



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE CARAÚBAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

THIAGO RUAN DA SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS CAD E BIM NA
ELABORAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

CARAÚBAS

2021

THIAGO RUAN DA SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS CAD E BIM NA
ELABORAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Marcia Yara de Oliveira Silva,
Prof^a. Ma.

CARAÚBAS

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586e Silva, Thiago Ruan da.
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS CAD E
BIM NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS /
Thiago Ruan da Silva. - 2021.
72 f. : il.

Orientadora: Marcia Yara de Oliveira Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2021.

1. AutoCAD®. 2. Revit®. 3. Representação de
projetos. 4. Modelagem de arquitetura. 5.
Vantagens em usar BIM. I. Silva, Marcia Yara de
Oliveira, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

THIAGO RUAN DA SILVA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS CAD E BIM NA
ELABORAÇÃO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 27 / 05 / 2021

BANCA EXAMINADORA

MARCIA YARA DE OLIVEIRA
SILVA:05163965441

Assinado digitalmente por MARCIA YARA
DE OLIVEIRA SILVA:05163965441
Data: 2021.06.04 14:14:36-03'00'
Foxit Reader Versão: 10.1.0

Marcia Yara de Oliveira Silva, Prof^ª. Ma. (UFERSA)
Presidente

ANA CLAUDIA ARAUJO
FERNANDES:07104587462

Assinado de forma digital por ANA CLAUDIA
ARAUJO FERNANDES:07104587462
Dados: 2021.06.02 14:30:06 -03'00'

Ana Cláudia Araújo Fernandes, Prof^ª. Ma. (UFERSA)
Membro Examinador

MARIA ARIDENISE MACENA
FONTENELLE:34354549387

Assinado de forma digital por MARIA ARIDENISE
MACENA FONTENELLE:34354549387
Dados: 2021.06.02 21:48:29 -03'00'

Maria Aridenise Macena Fontenelle, Prof^ª. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Em memória de Maria e Angelina, tias que sempre estiveram presentes em minha vida e em grande parte da trajetória do curso...

Aos familiares e amigos...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que em meio as dificuldades, me deu forças para seguir em frente e buscar mais esta conquista.

Agradeço a minha família, pois sem o apoio dela a realização desse sonho não seria possível. Primeiramente aos meus pais, José Elineldo da Silva e Maria Rita Fernandes da Silva, ao meu irmão José Wexley da Silva, aos meus avós José Fernandes e Eugênia, a todos os tios e tias, em especial a Chagas, Rozali, Tiana, Iraci, Neta, Eliene e Elivan e todos os familiares que sempre me apoiaram, acreditaram em mim e que de alguma forma contribuíram nessa trajetória.

Agradeço também aos meus amigos. Amigos de longa data que estiveram sempre comigo me apoiando ou me corrigindo para que de alguma forma eu seja uma melhor pessoa ou ainda me torne um profissional melhor. E amigos que ganhei durante o curso, aqueles que passaram pelas mesmas angústias, noites em claro, que discutíamos as vezes, mas que nos divertimos e aprendemos muita coisa juntos.

Agradeço também a minha orientadora Prof^a. Ma Marcia Yara de Oliveira Silva que mesmo com um curto período de tempo aceitou a tarefa de ser minha orientadora e sempre esteve disposta e acessível para me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação e, a forma como você me incentivou foi muito importante para mim.

Agradeço por fim, aos professores integrantes da banca examinadora: Prof^a. Ma. Ana Cláudia Araújo Fernandes e Prof^a. Dra Maria Aridenise Macena Fontenelle por aceitarem o convite e pelos comentários e contribuições para melhora deste trabalho.

RESUMO

A representação de projetos de arquitetura é algo que possui longa data na história da humanidade, no entanto a forma ou metodologia utilizada para obter essa representação vem sofrendo constantes mudanças na busca pelo aperfeiçoamento desse processo. Nos dias atuais a metodologia de elaboração de projetos mais utilizada é a CAD (*Computer Aided Design*). No entanto uma nova metodologia surgida recentemente tem ganhado forças e apresentado um enorme potencial para substituir a até então utilizada, a metodologia BIM (*Building Information Modeling*). Dentre muitas inovações, essa metodologia promove a praticidade na representação e modelagem arquitetura, com um visual 3D e vários fatores que proporcionam o desenvolvimento de um projeto mais próximo da realidade e de melhor desempenho na fase de execução. Nessa perspectiva o presente trabalho tem como proposta desenvolver um projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar pelas duas metodologias, CAD e BIM, por meio dos respectivos *softwares*, *AutoCAD®* e *Revit®*. A pesquisa tem como finalidade traçar um comparativo entre o desenvolvimento dos projetos pelas metodologias mencionadas, além de comprovar o real potencial do BIM como nova metodologia para elaboração de projetos. Os resultados encontrados comprovam a hipótese sugerida, visto que, tanto na praticidade do desenvolvimento e facilidade de obtenção de dados, quanto na produtividade a metodologia BIM se apresentou como melhor proposta.

Palavras-chave: *AutoCAD®*; *Revit®*; representação de projetos; modelagem de arquitetura; vantagens em usar BIM.

ABSTRACT

The representation of architectural projects is something that has a long date in human history, however the form or methodology used to obtain this representation has been undergoing constant changes in the search for improvement in this process. Nowadays, the most used methodology for designing projects is CAD (Computer Aided Design). However, a new methodology that has emerged recently has gained strength and presented enormous potential to replace the one used until then, the BIM (Building Information Modeling) methodology. Among many innovations, this methodology promotes practicality in representation and architectural modeling, with a 3D look and several factors that provide the development of a project closer to reality and with better performance in the execution phase. In this perspective, the present work proposes to develop an architectural project of a single-family residence using two methodologies, CAD and BIM, through the respective software, AutoCAD® and Revit®. The purpose of the research is to draw a comparison between the development of projects using the aforementioned methodologies, in addition to proving the real potential of BIM as a new methodology for preparing projects. The results found confirm the suggested hypothesis, since, both in terms of practicality of development and ease of obtaining data, as well as in productivity, the BIM methodology presented itself as the best proposal.

Keywords: AutoCAD®; Revit®; representation of projects; architectural modeling; advantages of using BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho em estrutura aramada	22
Figura 2 - Desenho em composição de faces	22
Figura 3 - Modelagem em sólidos	23
Figura 4 - Fluxograma de fases de elaboração do trabalho	27
Figura 5 - Local de implantação	30
Figura 6 - Interface inicial do Revit®	31
Figura 7 - Escolha do novo modelo de projeto.....	32
Figura 8 - Interface inicial do modelo de arquitetura	33
Figura 9 - Interface de abertura	33
Figura 10 - Interface inicial do Model.....	34
Figura 11 - Janela de definição de unidades.....	37
Figura 12 - Criação dos níveis.....	38
Figura 13 - Configuração de paredes.....	38
Figura 14 - Paredes da sapata	39
Figura 15 - Carregando família de portas.....	39
Figura 16 - Situação do projeto após inserir as esquadrias	40
Figura 17 - Locação dos pisos	41
Figura 18 - Posicionamento das lajes	41
Figura 19 - Inserção dos telhados	42
Figura 20 - Identificação dos cômodos e esquadrias.....	43
Figura 21 - Planta baixa com cotas.....	43
Figura 22 - Folha de impressão	44
Figura 23 - Planta Baixa	45
Figura 24 - Corte longitudinal	45
Figura 25 - Corte transversal	46
Figura 26 - Representação das fachadas.....	46
Figura 27 - Plantas de locação e situação	47
Figura 28 - Tabelas de esquadrias	47
Figura 29 - Renderização do projeto	48
Figura 30 - Configuração de unidades.....	48
Figura 31 - Criação dos Layers.....	49
Figura 32 - Modelagem das paredes.....	49

Figura 33 - Inserção das esquadrias.....	50
Figura 34 - Representação e locação do corte	50
Figura 35 - Linhas de referência para criação de corte e fachadas.....	51
Figura 36 - Telhado após a conclusão	51
Figura 37 - Corte após a conclusão	52
Figura 38 - Planta de locação concluída.....	52
Figura 39 - Planta de situação concluída	53
Figura 40 - Planta baixa com todas as cotas inseridas.....	54
Figura 41 - Configuração de impressão.....	54
Figura 42 - Configuração das escalas de impressão	55
Figura 43 - Planta baixa.....	56
Figura 44 - Corte longitudinal	56
Figura 45 - Corte transversal	57
Figura 46 - Representação das fachadas.....	57
Figura 47 - Plantas de locação e situação	58
Figura 48 - Legenda de hachuras e quadro de esquadrias	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Primeira etapa de projeto arquitetônico de edificações.....	16
Quadro 2 - Documentos apresentados no projeto executivo arquitetônico	18
Quadro 3 - Requisitos mínimos Revit® 2021	61
Quadro 4 - Requisitos mínimos AutoCAD® 2021	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produtividade na metodologia BIM	59
Tabela 2 - Produtividade na metodologia CAD	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES	15
3.1.1 Projeto arquitetônico: etapas de projeto e aspectos gerais	16
3.1.2 Compatibilização de projetos	18
3.2 METODOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO E MODELAGEM DE PROJETOS	20
3.2.1 Metodologia 2D	20
3.2.1.1 Histórico	20
3.2.1.2 Aspectos gerais	21
3.2.1.3 AutoCAD®	23
3.2.2 Metodologia BIM	24
3.2.2.1 Histórico	24
3.2.2.2 Aspectos gerais	25
3.2.2.3 Revit®	26
4 METODOLOGIA	27
4.1 CARACTERIZAÇÃO DE PESQUISA	28
4.2 MATERIAIS	28
4.3 MÉTODOS	29
4.3.1 Determinação do local da obra	29
4.3.2 Definição da planta a ser desenvolvida	30
4.3.3 Elaboração do projeto	31
4.3.3.1 Revit®	31
4.3.3.2 AutoCAD®	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 CONHECIMENTO PRÉVIO SOBRE OS <i>SOFTWARES</i> UTILIZADOS	36
5.2 DESCRIÇÃO DA ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	37
5.2.1 Elaboração do projeto pela metodologia BIM	37
5.2.1.1 Componentes finais do projeto	44
5.2.2 Elaboração do projeto pela metodologia CAD	48

5.2.2.1 Componentes finais do projeto	55
5.3 TEMPO DEDICADO AO DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS	58
5.4 REQUISITOS DE SISTEMA PARA UTILIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS.....	61
5.5 COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS BIM E 2D (<i>REVIT®</i> X <i>AUTOCAD®</i>)	62
5.5.1 Conhecimento prévio.....	62
5.5.2 Etapa de elaboração dos projetos.....	63
5.5.3 Produtividade.....	63
5.5.4 Requisitos computacionais.....	64
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICE A - Prancha 01/ <i>Revit®</i>	68
APÊNDICE B - Prancha 02/ <i>Revit®</i>	69
APÊNDICE C - Prancha 03/ <i>Revit®</i>	70
APÊNDICE D - Prancha 01/ <i>AutoCAD®</i>	71
APÊNDICE E - Prancha 02/ <i>AutoCAD®</i>	72

1 INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia trouxe consigo mudanças no cotidiano das pessoas e organizações, e para acompanhar o ritmo dessa evolução não basta ser depositário de avançadas formas de tecnologia ou informações, é necessário ater-se à utilização destes recursos de forma mais precisa e possuir meios que facilitem a adaptação ao uso dos mesmos (CAMPESTRINI *et al.*, 2015).

Na área da construção civil esses avanços são inseridos de forma lenta pelas empresas, porém tornam-se um diferencial no produto ou serviço prestado. Assim ocorreu com a representação gráfica de projetos arquitetônicos e complementares. A princípio sendo produzidos por desenho técnico a mão, passou a ser desenhado por meio de *softwares* (*Computer Aided Design* - CAD) na década de 70 (COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015).

Para Costa, Figueiredo e Ribeiro (2015) a inserção da metodologia CAD foi um grande avanço na indústria da construção civil. Ela trouxe uma nova maneira de representar as formas geométricas que delineiam as edificações, ou ainda, formas de padronização dos desenhos a serem apresentados.

Segundo Nunes e Leão (2018) CAD é a metodologia de elaboração e representação de projetos mais utilizada no mercado atual, mesmo podendo ser listados uma série de pontos negativos na sua utilização e deficiências como: dificuldades em compatibilizar projetos, representações bidimensionais, recursos limitados, problemas que em certos pontos, tornam inviável sua utilização por estar fora dos padrões exigidos no novo cenário da construção civil.

De acordo com Costa, Figueiredo e Ribeiro (2015) os aspectos negativos da utilização da CAD tiveram maior ênfase quando, devido as especificidades de cada projeto a ser realizado, arquitetônico e complementares, os profissionais especializaram-se surgindo uma grande dificuldade na utilização dessa metodologia, a compatibilização dos projetos. Além disso, para a criação ou inserção de qualquer objeto, nesta metodologia, é necessário um procedimento totalmente manual. Outro ponto destacado por Costa, Figueiredo e Ribeiro (2015) diz respeito ao resultado final da elaboração de projetos, sendo apresentado apenas formas e representações geométricas da edificação em questão.

De um lado oposto a realidade vivenciada na utilização da metodologia CAD está a metodologia BIM. Em fase de inserção na indústria da construção civil a metodologia de elaboração de projeto BIM, vem se implementado continuamente. Os sucessivos avanços e apresentação de novos recursos, faz com que essa metodologia ganhe, cada vez mais, o potencial para se fazer de promessa à uma realidade (SILVA, 2013).

De acordo com Eastman (2014) essa nova tecnologia além de apresentar o modelo e a geometria da edificação com exatidão, é capaz de fornecer dados que vão desde o suporte a construção, à produção e fornecimento de insumos.

Diante o surgimento dessa nova forma de projetar e tendo em vista o processo de adaptação a esse novo recurso, quão vantajoso seria a utilização dessa metodologia de projeto? E, em quais aspectos o BIM se destaca quando comparado ao CAD?

2 OBJETIVOS

Nessa seção serão apresentados os objetivos gerais e específicos que definiram o direcionamento desta pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar comparativamente o desenvolvimento de projetos arquitetônico na metodologia CAD e metodologia BIM.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a concepção do projeto arquitetônico;
- Desenvolver o projeto arquitetônico em metodologia 2D;
- Desenvolver o projeto arquitetônico em metodologia BIM;
- Comparar o desenvolvimento de projeto em metodologia 2D e metodologia BIM.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção será abordado alguns pontos que se tornam relevantes para o andamento da pesquisa, trazendo noções básicas sobre os conceitos necessários para uma melhor compreensão dos métodos utilizados para obtenção dos resultados. Será discorrido um pouco sobre a elaboração de projetos dando ênfase em aspectos gerais, além da apresentação das metodologias de elaboração de projetos, 2D e BIM.

3.1 ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES

De acordo com Nunes e Leão (2018) a ideia de se projetar uma edificação existe desde os primórdios quando o homem passou a ter habilidades de representação do local onde vivia. Se de início uma tarefa fácil, hoje, segundo Costa (2013) ela compreende várias etapas, dentro de um processo que envolve diversos agentes, e em todas as fases, o mesmo objetivo final, a elaboração do projeto.

Witcovski (2011) afirma que um projeto pode ser entendido como um conjunto de informação, tecnológicas ou de natureza gerencial, que de alguma forma auxiliem ou, simplesmente, facilitem as atividades de execução da obra se tornando um elemento crucial para o desenvolvimento desta.

Não tão distante da definição apresentada por Witcovski (2011), Costa (2013) afirma que o projeto tem como finalidade desenvolver, organizar, registrar e transmitir as características técnicas e volumétricas da construção, para que seja possível a execução da mesma. Em outras palavras o projeto deve apresentar os aspectos construtivos e as características da edificação a ser executada.

