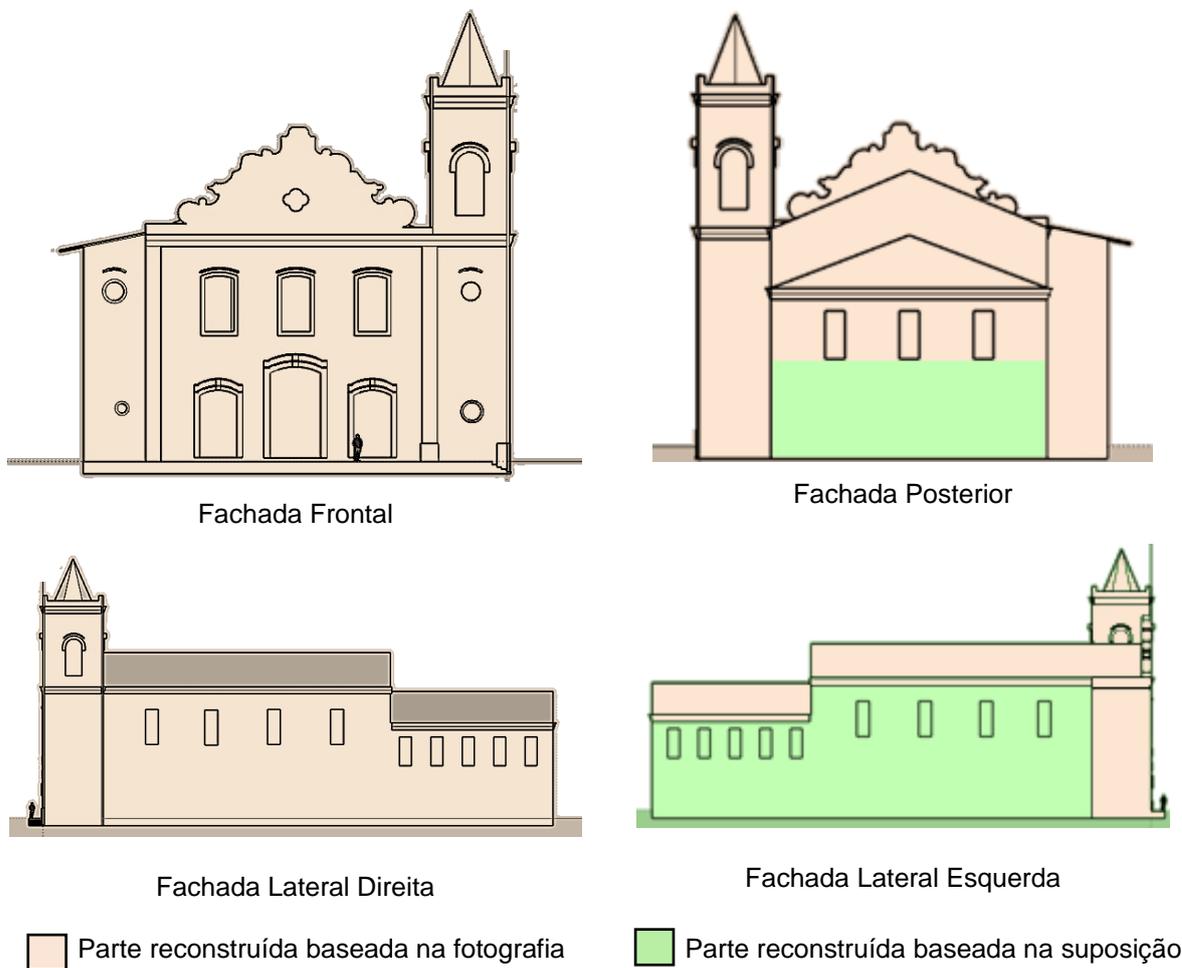


Fonte: Autora

Percebe-se na última fotografia inserida (Figura 63), que a torre esquerda possuía uma altura menor que a registrada na fotografia da fachada frontal (década mais recente), cuja torre já se encontrava mais alta (alinhada com o telhado). Como a versão arquitetônica escolhida para reconstrução 3D foi a última construída, considerou-se a imagem da fachada frontal como referência principal para o desenho da torre esquerda; portanto, a torre foi desenhada até a altura do telhado.

Resgatando a afirmação de Verdiani (2017), de que locais com registros incompletos ou ausentes precisam de materiais complementares para compreensão completa da edificação, não foi diferente com a Matriz de Vitória. Houve a necessidade de comparação entre as fotografias coletadas para auxiliar a criação da imagem cognitiva da última versão construída da edificação estudada. No caso da reconstrução tridimensional alcançada, houve interpretação pessoal da autora sobre as partes não vistas da edificação nas fotografias, para complementá-las e finalizar o modelo 3D. Para melhor demonstrar as partes da antiga Matriz que foram obtidas por fotos e por suposição, foi elaborado o mapa cromático de cada fachada (Figura 65).

Figura 65 – Mapa cromático identificando o modo de obtenção de cada parte da igreja

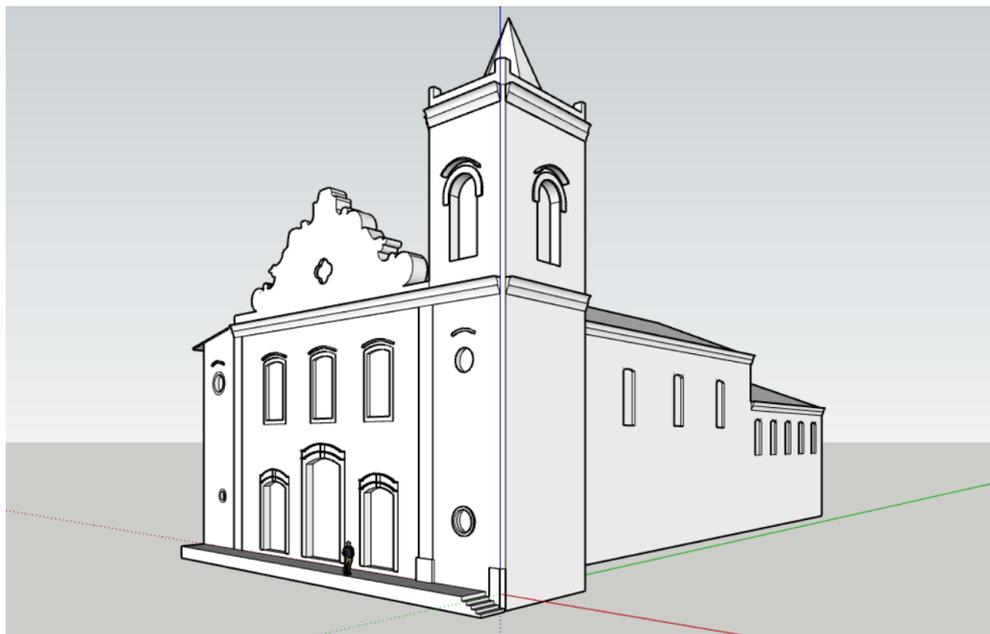


Fonte: Autora

Essa identificação cromática registra a forma de obtenção dos dados, a qual viabilizou a reconstrução digital e reconhecimento total do objeto. Esse tipo de representação fez ressaltar a importância de se obter todos os dados de uma edificação para que não comprometa a sua autenticidade; já que no caso estudado, um lado quase que totalmente foi baseado em suposição.

Finalizando, então, o desenho dos planos e elementos construtivos de cada fachada, foi possível concluir a reconstrução digital 3D da antiga Matriz de Vitória/ES, em sua última versão, antes de sua demolição total em 1918 (Figura 66).

Figura 66 – Reconstrução 3D digital da Matriz de Vitória finalizada no SketchUp



Fonte: Autora

Considerando o pressuposto inicial dessa etapa, a metodologia adotada para reconstrução digital 3D do objeto de estudo escolhido foi alcançada, pois se conheciam os dados e a geometria da edificação. Assim, ressaltando a concordância com Manferdini e Russo (2015), o êxito da escolha metodológica caracteriza um modelo 3D final de qualidade, que se encontra apto a ser analisado para extrair outras informações, como (1) a elaboração das vistas ortogonais e (2) a materialização do objeto em meio físico.

### 3.3.3 Elaboração das vistas ortogonais

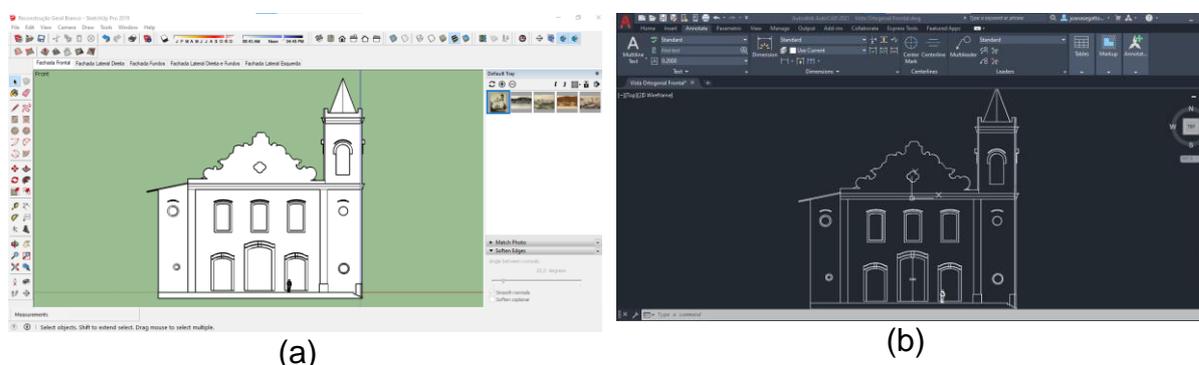
Na análise do trabalho de Tomic, Krasic, Veljkovic e Kostic (2017), foi notado que os autores deram continuidade à extração de informações técnicas a partir do modelo 3D criado da “Cele-Kula”, ou seja, elaboraram as vistas ortogonais de uma fachada e da cobertura, por meio do *software AutoCAD* – um programa computacional que permite a elaboração de desenhos técnicos.

No caso desta pesquisa, embora a elaboração das vistas ortogonais não fosse o objetivo principal, optou-se pela continuidade da extração das informações técnicas da antiga Matriz pelo seu modelo 3D gerado, para obtenção de dados que até então não haviam sido encontrados, como suas dimensões e os desenhos técnicos. Para a

realização dessa etapa, também foi escolhido o *AutoCAD*, pela facilidade de inserção e operação dos desenhos no programa.

