

CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO – UNISALES

GABRIEL RODRIGUES NEVES RAPKE

A PROTOTIPAGEM E SEU USO NO CAMPO DO RESTAURO ARQUITETÔNICO

A IMPRESSÃO 3D COM FILAMENTO POLIÁCIDO LÁCTICO (PLA) COMO FORMA
DE DOCUMENTAÇÃO ARQUITETÔNICA DA FACHADA PRINCIPAL DA IGREJA DE
NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA DO ESPÍRITO SANTO

GABRIEL RODRIGUES NEVES RAPKE

A PROTOTIPAGEM E SEU USO NO CAMPO DO RESTAURO ARQUITETÔNICO

A IMPRESSÃO 3D COM FILAMENTO POLIÁCIDO LÁCTICO (PLA) COMO FORMA
DE DOCUMENTAÇÃO ARQUITETÔNICA DA FACHADA PRINCIPAL DA IGREJA DE
NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA NO ESPÍRITO SANTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro
Universitário Salesiano de Vitória/ES– UNISALES,
como requisito obrigatório para obtenção do título de
graduação em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Alexandre B. Martins Alves

GABRIEL RODRIGUES NEVES RAPKE

A PROTOTIPAGEM E SEU USO NO CAMPO DO RESTAURO ARQUITETÔNICO

**A IMPRESSÃO 3D COM FILAMENTO POLIÁCIDO LÁCTICO (PLA) COMO
FORMA DE DOCUMENTAÇÃO ARQUITETÔNICA DA FACHADA PRINCIPAL
DA IGREJA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA DO ESPÍRITO
SANTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário Salesiano de Vitória/ES
- UNISALES, como requisito obrigatório para obtenção do título de graduação em Arquitetura
e Urbanismo.

Aprovado em _____ de _____ de 2021, por:

Prof. Me. Alexandre Bessa Martins Alves— Orientador

Prof.^a. Me. Anna Karine de Queiroz Costa Bellini

Prof. Dr. Bruno Massara Rocha

AGRADECIMENTOS

A Deus e as forças do universo, por ter permitido que eu tivesse saúde e determinação para não desanimar.

A minha família por todo o apoio que muito contribuíram para que chegasse até aqui. Meu muito obrigado a minha mãe, meu padrasto, meu pai, minha madrasta, minha tia Cecília, meu tio Ernandes e a minha Vó Luzia, que sempre acreditaram nos meus sonhos e me apoiaram incondicionalmente ao longo da vida.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiências que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando. Agradeço aqui com carinho especial a amiga, colega de curso e confidente Karolina Fontes, que me apoiou e caminhou junto comigo na busca deste sonho.

Aos amigos que fiz na Bolívia onde esse sonho se iniciou.

Agradeço ao meu companheiro de vida Cristiano, que ao longo desta caminhada esteve comigo me apoiando e incentivando.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Ao professor Alexandre, por ter sido meu orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e paciência, obrigado por ter acreditado na temática proposta para este trabalho e por ter me impulsionado a fazer esta entrega.

“Para intervir é necessário conhecer.”

(BARDESCHI, 2009, p.130)

RESUMO

Neste trabalho de conclusão de curso (TCC), será demonstrado o uso da prototipagem, por meio de impressão 3d, no campo do restauro e do patrimônio histórico. A pesquisa inicia-se com a fundamentação teórica dos conceitos e problemáticas inerentes e pertinentes ao projeto de restauro. A discussão na segunda parte deste trabalho, volta-se aos métodos e avanços da representação gráfica arquitetônica em projeto de restauro. Em sua terceira parte, propende o debate ao tema específico deste TCC, a prototipagem de projetos e obras arquitetônicas, demonstrando os avanços tecnológicos dos equipamentos de prototipagem e os diferentes equipamentos disponíveis no mercado. A penúltima parte deste trabalho foi dedicada a apresentar nosso objeto de experimento de pesquisa, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha no Espírito Santo, apresentando a influência e relevância desta edificação para a História do Brasil Colonial, até as intervenções físicas que passou. A finalização deste trabalho se dá com o levantamento arquitetônico da Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha, onde foi realizado o método convencional por instrumento de trenas e anotações, o levantamento secundário junto a Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo e o levantamento por escaneamento com auxílio do aplicativo de celular (POLYCAM). Após a conclusão destes levantamentos foi realizado a análise da qualidade e viabilidade do uso destes dados/arquivos para a prototipagem na impressora 3d. Para tornar mais didática todas as etapas e métodos aplicados neste trabalho, foram anexadas as fotografias das etapas de levantamento de campo, das ferramentas e equipamentos utilizados, “prints” das telas dos programas utilizados.

Palavra chave: Maquete, protótipo, Levantamento digital, Escaneamento 3D, Impressão 3D, Patrimônio

Abstract

In this course conclusion work (TCC), the use of prototyping, through 3d printing, in the field of restoration and historical heritage will be addressed. A research begins with the theoretical foundation of the concepts and issues inherent and relevant to the restoration project. The discussion in the second part of this work turns to the methods and advances of architectural graphic representation in restoration projects. In its third part, the debate focuses on the specific theme of this TCC, a prototyping of architectural projects and works, demonstrating the technological advances of prototyping equipment and the different equipment available on the market. The penultimate part of this work was dedicated to presenting our object of research experiment, the Church of Our Lady of the Rosary in Prainha in Vila Velha in Espírito Santo, influences the influence and professional of this building for the History of Colonial Brazil, to the physical operations that passed. The completion of this work takes place with the architectural survey of the Church of Our Lady of the Rosary in Prainha in Vila Velha, where the conventional method was carried out using a conventional instrument of measuring tapes and notes, the secondary survey with the Superintendence of the National Artistic Historical Heritage Institute in Espírito Santo and the survey by scanning with the help of the cell phone application (POLYCAM). Upon completion of these surveys, an analysis of the quality and feasibility of using these data/files for prototyping on the 3d printer was carried out. To make all the steps and working methods in this work more didactic, photographs of the steps of the field survey, of the tools and equipment used, "prints" of the screens of the programs used were attached.

Keywords: Mockup, Prototype, Digital Survey, 3D Scanning, 3D Printing, Heritage

FIGURAS

Figura 1 - Primeira impressora 3D comercializada da empresa 3D Systems	43
FIGURA 2 - PROCESSO DE IMPRESSÃO EM UMA IMPRESSORA DE TECNOLOGIA.....	44
FIGURA 3 - DIAGRAMA DESENHOS CARTESIANOS E DELTA	45
<i>FIGURA 4- ENDER-3</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 5 - CR-10 V3</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 6 - ENDER-3 MAX.....</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 7 - ENDER- 3 V2</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 8 - ENDER - 5 PRO</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 9 - BLUER V2</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 10 - MEGA</i>	<i>46</i>
<i>FIGURA 11 - ATTO</i>	<i>46</i>
FIGURA 12 - DIAGRAMA QUE ILUSTRA A IMPRESSÃO 3D FDM.....	47
FIGURA 13 - CARRETEIS DE FILAMENTO	48
FIGURA 14 - DESEMBARQUE DE VASCO FERNANDES COUTINHO NA PRAINHA.	52
FIGURA 15 - CONSTRUÇÃO DA CAPELA DO ROSÁRIO.	54
FIGURA 16 - CERTIDÃO DE TOMBAMENTO DA IGREJA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO, 1950.	56
FIGURA 17 - MATÉRIA DO JORNAL	57
FIGURA 18 - ENTORNO DA IGREJA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO.....	59

FIGURA 19 - PLANTA BAIXA DO 1º E 2º PISO DA IGREJA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO.	60
FIGURA 20 - FACHADAS DA IGREJA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO.	61
FIGURA 21 - ÍCONE DO APLICATIVO POLYCAM.....	65
FIGURA 22 - ÍCONE DO APLICATIVO 3D SCANNER APP.....	65
FIGURA 23 - ÍCONE DO APLICATIVO LIDAR SCANNER 3D.	65
FIGURA 24 - IPHONE 11. FONTE: APPLE.COM.....	66
FIGURA 25 - IPAD 8ª GERAÇÃO.	66
FIGURA 26 - TRENA DIGITAL BOSCH GLM 40.	66
FIGURA 27 -PLACA TURÍSTICA DO IMÓVEL.....	69
FIGURA 28 - FACHADA FRONTAL E LATERAL ESQUERDA.	69
FIGURA 29 - FACHADA DOS FUNDOS.	69
FIGURA 30 - FACHADA DO FUNDOS E LATERAL DIREITA.	69
FIGURA 31 - DETALHE APROXIMADO DA VOLUTA E DO PINÁCULO DA LATERAL DIREITA DO FRONTÃO DA FACHADA FRONTAL.	69
FIGURA 32 - DETALHE APROXIMADO DO FRONTÃO DA FACHADA FRONTAL.....	69
FIGURA 33 - FACHADA LATERAL DIREITA E FRONTAL.....	69
FIGURA 34 - FACHADA FRONTAL.	69
FIGURA 35 -ANOTAÇÕES FEITAS, REFERENTE AS ALTURAS DOS ELEMENTOS DA FACHA PRINCIPAL.	71
FIGURA 36 - ANOTAÇÕES FEITAS, REFERENTE AS PRINCIPAIS DIMENSÕES DOS ELEMENTOS DA FACHADA.	71

FIGURA 37 - TELA DE INICIALIZAÇÃO DO APLICATIVO POLYCAM.	72
FIGURA 38 - TELA DE LOGIN OU CADASTRAMENTO DO APLICATIVO POLYCAM.	72
FIGURA 39- TELA DE CAPTURA DE IMAGENS DO APLICATIVO POLYCAM.....	72
FIGURA 40 - DETALHE DA FALTA DE DETALHAMENTO NO ESCANEAMENTO DA CRUZ DA FACHADA PRINCIPAL.	73
FIGURA 41 - PRINT DO PRIMEIRO ESCANEAMENTO.....	73
FIGURA 42 - DETALHE DA FACHADA COM PORTAS E JANELAS ABERTA.	74
FIGURA 43 - PRINT DO SEGUNDO ESCANEAMENTO.....	74
FIGURA 44 - DETALHE DOS ERROS NO ESCANEAMENTO DA FACHADA LATERAL DIREITA.	74
FIGURA 45 - PRINT DO TERCEIRO ESCANEAMENTO.	74
FIGURA 46 - DETALHE DO 4º ESCANEAMENTO FRONTAL, SEM A CRUZ.	75
FIGURA 47 - PRINT DO 4º ESCANEAMENTO.....	75
FIGURA 48 - DIMENSÕES DO PORTAL DA FACHADA PRINCIPAL NO SEGUNDO ESCANEAMENTO (= 0,29 METROS)	76
FIGURA 49 - DIMENSÕES DO PORTAL DA FACHADA PRINCIPAL NO SEGUNDO ESCANEAMENTO (= 0,67 METROS)	76
FIGURA 50 - PRINT DO 4º ESCANEAMENTO SEM SUAVIZAR AS ARESTAS NO SKETCHUP	77
FIGURA 51 - PRINT DO 4º ESCANEAMENTO SUAVIZANDO AS ARESTAS NO SKETCHUP	77
FIGURA 52 - 4º ESCANEAMENTO IMPORTADO NO SOFTWARE CURA.....	78
FIGURA 53 - PRINT DO "PRÉ-VISUALIZAR" DO CURA.	78

FIGURA 54 - PRINT DO FRONTAL MODELADO INTEGRALMENTE NO SKETCHUP, IMPORTADO PARA O CURA.	79
FIGURA 55 - PRINT DA FOTOGRAFIA EM FORMATO JPG, IMPORTADA PARA O CURA.	79
FIGURA 56 - PRINT DO PINÁCULO, MODELADO INTEGRALMENTE NO SKETCHUP, IMPORTADA PARA O CURA.	79
FIGURA 57 - PRINT DA FACHADA MODELADA INTEGRALMENTE NO SKETCHUP, IMPORTADA PARA O CURA	79
FIGURA 58 - PRINT DO PRÉ-VISUALIZAR DA MODELAGEM DO PINÁCULO.	81
FIGURA 59 - PRINT DO PRÉ-VISUALIZAR DA MODELAGEM DA PARTE INFERIOR DA FACHADA PRINCIPAL.	81
FIGURA 60 - PRINT DO PRÉ-VISUALIZAR DA MODELAGEM DO FRONTÃO (MAIOR RESOLUÇÃO) .	81
FIGURA 61 - PRINT DO PRÉ-VISUALIZAR DA MODELAGEM DO FRONTÃO (MENOR RESOLUÇÃO) .	81
FIGURA 62 - PRINT DO PRÉ-VISUALIZAR DA FOTO DA FACHADA PRINCIPAL.	81
FIGURA 63 - FOTO DA PARTE INFERIOR DA FACHADA PRINCIPAL APÓS O TERMINO DA IMPRESSÃO.	82
FIGURA 64 - PINÁCULO IMPRESSO.	83
FIGURA 65 - PARTE INFERIOR DA FACHADA IMPRESSA.	84
FIGURA 66 - FRONTÃO DE MAIOR RESOLUÇÃO IMPRESSO.	85
FIGURA 67 - FRONTÃO DE MENOR RESOLUÇÃO IMPRESSO.	86
FIGURA 68 - FOTO DA FACHADA IMPRESSA.	87

QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS IMPRESSORAS 3D	45
QUADRO 2 - COMPARAÇÃO VISUAL DAS IMPRESSORAS 3D.....	46
QUADRO 3 - COMPARAÇÃO DOS DIFERENTES FILAMENTOS.....	49
QUADRO 4 - FASES DO EXPERIMENTO DO USA DA IMPRESSÃO 3D EM PROJETOS DE RESTAURO.	63
QUADRO 5 - COMPARATIVO GERAL, DOS APLICATIVOS DE TECNOLOGIA DE ESCANEAMENTO DE OBJETOS TESTADOS PARA ESTE TRABALHO.	64
QUADRO 6 - FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS EMPREGADOS EM CADA MÉTODO DO LEVANTAMENTO DE CAMPO	65
QUADRO 7 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DOS SOFTWARES UTILIZADOS NESTE TRABALHO	66
QUADRO 8 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DA IGREJA NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO.....	69
QUADRO 9 - ANOTAÇÕES REALIZADAS NO LEVANTAMENTO DE DADOS	71
QUADRO 10 - RESULTADO DO ESCANEAMENTO DA IGREJA, NO DIA 22 DE AGOSTO DE 2021, COM O APLICATIVO POLYCAM.	73
QUADRO 11 - RESULTADO DO ESCANEAMENTO DA IGREJA, NO DIA 25 DE SETEMBRO DE 2021, COM O APLICATIVO POLYCAM	75
QUADRO 12 - ARQUIVOS IMPRESSOS E CONFIGURAÇÕES APLICADAS.....	80

SIGLAS E ABREVIATURAS

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional

PLA – Políácido láctico

CAD – Desenho Assistido por Computador

SLA – Estereolitografia

FDM – Modelagem de deposição fundida

mm/s – Milímetro por segundo

ABS – Acrilonitrila Butadieno Estireno

PETG – Politereftalato de etileno com glycol

PDF – Portable Document Format, tradução: Formato de documento portátil

PNG - Portable Network Graphics, tradução: gráficos portáteis de rede.

DWG – DraWinG format, tradução: Formato de desenho

C° - Graus Celsius

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO.....</u>	<u>25</u>
1.1. OBJETIVO.....	26
1.1.1. OBJETIVO GERAL.....	26
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
1.1.3. JUSTIFICATIVA	27
<u>2. O PROJETO DE RESTAURO.....</u>	<u>29</u>
2.1. TEORIA DO ANTIINTERVENCIONISMO	31
2.2. A TEORIA INTERVENCIONISTA.....	34
2.3. A POSIÇÃO CENTRAL OU CRÍTICO-CONSERVATIVA E CRIATIVA.....	35
2.4. LEGISLAÇÃO VIGENTE SOBRE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO	
36	
<u>3. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E TEXTUAL ARQUITETÔNICA</u>	<u>39</u>
<u>4. CONCEITUALIZAÇÃO DA PROTOTIPAGEM EM ARQUITETURA.....</u>	<u>41</u>
4.1. IMPRESSORAS 3D.....	42
4.1.1. FDM (MODELAGEM DE DEPOSIÇÃO FUNDIDA)	47
4.1.2. FILAMENTOS PARA IMPRESSÃO 3D.....	48
<u>5. A IGREJA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA DO ESPÍRITO SANTO.</u>	<u>51</u>

5.1. HISTÓRIA	51
5.2. A EDIFICAÇÃO DA IGREJA	53
5.3. INTERVENÇÕES.....	55
5.4. FICHA TÉCNICA.....	57

6. LEVANTAMENTO E REPRESENTAÇÃO DA FACHADA PRINCIPAL DA IGREJA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA DE VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO..... 63

6.1. PLANEJAMENTO	64
6.2. LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS	67
6.3. LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS.....	67
6.3.1. LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO	68
6.3.2. LEVANTAMENTO ARQUITETÔNICO.....	70
6.3.3. ESCANEAMENTO DA IGREJA	71
6.4. CONVERSÃO E REFINAMENTO DE DADOS	76
6.5. IMPRESSÃO DA FACHADA PRINCIPAL	80

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 89

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 91

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho será apresentado o uso das tecnologias e dos equipamentos de prototipagem, para confecção de maquetes físicas para o uso no campo do restauro. O recorte da temática se faz em uma proposição do uso da impressão 3d em filamento poliacido láctico (PLA), para a documentação arquitetônica da fachada principal da Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha do Espírito Santo.

Para fundamentação teórica deste trabalho, abordaremos autores de diferentes vertentes de pensamento do campo do restauro tais como: o intervencionista Marconi, o que defendia a Pura Conservação, como Bardeschi e o nos ideais de Carbonara que tem a defesa na teoria Crítico-conservativa e Criativa. Cabe salientar que este trabalho tem enfoque no campo prático do trabalho restauro.

Já a escolha do tema se deu pelo meu fascínio por maquete física e digital, no entanto a escolha da impressão 3d em específico, como objeto da pesquisa, deve-se ao fato de que no ano de 2020 iniciei testes na área de prototipagem, após ter adquirido uma impressora de filamento 3D. Na busca da aplicação prática do tema escolhido, bem como o de encontrar um estudo de caso coeso e relevante no campo da arquitetura e urbanismo, escolhi abordar a área de restauro, por tratar-se de um projeto que requer um detalhamento preciso dos elementos existentes, assim como das intervenções propostas.

Como estudo de caso, foi escolhida a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha do Espírito Santo, por tratar-se de uma edificação de grande relevância para a história da colonização do Estado do Espírito Santo. Tal Igreja, segundo a Secretaria de Estado da Cultura | Conselho Estadual de Cultura | Vitória, Espírito Santo (2009, p. 387 e 388), iniciou-se com a chegada de Vasco Fernandes de Coutinho as terras capixabas, em 1535.

Ao escolher um sítio quase ao nível do mar, entre rochedos, e tendo ao fundo uma extensa planície, o fundador da vila do Espírito Santo deve ter imaginado que ela seria transitória. Afinal, quinze anos após aportar na nova terra, em 1550, Coutinho transfere a sede da capitania para um novo sítio, agora insular e no alto, propício à defesa. Os constantes ataques dos indígenas e a economia incipiente pressionavam os colonos, impedindo-os de progredir. Ao chegar, em 1535, a população colonizadora se constituía de sessenta pessoas e, segundo viajantes estrangeiros, no início do século XIX, não mais que um aldeamento, a vila contava com quarenta casas.