A importância que há nesse subprocesso da construção civil, está no fato de que a apresentação de um projeto bem elaborado pode trazer vários benefícios, seja na redução do tempo de execução seja nos custos finais. Para que isso ocorra é necessário que haja o tempo adequado para seu desenvolvimento e um maior esforço por parte do projetista ou equipe responsável pelo desenvolvimento (COSTA, 2013)

Nessa perspectiva os esforços para otimização do processo da execução da obra por meio da apresentação de projeto que proporcionem isso, definem os prazos e os custos finais da obra. É nesse ponto que Costa (2013) destaca a importância de se conhecer todas as etapas de elaboração e execução de projetos, aliando esse conhecimento com a prática da compatibilização, prática a qual, tem como finalidade a harmonização dos subprojetos

apresentados a fim de evitar erros futuros, propiciando maior eficiência e controle durante todo o processo construtivo.

3.1.1 Projeto arquitetônico: etapas de projeto e aspectos gerais

De acordo com Ávila (2011) a elaboração de um projeto tem que se dar por meio de um processo criativo e interativo, sendo este realizado em etapas subsequentes, de forma a tornar-se um processo facilmente gerenciável.

Para que isso ocorra é de suma importância conhecer o projeto a ser desenvolvido bem como as etapas de seu desenvolvimento. Assim, é a partir de um bom gerenciamento desse processo que se obtém o bom resultado final.

Nessa perspectiva a NBR 16636-2 (2017) apresenta as fases e etapas do projeto arquitetônico de edificações como sendo:

1. Fases do projeto arquitetônico visando ao projeto completo de edificações e suas etapas;
2. A fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos contém as seguintes etapas, (incluídas as siglas), na sequência indicada.

A primeira é subdividida em dois estágios, a fase de preparação e a fase de elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos, a descrição desses processos pode ser melhor expresso pelo Quadro 1.

Quadro 1 - Primeira etapa de projeto arquitetônico de edificações

Estágios	Descrição
Preparação	Levantamento de informações preliminares (LV- PRE); Programa geral de necessidades (PGN); Estudo de viabilidade do empreendimento (EVE); Levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) a serem fornecidas pelo empreendedor.
Elaboração e desenvolvimento de projetos técnicos	Realização da determinação e representação prévias da configuração arquitetônica de edificação, considerando projetos de todos os elementos da edificação, dos sistemas prediais de instalações, dos componentes construtivos e da especificação dos materiais de construção, gerando o projeto completo da edificação de forma compatibilizada.

Fonte: Adaptada da NBR 16636-2 (2017)

A segunda fase pode ser resumida nas seguintes etapas:

- Levantamento de dados para arquitetura (LV-ARQ); levantamento das informações técnicas específicas (LVIT-ARQ) a serem fornecidas pelo empreendedor ou contratadas no projeto;
- Programa de necessidades para arquitetura (PN-ARQ);
- Estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ);
- Estudo preliminar arquitetônico (EP-ARQ);
- Anteprojeto arquitetônico (AP-ARQ);
- Estudo preliminar dos projetos complementares (EP-COMP);
- Projeto para licenciamentos (PL-ARQ);
- Anteprojetos complementares (AP-COMP);
- Projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ);
- Projetos executivos complementares (PE-COMP);
- Projeto completo de edificação (PECE);
- Documentação conforme construído – (“*as built*”).

Além das considerações quanto as fases e etapas de projeto a NBR 16636-2 (2017) também traz algumas ponderações quanto aos requisitos gerais. Neste item são realizadas uma série de observações referentes ao projeto e suas fases de elaboração. Dentre os critérios estabelecidos alguns merecem destaque por se tratar de aspectos relevantes para construção deste trabalho. Um deles é descrição dos documentos técnicos a serem apresentados em cada fase do projeto, esses documentos variam conforme o andamento, sendo que para o projeto executivo arquitetônico (PE-ARQ) eles se apresentam conforme descrito no Quadro 2.

Quadro 2 - Documentos apresentados no projeto executivo arquitetônico

Documentos	Descrição
Desenhos	Planta geral de implantação contendo informações planialtimétricas e de locação; Planta e cortes de terraplenagem; Plantas e detalhes das coberturas; Cortes (longitudinais e transversais); Elevações (frontais, posteriores e laterais); Plantas, cortes e elevações de ambientes especiais contendo as especificações técnicas de seus componentes e sua quantificação em cada desenho; Detalhes de elementos da edificação e de seus componentes construtivos em escalas compatíveis;
Textos	Memorial descritivo dos elementos e componentes arquitetônicos da edificação; Memorial descritivo dos elementos da edificação, das instalações prediais, dos componentes construtivos e dos materiais de construção; Memorial quantitativo com o somatório dos componentes construtivos e dos materiais de construção; Planilhas orçamentárias;
Perspectivas	Opcional (interiores ou exteriores, parciais ou gerais)
Maquetes construídas em escala ou eletrônicas	Opcional (interior e exterior);
Fotografias e montagens	Opcional
Recursos audiovisuais	Opcional

Fonte: Adaptada da NBR 16636-2 (2017)

3.1.2 Compatibilização de projetos

Nos dias atuais a construção do projeto de uma edificação foi dividida em vários subprojetos desenvolvidos de forma paralela, isso se deve ao fato de que os projetistas se especializaram em determinadas áreas fazendo com que a tarefa de elaboração seja direcionada a diferentes especialistas. Esse fato pode gerar, a princípio, a ideia de que os subprojetos sejam

melhor desenvolvido, o que realmente pode ocorrer. No entanto a melhoria apresentada não é suficiente para que o projeto final (junção de todos os subprojetos) seja melhor. Segundo Witicovski (2011) em muitos casos a junção de todos os subprojetos só ocorrem na etapa de execução da obra e esse procedimento pode gerar várias incompatibilidades, comprometendo os serviços já realizados, dificultando a execução devido a procura por soluções, provocando o aumento do tempo e custos previstos.

O surgimento de problemas devido a incompatibilidade de projetos passou a existir com a subdivisão dos projetos e especialização dos profissionais da área. Por conseguinte, esse problema começou a ser notado, ganhando maior ênfase nos anos 80, quando as empresas da área, notaram a necessidade de contratar profissionais para coordenar a construção dos projetos, ou seja, profissionais responsáveis por deixar os subprojetos em harmonia (COSTA, 2013).

A partir da necessidade de harmonizar os subprojetos desde a fase de elaboração, a indústria da construção civil passou a contratar profissionais responsáveis por realizar esse tipo de serviço.

Diante disso surgem os questionamentos, quais seriam as competências vinculadas a esse profissional, ou ainda, qual seria o real significado da compatibilização de projetos? Segundo Costa (2013) a compatibilização de projetos é uma atividade voltada à produção de projetos e tem como intuito a integração de todos os subprojetos a fim de atingir um perfeito arranjo entre eles garantindo um melhor padrão de qualidade final à obra. Costa (2013) ainda afirma que essa etapa tem como prioridade a eliminação ou minimização dos conflitos existentes entre os projetos que compõe a edificação, de forma a otimizar a utilização dos materiais e mão-de-obra, além das possíveis manutenções.

Muito próximo do que foi apresentado, Ávila (2011) diz que a compatibilização de projetos pode ser entendida como um processo de gerenciamento no qual são envolvidos todos os projetos apresentados para determinada edificação e os especialistas responsáveis por suas respectivas produções, tendo como objetivo final, a interação entre projetos e projetistas na busca por um aperfeiçoamento do conjunto ou um arranjo final que se apresente de forma harmônica, tornando possível o desenvolvimento de uma obra sem desperdícios de materiais tendo total controle sobre o tempo designado às etapas e os custos em cada uma delas, ou seja, uma obra que oferece padrões de controle de serviço e qualidade.

3.2 METODOLOGIAS DE REPRESENTAÇÃO E MODELAGEM DE PROJETOS

Como visto, o processo de elaboração de projetos engloba uma série parâmetros que estão envolvidos em alguma das etapas de sua construção, além de que, se tratando de projetos de arquitetura sua composição se dá por vários elementos, dentre plantas, tabelas, documentos legais, e outros. Assim, nesta seção será discorrido sobre as metodologias de elaboração e representação de projetos, a 2D também conhecida como metodologia CAD (*Computer Aided Design*) e a BIM (*Building Information Modeling*).

3.2.1 Metodologia 2D

A metodologia de representação e elaboração de projetos 2D surgiu na indústria da AEC (arquitetura, engenharia e construção) como solução para as deficiências apresentadas pela representação a mão por meio da expressão gráfica. No entanto Panizza (2004) afirma que o real potencial desta só é alcançado quando o projetista tem total conhecimento sobre ela e sobre o projeto a ser desenvolvido.

3.2.1.1 Histórico

De acordo com Costa, Figueiredo e Ribeiro (2015) os crescentes avanços na indústria de *softwares* gráficos vivenciada na década de 1960 deu início a uma nova era para vários setores industriais no mundo, com os computadores como ferramenta essencial para realização de diversas tarefas. Ainda segundo estes autores a área da construção civil acompanhou esse desenvolvimento evidenciado por uma nova forma de produzir ou representar projetos.

O surgimento de *softwares* com capacidade de representação de desenhos em 2D surpreendeu o mercado da AEC o que viria a provocar uma mudança expressiva nesta área. A nova metodologia de elaboração de projetos a *Computer Aided Desing* (desenho auxiliado por computador) ou simplesmente CAD foi lançada uma década após a decolagem da indústria dos *softwares* gráficos e tornou um processo que antes era totalmente manual, em um processo computadorizado.

O *software* que apresentou maiores mudanças ou que permitiu o progresso na renovação dos métodos para construção dos projetos foi segundo Costa, Figueiredo e Ribeiro (2015) o *AutoCAD®*. Este se configurava como uma forma de modelagem de desenhos, expressos por

meio de linhas, de uma forma mais precisa e atrativa, podendo estes desenhos serem dispostos em pranchas para a realização da impressão e utilização futura.

3.2.1.2 Aspectos gerais

De acordo com Ferreira (2007) na construção de projetos por meio da metodologia 2D ou bidimensional são retratados inúmeros componentes e nesse processo, além das análises realizadas constantemente pelo projetista também é obtido um resultado final, a representação de soluções para o problema que lhe fora proposto. Esse tipo de desenvolvimento ainda parte do princípio de que todas as soluções são dadas a partir da idealização por meio de exercícios de abstração e memorização por parte do projetista, em outras palavras, o projetista deve ser capaz de formular suas ideias com base em seu conhecimento e experiência para depois pôr em prática.

Ainda segundo Ferreira (2007) essa metodologia traz certa semelhança a forma de representação tradicional por meio do uso de pranchetas. A semelhança apontada refere-se a forma como os desenhos são expressos, ainda sendo por meio de formas geométricas exibindo apenas suas modelagens e medidas. O autor incita que o diferencial dessa é a introdução da automação em seu processo de desenvolvimento, além de apresentar recursos que possibilitam uma melhor forma de visualização, onde há a possibilidade de aproximação das imagens por meio da ferramenta de zoom.

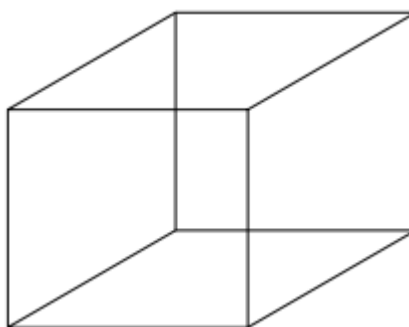
Nessa perspectiva Panizza (2004) afirma que a qualidade gráfica evidenciada pelos projetos elaborados em CAD é claramente perceptível quando visualizado os arquivos de impressão. Aliado a isso, ele reforça o potencial deste novo método, assegurando que os desenhos não são os únicos pontos que expressam melhor qualidade, com eles, o conjunto de informação presentes no projeto tornam essa metodologia superior ao método clássico.

A constante evolução dos meios tecnológicos, seja em questão de apresentação de novos dispositivos ou de novos *softwares* faz com que se haja a necessidade de aprimoramento de todos os processos, em qualquer área que seja, para que seja possível acompanhar o ritmo do mercado. Nesse contexto a atualização da metodologia CAD apresentou para o mercado um modelo em 3D.

Segundo Ferreira (2007) o CAD baseou-se em técnicas de representação de imagens em três dimensões que partem do princípio de modelo de arestas ou aramado, composição por superfícies e sólidos.

No modelo de aramado o desenho é constituído por formas ou elementos de carácter bidimensional posicionados de forma a apresentar-se em determinado espaço, dando a ideia de uma figura espacial, configurando assim um desenho tridimensional. Na Figura 1 é mostrado a representação de um cubo em estrutura aramada.

Figura 1 - Desenho em estrutura aramada

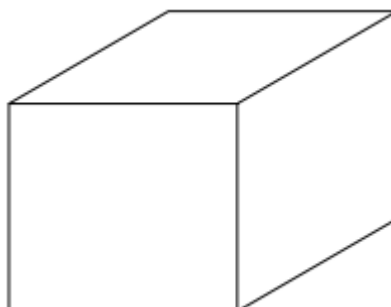


Fonte: Autoria própria (2021)

A outra forma de representação de elementos tridimensionais é pela composição de superfície. Como o nome sugere esse método consiste na criação de objetos em 3D por meio da utilização figuras planas, sendo utilizado em várias formas e tamanhos para alcançar a representação desejada.

Essa forma de representação alcança resultados melhores quando levado em consideração as ambiguidades apresentadas pela forma mencionada anteriormente, visto que na estrutura aramada há certa dificuldade de visualizar, por exemplo, a face frontal de um cubo, pois depende da forma como foi visualizada a figura. Já no método das superfícies isso não se torna um problema pois, devido as faces serem consistentes a visão não é comprometida por não haver a possibilidade de visualização de faces sobrepostas. Na Figura 2 consta a representação de um cubo pela composição de faces.

Figura 2 - Desenho em composição de faces

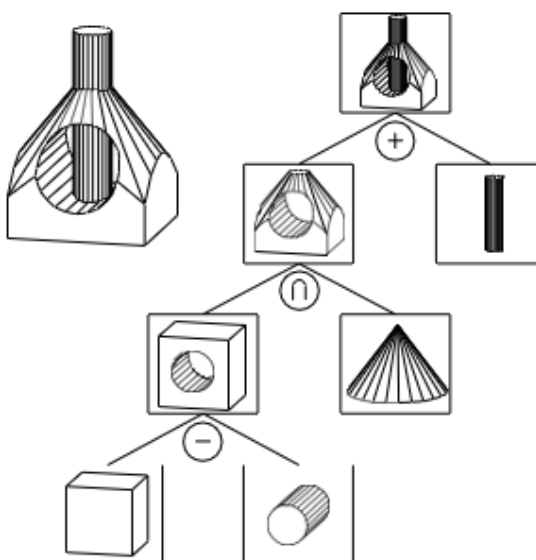


Fonte: Autoria própria (2021)

Por fim, no modelo de representação 3D sólidos, são utilizados elementos sólidos em sua composição, ou seja, a criação de objetos tridimensionais se dá a partir da inserção de formas já em 3D. Dentre os modelos apresentados este é o que se mostra mais eficiente, visto que sua metodologia permite a criação das mais diversas formas e com certa facilidade quando comparada as demais.

Além da facilidade de criação de novos objetos esse método permite a criação de seções de forma rápida, e ainda possibilita a verificação de interferência entre as formas inseridas. E por todos esses quesitos o método dos sólidos se torna mais indicado para ser utilizado na elaboração de projetos em AEC. Na Figura 3 é indicado um desenho modelado pelo método de sólidos.

Figura 3 - Modelagem em sólidos



Fonte: Ferreira (2007)

3.2.1.3 AutoCAD®

O *software* AutoCAD® foi desenvolvido pela Autodesk® e lançado no ano de 1982, trabalhando com a metodologia 2D ou CAD de representação e elaboração de projetos. Com seu surgimento aumentou-se a produtividade na fase de desenvolvimento de projetos por parte das empresas da época visto as melhorias apresentados pelos *softwares* com essa metodologia (COSTA; FIGUEIREDO; RIBEIRO, 2015).

O AutoCAD® trabalha por meio de representação geométricas como forma de linhas, arcos, esferas, hachuras entre outras, dessa forma processos de adaptação são completamente

manuais o que não propicia um caráter de produtividade alta. Um ponto positivo desse *software* é que nele há a possibilidade, através da utilização ferramentas adicionais, de orientação e inserção de objetos para automatizar e customizar alguns passos da construção do projeto (RODRIGUES, 2008).