Cada fachada foi posicionada de forma ortogonal para que as arestas da edificação não ficassem oblíquas, o que poderia comprometer a verdadeira grandeza do desenho técnico 2D a ser gerado. A Figura 67 evidencia essa posição, para então, ser possível a obtenção do desenho técnico a partir dela. O comando dado foi: “*FILE*”, “*EXPORT*”, “*2D Graphic*” e escolhida a extensão da elevação em “.dwg” (extensão do *AutoCAD*); sendo, portanto, passível de ser aberto no *software* escolhido.

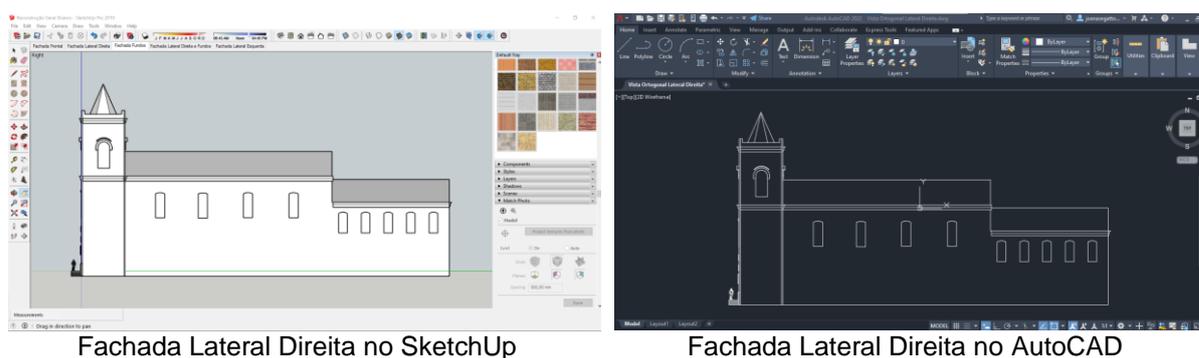
Figura 67 – Vista Ortogonal Frontal da antiga Matriz no SketchUp (a) e AutoCAD (b)

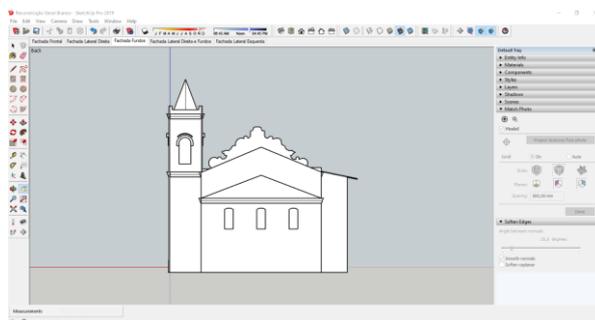


Fonte: Autora

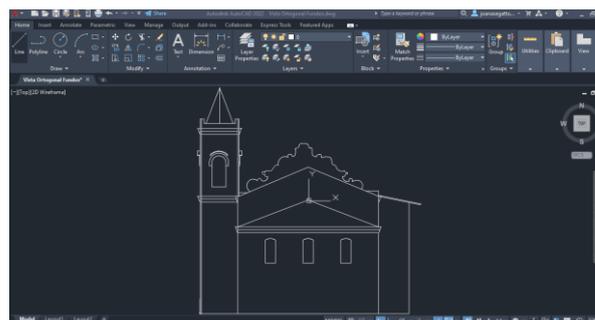
Seguindo esse método, cada fachada teve sua elevação técnica gerada no SketchUp e importada no AutoCAD (Figura 68).

Figura 68 – Vistas correspondentes de cada fachada

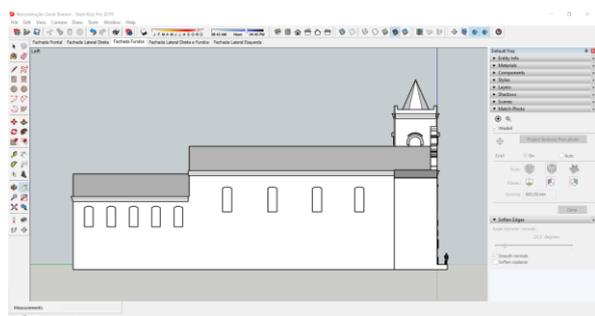




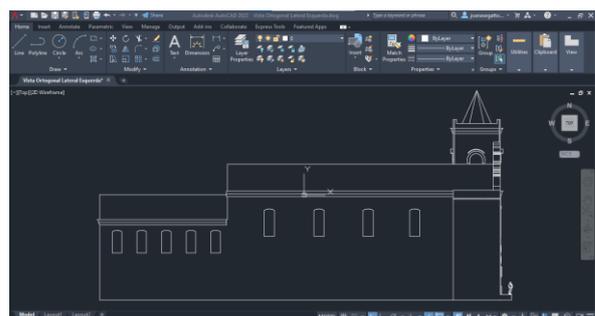
Fachada Posterior no SketchUp



Fachada Posterior no AutoCAD



Fachada Lateral Esquerda no SketchUp

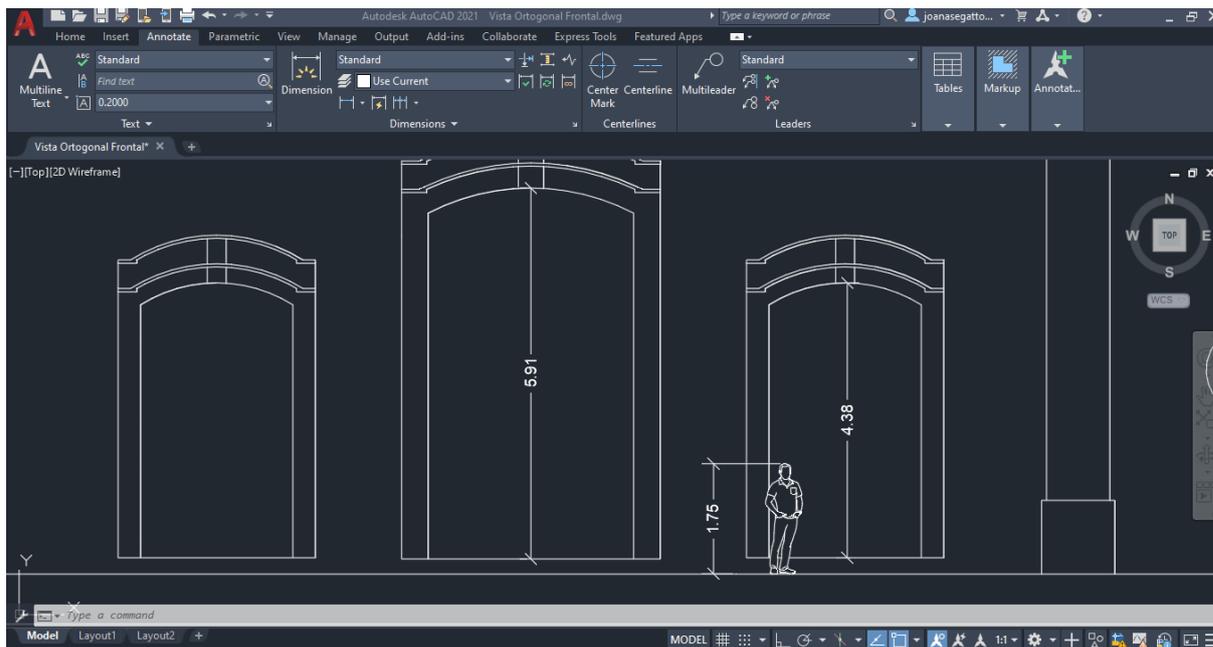


Fachada Lateral Esquerda no AutoCAD

Fonte: Autora

Analisando essa conversão entre modelo 3D e desenhos técnicos bidimensionais, notou-se a possibilidade de continuar o detalhamento do projeto arquitetônico, inserindo informações técnicas, como: cotas (Figura 69) e materiais de revestimento. No entanto, como não era esse o objetivo central deste estudo, dedicou-se apenas à produção do modelo 3D, finalizando com a experiência da extração dos desenhos técnicos, apenas para conferência de sua viabilidade.

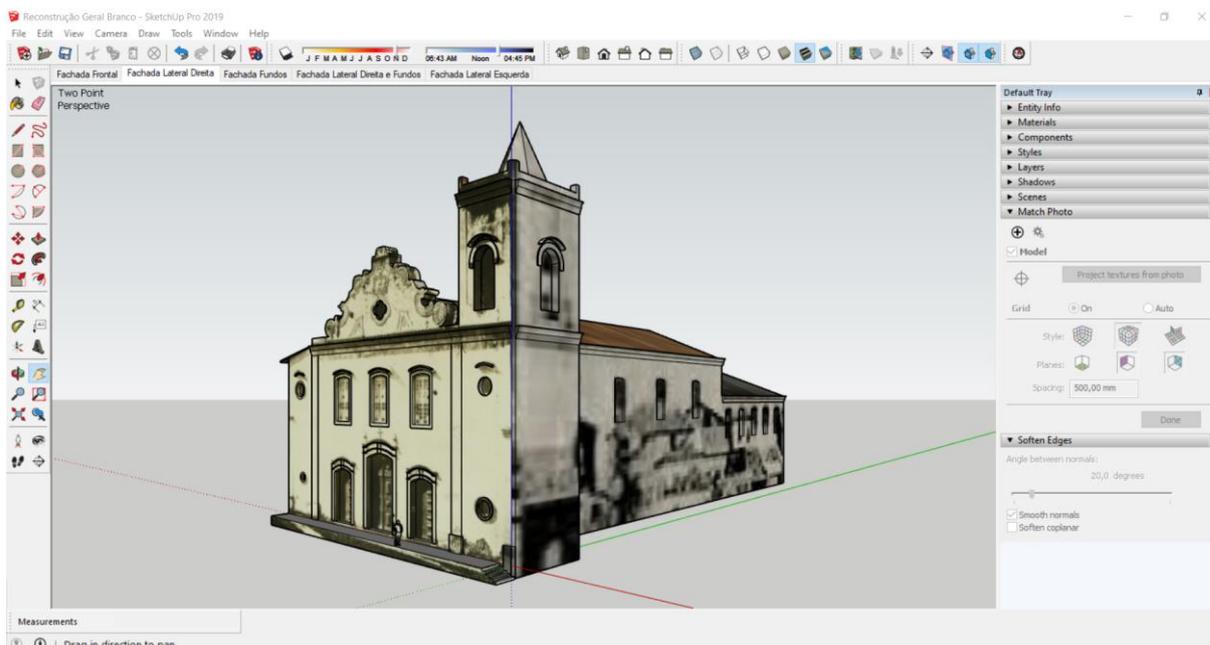
Figura 69 – Inserção de medidas nas portas (5,91m e 4,38m em relação à figura humana de 1,75m)



Fonte: Autora

Sobre os materiais de revestimento das paredes e outros elementos construtivos, como não se tinham informações sobre eles, a única forma de aplicar material ao modelo gerado para que se assemelhasse à edificação real, foi projetando as próprias fotografias inseridas como texturas (Figura 70). Nota-se que na fachada lateral direita, as edificações do entorno (contidas na imagem) também foram projetadas como material da parede; concluindo que o ideal é ter uma foto sem interferências externas, como a da fachada frontal.