Tão provisória quanto a vila, a igreja de Nossa Senhora do Rosário, cuja pedra de ara tem gravado o ano anterior ao da chegada do donatário e o nome da cidade de origem, Lisboa, não passava de construção em taipa de mão coberta por folha de palmeira. Além do mais, segundo os primeiros relatos do padre jesuíta Leonardo Nunes, datados

de 1549, ela era pequena, tão pequena que a maioria dos escravos assistia à missa do lado de fora, por não caberem todos dentro dela.

Ao final faremos nossa experimentação, com o levantamento métrico e fotográfico, o escaneamento com uso de aplicativo de celular, da fachada principal¹ da Igreja Nossa Senhora do Rosário, que será representado no Software SketchUp, convertido no Ultimaker Cura para a prototipagem em diferentes definições de impressão, para posterior comparação.

1.1. OBJETIVO

O presente trabalho busca avaliar a aplicação do uso da prototipagem no campo do restauro registrando e descrevendo toda a metodologia empregada no processo, deste o levantamento de dados até confecção do protótipo.

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar o uso da prototipagem, no campo do restauro, para a documentação arquitetônica de edifícios históricos e discutir se esta se trata de uma tecnologia acessível.

1.1.2. Objetivos específicos

Entender as teorias do restauro e a legislação vigente do restauro, contextualizar a evolução da representação gráfica e textual do projeto de restauro, caracterizar a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha, experimentar diferentes técnicas de levantamento arquitetônico em especial o escaneamento por instrumento do celular, confeccionar o protótipo da fachada principal da Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha em diferentes resoluções de impressão.

¹ Neste trabalho adotaremos a expressão “fachada principal”, para se referir ao que tecnicamente é chamado de “fachada frontal”, ambas expressões serão encontradas ao longo do trabalho como sinônimos.

1.1.3. Justificativa

Ao longo da evolução das ciências, da arte e das tecnologias a arquitetura absorveu algumas destas, como foi na criação da câmera fotográfica e do computador, e não está sendo diferente com as impressoras 3d. Embora este trabalho se dedica ao campo do restauro, o uso da prototipagem pode ser empregado em diversos campos de atuação da arquitetura.

A discussão e o uso da prototipagem no campo da arquitetura podem tornar a tecnologia ainda mais acessível e agregar valor ao projeto arquitetônico como um todo. A tecnologia da impressão 3D tem potencial para tornar a tarefa de confecção de maquetes menos morosa e mais automatizada.

2. O PROJETO DE RESTAURO

Para iniciarmos a fundamentação teórica deste trabalho, apresentaremos as Teorias de Brandi, Marconi, Bardeschi e Carbonara, fazendo a apresentação dos autores e de suas teorias de forma cronológica e comparativa, mas não com a intensão de um debate para eleger ou classificá-las como mais ou menos corretas, pois todas elas analisadas em seu contexto de origem tem base sólida e são bem fundamentadas. Ocorre que são linhas de defesa diferentes, e algumas em contexto histórico e tecnológico díspares, entendimento que se ampara ao pensamento de Fischer (2018, p. 41), como se observa no fragmento abaixo:

Nas últimas décadas houve um intenso debate, em especial em ambiente italiano, sobre a aplicabilidade e a pertinência da Teoria da Restauração, de Cesare Brandi (2005). Para além de questões práticas, o que se entende ao estudar as principais correntes teóricas da atualidade é que houve um grande alargamento dos conceitos brandianos. Ainda quem em primeiro momento as ideias sejam contrastantes, vê-se que todas têm em comum princípios da Teoria da Restauração que justificam seus pensamentos e fundamentam suas propostas. Esse é justamente o ponto de conflito e a razão pela qual não há uma corrente correta ou errada: de determinados pontos de vista, todas têm seus sentidos próprios, calçados em uma teoria muito bem estabelecida.

Fato pertinente neste debate, são os acontecimentos históricos que permeiam a Teoria do Restauro, que segundo o Instituto do Patrimônio Histórico Nacional (IPHAN), já havia no Brasil um certo interesse pelos monumentos históricos, desde de o reinado do imperador Dom Pedro II, mas que não resultou em medidas concretas e objetivas de conservação dos monumentos nacionais.

Apesar do interesse do imperador Dom Pedro II pelos históricos, durante seu reinado nenhuma providência foi tomada para organizar efetivamente e proteção dos monumentos nacionais. Na monarquia, e mesmo depois do advento da república, alguns escritores sensíveis ao problema, como Araújo Porto-Alegre, Araújo Viana e Afonso Arinos, encareciam a necessidade de medidas para a proteção do patrimônio, mas não alcançaram maiores resultados. (INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO NACIONAL, 1980, p. 9)

Ainda falando do reino de Portugal, destaca-se como marco histórico, o ato do tombamento, que foi processo de registrar, “inventariar” nos arquivos do reino o patrimônio da coroa, registros que eram mantidos na Torre do Tombo, originando posteriormente a Lei do Tombamento, nomenclatura e expressão mantida até hoje no Brasil.

Tombamento vem do direito português, em que a palavra tomar significa inventariar, arrolar ou inscrever nos arquivos do reino, guardados na Torre Tombo. Por tradição, o legislador brasileiro conservou as expressões do reino. A nossa Lei de Tombamento” fez bem porque começou assim, a preservar nosso patrimônio linguístico, dando o exemplo aos que cumprirão a Lei. (BARROS, J; BARROS, A.; MARDEN, 2013, p. 43)

O tombamento é definido por MIRANDA E SOUZA (2012, p. 313), como:

O tombamento é um ato administrativo pelo qual o poder público declara o valor cultura de coisas, móveis ou imóveis, inscrevendo-as no respectivo livro do tombo, sujeitando-as a um regime especial que que impõem limitações ao exercício de propriedade, com a finalidade de preservá-las. Portanto, trata-se de ato ao mesmo tempo declaratório, já que declara um bem de valor cultural, e constitutivo, vez que à terá o seu regime jurídico.

Além da Lei do Tombamento, no Brasil, a conservação e manutenção do patrimônio histórico, artístico e cultural nacional é reconhecido e assegurado pela Constituição Federal de 1988, Art, 23 (BRASIL, 1988, p. 16).

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

I – zelar pela guarda da Constituição, das leis e das Intuições democráticas e conservar o patrimônio público;

III – proteger os documentos, as obras e outros bens. De valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV – impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico ou cultural;

A argumentação das legislações vigente relevante ao Restauro, será matéria de estudo detalhado, em debate subsequente.

Pelo que até aqui foi exposto, podemos afirmar que o processo restauro e conservação de uma obra, foi algo conquistado e reconhecido ao longo da história.

O restaurador por sua vez não deve entender a obra a ser restaurada como elemento isolado e ou independente, afinal mais que manter e ou restaurar um edifício, deve se ponderar a relação da edificação com o contexto em que esta inserida, pois, embora uma obra possa ter sido edificada, para cultivar uma crença religiosa, pode, esta no momento em que é proposto o projeto de restauro, não se destinar mais a tal finalidade, o que não a desqualifica como patrimônio histórico e cultural, o que concerne com o entendimento de Anchiamé e Hautequestt (2017, p. 07).

Mas, mais que preservar a materialidade do local, precisam ser conservados os usos, os costumes e as tradições daqueles que os edificaram. A cidade, com sua arquitetura, é o mero papel onde são impressas as relações sociais humanas, essas sim, o grande

objeto da preservação. Preservá-las é preservar a própria vida humana, é preservar a felicidade da vida humana.

Outra relação importante é aquela estabelecida entre “os objetos de memória” e a comunidade, pois é a partir desta vivência que podemos entender a identidade e função de um edifício junto aos que a presenciam e/ou usam, onde conhecido esse liame, pode o restaurador, agregar essas informações ao projeto de conservação e restauro, afinal “*Para intervir é necessário conhecer.*” (BARDESCHI, 2009, p.130). Outra obra que também aventa tal correlação foi a de Anchiamé e Hautequestt (2017, p. 07).

São os remanescentes arquitetônicos do passado que permitem que nos aprimoremos do espaço para podermos construir uma identidade comum, por isso nossas relações com os objetos de memória são fundamentais para a reconstrução e para o estabelecimento de novas identidades coletivas da sociedade [...]

Estando apresentada as teorias que serão abordadas neste trabalho e os principais conceitos adotados, seguiremos para a apresentação individualizada de cada uma delas ao longo deste capítulo.

2.1. TEORIA DO ANTIINTERVENCIONISMO

Na defesa da teoria da “Conservação Integral” ou “Pura Conservação”, temos o arquiteto e engenheiro Marco Dezzi-Bardeschi, nascido em Florença, na Itália em 1934, tem sua trajetória profissional marcada desde sua atuação no campo prático do restauro, como foi no Instituto de Restauro de Monumentos de Florença, como no ambiente acadêmico, onde atuou em conceituadas instituições, como: Faculdade de Arquitetura de Milão, Universidade de Arquitetura de Parma, Colegio do Doutorado em Tecnologias e Gestão do Patrimônio Cultural de Lucca, Politecnico di Milano, entre outras, onde em todas lecionou sobre restauro e conservação².

A Teoria da Pura Conservação de Bardeschi, entende as obras arquitetônicas como algo que em algum momento se acabam, que pode ser resultado de ações humanas ou naturais (FISCHER, 2018), por assim entender, a Teoria de Bardeschi, incorpora o sentido cíclico das

² Disponível em: www.marcodezzibardeschi.com/about.html. Acessado em: 19 ago. 2021

obras, a sua defesa, ou seja, que a obra se encontra em constante e imprevisíveis mudanças, e que esse “traço da história” deve ser respeitado, pois tudo isso é a obra.

No existente se concentra toda a história, todas as nossas raízes comuns. Essa é a fonte de referência do nosso operar. Para que a história seja aberta ao conhecimento, à interpretação, é necessário que seus documentos materiais não tenham sido adulterados. Essa é a razão pela qual devemos nos acostumar a sempre respeitar todo traço da história, inclusive daquelas histórias das quais não nos sentimos parte, daquelas às quais somos menos disponíveis a ouvir e considerar. (BARDESCHI, 2009, p.92, tradução de FISCHER, 2018)

Para Bardeschi, o restaurador deve restringir sua atuação no momento do restauro, não sendo admitido intervenções que almejem ou que resultem em reconstituições do padrão estético, por intermédio de grandes intervenções. Para ele não se trata do ato de reconstituir a obra como foi um dia, tão pouco reerguer aquilo que não existe mais, mas sim, a um conjunto de técnicas e diretrizes da construção civil, que resultarão em ações pontuais, para tratar e ou prevenir as patologias de uma edificação.

Esta definição prática da teoria de Bardeschi, também foi entendida por Fischer (2018, p. 48), de forma bem similar ao que foi apresentado no parágrafo anterior, vejamos:

A pura conservação compreende que nenhuma geração tem autoridade para selecionar o que deve ser mantido ou destruído e que, portanto, é dever daqueles envolvidos com preservação do patrimônio cultural a sua conservação e sua entrega em eficiência e em condições de fruição às futuras gerações, sem falsificações ou desnaturalizações.

Diante do até aqui exposto da Teoria de Bardeschi, podemos afirmar que ela, lida com a obra, com a história que foi impressa nela e com seu entorno, fazendo destes elementos, partes integrantes da obra, não o alvo de sua intervenção. O percurso histórico dos edifícios, aumentam seu valor cultural e simbólico, pois são resultados de outros tempos, de outros usos, de outros povos. O patrimônio arquitetônico não é, nem deve se limitar ao conceito de “edifício”, mas sim do legado cultural, histórico e político inerente a ele.

Mas afinal, como se aplica esta teoria? No campo prático, temos as intervenções minimamente invasivas, amparadas na ciência, que buscam tratar ou desacelerar patologias.

Investigações preventivas, os levantamentos estruturais, e sobretudo o conhecimento quantitativo e qualitativo dos processos de degradação e dos ciclos degenerativos dos componentes, e que encontra suas soluções em intervenções, mínimas, mas eficazes, em operações pontuais de microcirurgia, conduzidas com técnicas comprovadamente avançadas, evitando renovações generalizadas, acrílicas, das estruturas e dos materiais. (BARDESCHI, 2009, p. 152)

No que tange ao tratamento de patologias, deve, o projetista ter domínio da técnica proposta e ponderar os riscos que esta pode oferecer à outras partes da obra, considerar a viabilidade tecnológica e financeira e jamais utilizar de conceitos genéricos, conforme orienta o Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo e o próprio Bardeschi:

Outro item a ser observado é o campo “restauração”, onde são apresentadas as sugestões de procedimentos para o tratamento de cada dano: importante frisar que não se pode incorrer no erro de generalização – cada caso deve ser analisado individualmente, pois podem existir soluções diferentes para a mesma patologia, cabendo ao profissional identificar qual delas melhor se aplica à edificação em questão. (ANCHIAMÉ e HAUTEQUESTT, 2017, p. 09).

O levantamento dos danos coloca em evidência peculiaridade e heterogeneidades de comportamento, registra diversidade e transgressões (incluindo as intervenções precedentes de restauro-interpolação) mais que, como faz o levantamento geométrico, as aparentes analogias morfológicas dos componentes. Ademais, o recurso com métodos e técnicas de investigação não destrutivas é um capítulo que nesses últimos anos, adquiriu uma relevância e uma extensão impensável, graças às contribuições de técnicos e especialistas e de uma instrumentalização avançada [...]. (BARDESCHI, 2009, p. 425, tradução de Fischer)

É seguro afirmar que “[...]a abordagem da pura conservação nunca tem como fim o retorno de uma imagem pré-existente[...]” (FISCHER, 2018, p.50), afinal essa teoria incorpora ao valor de uma obra, todos os eventos, ações e danos que a mesma sofreu, não admitindo propostas que busquem apagar esse legado, afinal o valor da obra não é entendido apenas no campo estético e sim em sua totalidade.

Embora na teoria de Bardeschi não se admita as intervenções de reconstrução, de refazimento do estado inicial de uma obra, não se deve entender isto como um desprezo do teórico, pelas questões estética, tão pouco que ele não considera o estado em que a obra foi concebida, apenas é um entendimento de que as obras são orgânicas e susceptíveis as alterações feitas por agentes naturais e mecânicos, como por exemplo, terremotos, tempestades, guerras, vandalismo, mudanças políticas. Bardeschi defende que o projetista tenha total conhecimento e domínio da história do edifício, propriedade sobre a técnica construtiva a ser adotada e estudo técnico profundo sobre as patologias que acometem a obra. “Quanto mais conhecemos a história do edifício, que se identifica nos sinais de degradação, mais respeitoso e refinado será o instrumento Projetual e o sistema de controle das modalidades de intervenção.” (BARDESCHI, 2009, p. 176, tradução de Fischer)

Assim, por meio de progressivas operações de conhecimento (o levantamento estrutural e material, a análise quantitativa d dano, o diagnóstico, as análises não destrutivas, as provas de carga diretas ou simuladas, a modelagem matemática) chega-se à requalificação (não substituição!) dos materiais e à consolidação das estruturas,

buscando a máxima permanência, que representa aquilo que a história nos entregou para uso. (BARDESCHI, 2009, p. 210, tradução de Fischer)

Contudo a Pura Conservação também pode ser entendida como uma linha teórica que é amparada exclusivamente em preceitos científicos, sendo antiintervencionista, rígida e que despreza o refazimento proposto pelas teorias intervencionistas, como as de Paolo Marconi. “Não há espaço para soluções de cunho criativo ou propostas subjetivas, que flexibilizem o caráter conservativo do projeto de restauro.” (FISCHER, 2018, P.51)

2.2. A TEORIA INTERVENCIONISTA

A Teoria Intervencionista, tem como um de seus defensores o Arquiteto Paolo Marconi, que segundo Fischer 2018, nasceu em Roma, Itália, em 1933, atuou na área acadêmica e trabalhou na Superintendência de Monumentos de Roma. Fischer também atribui a seu currículo diversos projetos de restauro em edifícios importantes, tais como: o Claustro de Santa Maria della Pace de Bramante, O Tempietto de San Giovanni in Oleo di Borromini, A Igreja dos Santos Luca e Martina de Pietro della Cortona e as Igrejas da Piazza del Popolo.

De fato, a abordagem da Hipermanutenção parte de um lugar diverso das outras duas vertentes. Ela entende o Patrimônio cultural como algo participante da vida quotidiana da sociedade e não como algo excepcional, de caráter único. Dai a compreensão de que é lícito refazer elementos e componentes, já que esse comportamento segue a lógica da renovação desde o início da história e outros exemplares de patrimônio cultural construído. (FISCHER, 2018, p. 54)

O Intervencionismo defendido por Marconi é intitulado por Fischer como “Hipermanutenção”, afinal esta teoria, é a busca em retornar um edifício a sua plasticidade inicial, embora na maioria das vezes não seja possível fazê-la com as mesmas técnicas e materiais, seja por não existir mais, seja por existir técnicas mais modernas e duráveis.

Outra ponderação que se faz ao analisar esta teoria, é a de que o autor não aceita a argumentação dos Antiintervencionistas, sobre a imparcialidade do restaurador, pois para Marconi as obras e o homem, mantem relação intrínsecas, onde tal relação de forma mútua provoca mudanças. Por tal entendimento Marconi, julga lícito que o restaurador intervenha em uma obra de acordo com sua subjetividade, desde de que respaldado na ciência e na tecnologia.

Outro autor defensor do intervencionismo foi Cesare Brandi, que em sua obra Teoria da Restauração, “[...]propõe o tratamento da obra através de manutenções ou integrações,

ordinárias e extraordinárias, retomando formas e técnicas do passado” (KÜHL, 2017, p. 28), muito além do refazimento, Brandi traz em sua obra a defesa do direito do restaurador em agregar elementos às obras, pois a história é algo mutável, e os edifícios como parte dela, não seriam diferentes.

2.3. A POSIÇÃO CENTRAL OU CRÍTICO-CONSERVATIVA E CRIATIVA

A Teoria Crítico-Conservativa e Criativa é defendida por Giovanni Carbonara, onde traz para a discussão teórica a relação da edificação com o tempo, com o autor e com contemporaneidade, que, embora o restauro se fundamente no desejo de transmitir o passado para o futuro, esta transmissão para ele, imprime a parcialidade e subjetividade do projetista, ou seja, “*influenciado*” pelo tempo que está inserido. Vejamos o trecho da abordagem de Kühl, que se mostra de forma concernente a de Carbonara.

Segundo Kühl, a vertente crítico-conservativa defende que o restauro é um ato do presente, não sendo atemporalmente válido, mas possuindo pertinência relativa. Qualquer juízo realizado em um dado momento é influenciado pelo tempo em que está inserido. Do ponto de vista metodológico, as instâncias estética e histórica são articuladas, ambas fazem parte de um mesmo bem multifacetado e devem ser levadas em consideração, interagindo dialeticamente. (KÜHL, 2008, p.85, apud FISCHER, 2018, P.63)

Para Carbonara o restauro transcende o ato de reproduzir algo destruído pela ação humana e/ou pelos fenômenos naturais. Para ele o critério de trabalho a ser adotado envolve questões históricas, estéticas e funcionais do edifício, não apenas no desejo da repetição, estando todas elas passíveis da subjetividade do projetista.