3.2.2 Metodologia BIM

Segundo Silva (2013) as mudanças vivenciadas pela área da construção civil vêm acontecendo sempre pelas mesmas iniciativas, o avanço das tecnologias de modelagem virtual. Assim são apresentados para o mercado novos *softwares* trazendo inúmeras inovações e na atualidade a metodologia apresentada que vem ganhando espaço dentro desse meio é a metodologia BIM.

3.2.2.1 Histórico

O conceito BIM não é algo utilizado apenas nos dias atuais, na verdade há registros de que este foi citado pela primeira vez nos anos de 1970 através de uma publicação do Prof. Charles M. Eastman do *Georgia Institute of Technology* sobre *BPM (Building Product Model)*, ou ainda *Building Description System (BDS)*. Em sua publicação Charles M. Eastman relacionava esse conceito a construção dos elementos de projeto que não se limitassem a formas geométricas, apresentado também seus atributos o que possibilitaria além das representações dos desenhos a elaboração dos relatórios, análise de custos e quantitativos EASTMAN *et al.*, 2008).

Como visto o conceito de BIM é algo que possui longas datas, no entanto a utilização desta terminologia só veio a ocorrer nos anos de 1990 como forma de promover o lançamento do mais novo *software* desenvolvido pela Autodesk®, o Revit®. Mesmo sendo a primeira empresa a utilizar essa terminologia, no mercado já haviam alguns *softwares* que utilizavam este mesmo conceito, o Allplan, da empresa alemã Nemetschek criado em 1980, o Rada CH lançado em 1984 que na sua segunda versão lançada em 1986 ganhou o nome de ArchiCAD, criados pela empresa húngara Grafisoft (COSTA, 2013)

Nessa perspectiva o apelo comercial feito pela Autodesk® deu forte ênfase no uso da terminologia BIM, mesmo que o seu *software* apresentasse características semelhantes àqueles lançados anos antes. Esse pontapé inicial no uso desta nomenclatura fugiu do real conceito atribuído a esse nome, tendo em vista que o mesmo é comumente atribuído ao programa de

desenvolvimentos e modelagem de projetos e não a forma como ocorre essa modelagem (COSTA, 2013).

3.2.2.2 Aspectos gerais

Conforme Silva (2013) a *Building Information Modeling* (BIM) é umas das formas de modelagem de projetos mais promissoras apresentadas pela AEC. Ela também comenta sobre o uso inadequado desta terminologia citando que é bastante comum a ideia de que BIM é um *software*, ou ainda referir esse termo para representação de objetos tridimensionais que expressam apenas suas formas. Nesse contexto ela deixa claro o BIM pode ser considerado um processo que tem por base um sistema de informações que cria valores e inovações em um longo prazo.

Seguindo essa mesma ideia Silva (2013) complementa sua definição sobre BIM afirmando que as informações contidas neste, são interligadas por relações paramétricas, ou seja, tudo é construído em tempo real e qualquer modificação em um elemento é processada e realizada sem que haja futuras complicações ou o aparecimento de erros. A interligação das informações contidas no projeto é sem dúvida um dos pontos cruciais desta metodologia, e de fato ela é facilmente observada quando a realização de qualquer modificação em uma vista ou planta qualquer é automaticamente reproduzida em todos os componentes do mesmo.

Essa visão é reforçada por Costa (2013), afirmando que a parametrização dos elementos de projeto, faz com que qualquer mudança a ser realizada seja automaticamente ajustada quando se altera o elemento ou valor. E isto mostra o grande potencial desta metodologia, vista que, a partir disso há a possibilidade de apresentação de diversas soluções para um problema proposto.

Ainda segundo Costa (2013) no BIM ocorre a geração de documentos de projeto de forma automática. Estes documentos podem ser na forma de relatórios sobre o modelo construído, elementos textuais gráficos, plantas e vistas além de lista de materiais e quantitativo.

A geração de vista automáticas ou ainda a automatização de ajustes devido modificações ou inserção de elementos é realmente um fator relevante deste tipo de modelagem, no entanto, segundo Silva (2013) esses não são os únicos pontos positivos desta metodologia, ele afirma que a verdadeira capacidade está no fato de que ela funciona como um processo de arquitetar, projetar, construir, usar e manter uma instalação através de um modelo de informações capaz de ser usado durante todo seu ciclo de vida.

As representações e aspectos mencionado configuram bem os processos envolvidos na modelagem BIM, no entanto, além do que fora mencionado Silva (2013) mostra outra

possibilidade, a capacidade de realizar análises estruturais e energéticas, e a partir das análises, a configuração do processo construtivo e levantamento de quantitativos, além claro, a realização de análises de custo.

3.2.2.3 Revit®

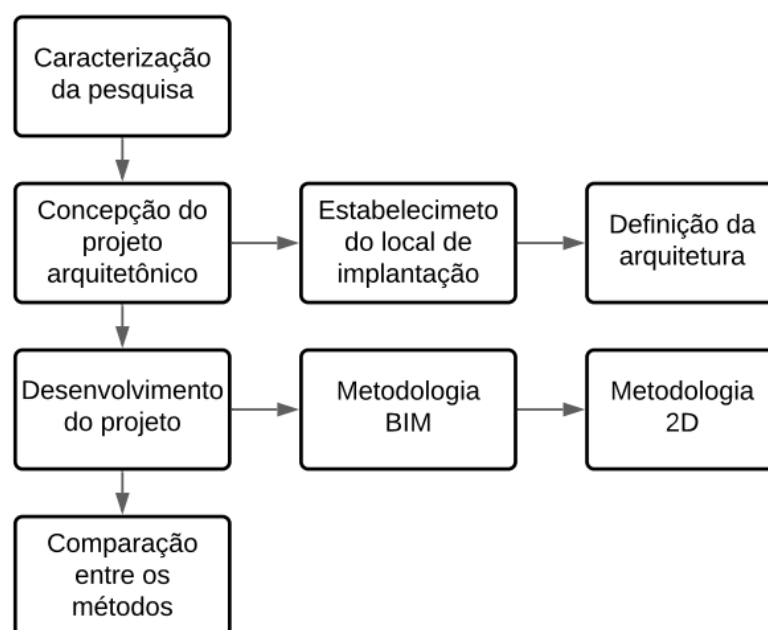
O Revit® foi desenvolvido pela Autodesk® por volta dos anos 90, este Software utiliza a metodologia BIM como sua base para elaboração de projetos. De acordo com Rodrigues (2008) ele é caracterizado por possuir famílias, onde estão dispostos uma série de objetos pré-definidos como paredes, janelas, colunas, piso, telhados, entre outros. Além da configuração inicial das famílias, nele há a possibilidade de alterações nas famílias e criação de novos *templates* com a edição ou inserção dos objetos.

Ainda segundo Rodrigues (2008), assim como outros *softwares* em metodologia BIM, o Revit®, possui interação no sistema de informações, o que possibilita a automatização de ajustes realizados em objetos, as gerações de vistas e outros elementos projetuais de forma automatizada e os demais aspectos característicos desse tipo de metodologia.

4 METODOLOGIA

Nesta sessão será discorrido sobre o desenvolvimento do presente estudo, sendo apresentado todos os materiais e etapas envolvidas no processo. Para uma melhor compreensão de como se deu sua construção, na Figura 4 é mostrado o fluxograma de desenvolvimento, especificando cada etapa envolvida e a sequência lógica de andamento.

Figura 4 - Fluxograma de fases de elaboração do trabalho



Fonte: Autoria própria (2021)

Como visto na Figura 4 a proposta deste estudo inicia-se por meio caracterização da pesquisa, onde foi descrito sobre a tipologia da pesquisa realizada.

Após a definição da tipologia, foi estabelecido o local de implantação e formulada a planta baixa de uma residência unifamiliar de baixo padrão para que no passo subsequente fosse desenvolvido o projeto arquitetônico utilizando duas metodologias, 2D e BIM. Concomitantemente a elaboração dos projetos foi apresentado em detalhes, o desenvolvimento dos mesmos, apontando as dificuldades e produtividade em cada uma das metodologias.

Por fim, foi realizado a comparação entre o 2D e o BIM desde a fase de elaboração dos projetos até o resultado final expresso por cada um deles.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DE PESQUISA

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009) uma pesquisa científica pode ser classificada quanto a sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Conforme Gerhardt e Silveira (2009) pesquisas qualitativas são aquelas em que não há a preocupação com representações numéricas, tendo como foco a compreensão dos elementos em estudo. Já um estudo quantitativo tem como objetivo expressar quantidades, em outras palavras, se expressar em forma de atributos mensuráveis. Nessa perspectiva o referido trabalho pode ser classificado como uma pesquisa qualitativa com uma vertente quantitativa já que em sua abordagem de dados estão presente, em maior parte, variáveis que se expressam de forma não mensurável, expondo apenas características dos fenômenos estudados e em proporções menores, variáveis que se apresentam em forma de valores.

Ainda segundo Gerhardt e Silveira (2009) este estudo pode ser considerado como pesquisa aplicada, visto que esta modalidade confere a geração de conhecimentos de aplicabilidade prática, voltados a problemas específicos.

Quanto aos objetivos, Gerhardt e Silveira (2009) dizem que uma pesquisa descritiva é aquela que tem como foco a descrição do fenômeno ou objeto estudado, assim a referente pesquisa pode ser qualificada como descritiva, visto que o seu desenvolvimento se deu por meio da descrição de processos metodológicos de criação de projetos com intuito de fornecer argumentos suficientes para responder a problemática proposta.

Por fim a pesquisa pode ser caracterizada como um estudo de caso, visto que, segundo Dresch et al (2019) o estudo de caso se aplica a diversas situações sendo caracterizado, dentre tantos, pelo entendimento de fenômenos individuais. Reforçando essa definição Gil (2008) descreve um estudo de caso como um processo exaustivo que permite o conhecimento detalhado de um ou poucos objetos.

4.2 MATERIAIS

Os materiais utilizados para o desenvolvimento deste trabalho resumem-se nos *softwares* escolhidos como representantes de cada uma das metodologias para a elaboração do projeto, o *Revit®* para o desenvolvimento em Bim e o *AutoCAD®* para o 2D.

O *Revit®* utilizado foi a versão 2021 para estudante. Neste *software* podem ser desenvolvidos projetos arquitetônicos e complementares, para isto ele dispõe de modelos que contém uma série de objetos característicos de cada tipo de projeto.

O desenvolvimento do projeto na metodologia 2D se deu por meio do *software AutoCAD® 2021 – English* na versão para estudante. Ele trabalha com representações de formas através da inserção de linhas, assim qualquer que seja o elemento a ser representado, suas configurações ou modelagem é feita por meio de linha, além de elementos de texto ou hachuras caso necessário.

4.3 MÉTODOS

O procedimento inicial do desenvolvimento desta pesquisa foi a escolha de um local adequado para construção de uma residência unifamiliar. A partir da definição do local, foi possível estabelecer o esboço da arquitetura a ser desenvolvida e iniciar a fase de construção da mesma por ambas as metodologias, para a posterior análise comparativa entre os métodos.

4.3.1 Determinação do local da obra

O local para qual o projeto arquitetônico foi desenvolvido se encontra no município de Frutuoso Gomes no Rio Grande do Norte, mais especificamente na Rua José Araújo, próxima ao trecho de pavimentação que interliga a BR-226 a RN-072, como pode ser visualizado na Figura 5. A definição do local teve como critério crucial, o fato de ser um local amplo em que ainda não havia construções. Outro ponto importante foi quanto ao fácil acesso, fator que facilitaria a entrega e armazenagem de materiais.

Figura 5 - Local de implantação



Fonte: Google Maps (2021)

Quanto as especificações da área a ser construída, trata-se de um terreno com dimensões de loteamentos da cidade, 10 metros de largura por 20 metros de comprimento. O local possui uma vegetação rasteira e um leve declividade, fatores que facilitam as etapas iniciais, de limpeza e terraplenagem.

4.3.2 Definição da planta a ser desenvolvida

O modelo de arquitetura desenvolvido foi formulado a partir de pesquisas de modelos existentes. Após o conhecimento de várias formas para disposição dos cômodos foram observados alguns parâmetros normativos, no entanto, vale salientar que apenas critérios básicos foram observados, não sendo adotado todos os parâmetros estabelecidos por normas como a NBR 15575 (norma de desempenho), visto que este não é o foco do estudo. Nessa fase foram considerados parâmetros como altura de pé direito, peitoril de janelas alta e baixas e ainda o comprimento mínimo para bonecas de portas e janelas, entre outros.

Importante frisar que ainda na fase de definição da arquitetura, foi verificado se a cidade possuía plano diretor, e a partir das pesquisas realizadas foi comprovado a não existência, com isso as considerações para o estabelecimento da arquitetura se restringiram apenas aos critérios já mencionados.

4.3.3 Elaboração do projeto

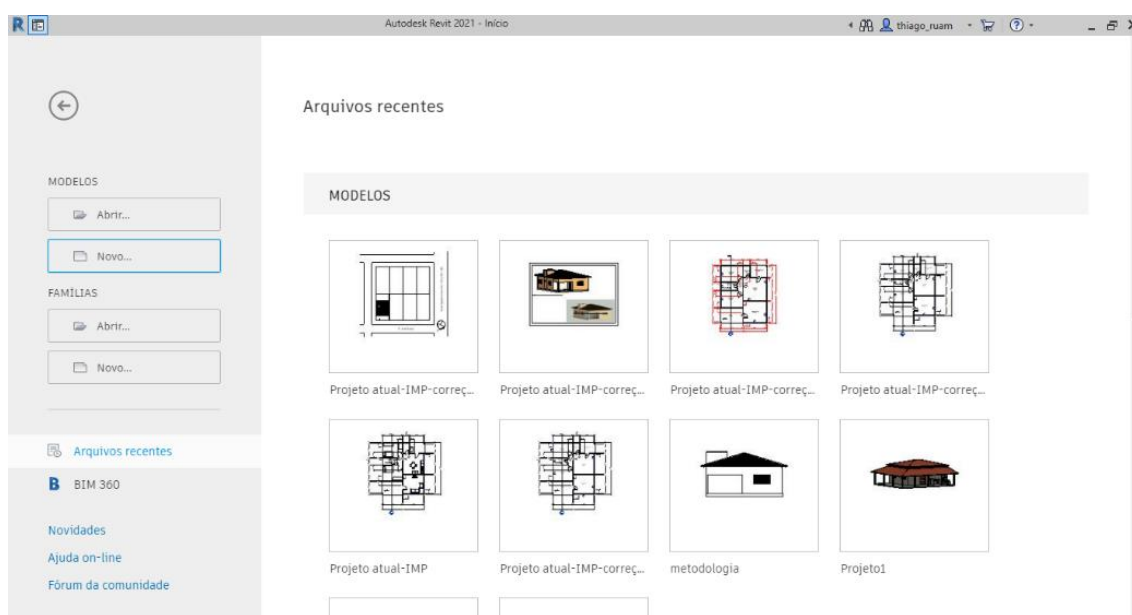
Após a determinação do local e arquitetura, foi iniciada a fase de construção dos projetos. Esta teve início por meio da metodologia BIM com a utilização do *Revit®*, a escolha para iniciar o desenvolvimento se deu pela facilidade do *software* em realizar alterações no desenho. Após a conclusão da representação em BIM, teve início o desenvolvimento em 2D. Para melhor compreensão de como são modelados os desenhos nestas, a seguir serão apresentadas as características de cada *software* usado.

4.3.3.1 *Revit®*

A interface inicial do *Revit®* (Figura 6) apresenta os modelos trabalhados recentemente bem como as opções de abrir e criar um novo modelo ou família. As famílias são uma espécie de banco de dados que contém uma série objetos característicos de cada projeto, sendo que, tanto as famílias quanto os objetos podem ser inseridas ou modificados a qualquer momento e carregados para serem utilizados.