Figura 70 – Aplicação das fotos inseridas como textura dos materiais



Fonte: Autora

Com a aplicação da fotografia como textura do bloco arquitetônico criado, percebeu-se que a própria imagem poderia ser utilizada para representar a edificação num modelo mais simplificado; ou seja, evitaria desenhar os diversos elementos da fachada, resultando num modelo mais leve e otimizado em sua geometria. Porém, como o objetivo também é a impressão do modelo gerado, haveria a necessidade da demarcação dos elementos construtivos, já que as impressoras 3D não imprimem a fotografia usada como textura.

Na finalização desta etapa, observou-se a contribuição das ferramentas tecnológicas até então empregadas para reconstrução 3D digital da antiga Matriz. Elas possibilitaram gerar um modelo tridimensional com potencial para obtenção de outras formas de registro, contribuindo para o processo de documentação. Se fosse dada continuidade ao estudo do modelo gerado, seria possível chegar à confecção do projeto arquitetônico da igreja, demonstrando assim, a adequação das tecnologias digitais como auxílio à documentação dos patrimônios.

### 3.3.4 Impressão 3D

Como já aludido, a impressão 3D de um modelo digital é produzida em três etapas: criação do modelo 3D, planejamento e prototipagem rápida (VOLPATO, 2006). A partir

do modelo 3D digital gerado, foi possível alcançar sua materialização por meio de uma maquete física em escala reduzida.

#### 3.3.4.1. Escolha da técnica de impressão 3D

Foi escolhida a técnica de Prototipagem Rápida (PR) por permitir a produção de um objeto físico através de um arquivo digital 3D. Conforme Volpato (2006) e Pupo e Celani (2011), dos tipos de tecnologias de PR (líquido, sólido, pó e lâmina), a adotada neste experimento foi a baseada em sólido, sendo utilizada a impressora do fabricante Sethi3D, modelo 3D AiP A3 (Figura 71). Recurso oferecido pelo Grupo de Pesquisa “TIP – Tecnologias Integradas ao Projeto” da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), o qual a pesquisadora faz parte. O equipamento permite utilizar filamentos de 1,75mm de Acrilonitrila Butodieno Estireno (ABS – plástico derivado do petróleo) ou de Ácido Poliácético (PLA – plástico biodegradável), sendo este o material utilizado no experimento.

O equipamento possui área de impressão de 220mm x 210mm x 200mm e, devido a esse espaço reduzido, foi necessário um planejamento específico para a impressão da peça.

Figura 71 – Impressora Sethi3D AiP A3 escolhida para o procedimento



Fonte: IMPRESSORA, 2021

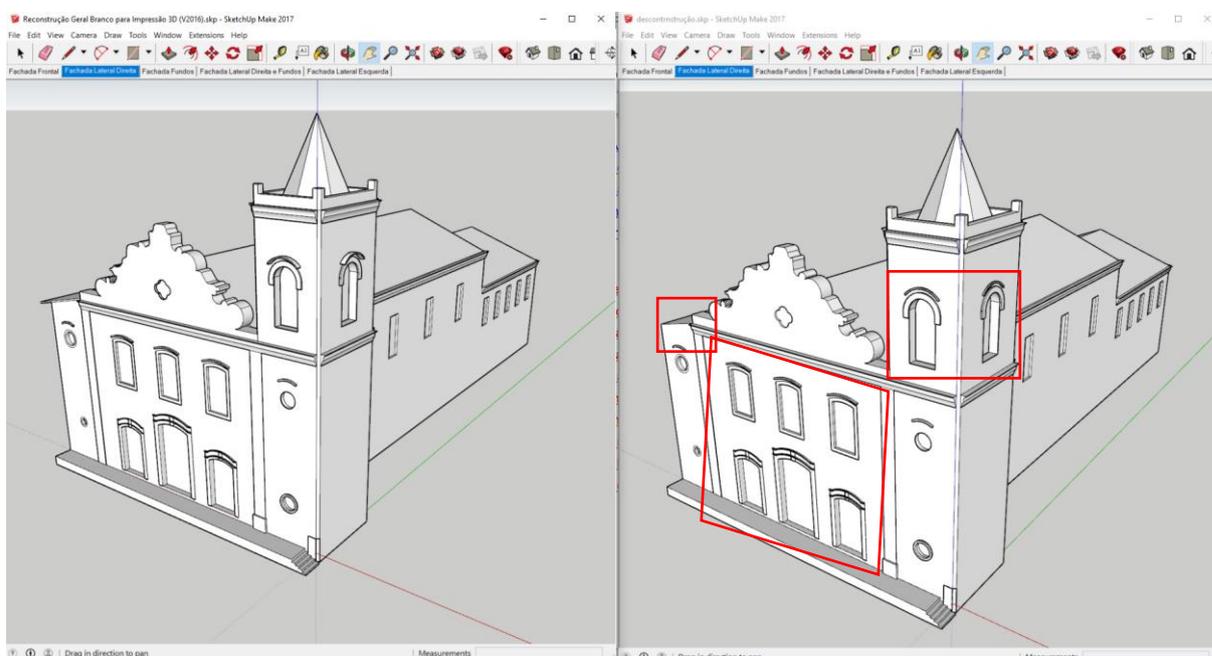
Considerando as características técnicas da impressora 3D e da própria técnica de prototipagem adotada, foi dado prosseguimento ao “planejamento do processo” –

segunda etapa descrita por Volpato (2006): o planejamento. Para tanto, partiu-se à compatibilidade e configuração do modelo original (gerado no *SketchUp*) no *software* de modelagem e de controle da impressora, para adequá-lo à correta impressão.

### 3.3.4.2. Configurando o arquivo para impressão 3D

O planejamento envolveu a definição da escala de impressão do modelo 3D da Igreja Matriz em 1:500 e a simplificação de alguns elementos presentes na sua volumetria (Figura 72), como o beiral da cobertura da torre lateral esquerda e a redução das saliências sobre as aberturas (portas, janelas e óculos) da fachada e torre da igreja. Esta simplificação ocorreu devido à impossibilidade da impressora de imprimir saliências a uma determinada altura. Para isso seria necessário a impressão de suportes a fim de fornecerem apoio aqueles elementos. No entanto, os elementos em suspensão apresentavam dimensões reduzidas devido à escala de impressão do edifício, não sendo possível a utilização dos suportes. Por isso, optou-se pela simplificação deles, uma vez que essa adequação não influenciaria significativamente a percepção volumétrica do edifício.

Figura 72 – Modelo gerado (à esquerda) e modelo simplificado (à direita)

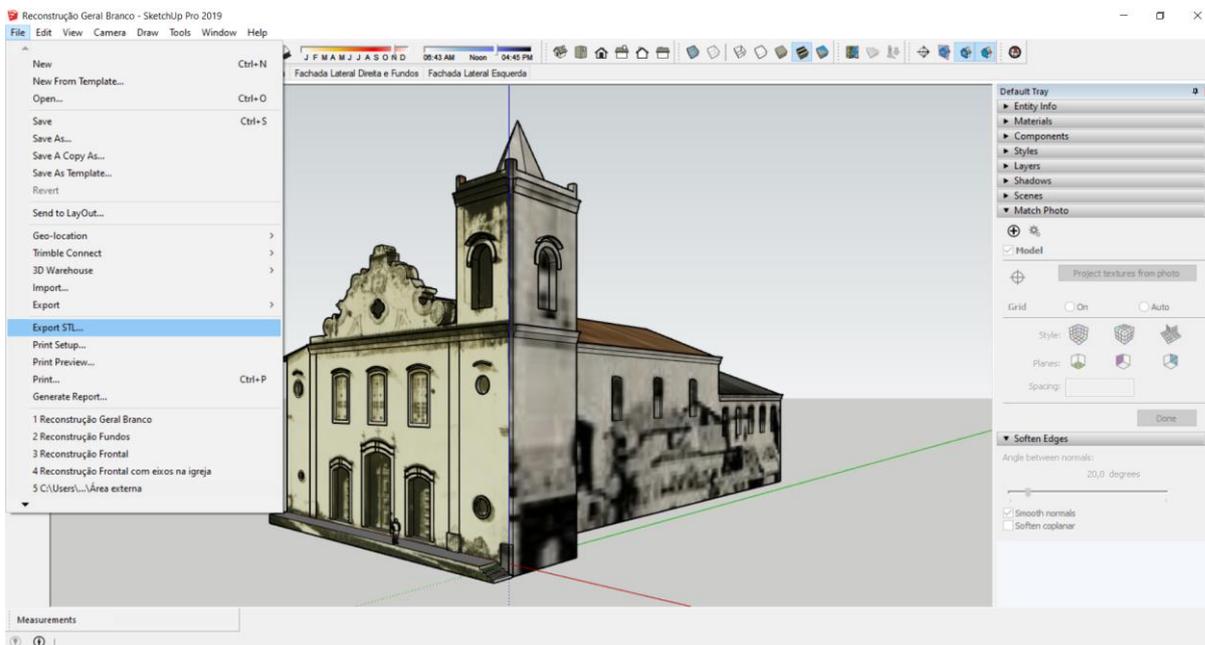


Fonte: Autora

Após esta adequação, o modelo 3D digital foi convertido em formato STL (*stereolithography*), para que pudesse ser interpretado pela impressora 3D. Para tanto,