A posição crítico-conservativa está fundamentada nos princípios brandianos da Teoria da restauração, no conceito do patrimônio detentor de uma dúlice polaridade estética e histórica, bem como no entendimento de que o restauro é a função crítica, com base nesse binômio, expressa em ato, e que supera a pura e simples conservação material do patrimônio. (FISCHER, 2018, p. 62)

Contudo a teoria de Carbonara, consiste na admissibilidade da autonomia do projetista, frente a um edifício a ser restaurado, diferentemente das duas teorias anteriormente apresentadas, esta não traz suas vertentes ideológicas de forma radical.

Aqui concluímos nossa fundamentação teórica dos principais autores das teorias do restauro. Para finalizar este capítulo, traremos no tópico a seguir a fundamentação legal do restauro, para demonstrar ao leitor que este é campo de estudo e atuação de outras áreas do conhecimento, dada a complexidade e variáveis inerentes a ele.

2.4. LEGISLAÇÃO VIGENTE SOBRE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO

A preservação do patrimônio trata-se também de um direito, assegurado pela Constituição Federal de 1988, que determina como competência de todos os Entes da União o dever de zelar, proteger e conservar todo patrimônio de valor histórico, artístico e cultural.

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

I – zelar pela guarda da Constituição, das leis e das Intuições democráticas e conservar o patrimônio público;

III – proteger os documentos, as obras e outros bens. De valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV – impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico ou cultural; (BRASIL, 1988, p. 16)

Outra legislação vigente pertinente ao tema é o Decreto Lei 2.848 de 7 de dezembro de 1940, que prevê pena de 6(seis) meses a 2 (dois) anos, e multa para quem provocar algum tipo de dano a um bem tombado.

Art. 165. Destruir, inutilizar ou deteriorar coisa tombada pela autoridade competente em virtude de valor artístico, arqueológico ou histórico:

Pena – detenção, de 6 (seis) meses a 2 (dois) anos, e multa. (BRASIL, 1940, p.33)

O Conselho de arquitetura e urbanismo do Brasil (2013), reforça que para alcançarmos êxito nas tratativas de nosso “Habitat”, devemos assegurar que o interesse coletivo predomine sobre os demais, ou seja se um imóvel tem valor artístico, cultural e histórico devemos defendê-lo como de interesse maior da sociedade, independente das especulações imobiliárias que tentam demonstrar maior vantajosidade da demolição ou descaracterização de uma obra.

A construção de nossos espaços democráticos depende da promoção de profundas reformas estruturais concretas de caráter político e urbano. As discussões acerca de nosso Habitat não dependem de fórmulas mirabolantes, mas de organização e premissas mínimas onde, de fato, os interesses coletivos predominem sobre os demais, na sociedade. (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL, O arquiteto urbanista e seu papel social. Brasil, 2013. Disponível em:

<<https://www.caubr.gov.br/arquiteto-urbanista-e-seu-papel-social/>>. Acesso em: 16 ago. 2021.)

Para o Segundo Capítulo deste trabalho reservamos a discussão da representação gráfica e textual do projeto arquitetônico, dando ênfase a representação para o projeto de restauro.

3. REPRESENTAÇÃO GRÁFICA E TEXTUAL ARQUITETÔNICA

A representação gráfica e textual constitui a ferramenta principal de um projeto de arquitetura e urbanismo, seja ele de restauro, residencial, comercial, de grande ou pequeno porte, pois é a partir dele que se oficializa o que até então era restrito ao plano imaginário.

Para Kowaltowski e outros (2011), o projeto deve ser sempre muito bem, detalhado, especificado e condizentes com as normas e diretrizes projetuais pertinentes, a representação gráfica e textual trata de tornar compreensivo e exequível uma ideia, devendo ser o mais fiel possível a realidade e é graças aos avanços da tecnologia, que alcançamos tal exatidão. Vejamos suas ponderações:

[...] Assim, quanto mais a representação se aproxima do real, maior é o incremento criativo agregado à atividade Projetual, e como a sociedade contemporânea está estruturada na revolução tecnológica, o computador torna-se uma ferramenta necessária de ensino de projeto. (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 487)

Embora a arquitetura, seja anterior a criação do computador, não podemos negar os avanços que o mesmo promoveu ao campo da arquitetura e da construção civil. Junto a criação dos computadores vieram os Softwares, que são os programas para usos específicos de algumas áreas, que para a construção civil foi o CAD (Desenho Assistidos por Computador), o que tornou a elaboração de projetos arquitetônicos (e dos projetos complementares), mais ágeis, preciso e menos laboriosos, o que também é entendido da mesma forma pelos autores da obra O Processo de projeto em arquitetura, “[...] Aliar a informação gráfica à não gráfica é um recurso do CAD que gera ganho em produtividade e torna a tarefa de um desenho técnico em orçamentos menos árduo.” (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 397)

Ainda para os autores da obra supracitada, essa evolução tecnológica, tem remodelado o campo da academia de arquitetura, afinal saber representar corretamente o que se idealiza e ser melhor compreendido por diferentes profissionais e clientes, traz maior fluidez à criatividade. Para tanto devemos entender e delimitar o que compete ao homem e o compete à máquina, assim sempre teremos o homem como o ser criativo e a máquina (o computador) sendo apenas a ferramenta em que expressa seu potencial criativo. As afirmações se amparam no trecho a seguir:

[...] atualmente, programas de computador são utilizados para auxiliar no processo criativo, levando a uma reformulação curricular das escolas de arquitetura, com a inserção de disciplinas que ensinam o uso das tecnologias CAD. As ferramentas

computacionais valorizam o desenvolvimento de percepção visual e auxiliam na elaboração e expressão de ideias. (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 486)

Ainda no campo da representação gráfica do projeto de arquitetura, podemos citar outras tecnologias que foram incorporadas ao processo de se projetar, tais como: o teodolito, que traz com precisão as informações topográficas, nas ferramentas de medição como trenas e níveis digitais, nos equipamentos de scanner, nas grandes impressoras de plotagem que permitem pranchas cada vez maiores e mais completas.

No caso das representações gráficas dos projetos de restauro, para Icomos (Artigo 16º - Carta de Veneza sobre a conservação e o restauro de monumentos e sítios, 1964.) “[...]serão sempre acompanhados pela elaboração de uma documentação precisa sob a forma de relatórios analíticos e críticos, ilustrados com desenhos e fotografias.”. Apoiado neste pensamento que viemos propor a “documentação precisa” a inclusão da prototipagem, pois com o seu uso aplicado ao restauro, podemos registrar, experimentar e comprovar soluções projetuais idealizadas de forma mais didática e palpável.

Seguiremos para o próximo capítulo, com a abordagem dos conceitos teóricos e práticos pertinente à prototipagem.

4. CONCEITUALIZAÇÃO DA PROTOTIPAGEM EM ARQUITETURA

Abriremos este capítulo conceituando o que é protótipo: “Protótipo são todas as representações que de uma forma abstrata ou virtual simulam alguns aspectos do produto.” Palhais (2015):

No caso específico da arquitetura o protótipo é representado pela maquete de um edifício ou parte dele, podendo se restringir até mesmo na representação de um único elemento da edificação. Por entender a maquete como sendo um tipo de prototipagem, torna-se pertinente a colocação feita por Kowaltowski e outros (2011), que diz:

“A maquete, assim como desenho, é fundamental; na elaboração de projetos de arquitetura e urbanismo. Enquanto modelo em escala reduzida de um edifício ou um projeto urbano, a maquete é uma extensão do croqui, do desenho, com vantagem da terceira dimensão.”

Diante do já exposto podemos afirmar que a maquete é a representação tridimensional de um edifício ou de um elemento arquitetônico e sendo a maquete física a materialização deste no plano real, onde na sua maioria são produzidas em escalas reduzidas, que segundo Consalez (2011), devem ser preferencialmente adotadas as escalas convencionais, mas reconhece que possa ser necessário em casos “especiais” o uso de “*escalas distintas das canônicas*”.

...mesmo para o caso das maquetes, é preferível utilizar escalas convencionais (por exemplo 1:50, 1:100, 1:200 etc.) para facilitar a leitura e a decodificação intuitiva das medidas, especialmente para os principiantes. Este fato não exclui que em casos muito especiais possam ser adotadas escalas distintas das canônicas. (CONSALEZ, 2011, p. 09).

No entanto esta materialização em proporções reduzidas, faz parte do processo de projeto, possibilitando o melhor entendimento das intervenções proposta em um projeto arquitetônico, ou para o entendimento do próprio projetista, da relação do objeto e do espaço que será trabalhado. Para Bardeschi (2009, p. 176, tradução de FISCHER) “Quanto mais conhecemos a história do edifício, que se identifica nos sinais de degradação, mais respeitoso e refinado será o instrumento Projetual e o sistema de controle das modalidades de intervenção.”

Neste trabalho abordamos o uso da prototipagem no campo do restauro, como instrumento de documentação da Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha em Vila Velha, Espírito Santo. De forma concernente a Bardeschi, os autores Kowaltowski e outros (2011), interpretam o uso da maquete, como ferramenta de representação e compreensão. Analisemos os trechos “... Assim, a maquete passou a desempenhar um papel importante na arqueologia, que investiu nos

modelos em miniatura de edifícios antigos a fim de compreender e demonstrar o modo de vida passado, os quais hoje estão em muitos museus” (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 113). A maquete orienta as percepções espaciais, e sua manipulação possibilita maior compreensão de cor, equilíbrio, luz, textura, proporção para trabalhar o sentido da visão e do tato, melhorando assim a qualidade dos ambientes construídos.” (KOWALTOWSKI et al., 2011, p. 115).

Para Consalez (2011), a maquete possibilita também o confronto das soluções projetuais, com os limitantes e condicionantes reais, podendo “confirmar ou colocar em crise”.

“...Além disso, o papel da maquete transcende à simples descrição sintética do projeto que se pretende representar em pelo menos dois aspectos. O primeiro consiste no papel operativo que a maquete assume durante o desenvolvimento do projeto: a essência, ou seja, comprovar a solução de projeto que somente a verificação tridimensional pode confirmar ou colocar em crise. A segunda reside na expressividade que caracteriza a maquete como objeto, ou seja, a sua autonomia formal em relação com o projeto que representa. (CONSALEZ, 2011, p. 04).

Neste trabalho faremos ao final das discussões teóricas, a confecção de protótipos da fachada principal da Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha em Vila Velha, Espírito Santo. A produção deste protótipo será por instrumento da impressão 3D, por este motivo seguiremos este capítulo com o debate nas questões inerentes a impressão 3D.

4.1. IMPRESSORAS 3D

A impressora 3d é um equipamento que realiza a confecção de peças tridimensionais, nos mais diversos materiais, a depender do filamento, sendo atualmente utilizado por diversas áreas e profissionais, podemos destacar algumas, como a área médica, que utiliza a impressora para confecção de próteses sob medidas, confecção de facetas dentárias, temos também o uso na área da engenharia para produção de maquetes e protótipos de seus projetos, bem como na arquitetura para construção de maquetes arquitetônicas e protótipos de restauro.

Destaco que por se tratar de uma tecnologia pouco difundida e recente, os dados aqui apresentados, foram extraídos em sua maioria de site especializados na venda e discussão do tema.

Uma definição interessante encontrada, para impressão 3D, foi a feita por Silva e outros [2019-?], onde define: “A Impressão 3D é um procedimento de manufatura de objetos sólidos

tridimensionais em que se respalda na adição de material por camadas a partir de um arquivo digital.”.

Referente a história da impressão 3d, os primeiros documentos registrados sobre impressão 3D são de crédito do advogado japonês Hideo Kodama, no entanto o inventor da primeira impressora 3D do mundo foi o Chuck Hull, no ano de 1984, no estado da Califórnia, Estados Unidos, que utilizava a tecnologia da estereolitografia, “[...] tecnologia que solidifica resinas por luz ultravioleta [...]”. (Disponível em: <<https://3dlab.com.br>>. Acesso em: 02 out, 2021). Outro site consultado foi o <https://br.3dsystems.com>, em 02 de outubro de 2021, que é da empresa 3D Systems, que foi cofundada em 1986, pelo Chuck Hull, onde também confere a Hull a criação da primeira impressora 3D do mundo.

Em 1987, após 3 anos do registro da patente de Hull, sua a empresa a “[...]3D Systems comercializa a primeira impressora em 3D, a impressora de estereolitografia (SLA) SLA-1” (Disponível em: <<https://br.3dsystems.com>>. Acesso em: 03 out. 2021), que junto a esta informação, apresenta uma fotografia da primeira impressora 3D comercializada por eles, que incluo neste trabalho.

Figura 1 - Primeira impressora 3D comercializada da empresa 3D Systems

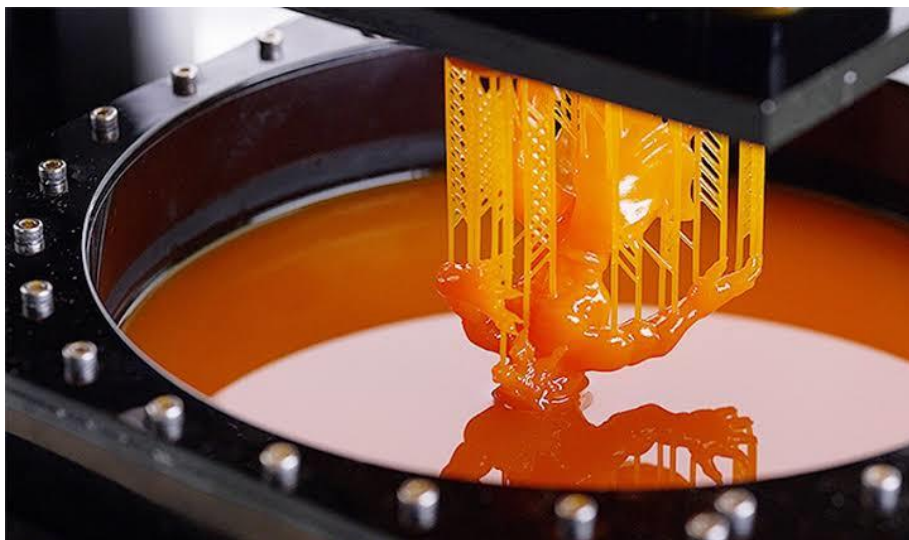


Fonte: <https://br.3dsystems.co>

Atualmente dispomos de impressoras cada vez mais portáteis e ágeis, com preços razoavelmente acessíveis, estando no Brasil, no mês de outubro de 2021, o preço inicial entorno de R\$ 2.000,00 (dois mil reais), para as versões mais domésticas podendo chegar R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), para as versões mais profissionais. As variações dos preços se fazem pelo tipo de tecnologia de cada impressora e pelo tamanho da mesa de impressão, que seria basicamente as dimensões máximas que o equipamento consegue imprimir em uma única vez.

Dentre as tecnologias mais comuns utilizadas pelas impressoras 3D, são duas, o SLA (stereolithography ou estereolitografia), que foi a tecnologia empregada na primeira impressora do mundo, que basicamente é o uso de laser para solidificar a resina fotossensível, que é colocada dentro da plataforma de Impressão, este processo ocorre por camadas, enquanto a base vai se afastando do fundo da plataforma, conforme observa-se na imagem a baixo:

Figura 2 - Processo de impressão em uma impressora de tecnologia.

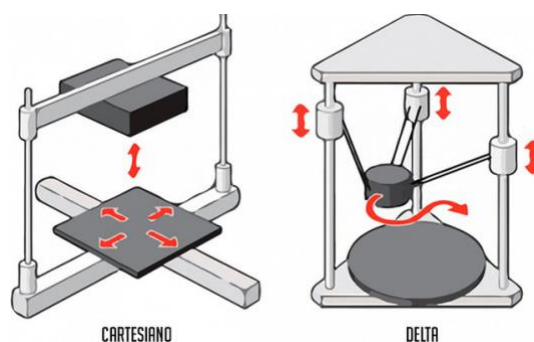


Fonte: 3dlab.com.br

O segundo tipo de impressora mais comum é a do tipo de Modelagem de Deposição Fundida (FDM), que é o tipo de impressora que utilizaremos nos experimentos deste trabalho. Para abordar a tecnologia da FDM, reservamos o próximo tópico deste capítulo.

Além da tecnologia de impressão, outra característica a ser observada em uma impressora 3d, é o seu mecanismo de movimentação da mesa de impressão e da extrusora, que no caso da do tipo FDM, pode ser cartesiano, onde possui 3 eixos com motores independentes, e a movimentação do tipo delta que possui 3 eixos acoplados.

Figura 3 - Diagrama desenhos cartesianos e delta



Fonte: <https://engiprinters.com.br>

Com fito de comparar as principais impressoras encontradas atualmente no mercado, foi elaborado os quadros abaixo, onde apresenta os modelos, fabricantes e características de cada uma delas e no segundo quadro o comparativo visual.

QUADRO 1 - Comparação das características gerais das impressoras 3D

MODELO	MARCA	MESA DE IMPRESSÃO ³	TECNOLOGIA DE IMPRESSÃO	VELOCIDADE DA IMPRESSÃO ⁴
Ender-3	CREALITY	220x220x250 mm	5FDM	180mm/s
CR-10 V3	CREALITY	300x300x400 mm	FDM	30 - 80 mm/s
Ender-3 MAX	CREALITY	300x300x340 mm	FDM	30-60 mm/s
Ender-3V2	CREALITY	220x220x250 mm	FDM	80-100 mm/s
ENDER-5 PRO	CREALITY	220x220x300 mm	FDM	80-100 mm/s
Bluer V2	Two Trees	235x235x280 mm	FDM	≤ 180mm/s
Mega	Voolt3D	300x200x250 mm	FDM	≤ 180mm/s
Atto	Voolt3D	200x200x250 mm	FDM	≤ 180 mm/s




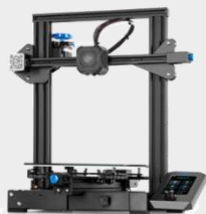



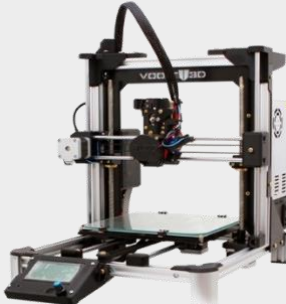
Fonte: Elaboração do autor com base nas informações do site www.crealitystore.com.br e www.lojavoolt3d.com.br

³ Comprimento X Largura X Altura em Milímetros

⁴ Milímetros por segundo

⁵ Modelagem de Deposição Fundida

QUADRO 2 - Comparação visual das impressoras 3D.

<p><i>Figura 4- Ender-3</i></p> 	<p><i>Figura 5 - CR-10 V3</i></p> 
<p><i>Figura 6 - Ender-3 MAX</i></p> 	<p><i>Figura 7 - ENDER- 3 V2</i></p> 
<p><i>Figura 8 - Ender - 5 PRO</i></p> 	<p><i>Figura 9 - Bluer V2</i></p> 
<p><i>Figura 10 - Mega</i></p> 	<p><i>Figura 11 - Atto</i></p> 

Fonte: Elaboração do autor com base nas informações do site www.crealitystore.com.br e www.lojavoolt3d.com.br

4.1.1. FDM (Modelagem de Deposição Fundida)

A tecnologia de impressão de Modelagem de Deposição Fundida ou FDM emprega o uso do calor para derreter o filamento, filamento este que pode ser composto de diversos materiais diferentes, e com ele derretido, o material é depositado na mesa de impressão em camadas, seguindo os movimentos da extrusora e ou da mesa de impressão. Outra definição mais técnica para esta tecnologia é:

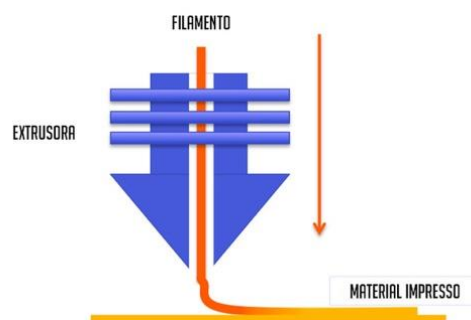
A modelagem de deposição fundida, ou FDM, é um método de fabricação aditiva onde camadas de materiais são fundidas em um padrão para criar um objeto. O material é geralmente derretido logo após a temperatura de transição vítrea e, em seguida, é extrudado em um padrão próximo ou acima das extrusões anteriores, criando um objeto camada por camada. (Disponível em: <<https://engiprinters.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2021).