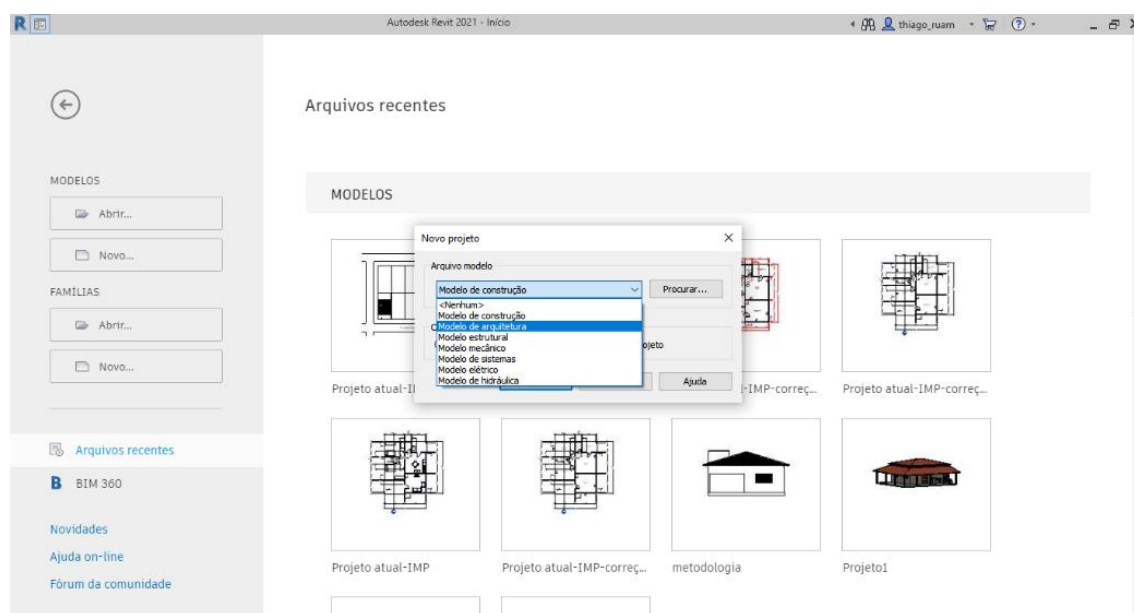
Ao iniciar um projeto na opção novo modelo, abrirá uma janela para a escolha do modelo (Figura 7) referente ao projeto a ser desenvolvido, a escolha correta do modelo facilitará o seu desenvolvimento.

Figura 6 - Interface inicial do *Revit®*



Fonte: Autoria própria (2021)

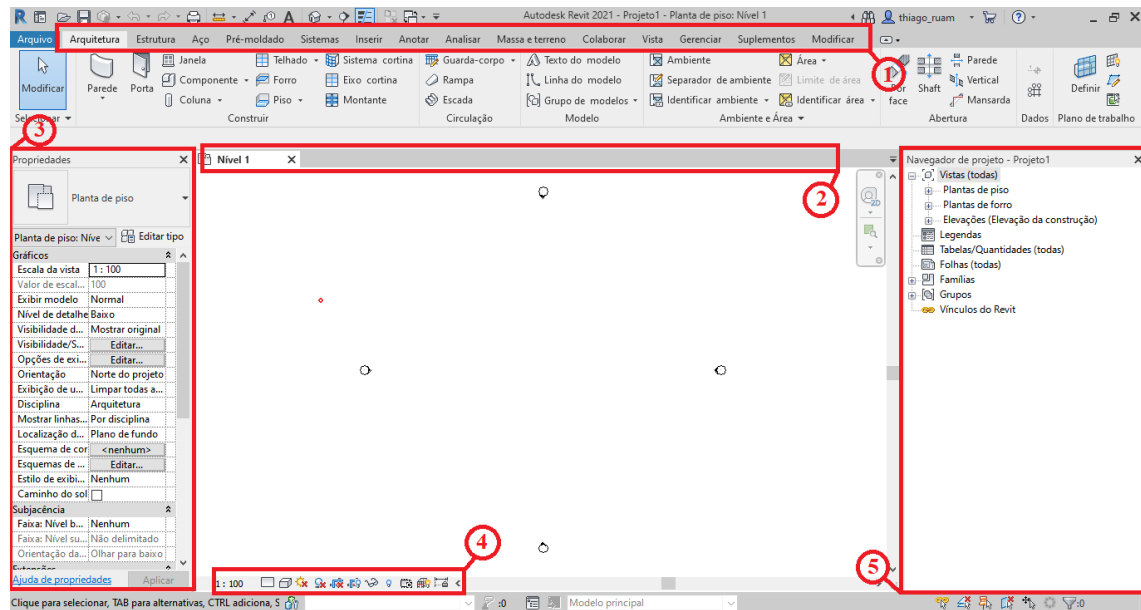
Figura 7 - Escolha do novo modelo de projeto



Fonte: Autoria própria (2021)

Após a escolha do modelo o *software* apresenta a interface mostrada na Figura 8, na qual são evidenciadas 5 seções. Na seção 1 é destacado a barra de menus, onde estão presentes todos os comandos para inserção ou configuração dos elementos de projeto. Na área demarcada 2 tem-se as abas que estão abertas, podendo ser as plantas, elevações, tabelas ou qualquer outro componente. Já na área 3 vê-se o menu de propriedades, neste são dispostas as configurações ou propriedades do elemento selecionado. Na região 4 alguns comandos referentes a visualização dos componentes como por exemplo, a escala de representação, a forma de exibição, a visualização de elementos ocultos, entre outros. A seção 5 apontado o navegador de projetos, nele estão dispostos todas as plantas, vistas, cortes, enfim todos os componentes de projeto, criados ou gerados automaticamente, e ainda as famílias carregadas no projeto. Além das partes em destaque é importante falar da área destinada a modelagem da arquitetura a qual é representada pela região em branco no centro da imagem.

Figura 8 - Interface inicial do modelo de arquitetura

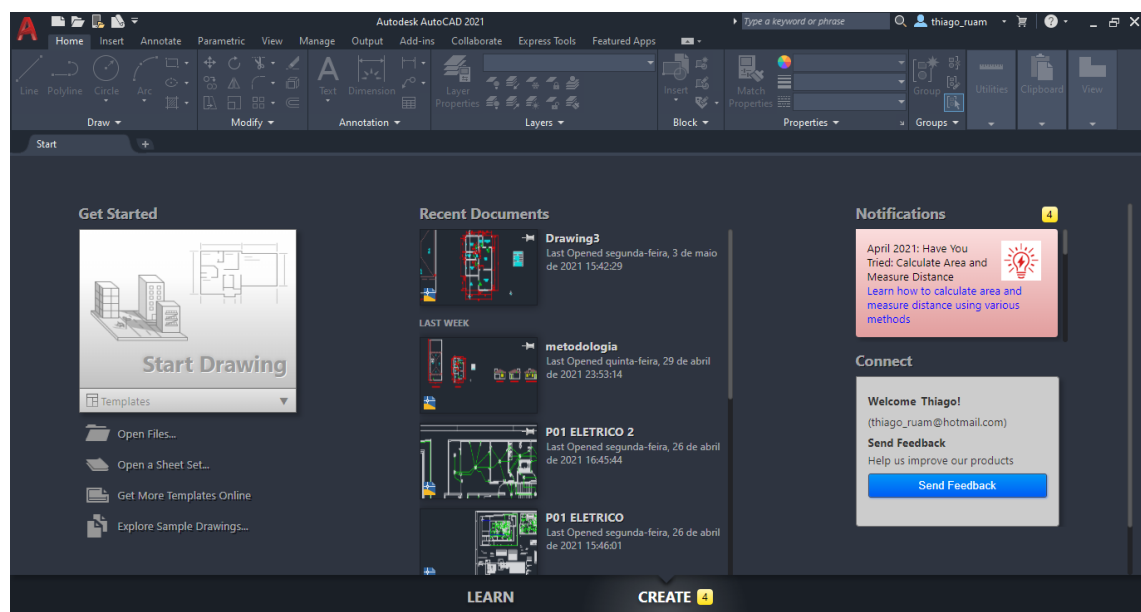


Fonte: Autoria própria (2021)

4.3.3.2 AutoCAD®

Ao iniciar o programa são apresentados os documentos que foram abertos recentemente, além de opções de abrir arquivos ou criar um novo. Na Figura 9 está a configuração de abertura do software.

Figura 9 - Interface de abertura

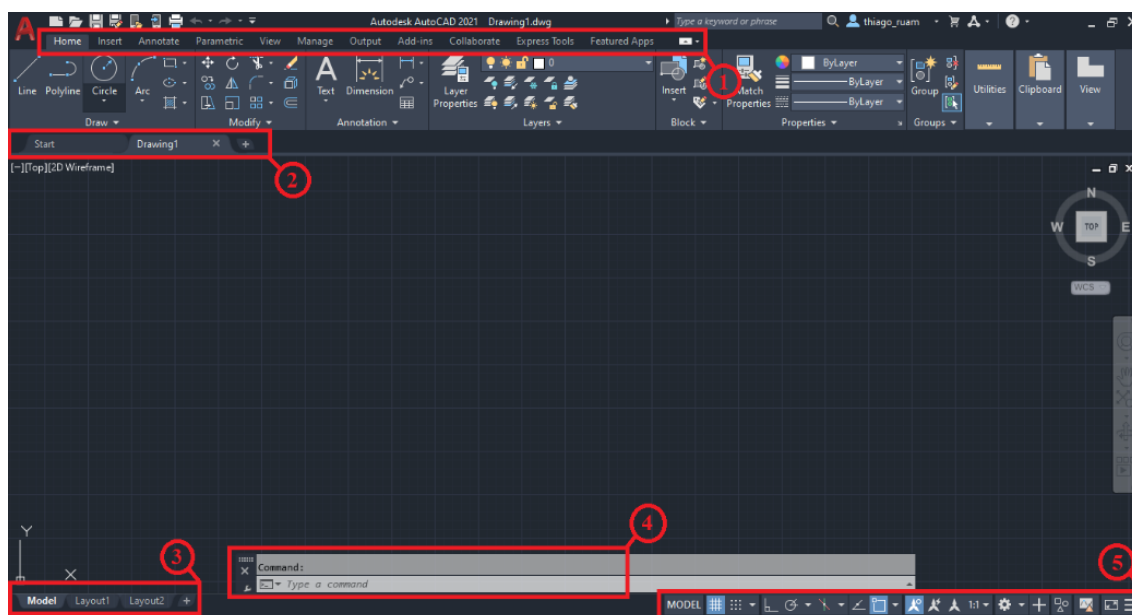


Fonte: Autoria própria (2021)

Ao clicar em *Start Drawing* (comece a desenhar) o programa é de fato iniciado e está pronto para a modelagem do croqui desejado. A Figura 10 mostra leiaute inicial do programa, em destaque cinco itens para que a partir de suas descrições seja possível entender o seu funcionamento.

Na área 1 estão os menus contendo todos os comandos para desenvolvimento dos traçados desejados. A região 2 contém as abas, de inicialização e dos projetos que estão abertos. Já na demarcação 3 estão as abas referentes ao *Model* e aos *Layouts*. O *Model* é o local de desenvolvimento do projeto enquanto o *layout* refere-se a folha de impressão. O campo 4 é o local onde mostra os comandos executados. A última área demarcada refere-se a alguns comandos que facilitam a modelagem dos desenhos, como por exemplo, comando para que as linhas sejam definidas ortogonalmente, para mostrar o ponto médio de retas, definição de escalas, entre outros. Por fim é importante falar que a região central da figura é destinada esboço dos croquis.

Figura 10 - Interface inicial do *Model*



Fonte: Autoria própria (2021)

Tendo conhecimento do programa é relevante mencionar que a modelagem de um projeto arquitetônico por meio deste, pode ser realizado por uma série de comando básicos, sendo alguns utilizados com maior frequência como é o caso dos comandos para inserção de linhas: *line*, *rectang*, *circle*, *offset* e *ray* outros utilizados frequentemente foram: *move*, *trim*,

mirror, extend, explode, rotate, dist, area, além de comandos utilizados para configuração e inserção de textos, cotas e hachuras.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item serão apresentados os resultados obtidos no decorrer da pesquisa além de suas respectivas análises e discussões. Para melhor compreensão, os resultados foram subdivididos em conhecimento prévio sobre os *softwares* utilizados, descrição da elaboração do projeto arquitetônico, tempo dedicado ao desenvolvimento dos projetos e requisitos de sistema ou requisitos computacionais para utilização das metodologias

5.1 CONHECIMENTO PRÉVIO SOBRE OS *SOFTWARES* UTILIZADOS

Antes de exibir os resultados referentes ao desenvolvimento do projeto é importante falar sobre o conhecimento prévio do desenvolvedor em relação aos *softwares* utilizados.

Quanto ao *AutoCAD*®, já possuía certa familiaridade, visto que no decorrer da graduação a disciplina de Projeto Auxiliado por Computador foi cumprida e abordava sobre conhecimentos básicos de *AutoCAD*®, tendo como avaliação final o desenvolvimento de um projeto arquitetônico. A componente curricular foi cumprida no semestre 2017.2 do calendário da UFERSA e possui carga horária de 60 horas. Além do estudo específico sobre o *software*, em algumas disciplinas posteriores à mencionada, teve-se a oportunidade de desenvolver atividades com a utilização do mesmo, como foi o caso de instalações elétricas através do projeto elétrico, instalações hidrossanitários com um projeto de combate a incêndio e topografia com a representação de um levantamento planialtimétrico.

Já os conhecimentos referentes ao *Revit*® não tiveram ligação direta com o curso ou disciplinas estudadas no decorrer dele, pois não foram desenvolvidos nenhuma atividade utilizando tal metodologia. No entanto já havia certo conhecimento relacionados ao seu uso, adquiridos através da realização do curso de *Revit*® – Projeto arquitetônico básico, tendo uma duração de 20 horas sendo iniciado em outubro de 2019 com o termino em abriu de 2021. Importante frisar que o curso foi realizado remotamente, sendo disponibilizado vídeo aulas acessíveis a qualquer momento. Assim as atividades realizadas neste *software* foram, apenas, a termo de aprendizagem e fixação dos conhecimentos formulados durante o curso.

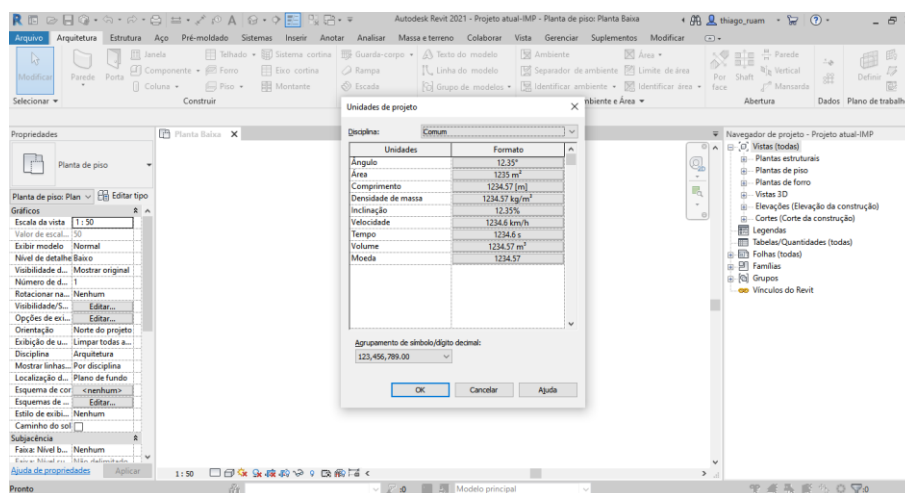
5.2 DESCRIÇÃO DA ELABORAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

Conforme visto na sessão 3.3.3, o projeto arquitetônico foi desenvolvido por duas metodologias distintas. A seguir serão mostradas as descrições dos processos para formulação do mesmo em ambas as metodologias.