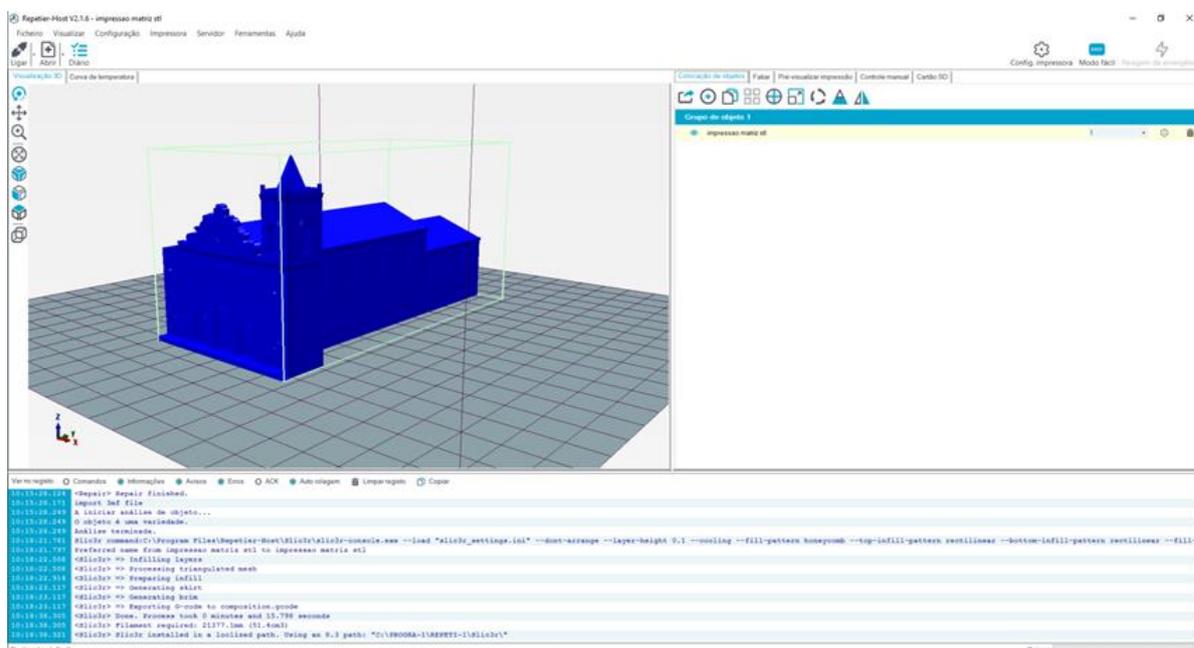
foi necessário baixar a extensão “sketchup-stl-2.2.0” e instalá-la no *software SketchUp* para que aparecesse a opção “*Export STL*” (Figura 73).

Figura 73 – Opção “Export STL” sendo seleccionada para criar arquivo STL



Fonte: Autora

O próximo passo foi ajustar as configurações de impressão e escala do objeto utilizando o programa “*Hepetier-Host*” (software específico de controle da impressora, versão 2.1.6), facilitando o procedimento da materialização na impressora “*Sethi3D AiP A3*”. A Figura 74 ilustra o arquivo STL inserido no software *Hepetier-Host* para início das configurações do objeto, como: (1) escalonamento, (2) ajuste da altura das camadas, e (3) nível e padrão do preenchimento interno.

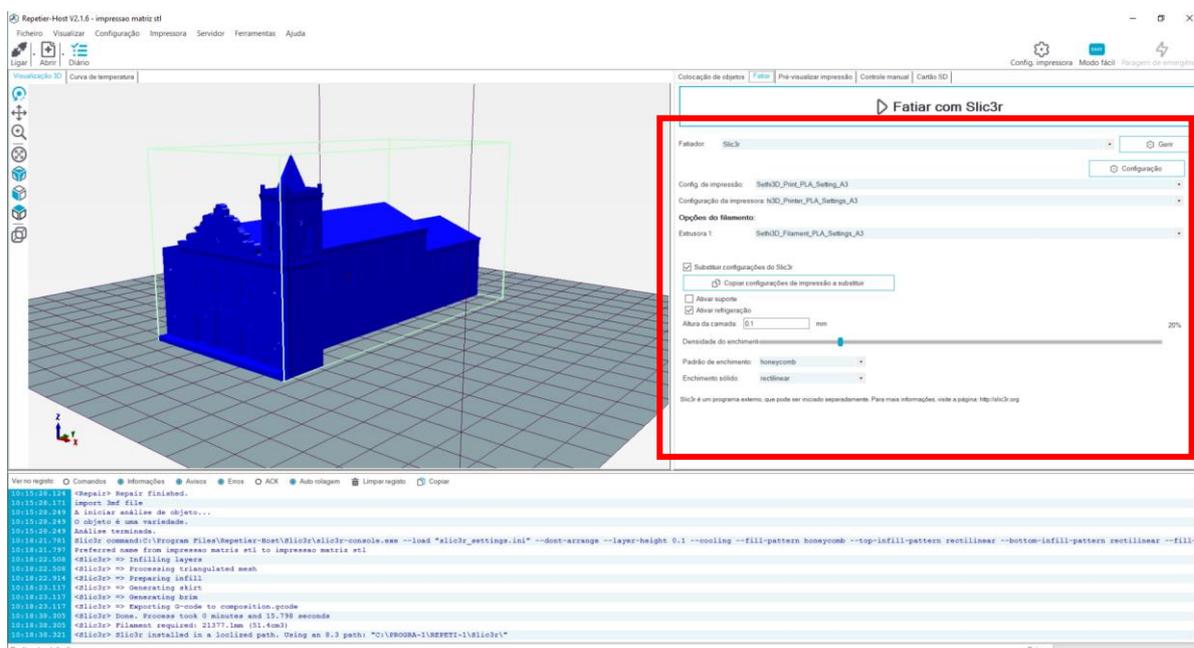
Figura 74 – Inserção e escalonamento do objeto no software *Hepetier-Host*

Fonte: Autora

Sobre a escala da impressão do modelo, foi adotada a 1/500, adequando o seu tamanho à área de impressão. Após, o modelo foi transformado em camadas (processo de fatiamento) utilizando o Slic3r (pacote do programa *open-source* Repetier-Host) em que foram configurados os parâmetros de impressão, como: a altura (*Layer height*) de 0,1mm para cada camada do fatiamento, a densidade (*Fill density*) de 20%<sup>20</sup> de preenchimento, e o padrão de enchimento do modelo para “honeycomb” (*Pattern spacing*). A Figura 75 ilustra as características de impressão sendo ajustadas.

<sup>20</sup> Conforme o manual da impressora, 20% é o mínimo para apoiar fechamentos planos.

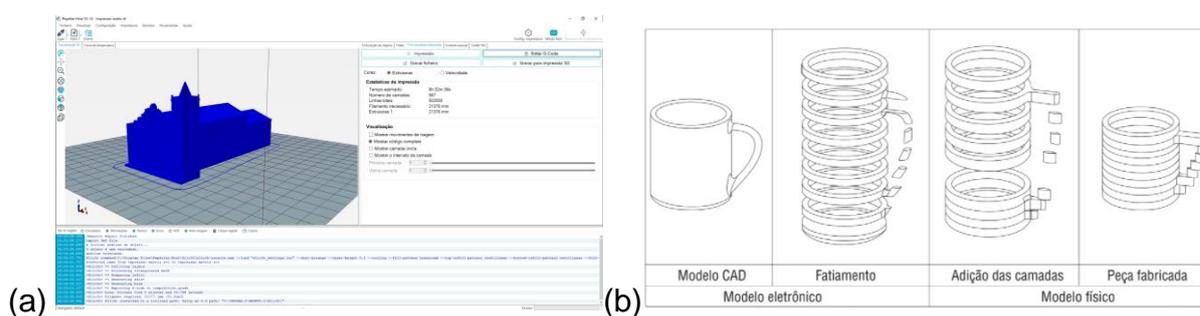
Figura 75 – Quadro das configurações do modelo STL (vermelho)



Fonte: Autora

Com as configurações ajustadas, foi realizada uma simulação do “fatiamento” do modelo da Igreja Matriz (conforme exemplo de uma caneca sendo fatiada na Figura 76), obtendo a estimativa de tempo de impressão (8h:32m:39s), o número de camadas a serem impressas (587) e a quantidade de material (21376mm) a ser utilizado na impressão (Figura 76).

Figura 76 – Simulando a impressão (a) e um exemplo de fatiamento (b)



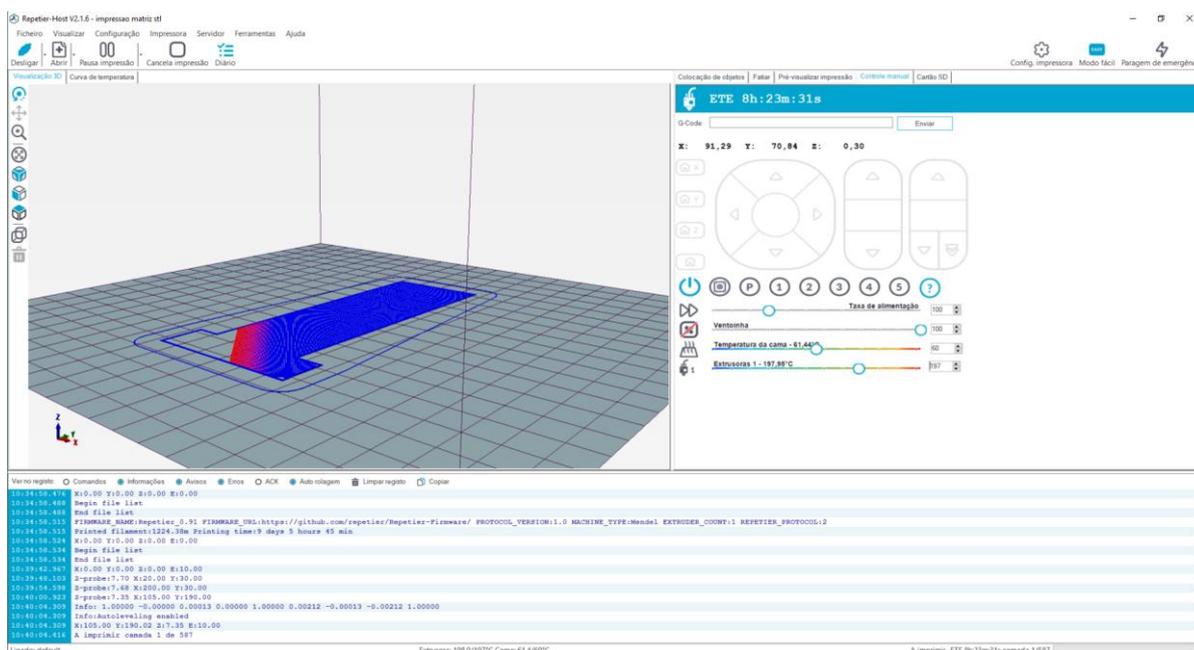
Fonte: (a) - Autora; (b) - VOLPATO (2006, p. 04)

A adoção do material PLA 1,75mm determinou a temperatura que a extrusora deveria trabalhar, sendo essa de 197°C e da mesa aquecida em 60°C para uma boa aderência das camadas. Após os devidos ajustes e simulação, deu-se início à etapa de impressão.