Outra definição feita que traz uma explicação mais prática e simplificada para a tecnologia, que julgo pertinente apresentar, foi:

Em termos leigos, uma impressora FDM 3D típica pega um filamento de plástico e o espreme através de uma extremidade quente, derretendo-o e, em seguida, depositando-o em camadas no leito de impressão. Essas camadas são fundidas juntas, acumulando-se em toda a impressão e, eventualmente, formarão a peça finalizada. Disponível em: <<https://engiprinters.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2021).

Embora a referência anterior utilize a expressão “filamento plástico”, destaco que existem atualmente no mercado filamentos de diversas composições e matérias primas, mas *“O plástico é um dos materiais mais comumente usados na modelagem por deposição fundida.”* (Disponível em: <<https://pt.3dilla.com>>. Acesso em: 02 out. 2021). Abaixo apresento ilustração da impressão 3D em FDM.

Figura 12 - Diagrama que ilustra a impressão 3D FDM



Fonte: Disponível em: <<https://engiprinters.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2021

4.1.2. Filamentos para impressão 3D

Filamento é o nome dado ao insumo necessário para realizar a impressão 3D, eles são compostos em sua maioria de polímeros termoplásticos, disponíveis em várias cores. A venda deste produto é feita em sua maioria em sites especializados na área de impressão 3d e prototipagem, sua comercialização é feita por meio de carreteis onde os fios são enrolados, as embalagens mais comuns encontradas no mercado são de 500 gramas e 1 quilo.

Os filamentos mais usados para a impressão são: PLA (Poliácido Láctico), ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), PETG (Politereftalato de etileno com glycol), que serão detalhados em um quadro ao final deste capítulo. Com relação as cores disponíveis no mercado *“Nem todos os fabricantes de filamentos conseguem manter a mesma tonalidade em diferentes lotes, ou seja, o verde comprado hoje pode não ser o mesmo do que o comprado amanhã [...]”* (Disponível em: <www.bcnoticias.com.br>. Acesso em: 02 out. 2021)

Figura 13 - Carreteis de filamento



Fonte: <https://combtech.com.br>

As afirmações e conceitos apresentados neste tópico usaram como referência o site www.bcnoticias.com.br, que ao abordar o tema, também afirma:

Os filamentos são compostos de polímeros termoplásticos, produzidos no formato de fio contínuo, que é enrolado em um carretel e vendido nas lojas especializadas. É este fio que serve para alimentar a impressora 3D durante o seu processo de produção, sendo derretido pelo extrusor, gerando as camadas que irão formar o objeto escolhido. (Disponível em: <<https://www.bcnoticias.com.br>>. Acesso em: 02 out. 2021)

Na pesquisa bibliográfica deste tópico, foi identificado diversos tipos de filamentos, mas que por não ser o objetivo deste trabalho o aprofundamento e o uso dos diversos filamentos

existentes, adotamos apenas três tipos, sendo dentre eles o PLA (Poliácido Lático), o escolhido para ser utilizado na prototipagem da Igreja de Nossa Senhora do Rosário, na Prainha de Vila Velha, Espírito Santo. No quadro apresentado a seguir, foi comparado algumas características entre os filamentos escolhidos, analisemos

QUADRO 3 - Comparação dos diferentes filamentos

NOME	MATÉRIA PRIMA	TEMPERATURA DE EXTRUSÃO	CARACTERÍSTICAS
PLA (<i>Poliácido Lático</i>)	Amido de milho, cana de açúcar, etc.	190° C à 210° C	Indoor, biodegradável e boa resistência mecânica para carga estática.
ABS (<i>Acrilonitrila Butadieno Estireno</i>)	Derivados de petróleo.	220° C à 240° C	Boa resistência mecânica para tração ou compressão e boa resistência térmica.
PETG (<i>Politereftalato de etileno com glycol</i>)	Plástico	220° C à 245° C	Alta resistência mecânica, alta resistência química e elevada tenacidade.

Fonte: www.lojavoo3d.com.br

A escolha do filamento do tipo PLA (Poliácido Lático), na cor branca, se deu devido a seu preço acessível, que no mês de outubro de 2021, encontra-se em torno de R\$ 105,00 (cento e cinco reais) o quilo do insumo, por ser encontrado com facilidade nos sites de venda e por ser biodegradável, o que no momento de descarte das peças produzidas, causará menor impacto ecológico.

\

5. A IGREJA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA DO ESPÍRITO SANTO.

Quando ainda pensava no objeto de ensaio deste trabalho, me confrontei com uma questão importantíssima: Qual obra (edificação) eleger para experimentar a prototipagem? Sabia que para abordar questões de restauro de uma edificação, com o intuito de formular um protótipo de sua fachada, seria mais prático e seguro escolher uma de fácil acesso a seus documentos e registros, e que se possível, próxima de minha residência, afinal precisaria ir a campo tomar medidas e captar imagens.

Após este questionamento, logo me veio a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha no Espírito Santo, por inicialmente atender a estes quesitos e por tamanha relevância histórico-cultural.

Apresentadas as razões que me fizeram escolher a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha como objeto de experimento desta pesquisa, passo a apresentar a História da Edificação, as intervenções que já passou ao longo da sua história e sua atual situação.

5.1. HISTÓRIA

Segundo material elaborado pela Secretaria de Estado da Cultura | Conselho Estadual de Cultura | Vitória, Espírito Santo, 2009, Vasco Fernandes de Coutinho, ao chegar e iniciar a colonização das terras capixabas, em 1535, escolheu uma planície, quase que ao nível do mar, para fundar seu aldeamento, a Vila do Espírito Santo, foi habitada inicialmente por sessenta pessoas, em quarenta casas, destaca-se o fato de que sua fundação foi custeada com recurso do próprio Vasco Coutinho.

Ao escolher um sítio quase ao nível do mar, entre rochedos, e tendo ao fundo uma extensa planície, o fundador da vila do Espírito Santo deve ter imaginado que ela seria transitória. Afinal, quinze anos após aportar na nova terra, em 1550, Coutinho transfere a sede da capitania para um novo sítio, agora insular e no alto, propício à defesa. Os constantes ataques dos indígenas e a economia incipiente pressionavam os colonos, impedindo-os de progredir. Ao chegar, em 1535, a população colonizadora se constituía de sessenta pessoas e, segundo viajantes estrangeiros, no início do século XIX, não mais que um aldeamento, a vila contava com quarenta casas. (SECRETARIA DE ESTADO DA CULTURA | CONSELHO ESTADUAL DE CULTURA | VITÓRIA, ESPÍRITO SANTO, 2009, p. 387 e 388)

Figura 14 - Desembarque de Vasco Fernandes Coutinho na Prainha.



Desembarque de Vasco Fernandes Coutinho na Prainha. Desenho de Joyce Brandão.

Fonte: Desenho de Joyce Brandão, que ilustra o Livro "A Igreja do Rosário. A Presença de Vasco Fernandes Coutinho. (Jair Malisek Santos, 2003, p. 20.)

Além das 40 casas, foi erguido nesse aldeamento uma igreja, inicialmente construída com taipa de mão, coberta com folhas de palmeiras, com sua frente voltada para o mar, tão pequena que segundo Secretaria de Estado da Cultura | Conselho Estadual de Cultura | Vitória, Espírito Santo (2009), “[...] segundo os primeiros relatos do padre jesuíta Leonardo Nunes, datados de 1549, ela era pequena, tão pequena que a maioria dos escravos assistia à missa do lado de fora, por não caberem todos dentro dela.”.

Fato interessante, recai sobre nome desta vila, pois após quinze anos de sua fundação, Vasco Coutinho, transfere a sede da capitania para um novo sítio (atual cidade de Vitória, capital do Estado do Espírito Santo), passando a Vila do Espírito Santo a se chamar de Vila Velha, nome que até hoje é usado.

Em 23 de junho de 1765, se deu a construção em pedra e cal, da Igreja de Nossa Senhora do Rosário em um terreno doado a irmandade Nossa Senhora do Rosário dos Pretos, com mão-de-obra dos negros desta irmandade, neste momento foi construída a Capela-mor, obra que durou 2 anos para ser concluída.

O Igreja foi dedica a Nossa Senhora do Rosário, Santa criada pelo Espanhol São Domingos de Gusmão, por volta do século XIII, o que foi denominado Ordem Dominicana, na Europa. O espargimento da devoção a Nossa Senhora do Rosário, se deu após a vitória dos cristãos na Batalha Naval de Lepanto, em 7 de outubro de 1571, fato que foi atribuído a Santa, conforme narra Canal e outros, (2010):

Por volta do século XIII, surgia a devoção a Nossa Senhora do Rosário, criada pelo Espanhol São Domingos de Gusmão, fundador da Ordem da Ordem Dominicana, na Europa.

A devoção a Nossa Senhora do Rosário Contudo, se difundiu após a Batalha Naval de Lepanto, que envolveu disputa entre cristãos e muçulmanos. Ocorrida em 7 de outubro de 1571, a guerra teve como consequência a dominação do mediterrâneo pelos cristãos, que saíram vencedores.

Naquele mesmo dia, antes da luta, houve uma procissão do Rosário, na Praça São Pedro, em Roma, considerada decisiva para essa importante vitória cristã.

Tendo isto exposto, avançaremos no próximo tópico, com os fatos e marcos no processo de construção da Igreja.

5.2. A EDIFICAÇÃO DA IGREJA

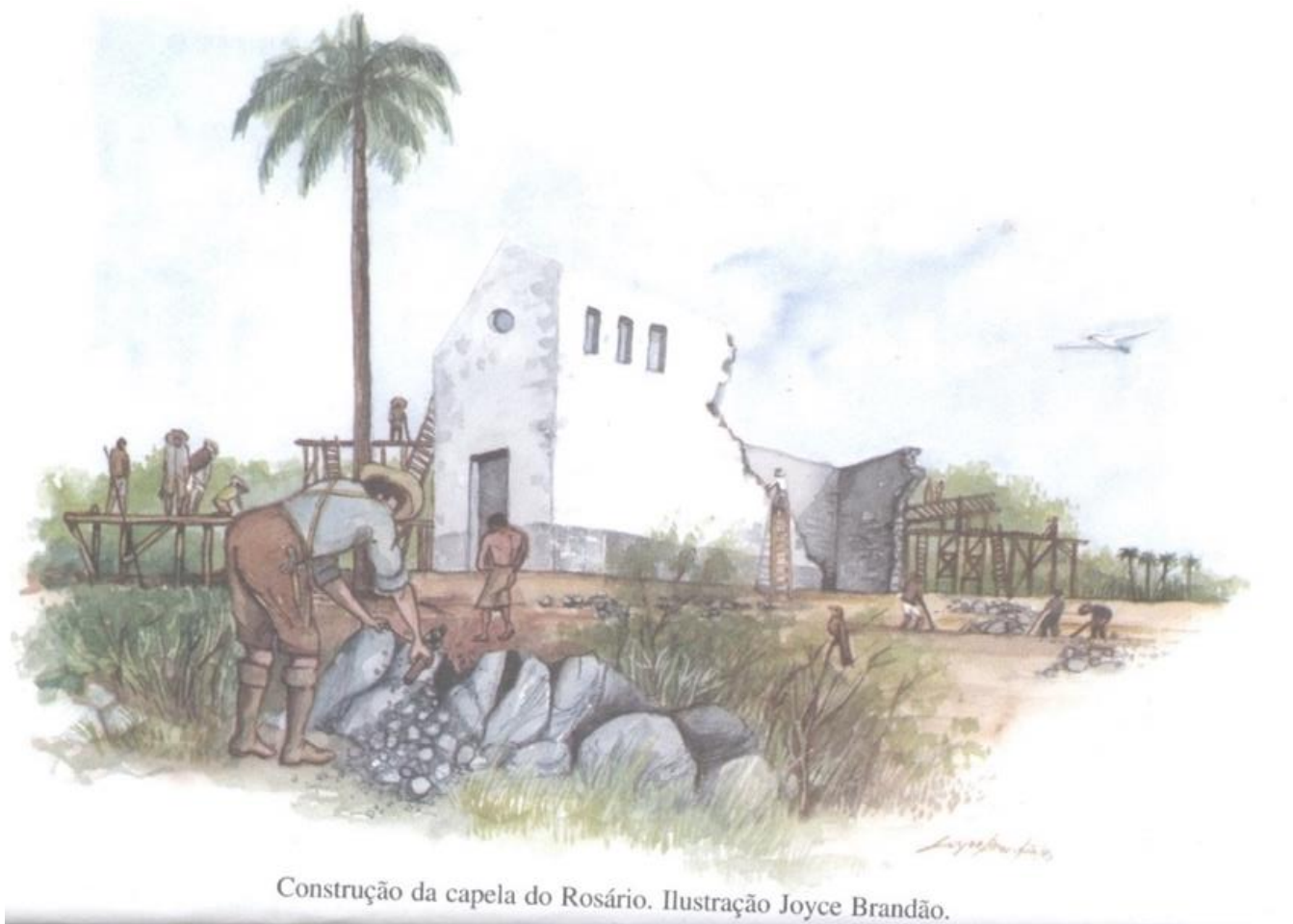
Embora haja registros de que logo na chegada de Vasco Coutinho às terras capixabas, em 1535, foi construída uma igreja, na então Vila do Espírito Santo, esta foi edificada de forma muito simples e pequena, em caráter provisório, conforme fundamenta as citações susogradas.

A Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha, como conhecemos hoje, teve sua construção apenas em 23 de junho de 1765, após à doação do terreno a irmandade de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos, pelo capitão Felipe Gonçalves dos Santos, sua filha Bernardina de Oliveira e seu genro Inácio Fernandes Rabello, que segundo Canal e outros (2010), exigiram que: “[...] porém, que a igreja fosse iniciada imediatamente, “em pedra e cal”.

Tal solicitação foi atendida, dando inicio as obras naquele mesmo ano, o que durou cerca de 2 anos, e se restringiu a construção da estrutura principal.

A partir de mão-de-obra dos negros que pertenciam à Irmandade de Nossa Senhora do Rosário dos Pretos, A Igreja do Rosário foi construída em pedra e cal, por autorização e provisão do Arcebispado da Bahia, a partir de 1765, tendo sua estrutura principal (capela-mor) finalizada em apenas dois anos. (CANAL et al., 2010, p. 30)

Figura 15 - Construção da capela do Rosário.



Fonte: Joyce Brandão, que ilustra o Livro "A Igreja do Rosário. A Presença de Vasco Fernandes Coutinho. (Jair Malisek Santos, 2003, p. 26.)

Nesta primeira fase ela conta uma nave única, capela-mor, e sua estrutura em pedras argamassadas com cal e conchas, ao longo do tempo a edificação sofreu intervenções de ampliação e restauro, tema que abordaremos no próximo tópico.

5.3. INTERVENÇÕES

A arquitetura da Igreja, como se encontra atualmente, é resultado de algumas intervenções, que segundo Canal e outros (2010), foram pelo menos três etapas:

1º etapa – Origem: A igrejainha erguida pela Irmandade do Rosário dos Homens Pretos era composta apenas pela nave e capela-mor, paredes construídas em pedra argamassada com cal de conchas.

Os dois nichos existentes em cada um dos seus lados marcam as antigas janelas. A espessura das paredes da nave demonstra que elas eram as fachadas laterais originais. O cemitério, que desde o início garantia aos irmãos negros o direito à sepultura cristã, era protegido por muros baixos de pedra.

2º etapa – No final do século XIII, a Igreja do Rosário ganhou a torre sineira e o novo muro do cemitério, com o portão que vemos hoje. Enfeitaram sua fachada e seu interior com desenhos em relevo executados em argamassa de estuque.

3º etapa – A grande ampliação ocorreu no final do século XIX, com a expansão da capela-mor e da sacristia e com a incorporação do corredor lateral com os ossários. A torre foi então integrada ao prédio. Além disso, foram erguidas paredes de tijolos sobre os muros de pedra e os telhados foram elevados e prolongados para a construção do segundo pavimento.

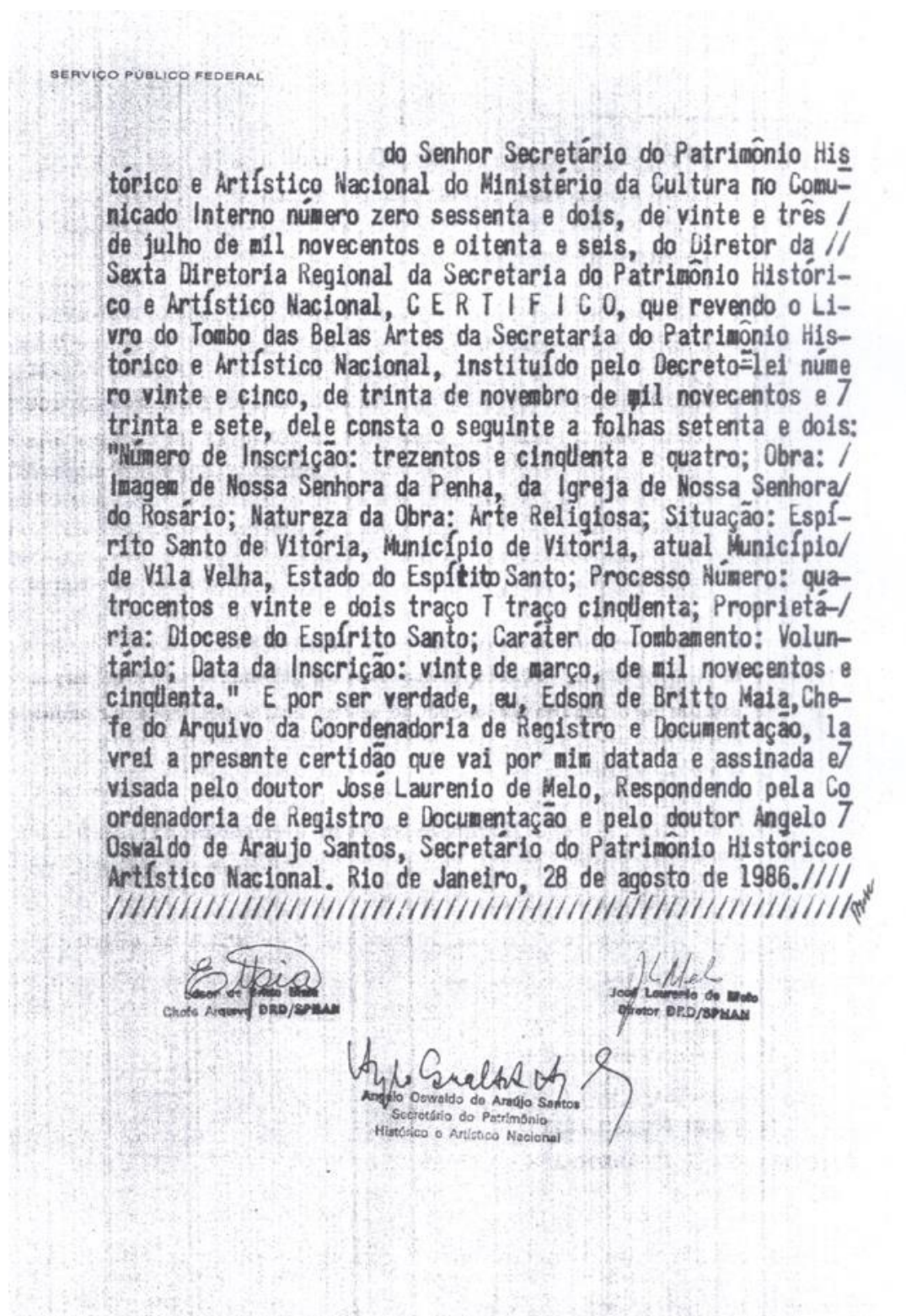
Suas salas foram divididas com paredes de pau-a-pique e o antigo piso em tijoleira de barro foi substituído por ladrilho hidráulico. (grifo nosso)

Além das intervenções ocorridas na edificação, recentemente a Igreja passou por um processo de restauro, que segundo Matéria do Jornal A Gazeta, de 12 de outubro de 2015, na coluna de Leonel Ximenes, o projeto de restauro objetivou “[...] a recuperação de toda parte elétrica, que está em estado crítico e de risco, pintura interna e externa, dentro dos padrões originais; e restauração do confessionário de madeira de mais de 400 anos[...]”.