5.2.1 Elaboração do projeto pela metodologia BIM

Após executar o programa com o modelo de arquitetura, o primeiro passo foi definir as unidades para todos os parâmetros a serem utilizados, como pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Janela de definição de unidades



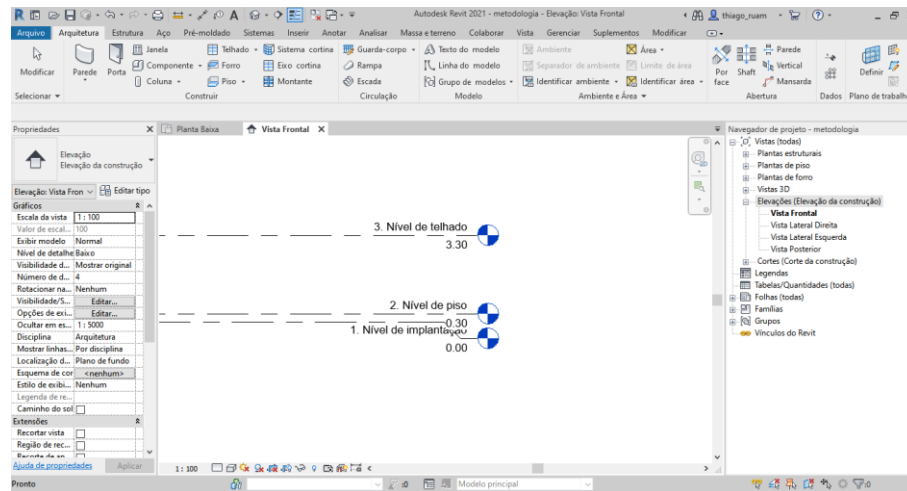
Fonte: Autoria própria (2021)

Indicadas as unidades, o passo seguinte foi estabelecer os níveis. Nessa fase foram acentuados os níveis de:

- Implantação - corresponde ao nível do terreno após o serviço de terraplenagem, ou nível zero;
- Pisos - nível onde serão inseridos os pisos, definido em 0,30 metros do nível do terreno;
- Altura de pé direito ou nível de cobertura - a altura do pé direito situado a 3,30 m do nível do terreno;
- Reservatório superior – último nível definido para esse projeto, está situado a 4,90 metros do nível de implantação ou 1,60 da cobertura.

Na Figura 12 consta a vista frontal durante a criação dos níveis.

Figura 12 - Criação dos níveis

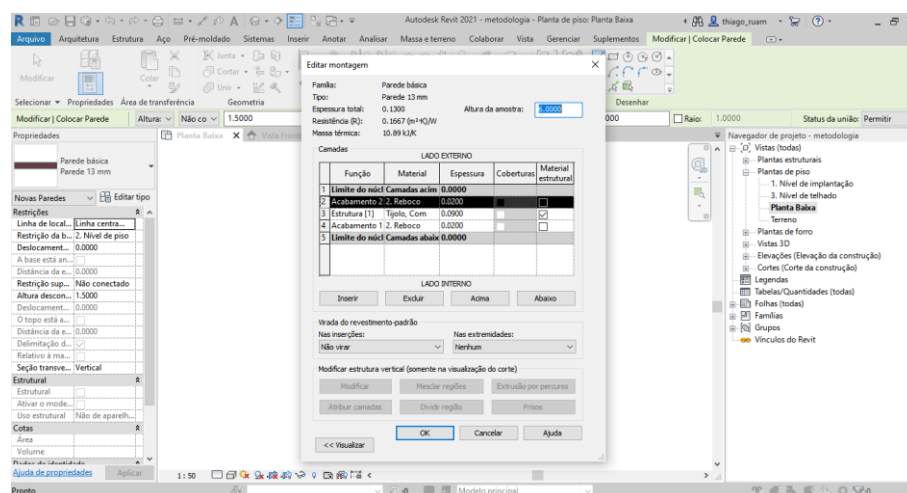


Fonte: Autoria própria (2021)

Após a configuração dos níveis tornou-se possível delimitar o traçado das paredes, para isso foi necessário previamente estabelecer as configurações de espessura, estrutura e materiais que a constituíam as paredes da arquitetura.

Para este projeto foram definidos dois tipos de paredes, ambas em blocos cerâmicos de 19x19x9 cm e revestimento de 2 cm, diferenciando apenas na forma de assentamento, sendo uma delas assentada em uma vez e a outra em meia vez, com isso as paredes ficaram com 13 e 23 cm de espessura. A Figura 13 traz o estágio de configuração das paredes.

Figura 13 - Configuração de paredes

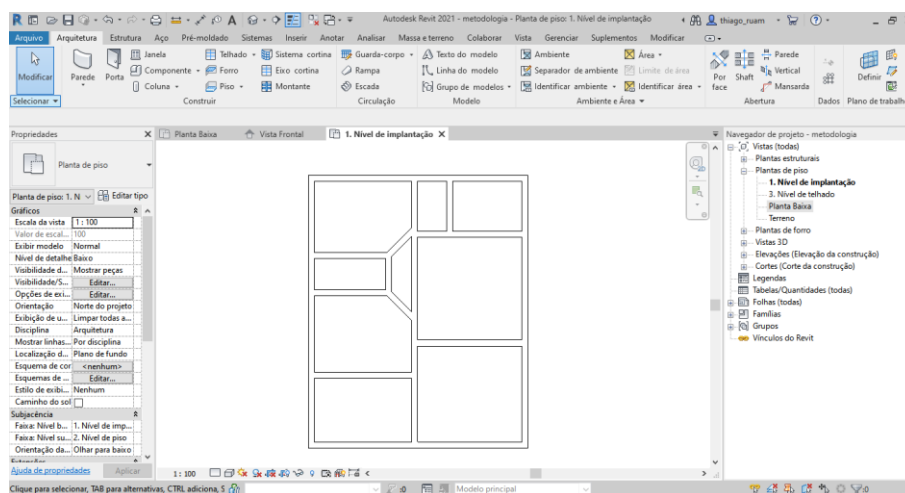


Fonte: Autoria própria (2021)

Depois da configuração das paredes foi feita a modelagem do projeto pela inserção das mesmas. Essa fase teve início pelas paredes contidas entre os níveis implantação e pisos, que

correspondem a sapata corrida e possuem espessura de 23 cm. Após o término, o passo seguinte foi a modelagem paredes dispostas entre os níveis piso e cobertura, utilizando-se a configuração estabelecida de 13 cm de espessura. Para facilitar o processo de modelagem, foi utilizado o recurso de sobrejacência para visualização do desenho realizado no nível anterior e assim adicionar as paredes nos locais adequados, esse mesmo passo foi feito para inserir as paredes do reservatório, mudando apenas o nível no qual foram locadas. O traçado das paredes da sapata está representado na Figura 14.

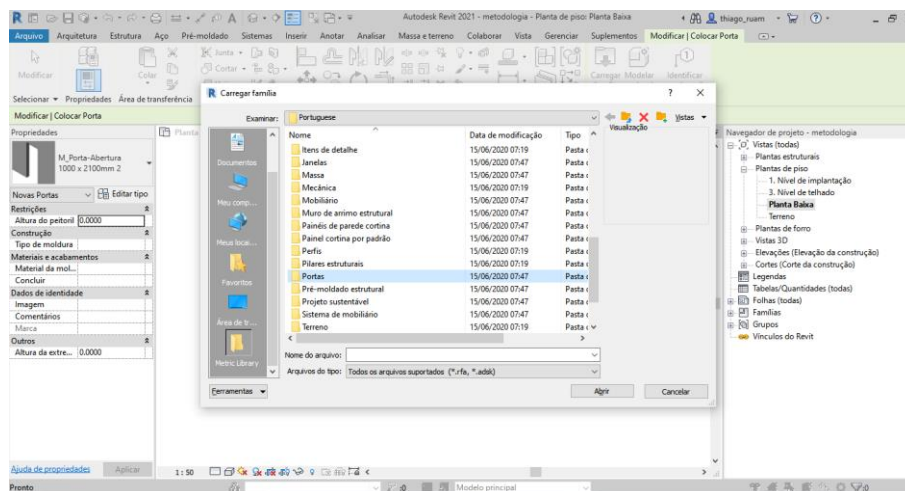
Figura 14 - Paredes da sapata



Fonte: Autoria própria (2021)

Após a locação das paredes foram posicionadas as portas, para isso foi carregado um modelo existente na própria biblioteca de famílias contida no modelo de arquitetura, como mostrado na Figura 15.

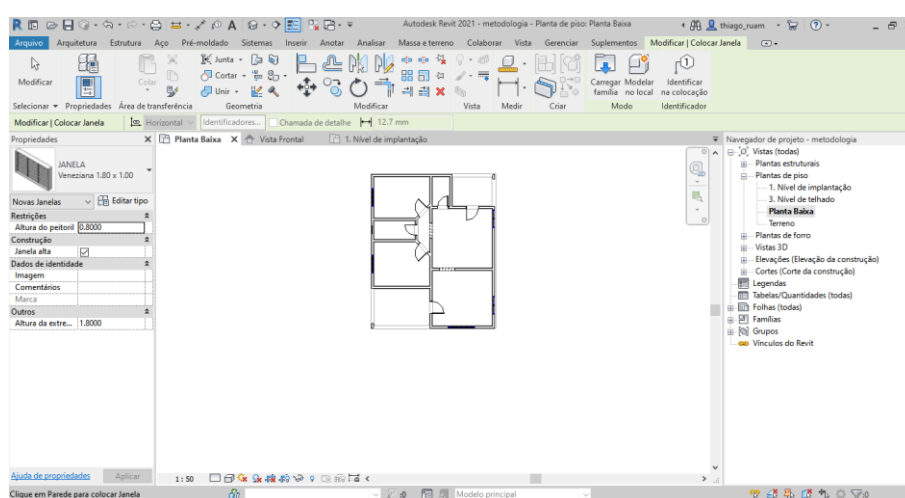
Figura 15 - Carregando família de portas



Fonte: Autoria própria (2021)

O processo para inserção das janelas é semelhante ao das portas, onde também são apresentados modelos preexistentes, no entanto, os modelos apresentados nas famílias padrões do Revit®, não contemplam janelas com representações específicas do Brasil, assim houve a necessidade de inserir um novo modelo de janela. Esses modelos são facilmente encontrados em sites que fornecem componentes para essa plataforma. Assim, após carregar o novo modelo no projeto, elas foram dispostas levando em consideração a altura de peitoril desejado. Na Figura 16 é apresentado o projeto após a inserção das esquadrias.

Figura 16 - Situação do projeto após inserir as esquadrias

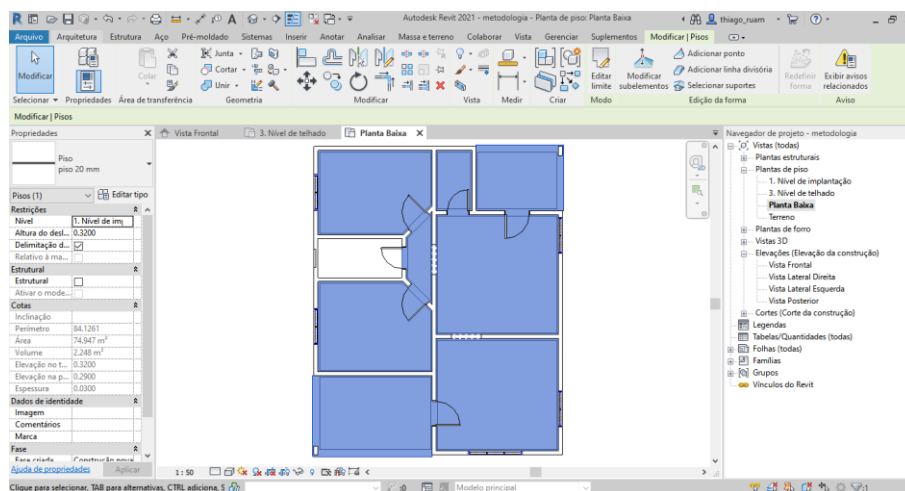


Fonte: Autoria própria (2021)

Na etapa seguinte foram definidos os pisos. Inicialmente, criados dois tipos, um deles contendo duas estruturas, aterro e contrapiso, e espessura de 30 cm, já o outro, composto por piso e revestimento cerâmico com espessura de 2 cm.

Após a criação dos modelos, a inserção se deu inicialmente pelo formato composto por aterro e contrapiso e seguido do outro modelo já definido. Ambos inseridos em seus devidos locais como pode ser visualizado na Figura 17, e com os deslocamentos necessários para que não fiquem sobrepostos.

Figura 17 - Locação dos pisos

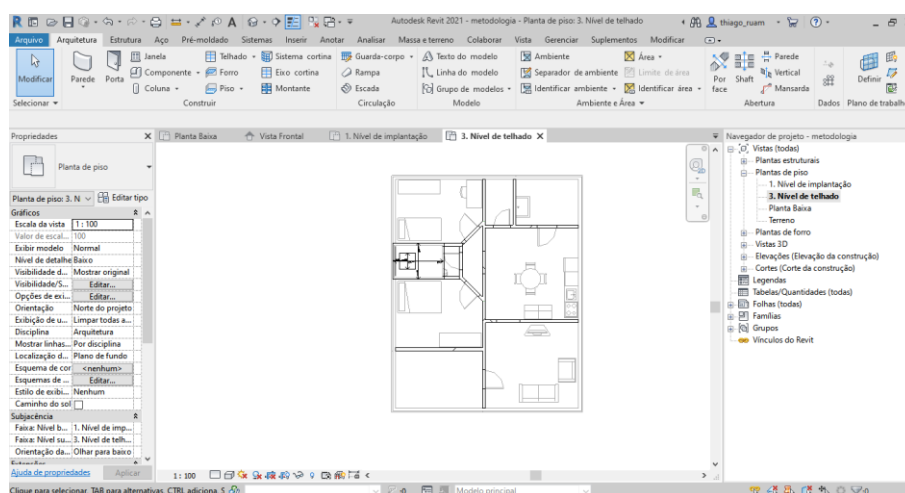


Fonte: Autoria própria (2021)

Com os pisos já introduzidos, foram postas algumas peças que compõem o imobiliário da edificação por questão meramente ilustrativa.

A fase seguinte se deu com o assentamento das lajes do reservatório. Para isso foi utilizado uma laje de 10 cm de espessura inserida na parte inferior e superior do reservatório conforme exibido na Figura 18.

Figura 18 - Posicionamento das lajes

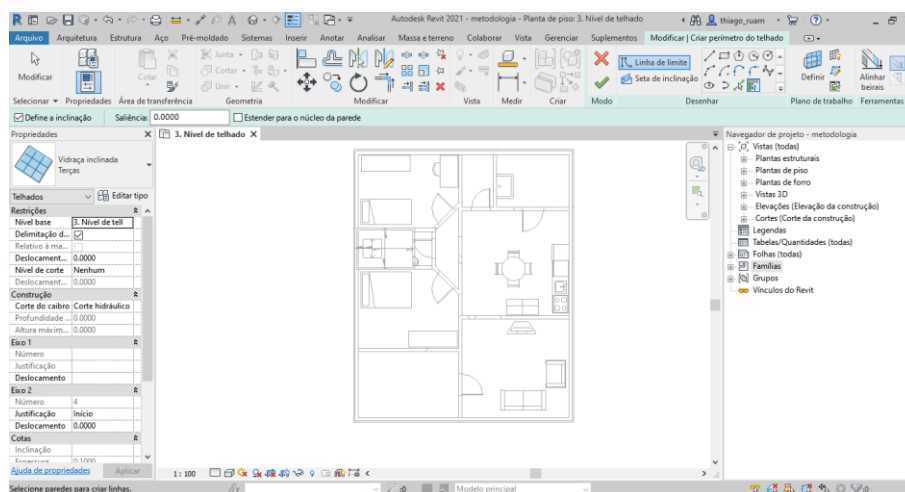


Fonte: Autoria própria (2021)

No estágio subsequente foi dado início a criação do telhado, esse foi executado em vidraça inclinada e subdividido em quatro telhados, um para cada tipo de componente do mesmo, telha, ripa, caibro e terça. O primeiro parâmetro a ser estabelecido para o andamento da criação dos telhados foi a configuração dos montantes que representam cada elemento. Em

seguida os montantes foram utilizados para a formação de cada categoria de vidraça inclinada estabelecendo todos os dados necessários para que os telhados possuam os aspectos desejados. Após essas configurações o telhado foi criado inserindo um para cada estrutura conforme apresentado na Figura 19, atentando-se para locação de forma alinhada. Além da inserção de todos os telhados em vidraça foi plantado um genérico para a locação das bordas.