### 3.3.4.3. Imprimindo o objeto 3D

Essa etapa consistiu no próprio funcionamento da impressora que gerou a materialização do modelo 3D digital da antiga Matriz. A Figura 77 apresenta a produção do modelo sendo inicializada por meio do programa *Repetier-Host*.

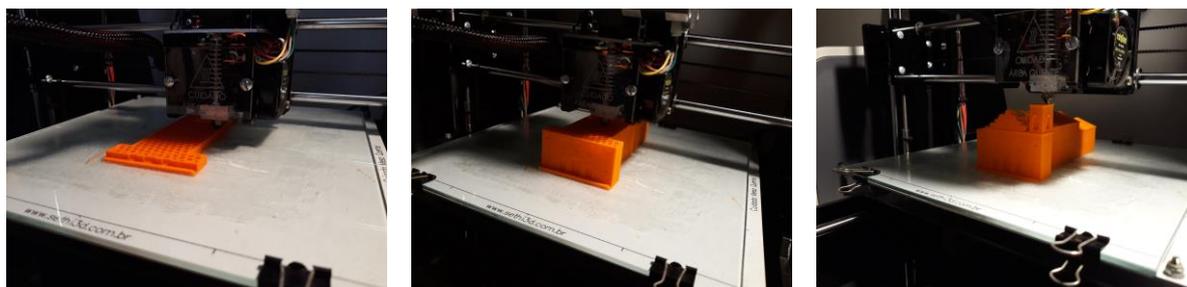
Figura 77 – Tela de produção do modelo



Fonte: Autora

Já a Figura 78, representa o processo da impressão em andamento, desde as primeiras camadas até a finalização com a torre sineira. Percebe-se que a igreja foi sendo materializada em escala reduzida, cuja fachada frontal estava posicionada em primeiro plano.

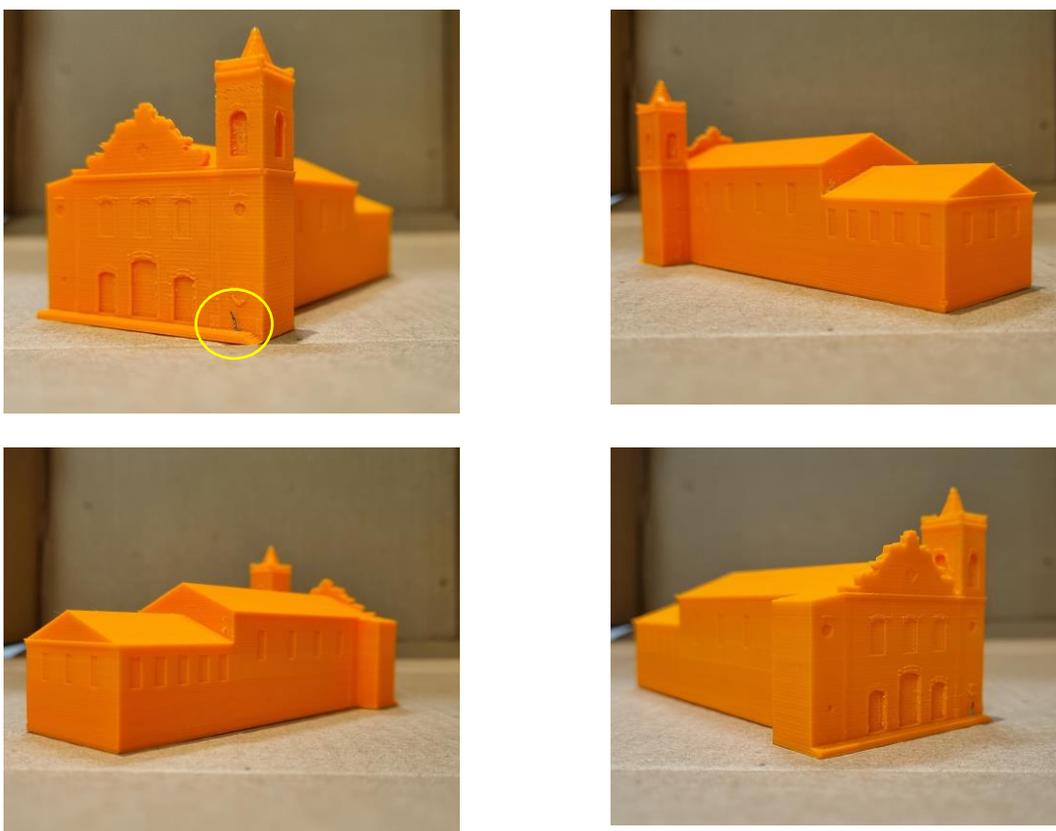
Figura 78 – Impressão da antiga Matriz em andamento



Fonte: Autora

Após a finalização da impressão (Figura 79) pôde-se notar dois pontos: o primeiro foi a falta de precisão e acabamento da peça devido à escala adotada, ocasionando a impressão parcial dos elementos arquitetônicos da Igreja, e o segundo, foi a necessidade de acabamento da peça prototipada (lixamento e limpeza da peça).

Figura 79 – Impressão 3D finalizada com representação da calunga (círculo amarelo)



Fonte: Autora

Esta experiência contribuiu para o aprendizado da técnica de impressão 3D para a representação física arquitetônica e gerou as seguintes considerações: (1) a área de impressão da impressora influencia na escolha da escala e, a depender da dimensão do objeto modelado, compromete a qualidade do resultado; (2) a escolha do material PLA pode prejudicar a leitura visual de objetos impressos por apresentar leve transparência – no caso, o telhado e a base transpareceram o padrão do preenchimento interno do modelo (*honeycomb*); (3) o tempo elevado para impressão (8h:32m:39s) de uma peça reduzida (aproximadamente 12cm de comprimento); (4) o fácil acabamento da peça finalizada por se tratar de uma produção com material plástico.

Entretanto, foi possível elencar as contribuições que a impressão 3D trouxe para esta pesquisa, por confeccionar um produto físico que possibilitasse o resgate e a interpretação visual da igreja estudada, tais como: (1) manipulação livre do protótipo, permitindo percepção da edificação em vários pontos de vista; (2) entendimento da proporcionalidade entre os elementos construtivos da antiga Matriz; (3) possibilidade de compreensão entre a escala volumétrica da edificação e o usuário (representado por um calunga); (4) contribuição para o ensino da arquitetura religiosa evidenciando suas características formais; e (5) conhecimento do patrimônio possibilitada pela aproximação do usuário com a experimentação tátil da edificação, principalmente para as pessoas com deficiências visuais.

Logo, pode-se dizer que a aplicação das tecnologias digitais favorece a reconstrução 3D, física e digital, de um monumento arquitetônico demolido; e no caso desta pesquisa, os produtos obtidos conseguiram traduzir a potencialidade da reprodução visual da antiga Matriz, sendo de grande relevância para o entendimento, (re)conhecimento e conservação de uma história de longos anos.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa norteou-se através das possibilidades para a reconstrução 3D digital de um patrimônio arquitetônico não mais existente, buscando responder qual o caminho a ser percorrido para alcançar a reconstrução digital 3D de edificações inexistentes e que apresentassem escassez de informações.

Dentro da investigação foi possível observar que a recuperação da imagem do patrimônio arquitetônico já demolido apresenta dificuldades devido à escassez de informações e registros, mas tal processo é essencial para sua documentação além de permitir o resgate de seu valor histórico. Investigar trabalhos científicos correlatos que pudessem transparecer possibilidades sobre o assunto; contribuindo assim, com a definição de uma metodologia que alcançasse o objetivo proposto foi fundamental, uma vez que contribuiu para identificar as definições adotadas, as possibilidades e os recursos explorados na área de desenvolvimento desta pesquisa.

Isso fica claro em relação à compreensão do conceito e evolução do patrimônio cultural, bem como seu valor e importância para as pessoas. Percebe-se que ele foi ganhando notoriedade paralelamente à construção da identidade da sociedade em que estava inserido. Tornou-se também um campo amplo e dinâmico, por envolver a cultura humana e diversos períodos históricos, o que requer envolvimento multidisciplinar nos trabalhos de preservação e documentação.

Isso se torna ainda mais relevante, quando tratamos do patrimônio demolido, já que os estudos apontaram a importância de recuperar histórias perdidas como forma de resgate e salvaguarda da herança cultural. Por isso, a antiga Matriz Nossa Senhora da Vitória, como patrimônio capixaba que fora demolido, demonstrou ser um importante patrimônio a ser recuperado, por evidenciar a religiosidade de um povo e promover a história da capital capixaba em seus momentos históricos distintos.

Para que fosse possível recuperar a imagem da antiga Matriz de Vitória por meio da sua reconstrução, foi necessário pesquisar sua evolução histórica e analisar os aspectos arquitetônicos para compreender a última versão registrada. Para que dessa forma, fosse possível obter dados e informações suficientes para a sua reconstrução por meio de tecnologias digitais.

No processo de investigação das tecnologias digitais disponíveis para reconstrução do patrimônio demolido, observou-se que a maioria dos estudos analisados tratavam

de edificações existentes ou parcialmente existentes. Nestes casos, a possibilidade da aplicação de técnicas digitais de levantamento avançadas e precisas, como a tecnologia *Dense Stereo Matching*, utilizada para a reconstrução da ponte Plaka na Grécia, e o escaneamento a laser 3D para a Abadia de Cormery (França), não poderiam ser aplicadas para um patrimônio totalmente demolido, como é o caso do objeto de estudo desta pesquisa. Logo, para esse tipo de patrimônio (já demolido), as possibilidades tecnológicas para reconstrução 3D são restritas, ficando limitadas a obtenção de dados por meio de registros iconográficos e textuais. Especialmente nos casos de bens mais antigos, cuja consciência da importância da preservação do acervo ainda não era bem desenvolvida, ocorrendo apenas após a aplicação das Cartas Patrimoniais no século XX.

Após a análise e discussão de estudos correlatos, foi possível elaborar e aplicar uma metodologia para realizar a reconstrução 3D digital do objeto estudado. Auxiliada pela fotogrametria, obteve-se a modelagem geométrica digital 3D que possibilitou gerar os desenhos bidimensionais e a “cristalização” (CALVANO; GUADAGNOLI, 2016) do modelo pela impressão 3D. Os produtos proporcionaram resgatar a imagem do patrimônio estudado, evitando seu esquecimento e contribuindo com o (re)conhecimento do valor histórico e de rememoração da edificação original.

A reconstrução 3D de edificações inexistentes seria então um suporte à interpretação e ao contato visual de uma edificação que contribuiu com a história e identidade de um local. Embora a experiência e o contato com a arquitetura real sejam insubstituíveis, o fato de recuperar os registros e imagem do patrimônio inexistente contribui para sua documentação, valorização e conservação arquitetônica (OLIVEIRA, 2008).