Destaco que a Igreja foi tombada em 20 de março de 1950, o que deu a ela maior segurança contra eventuais tentativas de descaracterização, conforme determina a legislação vigente no Brasil, que foi apresentada no início deste trabalho.

A certidão de Tombamento da Igreja e a cópia da matéria do Jornal A Gazeta, referenciado nos parágrafos susograftados, foram disponibilizados do acervo da Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, que faço constar neste trabalho.

Figura 16 - Certidão de Tombamento da Igreja Nossa Senhora do Rosário, 1950.



Fonte: Secretaria de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. (extraído do Acervo da Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, em 2021.)

Figura 17 - Matéria do Jornal



Fonte: A Gazeta, de 12 de outubro de 2015, da coluna de Leonel Ximenes. Extraído do acervo da Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, em 202

5.4. FICHA TÉCNICA

A Igreja de Nossa Senhora do Rosário, segundo Levantamento Cadastral da Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, datado em outubro de 2001 (Prancha das Fachadas, que será apresentada a seguir), a edificação totaliza 292 m²,

com dois pavimentos, sendo um o Térreo e outro o Coro, com quatro acessos no térreo, para o seu interior, sendo uma porta em cada uma de suas fachadas.

Em relação a suas aberturas do tipo janelas, a Igreja conta com dezessete janelas, sendo: três em sua fachada frontal e mais sete em sua fachada lateral esquerda e mais sete em sua fachada lateral direita.

Sua fachada principal tem seu frontão adornado com volutas, um óculo no centro, uma cruz no alto do frontão, sendo esta o ponto mais alto da edificação, nas laterais direita e esquerda do frontão temos um pináculo.

Nas fachadas Laterais direita e esquerda além das janelas e portas anteriormente descritas, observamos que conta com dois óculos. Destaca-se nestas fachadas a “queda” do telhado de duas águas.

Por fim, na fachada dos fundos, um pouco mais simples, contamos dois pináculos de formato esférico, e uma cruz na parte mais alta desta fachada.

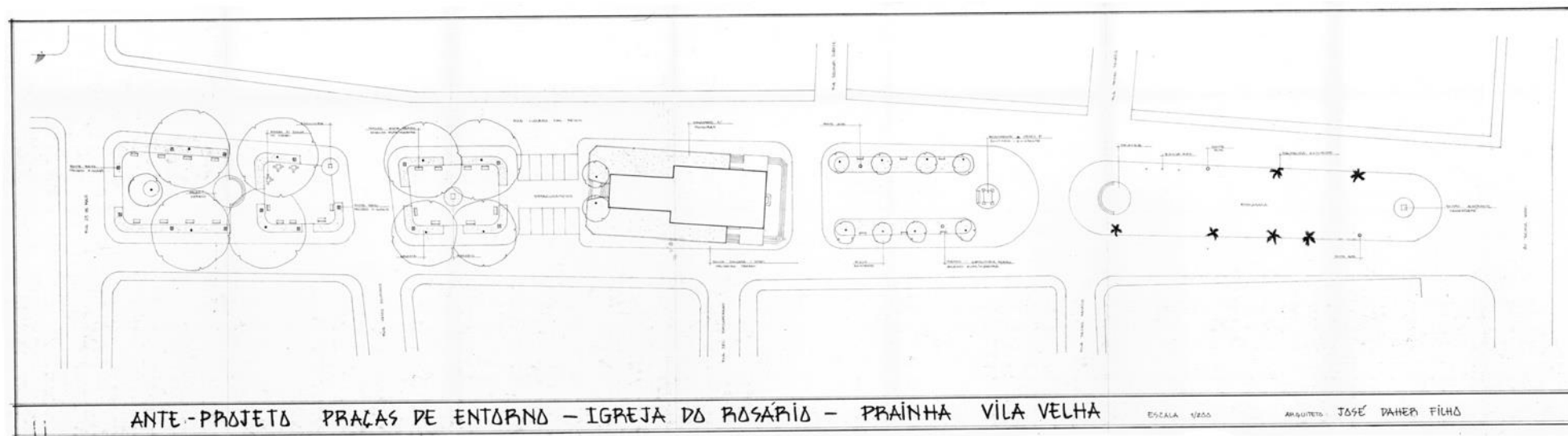
Nota-se a predominância da cor branca em suas fachadas, cor esta que cobre todas as paredes, frontão e adornos, tem suas esquadrias (portas e janelas) pintadas na cor verde. Além da cor branca e verde já mencionada, a Igreja conta com um detalhamento ao redor das portas das fachadas laterais e da frontal, feito em pedra de tonalidade ocre, conforme se constata através do levantamento fotográfico feito pelo autor deste trabalho.

No que se refere ao estilo arquitetônico da Igreja, segundo Canal e outros (2010), ela apresenta características da arquitetura colonial brasileira e barroca, conforme descrevem no trecho a seguir:

Sua fachada Principal; apresenta características da arquitetura colonial brasileira, com destaque para seu frontão barroco com óculo, grande cimalha separando o corpo do coroamento da igreja, três janelas rasgadas com verga e sobreverga em arco abatido e parapeito entalado, além de uma porta principal almofadada com ombreira e verga em cantaria e sobreverga em cantaria e sobreverga em argamassa.

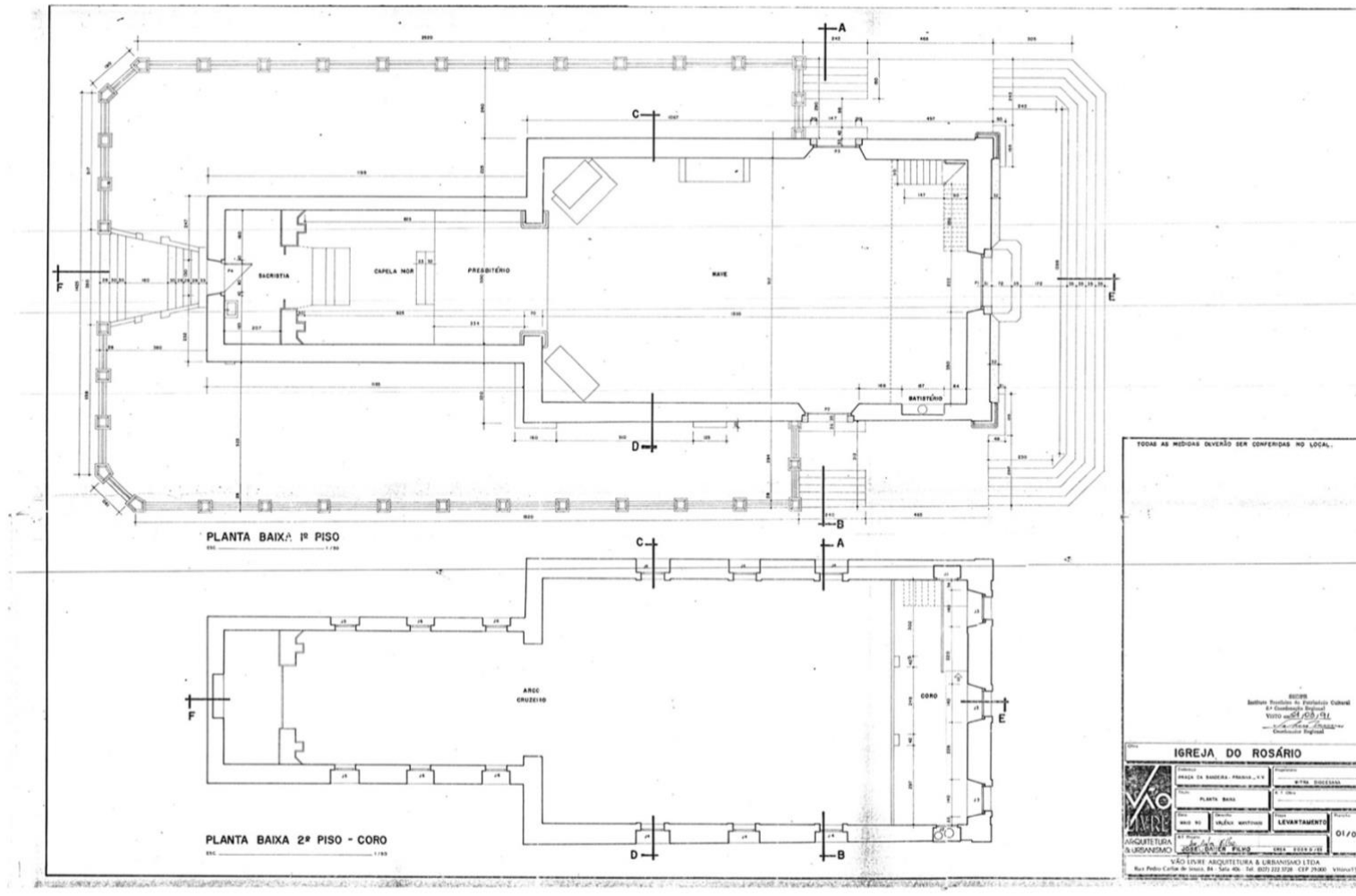
Para encerrar este capítulo apresentaremos a seguir a implantação do edifício, planta baixa do 1º e 2º piso e fachadas, que foram cedidas pela Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo.

Figura 18 - Entorno da Igreja de Nossa Senhora do Rosário.



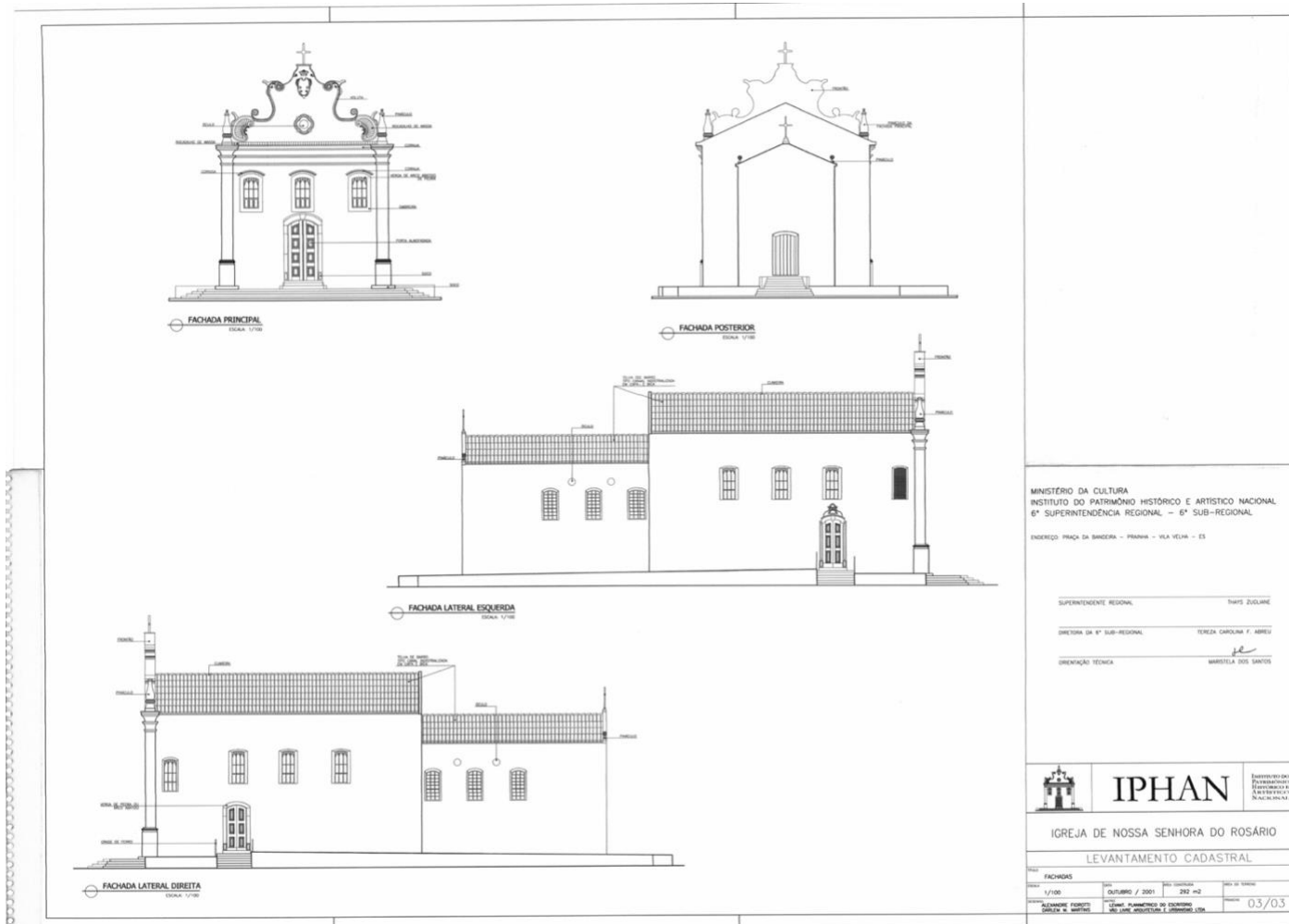
Fonte: Arquiteto José Daher Filho, extraído do acervo da Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, em 2021.

Figura 19 - Planta Baixa do 1º e 2º piso da Igreja Nossa Senhora do Rosário.



Fonte: Escritório Vão Livre Arquitetura & Urbanismo LTDA. Extraído do acervo da Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, em 2021.

Figura 20 - Fachadas da Igreja Nossa Senhora do Rosário.



Fonte: Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, 2001.

6. LEVANTAMENTO E REPRESENTAÇÃO DA FACHADA PRINCIPAL DA IGREJA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO DA PRAINHA DE VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO

Considerando que o objetivo específico deste trabalho é aplicar a tecnologia de prototipagem em impressora de filamento 3D, foi realizado um planejamento das ações a serem realizadas, para obtenção de dados e documentos do objeto de experimento desta pesquisa, que é a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha, Espírito Santo, para posteriormente iniciar o refinamento e conversão destas informações, com fito de gerar um arquivo compatível com uma impressora 3D.

Neste planejamento, que se baseou no trabalho de Fischer (2018) foi definido que seriam necessárias 4 etapas, que são elas:

QUADRO 4 - Fases do experimento do uso da impressão 3D em projetos de restauro.

PLANEJAMENTO	Escolha do edifício a ser experimentado;
	Escolha dos aplicativos de celular;
	Escolha dos softwares para futuro tratamento e leitura dos dados;
	Escolha das ferramentas (trena digital, celular).
LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS	Levantamento das plantas arquitetônicas da Igreja, junto a Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo;
	Levantamento de documentos históricos e jornalísticos da Igreja, junto a Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo;
LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS	Levantamento fotográfico;
	Levantamento arquitetônico;
	Escaneamento da Igreja;
	Transferência dos dados digitais para um disco rígido e virtual.
CONVERSÃO E REFINAMENTO DE DADOS	Compatibilização dos diferentes levantamentos;
	Elaboração de modelagem 3D, no software SketchUp;
	Conversão da modelagem 3d para o software Cura

IMPRESSÃO DA FACHADA	Escalonamento da modelagem no software CURA;
	Configuração da impressora;
	Início da Impressão.

Fonte: Elaboração própria

6.1. PLANEJAMENTO

A priori foi definido o edifício de experimento, deste trabalho, que foi a Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha, em Vila Velha, Espírito Santo, por tratar-se de uma edificação de grande relevância para a história da colonização do Estado do Espírito Santo.

Outra discussão feita, foi a da escolha dos aplicativos de celular com tecnologia de escaneamento de objetos e imóveis, para que posteriormente na etapa de “Levantamento de Dados Primários”, fosse feito em campo o levantamento volumétrico da edificação por instrumento de um Celular compatível. Foi um limitador nesta etapa o modelo do aparelho de celular disponível ao pesquisador, que foi o “Iphone 11”, pois alguns aplicativos só estavam disponíveis, data de 22 de agosto de 2021, para os aparelhos Iphone modelo 12 ou superiores. Oportunamente, informo que não foi feita a pesquisa de aplicativos disponíveis para aparelhos celulares de sistema operacional *Android*⁸ ou similares, pelo fato de o pesquisador deste trabalho não dispor de aparelhos com tal sistema. Vejamos no quadro abaixo, as características dos aplicativos testados neste trabalho:

QUADRO 5 - Comparativo geral, dos aplicativos de tecnologia de escaneamento de objetos testados para este trabalho.

APLICATIVO	DESENVOLVEDOR	CUSTO	CONSIDERAÇÕES
<i>⁹Polycam</i> <i>Versão 2.0.5</i>	<i>Polycam Inc.</i>	Gratuito: Uso limitado; Polycam Pro anual: \$39.99; Polycam Pro Mensal: \$7.99; Polycam Pro: \$119.99.	O uso gratuito deste aplicativo, não permite exportar o arquivo escaneado.
<i>3D Scanner APP</i> <i>Versão 1.9.5</i>	<i>Lean Labs</i>	Gratuito para download.	Disponível para download, mas só é compatível com Iphone 12 Pro, Ipad Pro 11 e Ipad Pro 12.9.

⁸ Sistema operacional de celulares e tablets da empresa *Google*

⁹ Aplicativo escolhido para ser utilizado no escaneamento da Igreja, paguei pela versão Pró mensal.

Lidar Scanner 3D Versão 1.2	<i>Marek Simonik</i>	Gratuito para Download, mas para salvar e exportar o modelo escaneado, custa R\$ 1,90.	Disponível para download, mas só é compatível com Iphone 12 Pro, Ipad Pro 11 e Ipad Pro 12.9.
--	----------------------	--	---

Fonte: App Store¹⁰.