Figura 19 - Inserção dos telhados

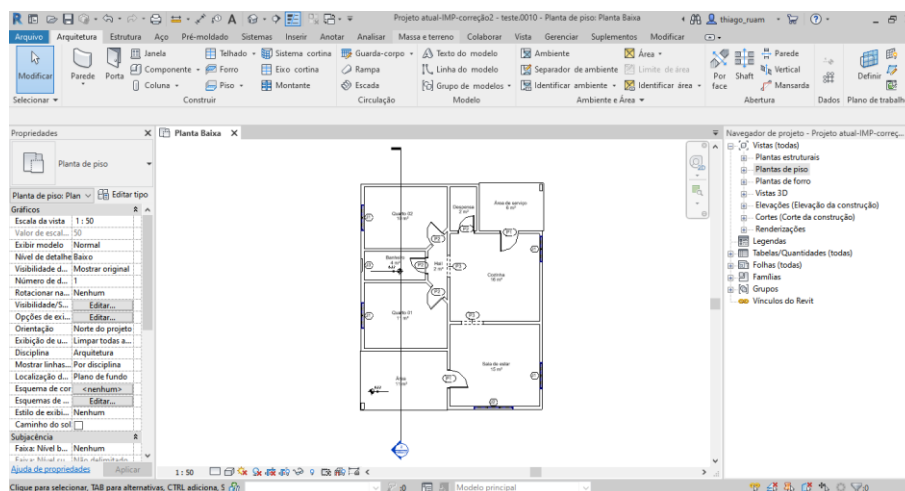


Fonte: Autoria própria (2021)

Com o término do telhado o estágio de criação e locação de elementos foi encerrado dando-se início a etapa de ajustes e inserção de detalhes para impressão, além da configuração da folha.

Nessa nova fase foram postos símbolos representativos para o nível do piso dentro da edificação, os textos contendo a área e a designação de cada cômodo, além das especificações de janelas e portas. A Figura 20 traz a planta após a inserção dos elementos textuais.

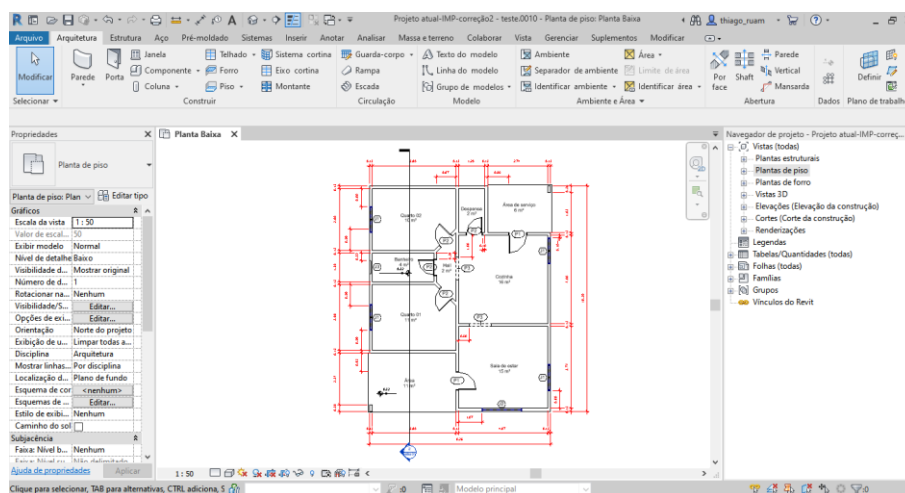
Figura 20 - Identificação dos cômodos e esquadrias



Fonte: Autoria própria (2021)

Após as simbologias mencionadas foi locado o atributo representativo do corte em planta baixa. Com a locação do elemento a planta contendo os detalhes do corte é gerada automaticamente, ficando disponível no navegador de projetos. A partir daí foi realizada a cotagem de todos os elementos considerados necessários para a execução do projeto, tanto na planta baixa quanto no corte, como pode ser vista na planta baixa apresentada na Figura 21.

Figura 21 - Planta baixa com cotas



Fonte: Autoria própria (2021)

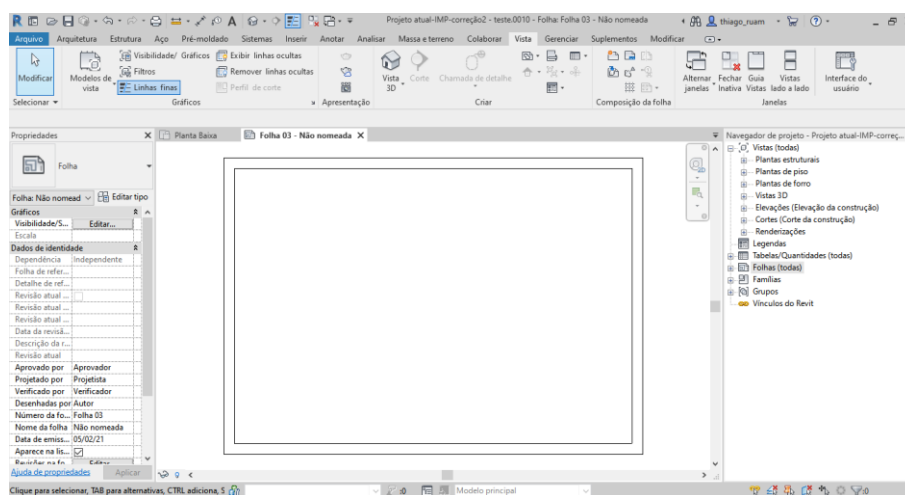
Utilizando a planta de terreno como referência foi criado a planta de locação inserindo nela o muro com as dimensões do lote e o portão de entrada. Para planta de situação também foi duplicado a planta de terreno e com o acréscimo de linhas foi modelado a representação das

ruas conforme visto na Figura 5 do local de implantação, por fim, adicionado os nomes das ruas e o símbolo de direção, Norte.

A etapa subsequente se deu com a construção das tabelas de esquadrias, sendo geradas uma para as portas e outra para as janelas. A criação das tabelas foi totalmente automatizada, inserindo-se tabelas de quantitativos selecionando os parâmetros desejados.

A preparação da folha de impressão foi o passo seguinte. Utilizando a folha do tipo A1 métrico, própria do modelo de arquitetura do *Revit®* como base para criação do modelo utilizado, Figura 22. A introdução das pranchas a serem impressas ocorreu com auxílio do navegador de projetos, onde estão disponíveis todas as plantas criadas além das geradas automaticamente, corte e vistas. O ajuste de escala é facilmente realizado pelo menu de propriedade e os textos com nome e escala de cada planta são automaticamente inseridos.

Figura 22 - Folha de impressão

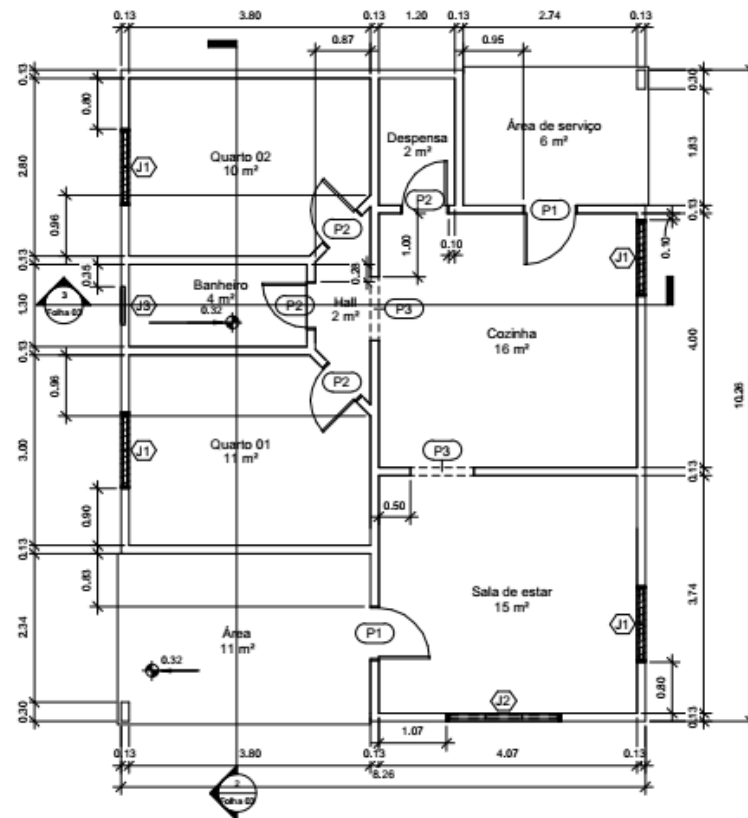


Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.1.1 Componentes finais do projeto

Após a conclusão da fase de elaboração o projeto foi impresso, e seu componente finais estão apresentados a seguir. Na Figura 23 a Planta Baixa, contendo todas as especificações necessárias para a execução, em sua versão final.

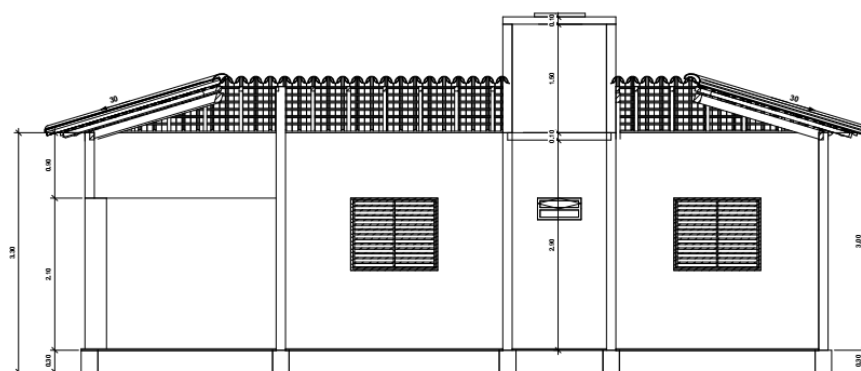
Figura 23 - Planta Baixa



Fonte: Autoria própria (2021)

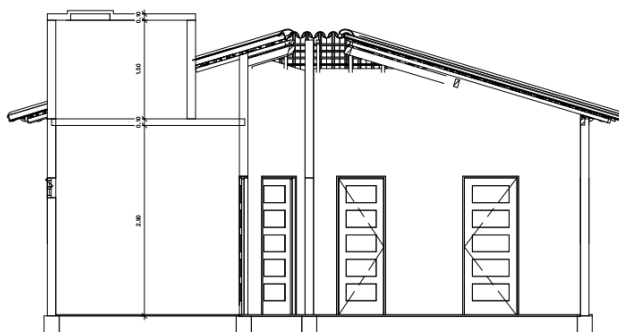
Nas Figuras 24 e 25 têm-se as representações finais dos cortes.

Figura 24 - Corte longitudinal



Fonte: Autoria própria (2021)

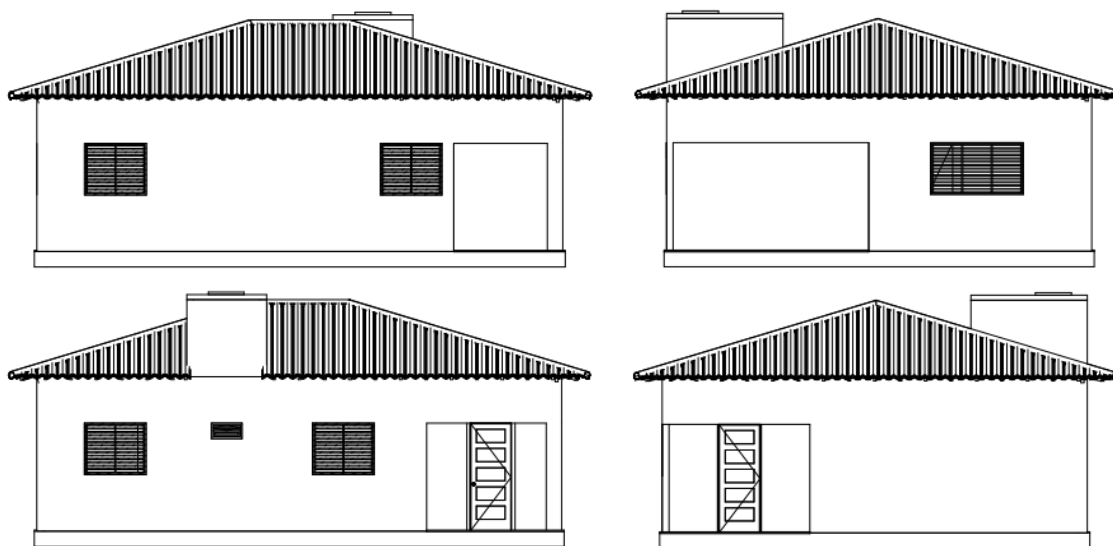
Figura 25 - Corte transversal



Fonte: Autoria própria (2021)

Outros componentes do projeto arquitetônico, as fachadas, estão dispostas na Figura 26

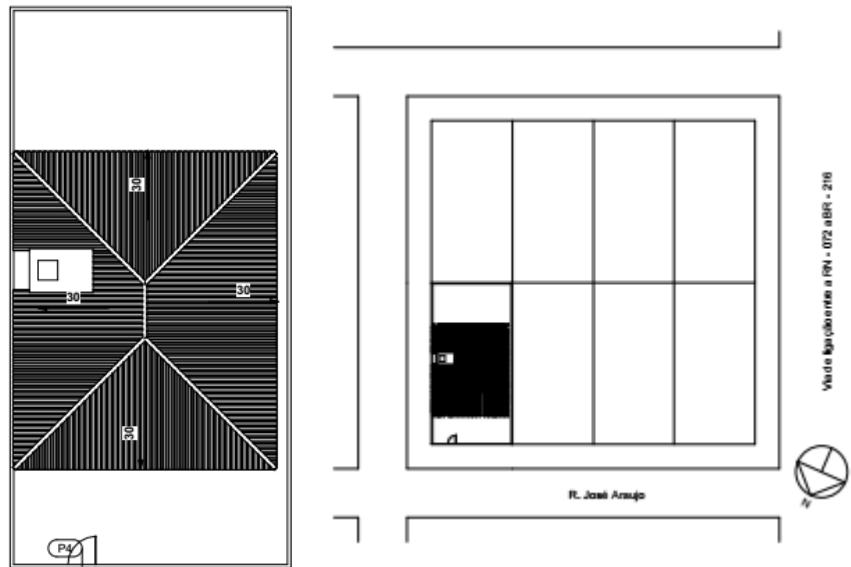
Figura 26 - Representação das fachadas



Fonte: Autoria própria (2021)

As plantas de locação e situação, também integrantes deste tipo de projeto, estão apresentadas na Figura 27.

Figura 27 - Plantas de locação e situação



Fonte: Autoria própria (2021)

Por fim, os últimos componente da prancha são as tabelas de esquadrias, contendo as especificações de cada janela e porta presentes no projeto, Figura 28.

Figura 28 - Tabelas de esquadrias

Tabela de janela				Tabela de porta		
Marca de tipo	Largura	Altura	Altura do peitoril	Marca de tipo	Largura	Altura
J1	1.20	1.00	1.10	P1	0.80	2.10
J2	1.80	1.00	1.10	P2	0.70	2.10
J3	0.60	0.30	1.80	P3	0.00	0.00
Total geral: 6				P4	1.00	2.10
				Total geral: 9		

Fonte: Autoria própria (2021)

Além da folha de impressão contendo todos os elementos já mencionados, foi criada outra prancha para a impressão das imagens em 3D do projeto. Na Figura 29 é apresentado a renderização de uma vista em três dimensões, mostrando de forma mais realista e atrativa como a arquitetura ficará após a execução.