Nesse contexto, as tecnologias digitais aplicadas nesta pesquisa favoreceram a elaboração dos desenhos das fachadas da antiga Matriz de Vitória, como contribuição para seu registro documental. Também o modelo 3D gerado proporciona, tanto a interação digital, quanto a percepção sensorial com o protótipo reduzido, permitindo novas relações com o patrimônio arquitetônico. Logo, reforça-se a contribuição desta pesquisa com a documentação para fins de registro e preservação história e valor da edificação estudada.

Após toda pesquisa aqui elaborada, propõe-se para trabalhos futuros que essa metodologia seja utilizada em outros monumentos arquitetônicos, colaborando com a

conservação do patrimônio cultural. Outra proposição é que esses estudos sejam aprofundados em relação à criação de plataformas digitais que favoreçam o acesso público dos materiais produzidos, o que vai ao encontro da “Carta para a Preservação do Patrimônio Digital” (UNESCO, 2003). Assim, incentiva-se o acesso aos arquivos digitais produzidos pelo público em geral, profissionais e instituições, no auxílio à educação, inclusão social e conscientização pública do valor do patrimônio.

Outra recomendação proposta é a continuação desta pesquisa para realização da reconstrução 3D digital do interior da antiga Matriz de Vitória, podendo ser associada à educação patrimonial quanto ao ensino da Arquitetura. Neste, o desenvolvimento prático das tecnologias digitais poderia ser aplicado em outras áreas, além do patrimônio arquitetônico, o que ampliaria os recursos didáticos das faculdades de arquitetura e até nas especializações em restauração.

Dessa forma, a utilização das tecnologias digitais no beneficiamento de novos meios de ensino, produção e divulgação das informações, favorece a aproximação e conhecimento das pessoas com o patrimônio cultural. A criação de plataformas digitais, por exemplo, poderia ser um meio de disponibilização dos dados gerados em pesquisas, bem como informações encontradas dos bens culturais. Um exemplo disso, é o *website* IPatrimônio<sup>21</sup> criado com a proposta de reunir e georreferenciar os bens tombados e registrados, para servir de canal informação à sociedade, ampliando o engajamento das pessoas nas ações patrimoniais.

O uso das tecnologias digitais no ensino da arquitetura pode envolver e relacionar as disciplinas, familiarizando o aluno com as possibilidades tecnológicas existentes. Possibilita, também, outras vantagens: o reconhecimento dos elementos arquitetônicos utilizados em cada período histórico, a compreensão das métricas (escala e proporção dos objetos), o ensino dos recursos tecnológicos (utilização dos *softwares* para modelagem geométrica, desenhos CAD, prototipagem e manuseio dos equipamentos). Com essas possibilidades, poderiam surgir novos espaços para projetos de pesquisa e extensão, criação de Laboratórios e grupos de pesquisas.

Outra recomendação para trabalhos futuros seria a aplicação prática do modelo digital 3D voltada aos passeios virtuais em favor da edificação e seu entorno. A criação de vídeos, imagens renderizadas, fotomontagens e até a inserção do próprio modelo

---

<sup>21</sup> Website: <http://www.ipatrimonio.org/>

tridimensional em ferramentas de GPS, como o Google Earth, valorizam e favorecem o (re)conhecimento da edificação até em sua inserção urbana.

Como visto, a produção de modelos digitais e físicos de patrimônios arquitetônicos demolidos contribui com a interpretação visual dos que não existem mais e desempenha um papel fundamental na compreensão e preservação patrimonial.

Assim sendo, a contribuição desta pesquisa por meio da disseminação da experimentação do processo de reconstrução 3D reforça a importância de se preservar o patrimônio cultural, em especial os monumentos arquitetônicos demolidos; além de favorecer o resgate e o (re)conhecimento de seus valores, como no caso da recuperação da imagem da antiga Matriz Nossa Senhora da Vitória, considerada uma das mais importantes igrejas da cidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, Borja Molero; BARBA, Salvatore; TORDESILLAS, Antonio Alvaro. *Documentación del patrimonio cultural. Método basado en la fusión de técnicas fotogramétricas y de escaneado óptico de triangulación*. **EGA Expression Grafica Arquitectonica**, Valencia, v. 21, n. 28, p. 236-245, set. 2016. Disponível em: <https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/view/6308> Acesso em: 05 jun. 2020

AMORIM, Arivaldo Leão. A documentação arquitetônica como uma atividade multi, inter e transdisciplinar. **PontodeAcesso**, Salvador, v.11, n.1, p.61-84, abr. 2017. Disponível em: <https://rigs.ufba.br/index.php/revistaici/article/view/23176/0> Acesso em: 20 abr. 2020.

AMORUSO, Giuseppe; MANTI, Andrea. A BIM for the identity of historic urban landscapes. Integrated applications of survey for the Certosa di Bologna architectural heritage2016. **Disegnarecon**, v. 09, n. 16, 2016. Disponível em: <http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/146> Acesso em: 10 jun. 2020.

ANDRYASYAN, Mesrop; MOYANO, Juan; NIETO-JULIÁN, Juan Enrique; ANTÓN, Daniel. From Point Cloud Data to Building Information Modelling: An Automatic Parametric Workflow for Heritage. **Remote sensing**, v. 12, n. 07, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/7/1094#cite> Acesso em: 14 jun. 2020

ARAUJO, Ana Paula Ribeiro de. DIGITAL HERITAGE: a aplicação das tecnologias digitais de informação e comunicação – TICS para a documentação do patrimônio material imóvel no brasil segundo as pesquisas realizadas nos últimos cinco anos. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO ARQUITETURA E DOCUMENTAÇÃO, 5 ed., 2017, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte: UFMG, 2017. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/arqdoc/59028-DIGITAL-HERITAGE--A-APLICACAO-DAS-TECNOLOGIAS-DIGITAIS-DE-INFORMACAO-E-COMUNICACAO--TICS-PARA-A-DOCUMENTACAO-DO-P>. Acesso em: 16 jun. 2020

BALESTRERO, Heribaldo L. Construção de igrejas pelos Jesuítas no ES. 2012. Disponível em: <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/construcao-de-igrejas-pelos-jesuistas-no-es.html>. Acesso em: 19 jun. 2020

BERMÚDEZ, Diego Porcuna; LLAVE, Ricardo Córdoba de la; CABRERA, Jerónimo Sanz; TUBÍO, Francisco de Paula Montes. *Metodología para la reconstrucción virtual interactiva en modo videojuego del patrimonio cultural. Aplicación al castillo medieval de Torreparedones (Baena)*. **EGA Expression Grafica Arquitectonica**, Valencia, v. 21, n. 28, p. 278-287, set. 2016. Disponível em:

<https://polipapers.upv.es/index.php/EGA/article/view/6305/6677> Acesso em: 05 jun. 2020

BIANCHINI, Carlo; INGLESE, Carlo; IPPOLITO, Alfonso. Il contributo della rappresentazione nel Building Information Modeling (BIM) per la gestione del costruito. **Disegnarecon**, v. 09, n. 16, 2016. Disponível em: <http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/152/135> Acesso em: 14 jun. 2020.

BIASE, Carolina Di. *La Carta de Venecia: cincuenta años después*. **Loggia, Arquitectura & Restauración**, [S. l.], n. 27, p. 24-41, jun. 2014. Disponível em: <https://polipapers.upv.es/index.php/loggia/article/view/3947/4103> Acesso em: 06 jun. 2020

BONICENHA, Wallace. **Devoção e Caridade**: As irmandades religiosas na cidade de Vitória-ES. Vitória: Multiplicidade, 2004

BOURDIEU, Pierre. **El sentido social del gusto**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno, 2010.

\_\_\_\_\_, Pierre. **Las estrategias de la reproducción social**. Buenos Aires: Siglo Veintiuno, 2011.

BRAGA, Gisele Pinna; PARIZ, Larissa; DALLABRIDA, Lucas; RIGO, Vanessa Mayer. A recriação virtual da Praça Tiradentes de 1940. IN: ARQDOC SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DOCUMENTAÇÃO DO PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS, 3., 2014, João Pessoa. **Anais [...]** João Pessoa: [s.n], 2014, p. 54-64. Disponível em: [https://www.up.edu.br/blogs/cadernoau/wp-content/uploads/sites/29/2016/08/2014\\_ARQdoc\\_Tiradentes.pdf](https://www.up.edu.br/blogs/cadernoau/wp-content/uploads/sites/29/2016/08/2014_ARQdoc_Tiradentes.pdf) Acesso em: 02 jun. 2020

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição [da] República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/consti/1988/constituicao-1988-5-outubro-1988-322142-publicacaooriginal-1-pl.html> Acesso em: 14 maio 2020.

CAD+ Softwares, 12 mar. 2021. Computador ideal para o SketchUp. Disponível em: <https://cadmaissoftwares.com.br/computador-ideal-para-o-sketchup>. Acesso em: 05 abr. 2021.

CALVANO, Michele; GUADAGNOLI, Francesca. 3D reconstruction of the city of Amatrice. Na “instant modelling” operation. **Disegnarecon**, v. 09, n. 17, 2016.

Disponível em:

<http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/222/165> Acesso em: 15 jun. 2020.

CANAL FILHO, Pedro (Org.); ANDRADE, Marcela Oliveira de; REIS, Fábio Paiva; COSTA, Bruno Blank. A Catedral Metropolitana de Vitória. In: \_\_\_\_\_. **Vitória em Monumentos Série 1**. 1. ed. Vitória: EDUFES, v. 5, 2010. Cap. 1, 76 p.

CARTA DE ATENAS. 1931. Disponível em:

<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201931.pdf> Acesso em: 15 maio 2020

CARTA DE LAUSANNE. 1990. Disponível em:

<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Lausanne%201990.pdf> Acesso em: 15 maio 2020

CARTA DE MACHU PICCHU. 1977. Disponível em:

<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Machu%20Picchu%201977.pdf> Acesso em: 15 maio 2020

CARTA DE WASHINGTON. 1986. Disponível em:

<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Washington%201986.pdf> Acesso em: 15 maio 2020

CAVALCANTI, Marina Russel Brandão. **Patrimônio Virtual: a reconstrução em 3D e a preservação do patrimônio cultural**. Dissertação (Mestrado em Preservação do Patrimônio Cultural) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em:

[http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/CAVALCANTI\\_Marina-Dissertacao\\_Mestrado.pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/CAVALCANTI_Marina-Dissertacao_Mestrado.pdf) Acesso em: 25 ago. 2020

CELE-KULA, 2020. Disponível em:

<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a78ca3f4c5f0393dfd35e7354cbd85a5/Cele-kulaNisBulevar-Dr-Zorana-Djindjicabb> Acesso em: 22 jun. 2020

CENTY, Bismarck Vladimir G. Todelo. *Caracterización del patrimonio cultural edificado como parte del desarrollo sostenible en la ciudad de chalchuapa, el Salvador*. **Inventum**, [S. l.], v. 11, n. 21, p. 73-89, dez. 2016. Disponível em:

<https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1452/1387> Acesso em: 06 jun. 2020

CHING, Francis D. K. **Dicionário visual de arquitetura**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

CHOAY, Françoise. **A alegoria do patrimônio**. 6ª ed. São Paulo: UNESP, 2017.