Figura 21 - Ícone do aplicativo Polycam

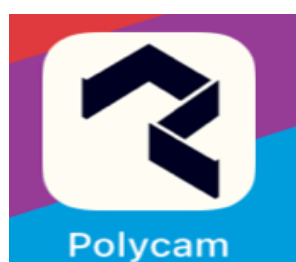


Figura 22 - Ícone do aplicativo 3D Scanner App

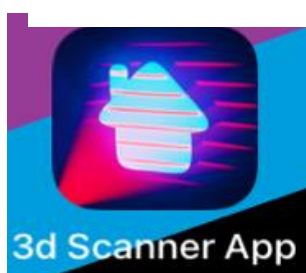
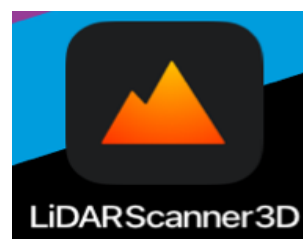


Figura 23 - Ícone do aplicativo Lidar Scanner 3D.



Definida as ferramentas digitais para a etapa de Levantamento de campo, foi iniciado o planejamento das ferramentas e equipamentos manuais e eletrônicos, que seriam utilizados para medição, registro de imagens e anotações. Conforme detalha o quadro e imagens

QUADRO 6 - Ferramentas e equipamentos empregados em cada método do levantamento de campo

Método de levantamento	Local ou meio de Obtenção de dados	Objetivo:	Equipamentos e softwares empregados
Levantamento Fotográfico	Em campo	Obtenção de imagens de toda parte externa, em diferentes, ângulos e posições	Câmera de celular (Iphone 11)
Levantamento Arquitetônico	Em campo	Obtenção de dados métricos gerais e espaciais.	Ipad 8, Iphone 11 e Trena Digital Bosch GLM 40.
Escaneamento da Igreja	Em campo	Confecção de um arquivo 3D de toda parte externa.	Câmera de celular, Aplicativo Polycam.

Fonte: Adaptado de Fischer, 2018.

¹⁰ Loja de aplicativos da empresa Apple, disponível para o sistema IOS.

Figura 24 - Iphone 11.
Fonte: apple.com



Fonte: apple.com

Figura 25 - Ipad 8ª geração.



Fonte: apple.com

Figura 26 - Trena Digital Bosch GLM 40.



Fonte: leroymerlin.com.br

Já para na escolha do software, que possibilitasse importar, editar e compatibilizar os arquivos gerados, pelo aplicativo Polycam (Versão 2.0.5), foi definido o SketchUp PRO 2018 (Versão 18.0.169760 – Mac OS), considerando o domínio da ferramenta por parte do pesquisador deste trabalho e pelo mesmo já possuir a licença do programa.

Por fim, já estipuladas as ferramentas, equipamentos, softwares e aplicativos para celular, que seriam utilizados no levantamento de campo, restava a definição do Software, para converter e exportar a modelagem final do Sketchup, para o formato compatível com o utilizado na impressão 3d. Sendo escolhido o Programa CURA (versão 4.11 – Mac OS), que pelo fato de ser gratuito e de fácil navegação. Segue abaixo quadro com as principais características dos softwares escolhidos, para importar, editar e compatibilizar os arquivos e dados gerados no levantamento de campo:

QUADRO 7 – Características principais dos Softwares utilizados neste trabalho

Software	DESENVOLVEDOR	CUSTO	CONSIDERAÇÕES
SketchUp PRO 2018 Versão 18.0.169760	Trimble	Licença profissional anual: \$ 299,00.	Programa de modelagem 3D, compatível com a importação de diversos formatos de arquivo.

Mac OS			
CURA Versão 4.11 Mac OS	Ultimaker	Gratuito	Programa destinado a conversão de arquivos de modelagem 3d para os formatos compatíveis com a impressora de Filamento 3D.

Fonte: Site dos desenvolvedores do Softwares.

6.2. LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS

Com fito de obter documentos, registros projetual e históricos da Igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha, Espírito Santo, para compor e embasar este trabalho, foi feito contato telefônico pelo número (027) 3223-0606 e por e-mail, no dia 31 de agosto 2021, com a Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo, para verificar a possibilidade de disponibilizarem os arquivos existentes em seu acervo, que gentilmente me foi disponibilizado em formato de PDF, PNG e DWG¹¹, arquivos do tipo: planta baixa, fachadas, pranchas técnicas de Restauro, matérias de Periódicos, Panfletos de divulgação e de caráter turístico,

Os arquivos disponibilizados foram apresentados e devidamente referenciados ao longo deste trabalho, de acordo com a relevância e pertinência de cada capítulo.

6.3. Levantamento de Dados Primários

Seguindo o roteiro do planejamento de trabalho, conforme foi apresentado no início deste capítulo, deu-se início nos trabalhos de levantamento fotográfico e arquitetônico. O levantamento arquitetônico consiste na coleta, verificação e registro de informações numéricas, tais como largura, comprimento, altura espessura, nível e inclinação de uma edificação, podendo também abarcar outras análises, tais como coletar informações espaciais, por exemplo, realizar coleta de informações do entorno, climáticas, geográficas, topográficas. A definição do

¹¹ Formato de arquivo comumente utilizado em programas de representação gráfica e textual de projetos arquitetônicos, como por exemplo no *AutoCad* (Desenvolvido pela Autodesk).

levantamento arquitetônico foi feita tendo como embasamento o entendimento dos seguintes autores:

Qualquer levantamento métrico-arquitetônico, por mais detalhado e preciso que seja, jamais poderá abarcar todos os aspectos da realidade de um bem cultural, com a aquisição, de todos os aspectos da realidade de um bem cultural, com a aquisição de todos os dados exatos de sua existência. Todo levantamento métrico de determinado bem carrega em si escolhas de representação que respondem à pergunta: que aspectos dessa obra são importantes serem representados para esse projeto? (FISCHER, 2018, p. 112)

É uma posição já entendida que o levantamento, e em modo particular aquele destinado a intervenções de restauro, não seja compreendido como apenas a medição e restituição gráfica de um artefato arquitetônico, mas que, ao contrário, o levantamento seja a somatória de mais operações sucessivas, que tendem ao conhecimento global do objeto estudado. (FRANCESCHI e GERMANI, 2004, P. 85)

6.3.1. Levantamento Fotográfico

O levantamento fotográfico consiste na obtenção de imagens, por instrumento de câmera fotográfica, que neste trabalho foi utilizado a câmera de um aparelho celular, modelo Iphone 11. O registro das imagens foi feito no dia 22 de agosto de 2021, por volta das 09:00 horas da manhã pelo autor deste trabalho.

Foram feitas 35 (trinta e cinco) fotos da parte externa da Igreja e de seu entorno, que posteriormente foram analisadas pelo autor, que elegeu para compor este trabalho apenas 8 (oito), que são apresentadas no quadro a seguir, utilizando o critério próprio de relevância, nitidez, qualidade e enquadramento das imagens.

Foi um fato restritivo neste levantamento fotográfico o grande tráfego de pessoas e automóveis na região, dado o valor turístico da região, outro fato que neste caso em específico deve-se mencionar, foi que na data e horário em que foi feito o levantamento, acontecia no interior da Igreja, uma celebração religiosa, o que demandou, espera para o registro fotográfico das portas e janelas fechadas, pois, durante a celebração as mesmas mantiveram-se abertas, mas que também foi feito registro com as portas e janelas abertas.

QUADRO 8 - Levantamento fotográfico da Igreja Nossa Senhora do Rosário.

Figura 27 -Placa turística do imóvel.



Figura 28 - Fachada Frontal e Lateral Esquerda.



Figura 29 - Fachada dos Fundos.



Figura 30 - Fachada do Fundos e Lateral Direita.



Figura 31 - Detalhe aproximado da voluta e do pináculo da lateral direita do frontão da Fachada Frontal.

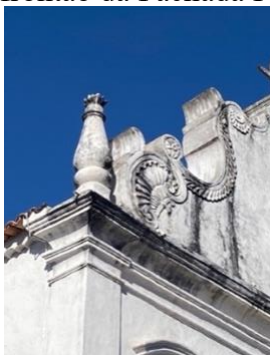


Figura 32 - Detalhe aproximado do Frontão da Fachada Frontal.



Figura 33 - Fachada Lateral Direita e Frontal.



Figura 34 - Fachada Frontal.



Fonte: Elaboração própria, por instrumento da câmera de celular (Iphone 11), no dia 22 de agosto de 2021.

6.3.2. Levantamento arquitetônico

Para o levantamento arquitetônico foi empregado o uso do Ipad 8, Iphone 11, Trena Digital Bosch GLM 40 e trena manual, onde foi feita a aferição das medidas gerais da Igreja e de seu entorno. Com auxílio do Ipad foi feito anotações dos valores métricos gerais da Fachada Frontal, tais como: Larguras, alturas, dimensões e localização das esquadrias. Tal registro foi feito sobre uma fotografia da fachada principal, conforme se observa na imagem apresentada logo mais.

A Trena digital foi utilizada para fazer a medição dos pontos, sendo esta configurada para a unidade de medida “metros”, os valores obtidos foram comparados com os valores encontrados no Levantamento de dados Secundário, que balizaram o escalonamento dos arquivos escaneados com o aplicativo Polycam.

Muito mais que obter as dimensões do edifício, o levantamento arquitetônico feito objetivou, a compreensão total dos elementos que compõem a Igreja, sua relação com o entorno, com a população e identificar os traços físicos deixados pelo transcorrer do tempo. FISCHER, em sua tese de mestrado em 2018, traz o conceito de “Levantamento métrico-arquitetônico” de forma concernente ao conceito adotado pelo autor deste trabalho.



Ainda que o Levantamento métrico-arquitetônico seja utilizado como ferramenta para outras disciplinas, em especial a disciplina do restauro, o levantamento em si é uma ciência complexa, das poucas que permite compreender a natureza do objeto arquitetônico, revelando características históricas, a forma que o monumento foi assumindo e suas transformações ocorridas em suas várias épocas. Desse ponto de vista, o levantamento não restringe apenas à coleta de medidas e características formais dos objetos de estudo, mas a um sistema de conhecimento sobre esse objeto. (FISCHER, 2018, p. 96)

A medição iniciou-se pela aferição das alturas dos degraus, por instrumento da trena manual, onde observou-se uma leve variação entre eles, seguindo os trabalhos foi aferido as alturas do ¹²entablamento e do início do telhado.

Foi realizado também a aferição das principais medidas da fachada principal, tais como: portal, colunas, distancias entre um elemento e outro. Após a aferição de cada elemento, foi registrado os valores e anotações simplificada de forma digital, com o auxílio de um IPAD 8, sobre uma fotografia, por meio deste levantamento obtivemos os seguintes dados:

¹² Na anotação feita in loco, foi erroneamente nomeada de platibanda, quando o correto é entablamento.

QUADRO 9 - Anotações realizadas no levantamento de dados

<p>Figura 35 - Anotações feitas, referente as alturas dos elementos da fachada principal.</p> 	<p>Com o auxílio de uma trena digital foi verificado as alturas de alguns elementos da fachada, usando como referencia o nível do piso do 4 degrau.</p> <p>Dados obtidos:</p> <p>Entablamento¹³: 8,5 metros.</p> <p>Telha: 8,8 metros.</p>
<p>Figura 36 - Anotações feitas, referente as principais dimensões dos elementos da fachada.</p> 	<p>Nestas anotações foram registradas as larguras e alturas de alguns elementos da fachada principal, sendo utilizado trena digital e trena manual.</p> <p>Dados obtidos:</p> <p>Altura dos degraus: Entorno de 12 à 15 cm.</p> <p>Largura total da porta: 1,82 metros</p> <p>Distancia da base da coluna direita até a porta: 3,35 metros.</p> <p>Distancia da base da coluna esquerda até a porta: 3,37 metros.</p> <p>Base das colunas: 0,99 metros.</p>

Fonte: Elaboração própria.

6.3.3. Escaneamento da Igreja

Nesta etapa do trabalho, nos dedicamos a elaboração do arquivo 3D da fachada principal da Igreja de Nossa Senhora do Rosário, com a utilização do aplicativo de celular POLYCAM, a escolha do aplicativo se deu por sua navegação fácil, compatibilidade com aparelho celular do

¹³ Na anotação feita in loco, foi erroneamente nomeada de platibanda, quando o correto é entablamento.

autor deste trabalho. Cabe destacar, o fato de que o aplicativo embora tenha download e login gratuito, se fez necessário a assinatura da versão paga, para que fosse possível exportar os arquivos gerados.

O download do aplicativo foi feito na App Store, após baixado e iniciado foi solicitado cadastro, onde basicamente requereu nome completo e conta de e-mail e criação de senha para o usuário, conforme imagens abaixo:

Figura 37 - Tela de inicialização do aplicativo Polycam.

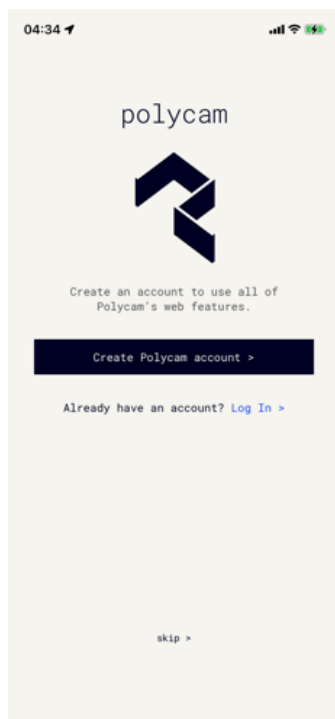


Figura 38 - Tela de Login ou cadastramento do aplicativo Polycam.

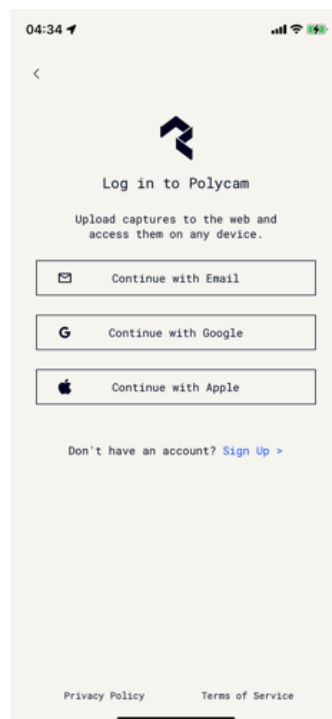
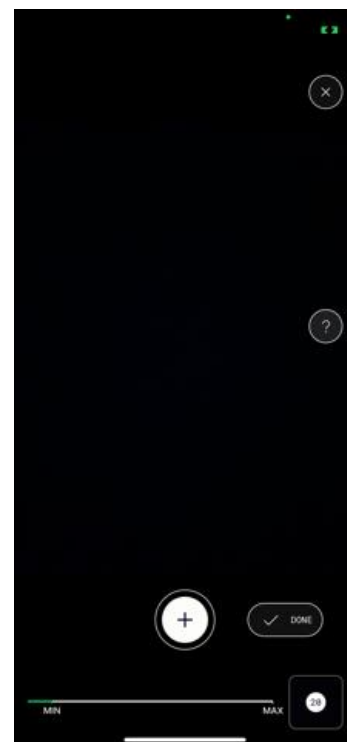


Figura 39- Tela de captura de imagens do aplicativo Polycam.









Finalizada a etapa de cadastro, foi possível iniciar os testes com o aplicativo. No dia 22 de agosto de 2021, após o levantamento fotográfico, iniciamos as tentativas de escaneamento. A tecnologia utilizada pelo POLYCAM, gera um arquivo em 3 dimensões, por meio do processamento de fotografias capturadas dentro dele, não sendo permitido importar imagens de outros ficheiros. Para a elaboração de um arquivo além da exigência de que as imagens (fotografias) devem ser capturadas dentro do aplicativo, deve se atender ao limite mínimo e

máximo de imagens, sendo 20 (vinte) o quantitativo mínimo e 200 (duzentos) o máximo, conforme imagem supra.

Foi realizado neste primeiro levantamento um total de 3 arquivos tridimensionais, para que fosse possível compreender melhor o funcionamento do aplicativo. Foram feitas para cada um dos arquivos uma coletânea de fotografias distintas, que apresentaram resultados finais interessantes, mas que para o uso final pretendido deste trabalho, que é a prototipagem da igreja por instrumento da impressão 3d, mostrou-se neste primeiro momento insuficiente, conforme passo a demonstrar no quadro a seguir:

QUADRO 10 - Resultado do escaneamento da Igreja, no dia 22 de agosto de 2021, com o aplicativo Polycam.

Imagem do arquivo gerado no Polycam		Considerações Gerais
1º Teste	<p>Figura 41 - Print do primeiro escaneamento.</p> 	<p>Nesta primeira tentativa foi possível entender o funcionamento do aplicativo, mas que em razão da celebração religiosa que acontecia no interior da Igreja no momento da captura das fotos, resultou em falhas no escaneamento da porta da fachada principal.</p> <p>Outro fato que gerou locais de falhas no escaneamento, foi o grande número de pessoas e carros que circulavam na região.</p>
	<p>Figura 40 - Detalhe da falta de detalhamento no escaneamento da cruz da fachada principal.</p> 	

<p>2º Teste</p>	<div> <div> <p>Figura 43 - Print do segundo escaneamento.</p>  </div> <div> <p>Figura 42 - Detalhe da fachada com portas e janelas aberta.</p>  </div> </div>	<p>No segundo teste foi realizado a captura de imagens ainda com a celebração religiosa em curso, para teste das distancias da captura das fotos.</p>
<p>3º Teste</p>	<div> <div> <p>Figura 45 - Print do terceiro escaneamento.</p>  </div> <div> <p>Figura 44 - Detalhe dos erros no escaneamento da fachada lateral direita.</p>  </div> </div>	<p>Neste último teste, foi realizado nesta visita, a captura das fotos após o encerramento da celebração religiosa, onde foi possível realizar a captura da fachada com as portas e janelas fechadas.</p> <p>Em especial neste teste, foi realizado apenas a captura de fotos da fachada principal e outras da fachada lateral direita e esquerda, ou seja, não foi realizado fotografias da fachada dos fundos.</p> <p>O resultado do arquivo tridimensional gerado neste teste foi o com o maior numero de falhas.</p>

Fonte: Elaboração própria.

Conforme observado no quadro anterior, o resultado do primeiro escaneamento da igreja, mostrou-se insuficiente e para a destinação pretendida, pois apresentou erros do arquivo tridimensional gerado pelo aplicativo Polycam. Os principais erros identificados pelo autor deste trabalho foram: Falta de definição dos elementos mais altos da edificação, o não reconhecimento dos degraus no arquivo tridimensional e a ausência de alguns elementos de adorno da porta principal.



Os erros ocorridos no primeiro escaneamentos, é atribuído pelo autor deste trabalho a diversos fatores, sendo eles: falta de domínio do autor com o aplicativo Polycan, afinal foi sua primeira oportunidade de utilizar o mesmo, ao fato do grande número de pessoas circulando aos arredores da edificação no momento do escaneamento, a altura total da edificação, pelos quantitativo expressivo de carros estacionados próximos a igreja, que inevitavelmente foram

escaneados cobrindo alguns elementos das fachadas e ao já mencionado fato de que era realizado neste dia uma celebração religiosa no interior da Igreja.

Diante do resultado insuficiente das três tentativas de escaneamento realizadas, foi realizada uma segunda visita in loco, no dia 25 de setembro de 2021, que por ter sido um sábado, não havia celebração religiosa e o número de pessoas circulando no entorno era menor, a escolha do sábado foi proposital.