Figura 29 - Renderização do projeto

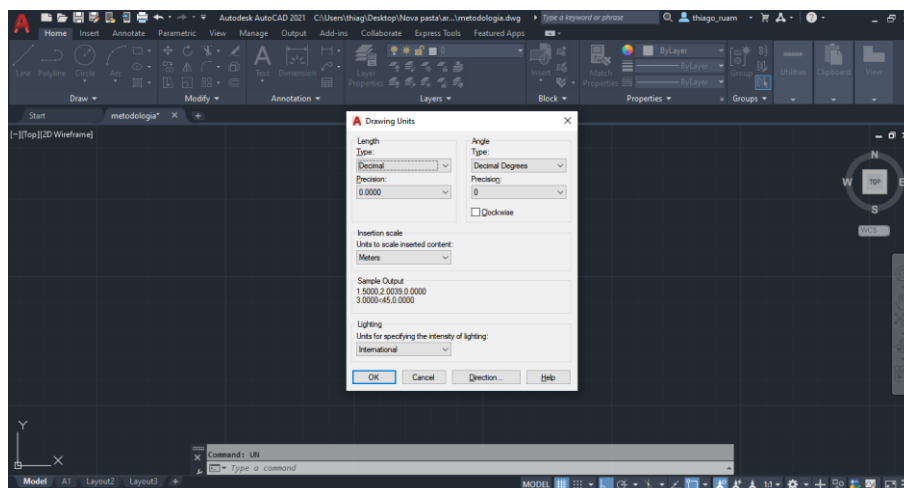


Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.2 Elaboração do projeto pela metodologia CAD

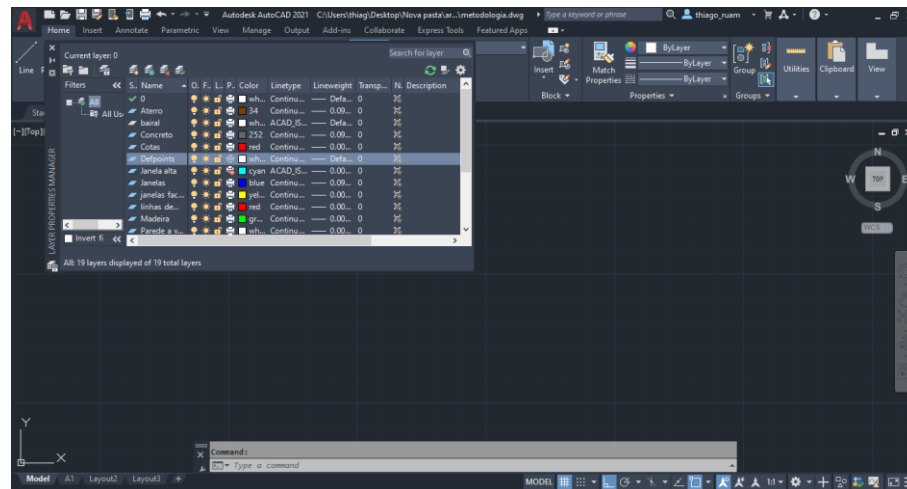
De forma análoga ao que fora feito no *Revit®*, o passo inicial da modelagem no *AutoCAD®* foi a definição das unidades utilizadas na elaboração do projeto como mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Configuração de unidades



Fonte: Autoria própria (2021)

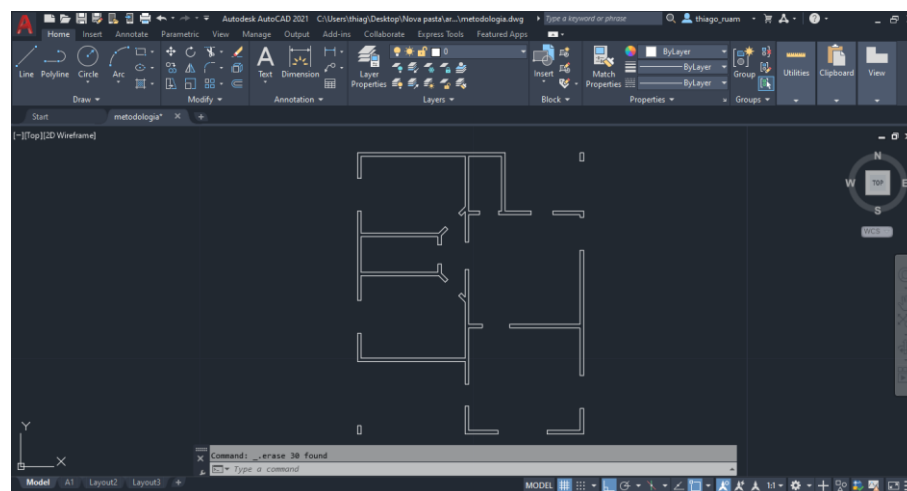
Estabelecidas as unidades, o passo seguinte foi a criação dos *layers* para cada componente do projeto. Os *layers* são as configurações das linhas, criadas para diferenciar os elementos tanto no *model* quanto na impressão. Na Figura 31 é mostrada a etapa de criação dos *Layers*.

Figura 31 - Criação dos *Layers*

Fonte: Autoria própria (2021)

Após a definição dos *layers*, foi iniciado o desenvolvimento da planta baixa e posteriormente as outras plantas contempladas pelo projeto arquitetônico. O primeiro passo dessa fase foi a criação e modelagem das paredes, como visto na Figura 32.

Figura 32 - Modelagem das paredes

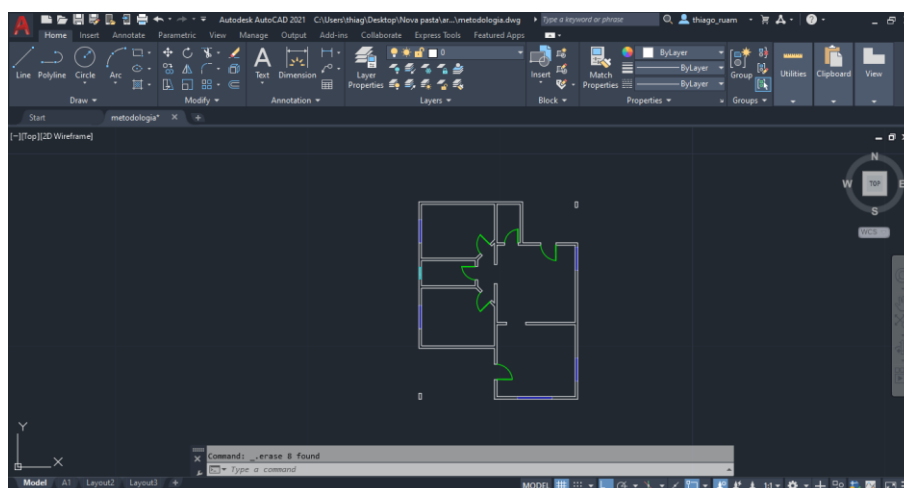


Fonte: Autoria própria (2021)

Delimitadas as paredes, foram locadas as portas e janelas. Esse processo pode ser facilitado quando são criados blocos modelos de portas e janelas, podendo ser inserido facilmente em qualquer dimensão. Como a arquitetura desenvolvida é consideravelmente

pequena, optou-se pela criação desses elementos já nos locais definidos. A Figura 33 mostra as esquadrias devidamente locadas.

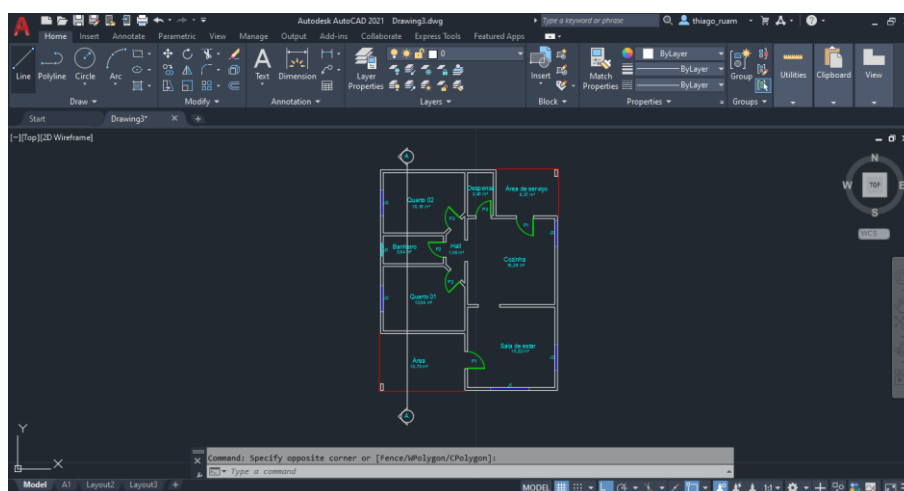
Figura 33 - Inserção das esquadrias



Fonte: Autoria própria (2021)

No estágio seguinte foram colocadas as linhas de piso, a linha representativa do corte e em seguida, configurado e inserido os textos de descrição dos cômodos, área de cada um deles e ainda nomenclatura para cada tipos de esquadrias. A Figura 34 mostra a planta após a inserção desses elementos.

Figura 34 - Representação e locação do corte

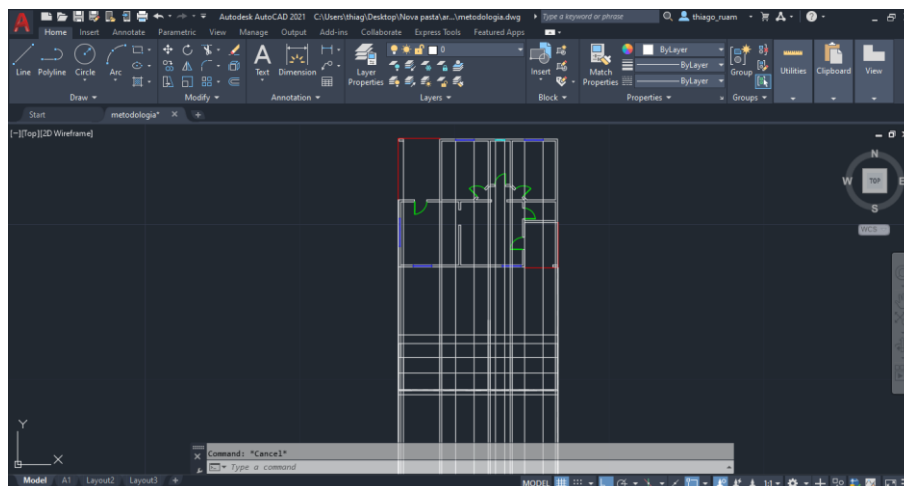


Fonte: Autoria própria (2021)

Utilizando a planta baixa como referência, foi dado início a representação das fachadas e cortes, visto que o desenvolvimento destes seguem o mesmo passo a passo. Inicialmente

foram empregadas linhas de referência para marcar os traços desatacados em cada fachada e corte. Após a disposição das linhas de referência foram traçadas as alturas, nível de referência, pisos, peitoril, telhado e reservatório, como pode ser verificado na Figura 35.

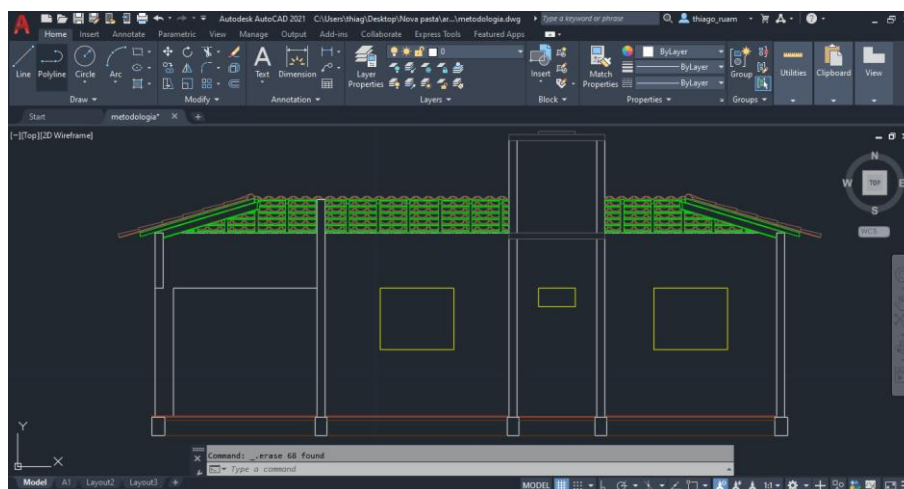
Figura 35 - Linhas de referência para criação de corte e fachadas



Fonte: Autoria própria (2021)

A representação do telhado também se deu com os comandos já mencionados, fazendo respectivamente, terças, caibros e ripas, e por último as telhas e bordas. Na Figura 36 está representado o corte longitudinal após a finalização do telhado.

Figura 36 - Telhado após a conclusão

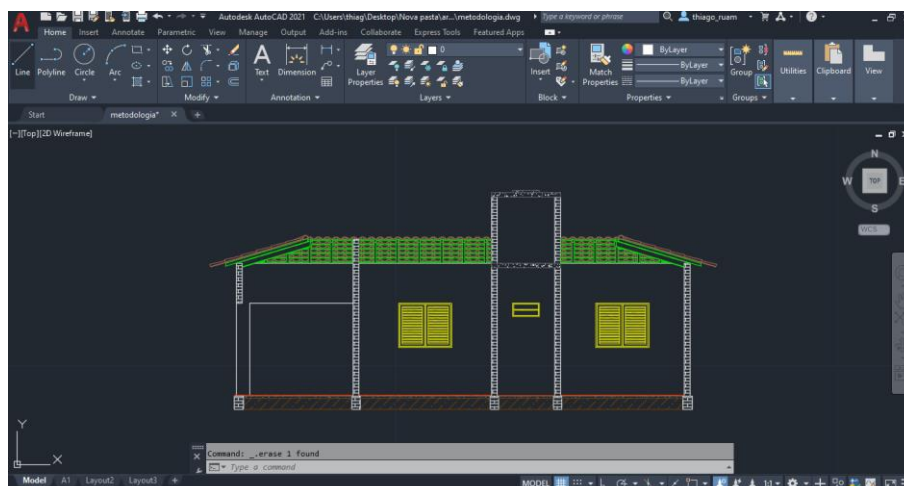


Fonte: Autoria própria (2021)

Criados os telhados, foram definidos os modelos de portas e janelas e portas. Por fim, para concluir a representação do corte, foram inseridas hachuras nos locas de cortes de paredes,

pisos e laje, esta etapa foi específica das plantas de corte. As hachuras foram criadas conforme sua utilização, um para cada tipo de elemento. Na Figura 37, o corte longitudinal após o término desse passo.

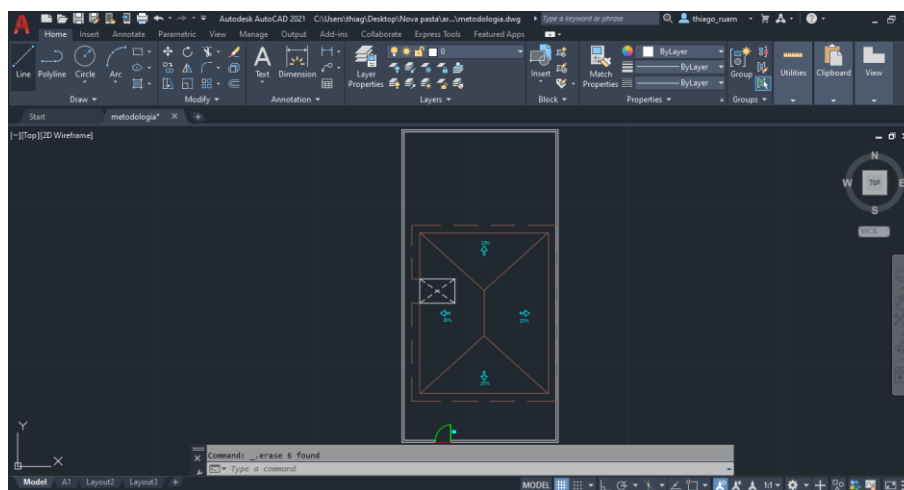
Figura 37 - Corte após a conclusão



Fonte: Autoria própria (2021)

O estágio seguinte foi o desenvolvimento da planta de locação, na qual apresenta instalação da edificação no terreno delimitado, bem como a disposição do telhado com suas inclinações. Assim como na planta baixa a representação se deu inicialmente com as paredes, linhas de piso, portas e textos respectivamente. Neste, juntamente com as paredes foi modelado o telhado. Após a finalização a planta ficou como mostrada na Figura 38.