CLARO, Marcel Alessandro. **Transcrição e Reconstrução digital**: utopias possíveis de Sérgio Bernardes. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24619/1/Transcri%C3%A7%C3%A3oReconstru%C3%A7%C3%A3oDigital.pdf> Acesso em: 14 jun. 2020.

CLARO, Marcel Alessandro; RIBEIRO, Patrícia Pimenta Azevedo. Transcrição e Reconstrução digital - ferramentas na análise da arquitetura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6 ed., 2019, Uberlândia. **Anais [...]** Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 812-820. Disponível em:

[http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/075\\_transcricao\\_e\\_reconstrucao\\_68.pdf](http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/075_transcricao_e_reconstrucao_68.pdf) Acesso em: 14 jun. 2020

COELHO, Luiz; BRITO, Jorge Nunes. **Fotogrametria Digital**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2007. Disponível em: [http://files.labtopope.webnode.com/200000166-592785a262/APOSTILA\\_FOTOGAMETRIA\\_DIGITAL\\_UERJ\\_2009.pdf](http://files.labtopope.webnode.com/200000166-592785a262/APOSTILA_FOTOGAMETRIA_DIGITAL_UERJ_2009.pdf) Acesso em: 09 maio 2020.

COLE, Emily. **História ilustrada da arquitetura**. São Paulo: Publifolha, 2014.

CORMERY, França. 2013. Disponível em:

[https://www.google.com/maps/@47.2689266,0.8365245,3a,60y,261.22h,107.28t/data=!3m6!1e1!3m4!1siNq\\_TfSpWXkOjTXiccHsrw!2e0!7i13312!8i6656](https://www.google.com/maps/@47.2689266,0.8365245,3a,60y,261.22h,107.28t/data=!3m6!1e1!3m4!1siNq_TfSpWXkOjTXiccHsrw!2e0!7i13312!8i6656) Acesso em: 20 jun. 2020

CRONOLOGIA - Vitória, 2016. Disponível em:

<http://www.estacaocapixaba.com.br/2016/01/cronologia.html> Acesso em: 20 jun. 2020.

DAEMON, Basílio Carvalho. **Província do Espírito Santo**: sua descoberta, história cronológica, sinopse e estatística. 2. Ed. Vitória: Secretaria de Estado da Cultura; Arquivo Público do Estado do Espírito Santo, 2010. Disponível em:

[https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Livros/Provincia\\_do\\_espirito\\_santo.pdf](https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Livros/Provincia_do_espirito_santo.pdf) Acesso em: 19 jun. 2020

DERENZI, Luiz Serafim. **Logradouros antigos de Vitória**, 1965. Disponível em: <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/logradouros-antigos-de-vitoria-por-serafim-derenzi.html> Acesso em: 20 jun. 2020

ELTON, Elmo. Diocese do Espírito Santo: 90 anos. 1987. Disponível em: <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/diocese-do-espírito-santo-90-anos-por-elmo-elton.html>. Acesso em: 19 jun. 2020

ESCUADERO, Lorena. *El Patrimonio como recurso de desarrollo turístico*. **Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca**, v. 04, n. 06, p. 89-92, jun. 2015. Disponível em: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/833> Acesso em: 06 jun. 2020

FUNARI, Pedro Paulo; PELEGRINI, Sandra C.A. **Patrimônio Histórico e Cultural** [Minha Biblioteca]. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2006. Disponível em: [https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788537802489/cfi/6/2\[vnd.vst.idref=body001\]](https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788537802489/cfi/6/2[vnd.vst.idref=body001]) Acesso em: 08 mar. 2020

GROETELAARS, Natalie Johanna. **Criação de modelos BIM a partir de “Nuvens de pontos”**: estudo de métodos e técnicas para documentação arquitetônica. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: [https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/20220/1/T\\_Natalie%20Groetelaars.pdf](https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/20220/1/T_Natalie%20Groetelaars.pdf) Acesso em: 09 maio 2020.

GROETELAARS, Natalie Johanna; AMORIM, Arivaldo Leão. A Fotogrametria digital na documentação do patrimônio arquitetônico. In: FÓRUM PATRIMÔNIO: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, 1. Ed, 2008, Belo Horizonte. **Fórum [...]**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008, v. 2, n.2, pg. 92-105. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275891937\\_A\\_FOTOGRAMETRIA\\_DIGITAL\\_NA\\_DOCUMENTACAO\\_DO\\_PATRIMONIO\\_ARQUITETONICO](https://www.researchgate.net/publication/275891937_A_FOTOGRAMETRIA_DIGITAL_NA_DOCUMENTACAO_DO_PATRIMONIO_ARQUITETONICO) Acesso em: 15 ago. 2020

GROETELAARS, Natalie Johanna; AMORIM, Arivaldo Leão. Dense Stereo Matching (DSM): conceitos, processos e ferramentas para criação de nuvens de pontos por fotografias. In: SIGRADI 2012: CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL, 16 ed., 2012, Fortaleza. **Anais [...]** Fortaleza: SIGRADI, 2012, pg. 361-365. Disponível em: [http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2012\\_95.content.pdf](http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2012_95.content.pdf) Acesso em: 15 set. 2020

IMPRESSORA Sethi3D AiP – 1.75mm, 2021. Disponível em:  
<https://www.sethi3d.com.br/produto/imprensa-sethi3d-aip.html>. Acesso em: 05 abr. 2021.

IPHAN. **Fachada principal da Matriz de Vitória**, 2020. Disponível em:  
[http://acervodigital.iphan.gov.br/xmlui/handle/123456789/23186?discover?rpp=10&etal=0&query=matriz+de+vit%C3%B3ria&filtertype\\_0=spatial&filter\\_relational\\_operator\\_0>equals&filter\\_0=Vit%C3%B3ria%2C+Esp%C3%ADrito+Santo+%28ES%29](http://acervodigital.iphan.gov.br/xmlui/handle/123456789/23186?discover?rpp=10&etal=0&query=matriz+de+vit%C3%B3ria&filtertype_0=spatial&filter_relational_operator_0>equals&filter_0=Vit%C3%B3ria%2C+Esp%C3%ADrito+Santo+%28ES%29)  
Acesso em: 25 junho 2020

KOUMITZOGLOU, T.; STATHOPOULOU, EK; AGRAFIOTIS, P.;  
GEORGOPOULOS, A. Image-based 3D reconstruction data as an analysis and documentation tool for architects: the case of Plaka Bridge in Greece. In: ISPRS, v. XLII-2/W3, 2017, Nafplio, Greece. **Anais [...]** p. 391-397. Disponível em:  
<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017ISPAr42W3..391K/abstract> Acesso em: 15 jun. 2020

LE GOFF, Jacques. **História e Memória**. Campinas, Editora da UNICAMP, 1990. Disponível em: <https://www.ufrb.edu.br/ppgcom/images/Hist%C3%B3ria-e-Mem%C3%B3ria.pdf> Acesso em: 12 maio 2020.

LETELLIER, Robin. **Recording, Documentation, and Information Management for the Conservation of Heritage Places: Guiding Principles**. Los Angeles: J. Paul Getty Trust, 2007.

MANFARDINI, Anna Maria; RUSSO, Michele. Dal rilievo alle rappresentazioni ad alta risoluzione dello spazio architettonico continuo. Il caso di studio del complesso dell'Abbazia di Pomposa. **Disegnarecon**, L'Aquila, v. 8, n. 14, p. 1-12, dez. 2015. Disponível em:  
<http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/41> Acesso em: 20 jun. 2020

MENDES, Francisco Roberval; VERÍSSIMO, Francisco; BITTAR, William. **Arquitetura no Brasil: de Cabral a Dom João VI**. Rio de Janeiro: Imperial Novo Milênio, 2011.

MOTTA, Lia; REZENDE, Maria Beatriz. Inventário. In: GRIECO, Bettina; TEIXEIRA, Luciano; THOMPSON, Analucia (Orgs). **Dicionário IPHAN de Patrimônio Cultural**. 2. Ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, Brasília: IPHAN/DAF/Copedoc, 2016. (termo-chave Inventário). Disponível em:  
<http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Invent%C3%A1rio%20pdf.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

NEVES, Maria Clara Medeiros Santos. **Cronologia – Vitória**, 2016. Disponível em: <http://www.estacaocapixaba.com.br/2016/01/cronologia.html> Acesso em: 20 jun. 2020.

NOGUEIRA, Fabiano M. S.; AMORIM, Arivaldo L. Reconstrução Digital: a materialização em meio digital da herança cultural. In: SIMPÓSIO CIENTÍFICO DO ICOMOS BRASIL, 3., 2019, Belo Horizonte. **Anais [...]** Belo Horizonte (MG) Centro de Atividades Didáticas 2 – CAD2 | Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2019. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iisimposioicomosbrasil/150885-reconstrucao-digital-a-materializacao-em-meio-digital-da-heranca-cultural/> Acesso em: 02 jun. 2020

OLIVEIRA, Mário Mendonça de. **A documentação como ferramenta da preservação da memória: cadastro, fotografia, fotogrametria e Arqueologia**. Brasília, DF: IPHAN / Programa Monumenta, 2008a. Disponível em: [http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/CadTec7\\_DocumentacaoComoFerramenta\\_m\(2\).pdf](http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/CadTec7_DocumentacaoComoFerramenta_m(2).pdf). Acesso em: 15 jun. 2020.

OLIVEIRA, José Teixeira de. **História do Estado do Espírito Santo**. 3. Ed. Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo: Secretaria de Estado da Cultura, 2008b. Disponível em: [https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Livros/Livro\\_Historia\\_ES.pdf](https://ape.es.gov.br/Media/ape/PDF/Livros/Livro_Historia_ES.pdf) Acesso em: 15 jun. 2020.