Nesta segunda visita, o escaneamento seguiu a mesma metodologia aplicada na primeira, mas que por razão da igreja estar fechada e do menor número de pessoas e automóveis circulando, tornou o trabalho mais rápida e fácil. O resultado do escaneamento foi de maior qualidade e maior fidelidade do arquivo gerado comparado a edificação, embora nas partes mais altas da edificação perduraram algumas falhas ocorridas nos escaneamentos realizados no dia 22 de agosto de 2021. Vejamos os resultados obtidos na segunda visita, no quadro que segue:

QUADRO 11 - Resultado do escaneamento da Igreja, no dia 25 de setembro de 2021, com o aplicativo Polycam

Imagem do arquivo gerado no Polycam		Considerações Gerais
4º Teste	<p>Figura 47 - Print do 4º escaneamento.</p> 	<p>Figura 46 - Detalhe do 4º escaneamento frontal, sem a cruz.</p> 
	<p>Neste escaneamento foi possível reproduzir com maior detalhe e fidelidade, os elementos que compõem a fachada principal do edifício, embora não tenhamos obtido sucesso no escaneamento da cruz do frontão.</p>	

Fonte: Elaboração própria.

A partir do 4º teste realizado, o autor deste trabalho, entendeu como satisfatório os resultados obtidos e deu continuidade no plano de trabalho proposto, que foi apresentado no início deste capítulo.

6.4. CONVERSÃO E REFINAMENTO DE DADOS

Nesta etapa foi utilizado os arquivos tridimensionais produzidos na etapa de escaneamento, para compatibilizar e refinar os dados para posterior impressão 3d, utilizaremos os softwares SketchUp PRO 2018 e CURA.

Inicialmente foi feito a importação de cada um dos 4 testes de escaneamento realizados, para um arquivo diferente no Sketchup, que posteriormente foi escalonado para compatibilizar as proporções do arquivo tridimensional com as proporções reais da Igreja, uma vez que foi observado que os arquivos escaneados tinham dimensões diferentes divergente das reais, conforme demonstro como exemplo o segundo e quarto escaneamento feito.

Figura 48 - Dimensões do portal da fachada principal no segundo escaneamento (= 0,29 metros)



Figura 49 - Dimensões do portal da fachada principal no segundo escaneamento (= 0,67 metros)



Fonte: Elaboração própria.

Dada a qualidade dos três primeiros escaneamentos feitos no dia 22 de agosto de 2021, bem como das falhas apresentadas, conforme já detalhado anteriormente, os arquivos foram importados para o Sketchup, apenas para constatar as proporções e escalas do arquivo, mas não foi preparado para a próxima etapa do trabalho, que seria o da conversão do arquivo para o Cura.

Por sua vez o escaneamento realizado no dia 25 de setembro de 2021, foi importado para o Sketchup, assim como os outros 3, foi verificada as proporções e escalas geradas no arquivo do Polycam, posteriormente foi feito o escalonamento do arquivo para as proporções reais da Igreja, ou no termo mais usual e técnico, para a escala 1/100.

Estando o arquivo nas proporções reais, foi utilizado o recurso do Sketchup, “suavizar aresta”, recurso que diminui ou aumenta o relevo de uma superfície, neste caso foi utilizado para diminuir o numero de faces e diminuir a irregularidade do contorno do arquivo, conforme demonstro no comparativo das imagens abaixo:

Figura 50 - Print do 4º escaneamento sem suavizar as arestas no SketchUp

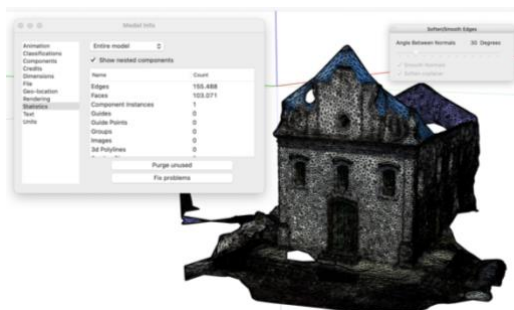
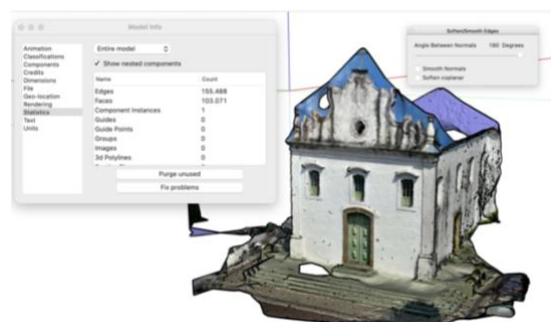


Figura 51 - Print do 4º escaneamento suavizando as arestas no SketchUp



Finalizado o escalonamento e suavização dos relevos e do contorno do arquivo, foi feito a exportação para ser utilizado no CURA. No software Cura foi feito apenas o escalonamento do arquivo para dimensões possíveis de serem impressas, dado a os limitantes da mesa de impressão da impressora utilizada, que é de 22 cm¹⁴ de largura x 22 cm de largura e 25 cm de altura.

Dentro do Cura foi feito configurações referentes aos perfis de comando de impressão que seriam executados pela impressora no momento da impressão, estas configurações foram:

¹⁴ centímetros

Calibre do bico de impressão, tempo de impressão (quantidade de filamento injetado no bico x tempo (segundos), espessura das camadas e temperaturas do bico e da mesa de impressão. Neste momento com o arquivo e os comandos de impressão definidos, se constatou por meio do “*Pré-visualizar*”¹⁵, que não seria possível seguir com a impressão do arquivo, devido ao grande número de detalhes (faces e arestas) de relevo das superfícies das paredes, conforme observa-se na imagem abaixo:

Figura 52 - 4º escaneamento importado no software Cura.

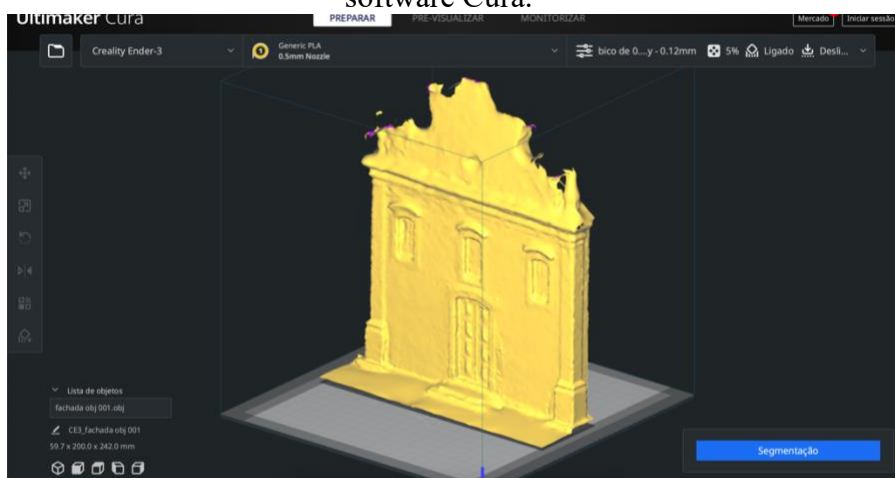
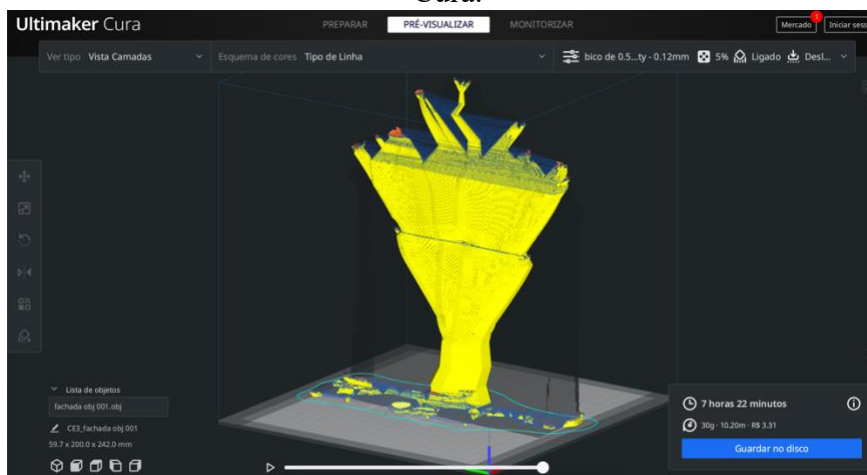


Figura 53 - Print do "Pré-visualizar" do Cura.



Fonte: Elaboração própria.

De conhecimento da impossibilidade do uso do arquivo escaneado para a impressão da fachada, o autor deste trabalho iniciou a modelagem da fachada principal no software SketchUp de forma tradicional, utilizando de referência o levantamento arquitetônico feito in loco e dos dados

¹⁵ Modo que o software Cura, permite visualizar o resultado final da impressão, com seus suportes.

obtidos no levantamento secundário. Concluída a modelagem o arquivo foi exportado para o software Cura.

Foi feito também a importação de uma fotografia da fachada principal, (arquivo em formato .jpg), dimensionada nas medidas possíveis de serem impressas, com as mesmas configurações de impressão adotadas para o arquivo importado do Sketchup. O resultado do uso da fotografia para impressão 3D, foi idealizado para a produção de uma impressão com relevo e não para a prototipagem tridimensional, que é o objetivo do arquivo escaneado.

Embora o arquivo escaneado não tenha logrado êxito para o objetivo final deste trabalho que é a impressão da fachada principal, podemos afirmar que o escaneamento de edifícios por instrumento de aplicativos de celular, que neste caso concreto foi o Polycam, tem potencial para elaboração de arquivos tridimensionais de forma prática.

Para finalizar nossa abordagem e descrição das etapas e trabalhos realizados, apresentaremos prints da fotografia e da modelagem feita no SketchUp dos arquivos importados para o Cura, que foram posteriormente impressos.

Figura 55 - Print da Fotografia em formato JPG, importada para o Cura.

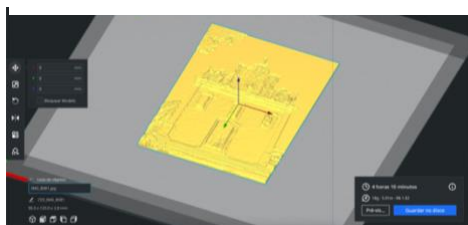


Figura 57 - Print da fachada modelada integralmente no SketchUp, importada para o Cura

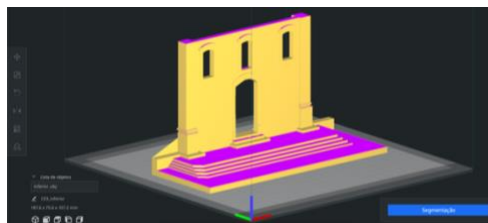


Figura 54 - Print do frontal modelado integralmente no SketchUp, importado para o Cura.

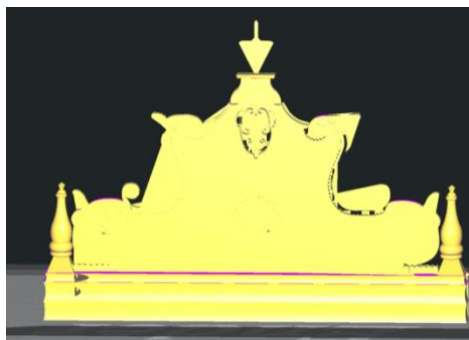
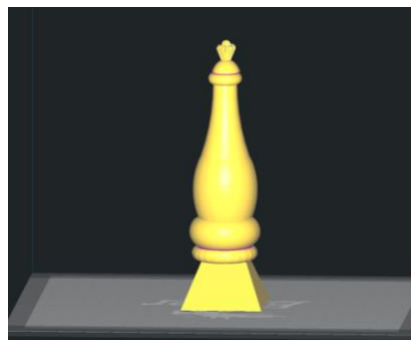


Figura 56 - Print do pináculo, modelado integralmente no SketchUp, importada para o Cura.



Fonte: Elaboração própria.

6.5. IMPRESSÃO DA FACHADA PRINCIPAL

Estando os arquivos da fachada principal configurados para serem levados a impressora 3d, conforme descritos anteriormente, deu-se início a impressão dos protótipos, onde produzido no total 5 peças, sendo elas;

QUADRO 12 - Arquivos impressos e configurações aplicadas.

Nome da peça	Dimensões (altura x largura)	Configurações de impressão	Tempo de impressão	Quant. de filamento	Valor de custo estimado.
Pináculo	20 cm x 7,5 cm	Bico: 0,5mm; Camadas de 0,12 mm; Velocidade: 50mm/s ¹⁶ ; Temperatura do bico 200 °C ¹⁷ e mesa 50°C.	08 horas e 42 minutos	53gramas	R\$ 5,75
Parte inferior da fachada	11,5 cm x 20 cm	Bico: 0,5mm; Camadas de 0,12 mm; Velocidade: 50mm/s; Temperatura do bico 200 °C e mesa 50°C.	1 dia 04 horas e 38 minutos	156 gramas	R\$ 17,00
Frontão (maior resolução)	9,5 cm x 14 cm	Bico: 0,5mm; Camadas de 0,12 mm; Velocidade: 50mm/s; Temperatura do bico 200 °C e mesa 50°C.	05 horas e 33 minutos	18 gramas	R\$ 1,91
Frontão (menor resolução)	9,5 cm x 14 cm	Bico: 1 mm; Camadas de 0,6 mm; Velocidade: 50mm/s; Temperatura do bico 200 °C e mesa 50°C.	37 minutos	17 gramas	R\$ 1,82
Foto da fachada principal	11,5 cm x 12 cm	Bico: 1mm; Camadas de 0,6 mm; Velocidade: 50mm/s; Temperatura do bico 200 °C e mesa 50°C.	04 horas e 38 minutos	21 gramas	R\$ 2,26

Fonte: Software Cura.

Para complementar os dados descritos, insiro os prints de tela dos arquivos no software Cura, no campo “Pré-visualizar”, onde estando o arquivo configurado, foi gerado uma estimativa de tempo de impressão e quantidade de material necessário gasto, apresentando também o custo do protótipo quando efetivamente impresso. Pondero que a **estimativa** apresentada considera

¹⁶ Milímetros por segundo.

¹⁷ Graus Celsius

as configurações definidas para impressão, principalmente a da velocidade de impressão e do bico de impressão a ser utilizado, podendo variar para mais e para menos no momento da impressão, a depender da qualidade do filamento utilizado, eventual queda de energia, fim do filamento no curso da impressão, corrente de ar e/ou oscilação de temperatura no ambiente em que a impressora estará imprimindo.

Figura 58 - Print do Pré-visualizar da modelagem do Pináculo.

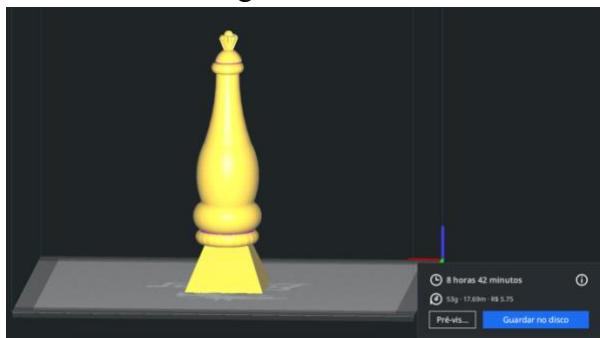


Figura 59 - Print do Pré-visualizar da modelagem da parte inferior da fachada principal.

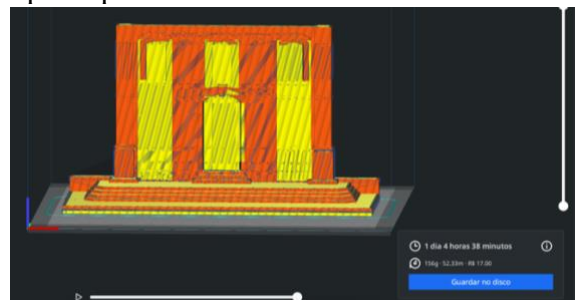


Figura 60 - Print do Pré-visualizar da modelagem do Frontão (maior resolução)

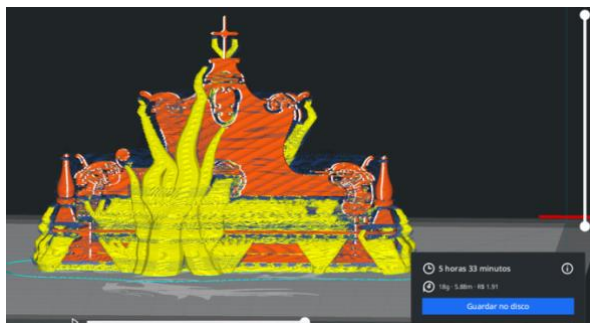


Figura 61 - Print do Pré-visualizar da modelagem do Frontão (menor resolução)

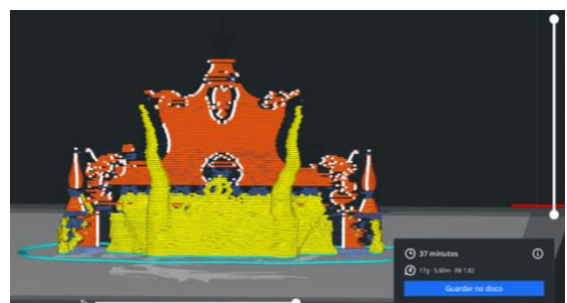
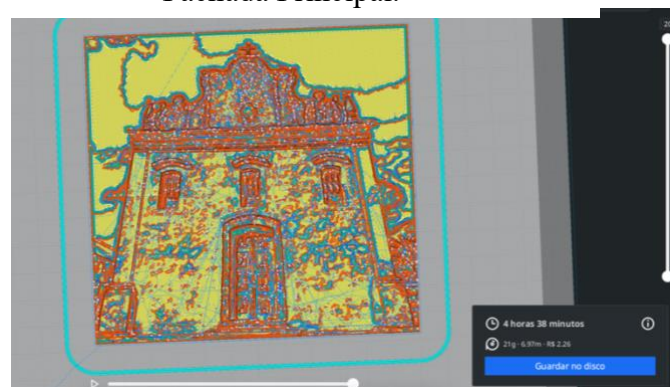


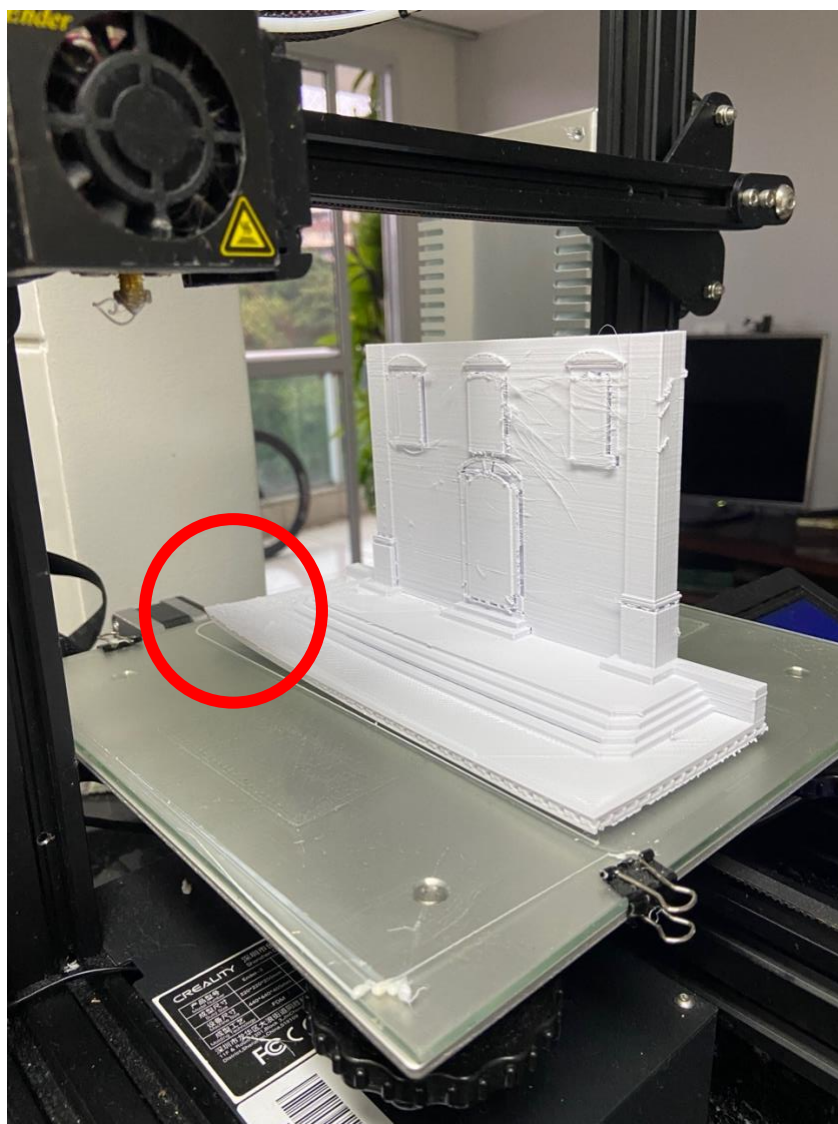
Figura 62 - Print do Pré-visualizar da foto da Fachada Principal.