OPGENHAFFEN, L.; SEPERS, M. H. 3D modelling: crossing traditional boundaries between different research áreas. In: ISPRS, v. XL-5/W4, 2015, Avila, Espanha. **Anais [...]** p. 411-414. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XL-5-W4/411/2015/> Acesso em: 06 jun. 2020

PÉREZ, Julia Rey. *Del patrimonio como objeto arquitectónico hacia la patrimonialización del paisaje: Un recorrido por las Cartas y Textos internacionales del Patrimonio Cultural*. **Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca**, v. 06, n. 10, p. 35-48, jun. 2017. Disponível em: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/1120/968> Acesso em: 06 jun. 2020

POUYET, T. *Multiple 3d approaches for the architectural study of the Medieval abbey of cormery in the loire valley*. In: ISPRS, v. XLII-2/W3, 2017, Nafplio, Grécia. **Anais [...]** p. 581-585. Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2017ISPAr42W3..581P/abstract> Acesso em: 15 jun. 2020

PRIETO, Julián de la Fuente; PEREA, Enrique Castaño; ARROYO, Félix Labrador. *Augmented reality in architecture: rebuilding archeological heritage*. In: ISPRS, v. XLII-2/W3, 2017, Nafplio, Greece. **Anais [...]** p. 311-315. Disponível em: <https://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLII-2-W3/311/2017/> Acesso em: 06 jun. 2020

PUPPO, Regiane Trevisan. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas/SP, v. 1, n. 3, p. 80–98, 2008. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634511> Acesso em: 24 jan. 2021

PUPPO, Regiane Trevisan; CELANI, Maria Gabriela C.. Prototipagem rápida e fabricação digital na Arquitetura: fundamentação e formação. In: KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R. D.; FABRÍCIO, Márcio M. (Orgs.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, v.1, p. 470-485.

RESCO, Pablo Aparicio; FIGUEROA, Freddy Espinoza; ULLAURI, María del Cisne Aguirre; CORONEL, Paulina Mejía; JARA, Cristian Matovelle. *Fotogrametría digital para el levantamiento 3D del sitio arqueológico de Todos Santos, Cuenca (Ecuador)*. **Estoa, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca**, v. 07, n. 13, p. 25-35, jul.-dez 2018. Disponível em: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/1897/1385> Acesso em: 06 jun. 2020

RIEGL, Alois. **O culto moderno dos monumentos: a sua essência e a sua origem**. São Paulo: Perspectiva, 2014.

ROCHA, Tiago Bittencourt; PORSANI, Rodolfo Nucci; HELLMEISTER, Luiz Antônio Vasques; FONTES, Maria Solange Gurgel de Castro. Representação gráfica do patrimônio arquitetônico através de escaneamento e impressão 3D. In: ANDRADE, Darly Fernando. **Educação no Século XXI – Volume 12 – Artes & Design**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2019, pg. 36-46. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334062918\\_Educacao\\_no\\_Seculo\\_XXI\\_-\\_Volume\\_12\\_-\\_Artes\\_Design](https://www.researchgate.net/publication/334062918_Educacao_no_Seculo_XXI_-_Volume_12_-_Artes_Design) Acesso em: 24 jan. 2021

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

\_\_\_\_\_, Milton. **Técnica, espaço e Tempo: globalização e meio técnico-científico-informacional**. 5. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.

SCHLEE, Andrey de Aspiazu; MEDEIROS, Ana Elisabete de Almeida. As intervenções contemporâneas em bens culturais patrimonializados. O caso de Portugal. **Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo**, n. 22, p. 182-195, 17 dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/25732/22622> Acesso em: 07 jun. 2020

TOSIC, Zlata; KRASIĆ Sonja; VELJKOVIĆ Milica; KOSTIĆ Bogdan. 3D modeling of architectural structure by photogrammetry method - a case study "ćeke-kula" in NIŠ. **JIDEG – Journal of Industrial Design and Engineering Graphics**, [S. l.], v. 12, n. 01, p. 27-32, 2017. Disponível em: <http://sorging.ro/jideg/index.php/jid/article/view/315> Acesso em: 20 jun. 2020

UNESCO. **Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural**, 1972. Disponível em: <http://whc.unesco.org/archive/convention-pt.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

\_\_\_\_\_. **Carta sobre la preservación del patrimonio digital**. 2003. Disponível em: [http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL\\_ID=17721&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/es/ev.php-URL_ID=17721&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html). Acesso em: 15 maio 2020.

VERDIANI, Giorgio. From the archaeological reality to the digital reconstruction: na architectural drawing challenge. **Disegnarecon**, L'Aquila, v. 10, n. 19, p. 1-13, dez. 2017. Disponível em: <http://disegnarecon.univaq.it/ojs/index.php/disegnarecon/article/view/287> Acesso em: 20 jun. 2020

VOLPATO, Neri (Ed.). **Prototipagem Rápida: Tecnologias e aplicações**. [Minha Biblioteca] São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2006. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215059/cfi/0!4/2@100:0.0> Acesso em: 20 fev. 2021

VRANICH, Alexei. Reconstructing ancient architecture at Tiwanaku, Bolivia: the potential and promise of 3D printing. **Heritage Science**, Berkeley, v. 6, p. 1-20, 2018. Disponível em: <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-018-0231-0#citeas> Acesso em: 15 jun. 2020

VILLELA, Ana Teresa Cirigliano. **Técnicas retrospectivas, restauração e patrimônio histórico**. Londrina: Editora e Distribuidora S.A., 2017.

## APÊNDICE A – QUADRO TEÓRICO DO ESTADO DA ARTE

ITEM	ANO	AUTORES		TÍTULO	LOCAL
		Sobrenome	Nome		
1	2016	Alonso	Borja Molero	Documentación del patrimonio cultural. Método basado en la fusión de técnicas fotogramétricas y de escaneado óptico de triangulación	EGA - Expresión gráfica arquitectónica
		Barba	Salvatore		
		Tordasilhas	Antonio Alvaro		
2	2016	Bermúdez	Diego Porcuna	METODOLOGÍA PARA LA RECONSTRUCCIÓN VIRTUAL INTERACTIVA EN MODO VIDEOJUEGO DEL PATRIMONIO CULTURAL. Aplicación al castillo medieval de Torreparedones (Baena)	EGA - Expresión gráfica arquitectónica
		Llave	Ricardo Córdoba de la		
		Cabrera	Jerónimo Sanz		
		Tubío	Francisco de Paula Montes		
3	2014	Biase	Carolina di	La Carta de Venecia: cincuenta años después	LOGGIA
4	2016	Centy	Bismarck Vladimir G. Toledo	CARACTERIZACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO COMO PARTE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE CHALCHUAPA, EL SALVADOR	Inventum
5	2015	Escudero	Lorena	El Patrimonio como recurso de desarrollo turístico	ESTOA - Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca
6	2017	Pérez	Julia Rey	Del patrimonio como objeto arquitectónico hacia la patrimonialización del paisaje: Un recorrido por las Cartas y Textos internacionales del Patrimonio Cultural	ESTOA - Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca
7	2017	Pietro	J. de la Fuente	AUGMENTED REALITY IN ARCHITECTURE: REBUILDING ARCHEOLOGICAL HERITAGE	ISPRS, v. XLII-2/W3, 2017, Nafplio, Greece
		Perea	E. Castaño		
		Arroyo	F. Labrador		

ITEM	ANO	AUTORES		TÍTULO	LOCAL
		Sobrenome	Nome		
8	2018	Resco	Pablo Aparicio	Fotogrametría digital para el levantamiento 3D del sitio arqueológico de Todos Santos, Cuenca (Ecuador)	ESTOA - Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca
		Figueroa	Freddy Espinoza		
		Ullauri	María del Cisne Aguirre		
		Coronel	Paulina Mejía		
		Jara	Cristian Matovelle		
9	2018	Schlee	Andrey de Aspiazu	As intervenções contemporâneas em bens culturais patrimonializados. O caso de Portugal.	Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo
		Medeiros	Ana Elisabete de Almeida		
10	2017	Mileto	Camilla	Preserving Heritage with Tomorrow's Technologies: Trials, Errors, and Criteria	APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology
		Vegas	Fernando		
11	2016	Amoruso	Giuseppe	A BIM for the identity of historic urban landscapes. Integrated applications of survey for the Certosa di Bologna architectural heritage	Disegnarecon
		Manti	Andrea		
12	2016	Calvano	Michele	3D reconstruction of the city of Amatrice. An "instant modelling" operation	Disegnarecon
		Guadagnoli	Francesca		
13	2020	Andriasyan	Mesrop	From Point Cloud Data to Building Information Modelling: An Automatic Parametric Workflow for Heritage	Remote Sensing
		Moyano	Juan		
		Nieto-Julián	Juan Enrique		
		Antón	Daniel		
14	2017	Pouyet	T.	Multiple 3d approaches for the architectural study of the Medieval abbey of cormery in the loire valley	ISPRS, v. XLII-2/W3, Nafplio, Greece
15	2018	Vranich	Alexei	Reconstructing ancient architecture at Tiwanaku, Bolivia: the potential and promise of 3D printing	Heritage Science
16	2016	Bianchini	Carlo	Il contributo della Rappresentazione nel Building Information Modeling (BIM) per la gestione del costruito	Disegnarecon
		Inglese	Carlo		
		Ippolito	Alfonso		

ITEM	ANO	AUTORES		TÍTULO	LOCAL
		Sobrenome	Nome		
17	2015	Opgenhaffen	L.	3D modelling: crossing traditional boundaries between different research áreas	ISPRS, v. XL-5/W4, Avila, Spain
		Sepers	M. H.		
18	2015	Manferdini	Anna Maria	Dal rilievo alle rappresentazioni ad alta risoluzione dello spazio architettonico continuo. Il caso di studio del complesso dell'Abbazia di Pomposa	Disegnarecon
		Russo	Michele		
19	2017	Tošić	Zlata	3D modeling of architectural structure by photogrammetry method - a case study "čele-kula" in NIŠ	JIDEG - Journal of Industrial Design and Engineering Graphics
		Krasić	Sonja		
		Veljković	Milica		
		Kostić	Bogdan		
20	2017		T.	Image-based 3D reconstruction data as na analysis and documentation tool for arhitects: the case of Plaka Bridge in Greece	ISPRS, v. XLII-2/W3, Nafplio, Greece
		Stathopoulou	E. K.		
		Agrafiotis	P.		
		Georgopoulos	A.		
21	2017	Verdiani	Giorgio	From the archaeological reality to the digital reconstruction: na architectural drawing challenge	Disegnarecon
22	2019	Grilli	Eleonora	Classification of 3D Digital Heritage	Remote Sensing
		Remondino	Fabio		
23	2017	Claro	Marcel Alessandro	Transcrição e reconstrução digital: utopias possíveis de sergio bernardes.	Dissertação