Fonte: Elaboração própria.

Com os arquivos e configurações definidos, conforme demonstrado no “anterior”, iniciou-se a impressão dos arquivos na impressora Ender 3, com filamento de PLA de cor branco gelo, as impressões ocorreram sem intercorrências e dentro da estimativa de tempo apresentado no Software Cura, salvo a impressão da parte inferior da fachada que devido a oscilação de temperatura no momento em que era impressão, sofreu leve retração e empenamento. Abaixo apresento fotografias dos 5 (cinco) arquivos que foram impressos.

Figura 63 - Foto da parte inferior da fachada principal após o termino da impressão.



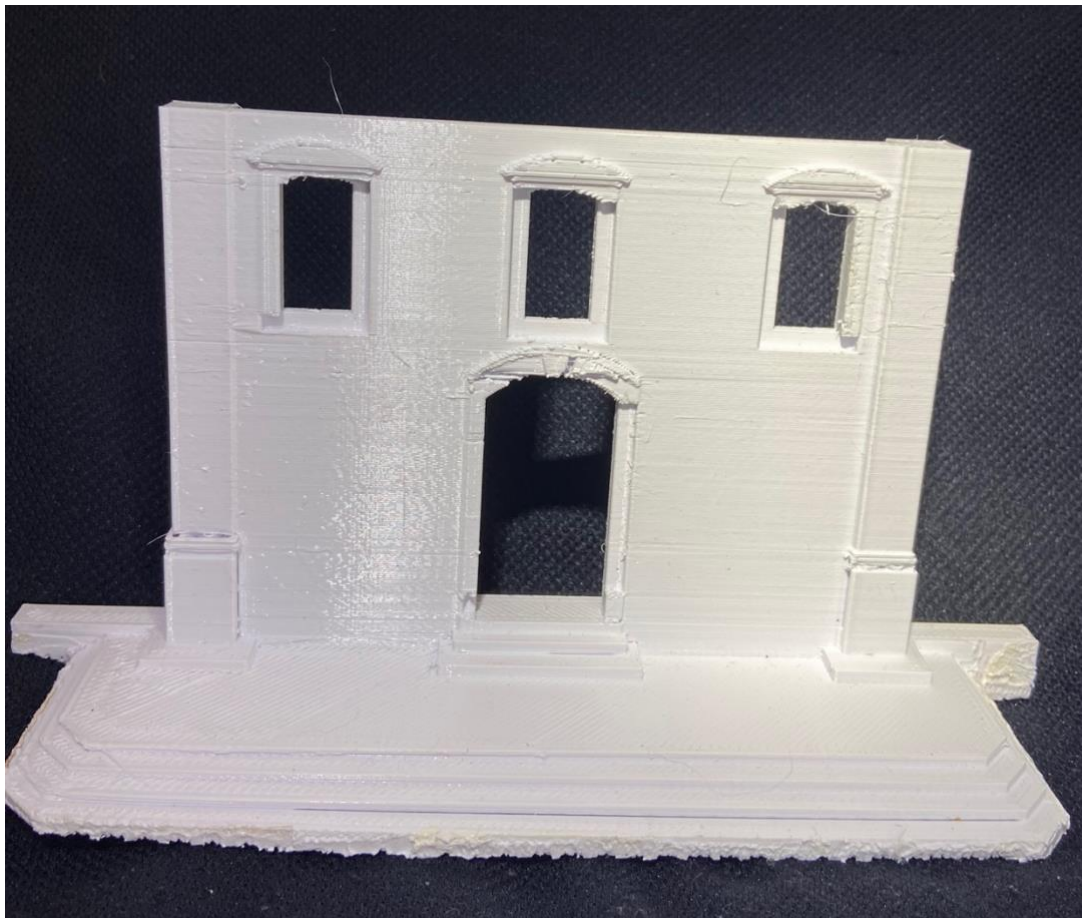
Fonte: Elaboração própria.

Figura 64 - Pináculo impresso.



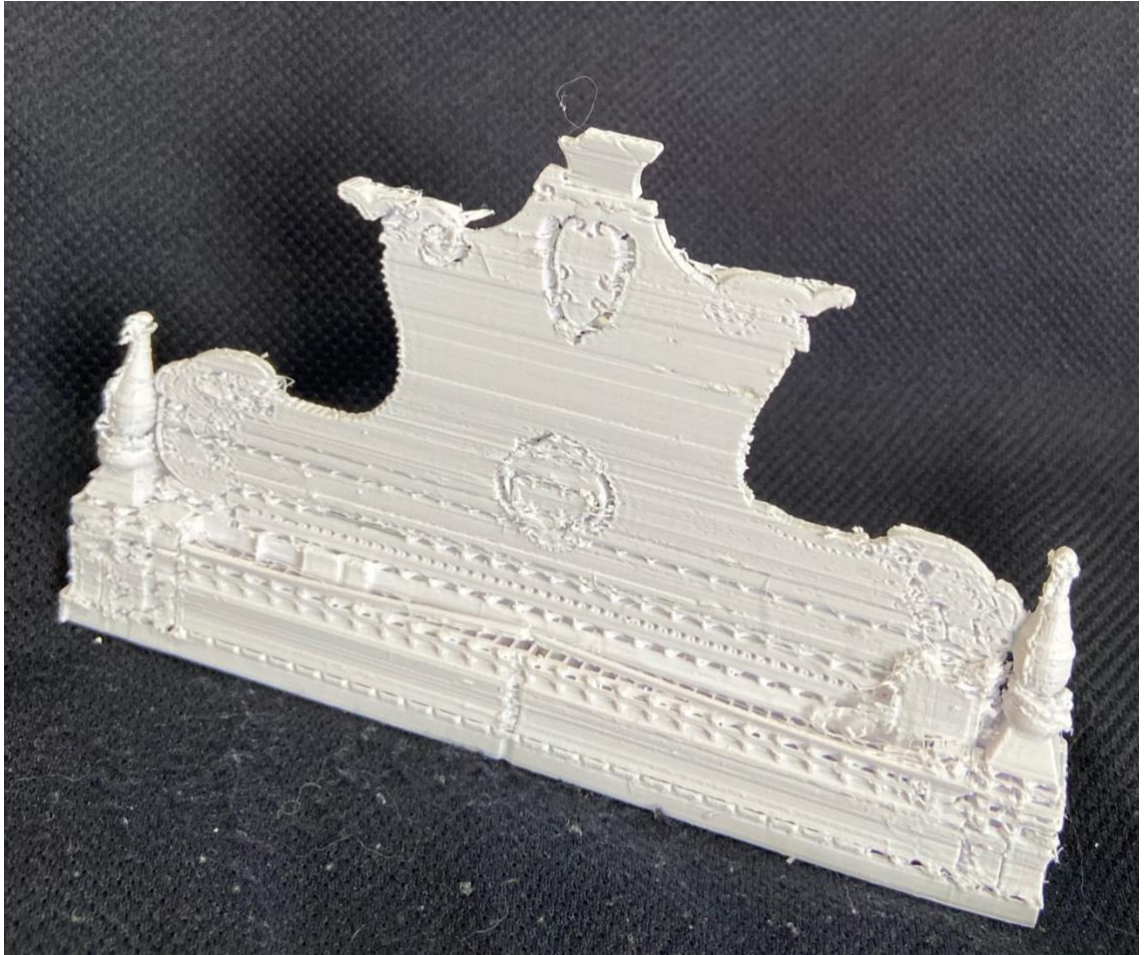
Fonte: Elaboração própria.

Figura 65 - Parte inferior da fachada impressa.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 66 - Frontão de maior resolução impresso.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 67 - Frontão de menor resolução impresso.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 68 - Foto da fachada impressa.



Fonte: Elaboração própria.

Observa-se na figura 65 comparada a 63, que o autor deste trabalho destacou a parte do piso que contornava a escada, devido o empenamento e retração que a peça sofreu. O destacamento aconteceu utilizando lâmina de estilete aquecida.

Diante dos dados e imagens apresentadas ao longo deste capítulo podemos concluir que o objetivo deste trabalho que era a impressão da fachada da Igreja de Nossa Senhora do Rosário foi alcançado, onde na impressão de um único elemento da fachada que foi o Pináculo, em escala maior, obtivemos uma peça de maior número de detalhes e definição. Diante do resultado obtido com essa peça, ousou afirmar que esta pode ser uma solução para reconstrução de elementos ou parte de elementos danificados em uma edificação histórica, de forma menos morosa que as técnicas comumente utilizadas.

Na impressão da parte inferior da fachada principal, embora tenha ocorrido a retração e empenamento de parte da peça, foi possível o aproveitamento da mesma após destacar a parte danificada.

Já no caso das peças do Frontão é notório a diferença de resolução da peça impressa em alta resolução comparada a de baixa resolução, onde destaco que a de maior resolução apresentou superfície mais regular e seus adornos mais definidos, embora a impressão ainda parece necessitar de aumento na escala, para melhor representação dos detalhes arquitetônicos da fachada.

Por fim a peça da fotografia da fachada impressa, demonstra potencial para ser utilizada para tornar obras arquitetônicas de caráter histórico e cultura acessível a pessoas de baixa visão ou cegueira total, por percepção do tato nos relevos impressos.

Concluo este capítulo ressaltando o potencial da impressora 3d para o campo da arquitetura como um todo, podendo ser inserido para tornar os projetos e obras mais acessíveis, para a reconstrução de elementos ou fragmentos de adornos danificados, para confecção de maquetes de projetos arquitetônicos, urbanísticos e de interiores.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É indiscutível a relevância e pertinência da discussão do restauro arquitetônico na sociedade moderna, pois o restauro busca garantir a transmissão da história, da cultura e da paisagem construída às gerações futuras.

Este trabalho em sua fundamentação teórica só fez comprovar a importância deste campo de atuação da arquitetura, pois, embora as teorias de restauro apresentadas no segundo capítulo, façam suas discussões em narrativas de diferentes linhas de defesa, fato é que todas buscam a defesa do patrimônio histórico e cultural, tendo suas razões subjetivas ao contexto em que estavam inseridas no momento de sua concepção.

Conseguimos também demonstrar ao final deste trabalho, que o uso da tecnologia de prototipagem por instrumento da impressora 3d, é algo acessível e viável ao profissional arquiteto, dada a variedade de modelos e preços de equipamentos atualmente disponíveis no mercado. Já na abordagem dos insumos (filamentos) utilizados na impressora 3d, conseguimos constatar que são itens de baixo custo e alta eficiência no consumo do material.

Destaco que na etapa de levantamento arquitetônico, foram realizados testes de escaneamento da fachada da igreja de Nossa Senhora do Rosário da Prainha de Vila Velha, por meio do aplicativo de celular Polycam, onde após 4 testes, o autor deste trabalho concluiu que para um escaneamento mais preciso e de maior qualidade, para o objetivo desejado neste trabalho, que é a prototipagem da fachada principal, seria necessário isolar o entorno da edificação e utilizar andaimes para realizar o escaneamento das partes mais altas do edifício.

Outra ponderação que se faz é que se o autor deste trabalho dispusesse de um equipamento de escaneamento a laser profissional, teria obtido um resultado final (o protótipo da fachada) com maior riqueza de detalhes e de forma menos morosa, comparado com a modelagem feita integralmente pelo SketchUp, como foi o caso.

Após o autor deste trabalho ter concluído que o arquivo gerado no escaneamento do aplicativo Polycam não era possível de ser efetivamente concluído, iniciou-se a modelagem da fachada principal no software SketchUp, utilizando como referência o levantamento arquitetônico feito in loco e os dados obtidos no levantamento secundário (Plantas fornecidas pela Superintendência do Instituto de Patrimônio Histórico Artístico Nacional no Espírito Santo).

Embora o presente trabalho tenha se dedicado ao experimento da impressão 3D no campo do restauro, podemos afirmar que a tecnologia da impressão 3d pode ser utilizada na produção de diferentes produtos arquitetônicos, tais como: pranchas arquitetônicas impressas em alto relevo, para clientes cegos ou de baixa visão, confecção de maquetes residências, comerciais e urbanísticas em geral, confecção de protótipos de projetos de design de produto, dentre outros.

Por fim, concluo o presente trabalho afirmando que o uso da tecnologia de impressão 3d tem potencial promissor no campo da arquitetura, mas, carece de estudos e debates voltados ao campo da arquitetura e urbanismo. Oportunamente, visto que esta discussão foi feita pelo autor deste trabalho, ainda no campo acadêmico, sugiro que a temática seja inserida nas grades curriculares das academias da construção civil e áreas afins, para tornar a tecnologia ainda mais acessível e agregar valor ao projeto arquitetônico como um todo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3D LAB. **Primeira Impressora 3D do mundo: Conheça a história!** Disponível em: <https://3dlab.com.br/a-primeira-impressora-3d-do-mundo/>

3D SYSTEMS. **Sobre a 3D Systems.** Disponível em: <<https://br.3dsystems.com/about-us>>. Acesso em: 02 out. 2021.

3DILLA. **Modelagem por deposição fundida.** Disponível em: <<https://pt.3dilla.com/impressora-3d/fused-deposition-modeling/>>. Acesso em: 02 out. 2021.

BARROS, Júlio Cesar; BARROS, Alzira Victoria Costa Rodrigues e MARDEN, Sanzio. **Restauração do patrimônio histórico: Uma proposta para a formação de agentes difusores.** São Paulo: SENAI - SP Editora, 2013.

BC NOTÍCIA. **O que é filamento em uma impressora 3D.** Disponível em: <<https://www.bcnoticias.com.br/o-que-e-filamento-em-uma-impressora-3d/>>. Acesso em: 02 out. 2021.

BRAGA, Márcia. **Conservação e Restauro: arquitetura brasileira.** Rio de Janeiro: Editora Rio, 2003.

BRANDI, Cesare. **Teoria da Restauração.** Cotia: São Paulo: Ateliê Editoria, 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.** Brasil: Assembleia Nacional Constituinte.

BRASIL. Decreto-Lei 2.848 (1940). **Código Penal.** Brasil, Brasil: República Federativa do Brasil.

BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). **Proteção e Revitalização do Patrimônio Cultural no Brasil: uma trajetória.** Brasília: Distrito Federal: Pró-Memória, 1980.

BRASIL. Instituto Histórico e Geográfico do Espírito Santo. **Mapa de Danos: diretrizes de representação gráfica em projeto de restauro.** Vitória, 2017)

CANAL, Pedro Filho; ANDRADE, Marcela de Oliveira; REIS, Fabio Paiva; COSTA, Bruno Blank. **A Igreja de nossa Senhora do Rosário (Vol. Vitória em Monumentos).** Espírito Santo: Vitória: Editora do Universidade Federal do Espírito Santo – EDUFES, 2010.

CARBONARA, Giovanni. **Avvicinamento al restauro. Teoria, storia, monumenti.** Itália: Napoli: Liguori, 1997.

CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DE VITÓRIA. **Guia de elaboração e normalização de trabalhos acadêmicos e de pesquisa.** 5a ed. Vitória-ES: Biblioteca do Centro Universitário Católico de Vitória/ES. 2018.

CONSALEZ, Lorenzo; BERTAZZONI, Luigi. **Maquetes: A representação do espaço no projeto arquitetônico.** Brasil: Editora Gustavo Gili, 2011.

BRASIL. CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. 2013. Arquiteto e urbanista e seu papel Social. Disponível em: <<https://www.caubr.gov.br/arquiteto-urbanista-e-seu-papel-social>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

ENGIPRINTERS. **O que é e como funciona a impressão 3d FDM.** Disponível em: <<https://engiprinters.com.br/impressao-3d-fdm-o-que-e-e-como-funciona-d58>>. Acesso em: 02 out. 2021.

Espírito Santo (Estado). Secretaria de Estado da Cultura. (2009). **Arquitetura - Patrimônio Cultural do Espírito Santo** Vitória: Conselho Estadual de Cultura, 2009.

FRANCESCHI, Stefania; GERMANI, Leonardo. **Linee guida per il recupero architettonico.** Itália: DEI, 2004.

ICOMOS. **A carta de Veneza.** Itália: Veneza, 1964.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K; MOREIRA, Daniel de Carvalho; PETRECHE, João R, D.; MARCIO, Fabricio M. **O processo de projeto em arquitetura.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MARCO DEZZI BARDESCHI. **Sobre.** Disponível em: <www.marcodezzibardeschi.com/about.html>. Acesso em: 19 ago. 2021.

NOVAES, M. F. **A tecnologia e seu lugar na metodologia de restauro: O 3d Laser Scanning como forma de documentação arquitetônica e sua aplicação no restauro do Palacete Tereza Lara em São Paulo.** 2018. 293 f. Dissertação (Mestrado em restauro) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de São Paulo, São Paulo, 2018.

PALHAIS, C. B. **Uma abordagem ao processo de desenvolvimento de um produto** Dissertação (Mestrado em Design de Equipamento) 2015, 141 f. -. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

RODRIGUES, J. R.; MIRANDA, M. d. **Estudos de direito do patrimônio cultural**. Belo Horizonte: Fórum, 2014.

SANTOS, J. M. **A Igreja do Rosário. A presença de Vasco Fernandes Coutinho**. Vila Velha, 2003.

SILVA, M. S. et al. **A impressão 3D na Construção civil**. In: VI JORNADA INTERDISCIPLINAR DE ENGENHARIA CIVIL, 6., [2019-?], Goiás: Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. Disponível em: <http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/8486/1/6_AlexandreAndreIgorSaulo.pdf>. Acesso Em: 02 out. 2021.