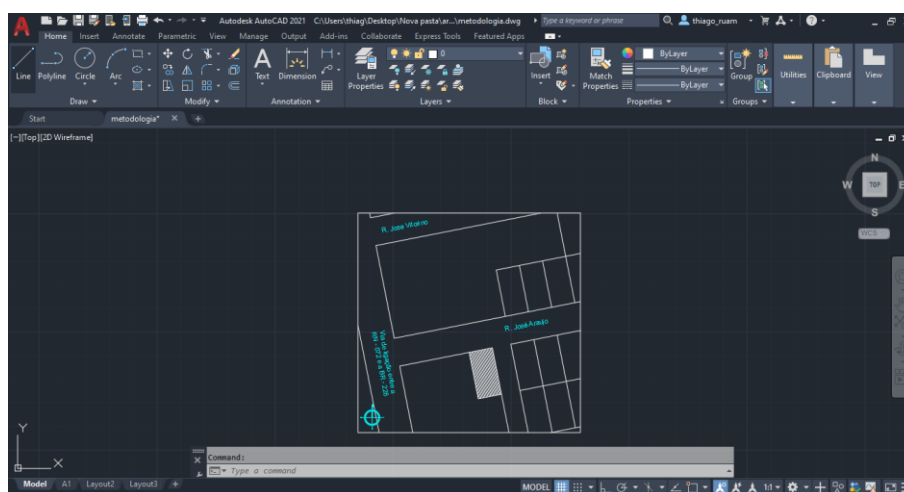
Figura 38 - Planta de locação concluída



Fonte: Autoria própria (2021)

A última planta desenvolvida foi a de situação, que mostra como a área de construção está disposta na rua de implantação. Esta foi desenvolvida com auxílio das fotos do local de implantação da edificação e os comandos já mencionados, sendo elaborado primeiramente os traçados e em seguida inserido o texto e a simbologia que representa a orientação. Na Figura 39 é mostrado a planta de situação após o termino.

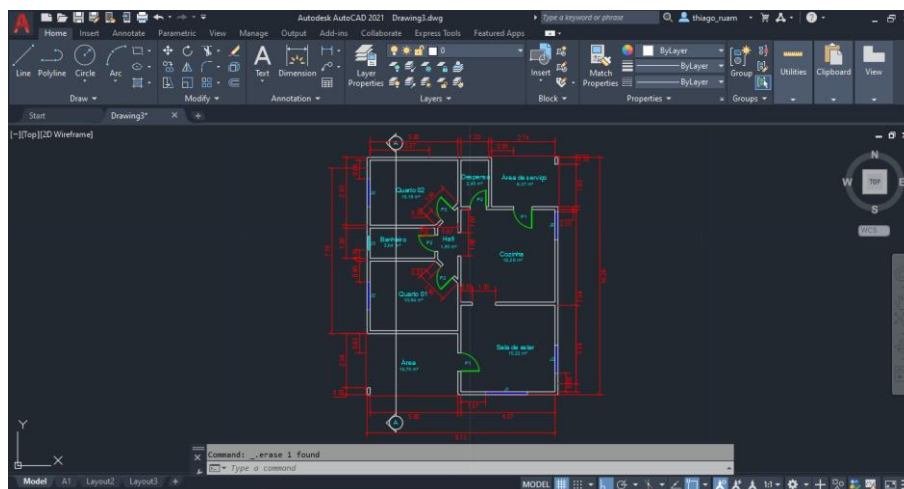
Figura 39 - Planta de situação concluída



Fonte: Autoria própria (2021)

Definidas todas as plantas necessárias para o projeto arquitetônico, o próximo passo foi inserir as cotas. Para isso foi feita, primeiramente, a configuração mais adequada a ser usada no projeto. As plantas cotadas foram a planta baixa, os cortes e a planta de locação, e a cotas realizadas de forma que seja possível inserir cada elemento nelas contidas. A Figura 40 mostra a planta baixa após o término da cotagem.

Figura 40 - Planta baixa com todas as cotas inseridas

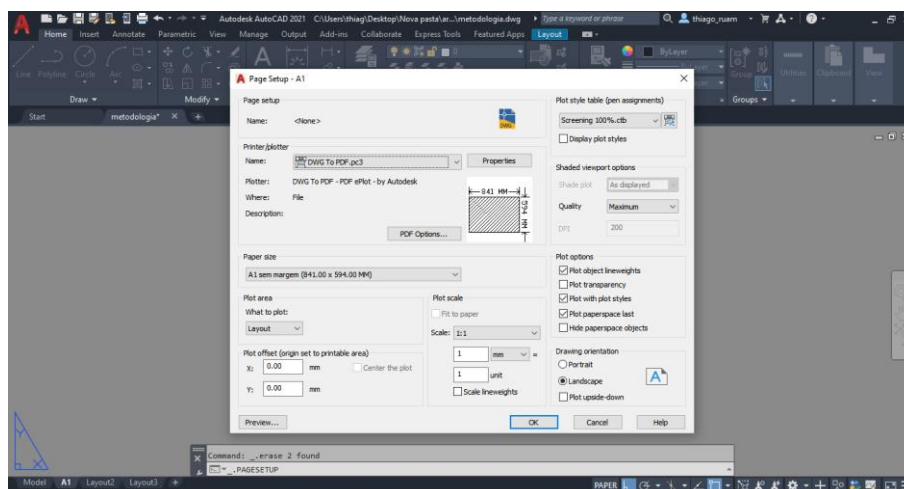


Fonte: Autoria própria (2021)

Para finalizar a etapa de criação de elementos no *model*, foi criado um quadro de esquadrias especificando as dimensões de cada tipo de porta e janela e uma legenda contendo as hachuras presentes em todo projeto com as especificações do que representam.

Após o término das etapas no *model* foi iniciada a fase de configuração do *layout* de impressão. Nessa, foi configurada a folha de impressão que para projetos de arquitetura é por padrão a folha A1. Na página de configuração foi selecionada o tipo A1 alterando alguns aspectos para deixá-la sem bordas e a impressora escolhida foi a virtual do próprio AutoCAD® como visto na Figura 41.

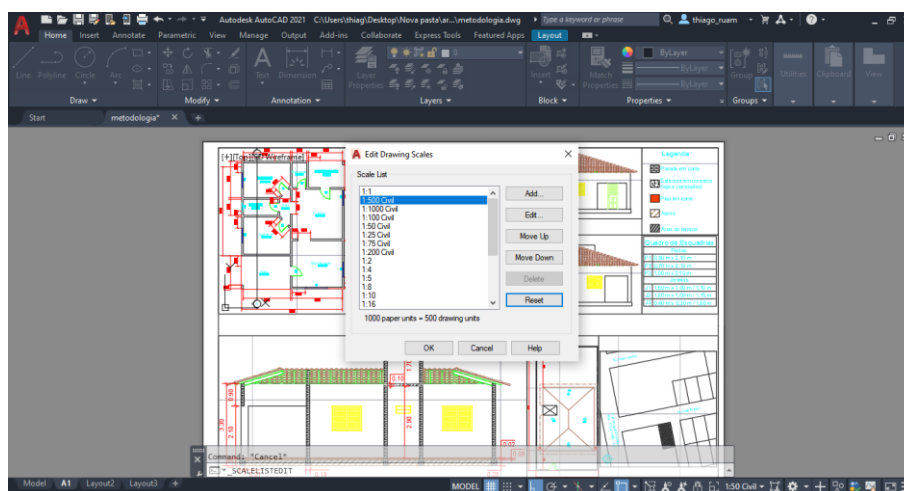
Figura 41 - Configuração de impressão



Fonte: Autoria própria (2021)

O estágio seguinte foi colocar as bordas da página para o padrão de projetos de arquitetura e em seguida inserir as plantas por meio das *viewports*. Feito isso, foi definida a escala de cada *viewport*, para tal foi necessário criar as escalas desejadas e posteriormente utilizá-las nas plantas. Por fim foram adicionados os textos contendo nomes e escala de cada componente na própria folha de impressão. A partir disso a impressão foi executada. Na Figura 42 é apresentado a criação das escalas utilizadas no projeto.

Figura 42 - Configuração das escalas de impressão

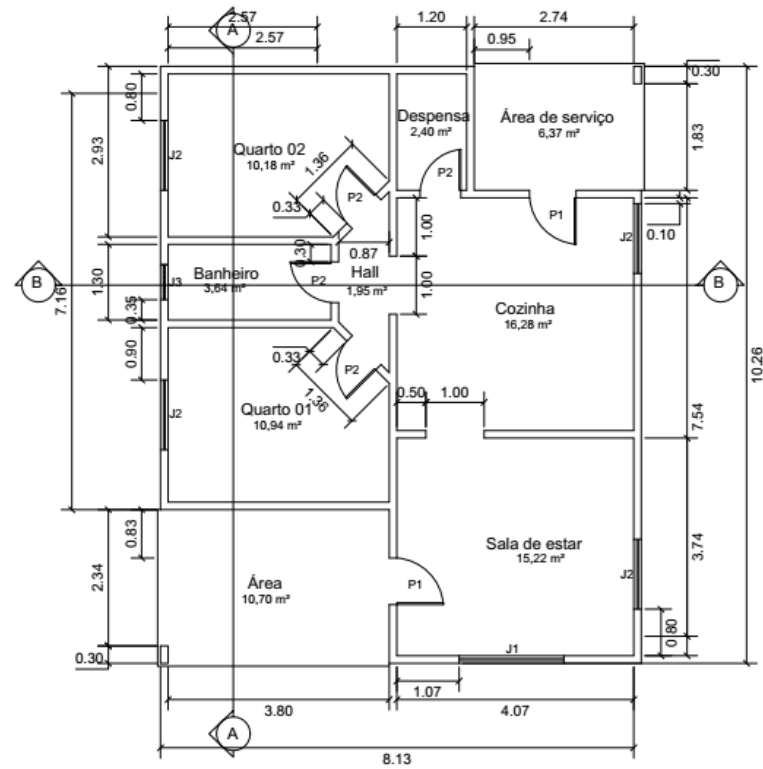


Fonte: Autoria própria (2021)

5.2.2.1 Componentes finais do projeto

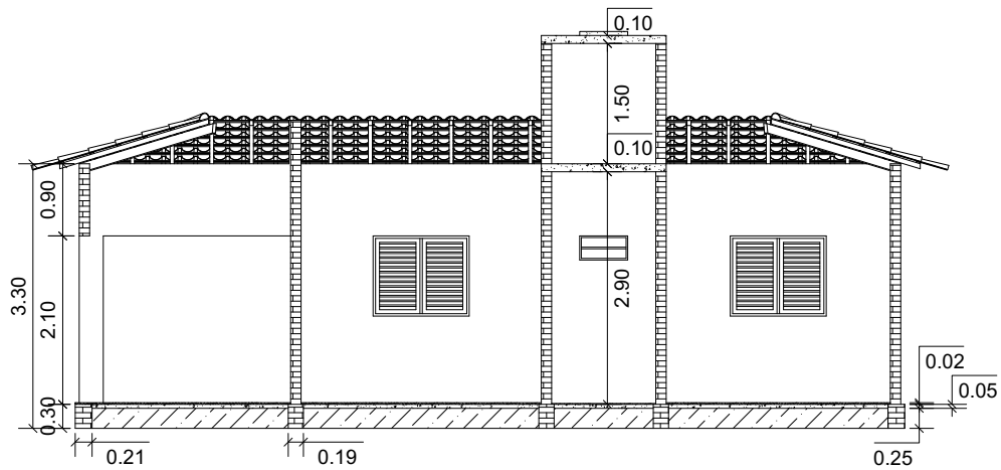
Após o termino do estágio de construção do projeto, a prancha foi impressa e o resultado final desse, está mostrado a seguir através componentes. A planta baixa e os cortes estão representados nas Figuras 43, 44 e 45, respectivamente.

Figura 43 - Planta baixa



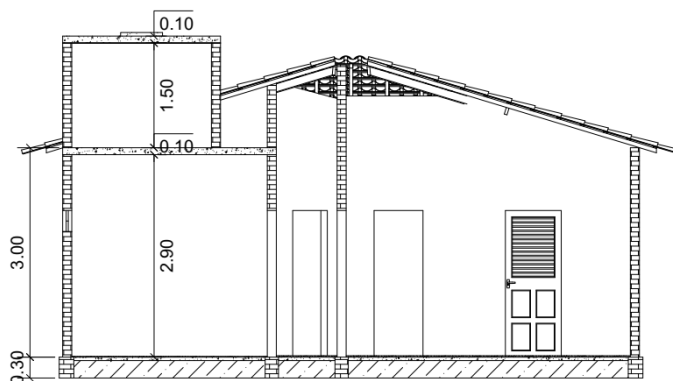
Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 44 - Corte longitudinal



Fonte: Autoria própria (2021)

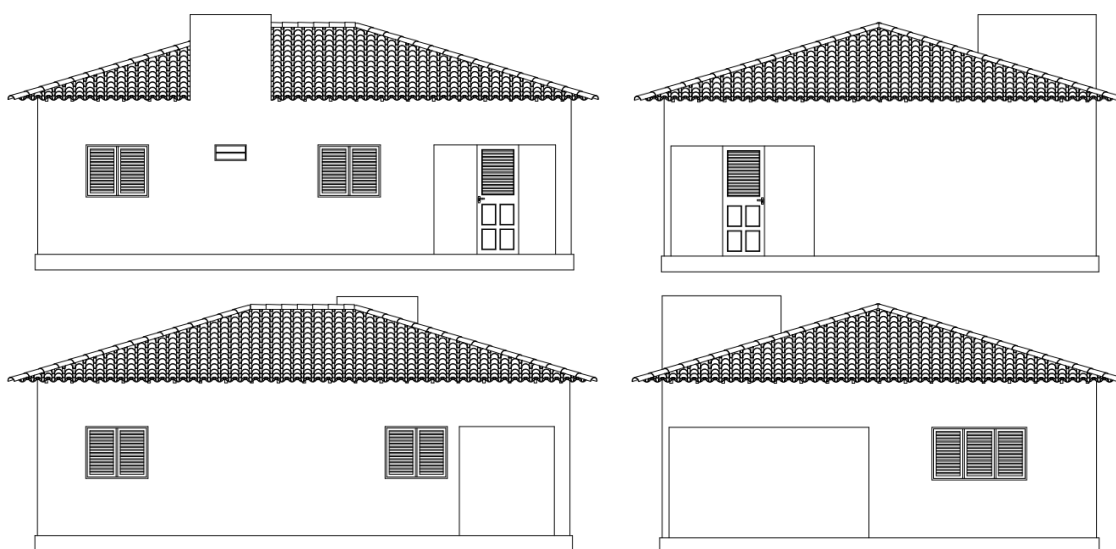
Figura 45 - Corte transversal



Fonte: Autoria própria (2021)

Quanto as fachadas, na Figura 46 vê-se a fachada frontal, posterior, lateral esquerda e lateral direita.

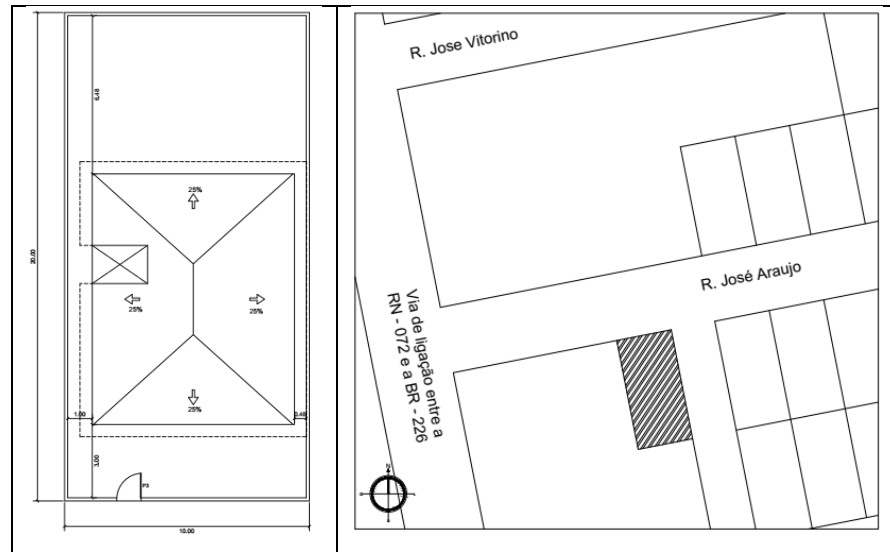
Figura 46 - Representação das fachadas



Fonte: Autoria própria (2021)

Na Figura 47 são mostradas as plantas de locação e situação, componentes necessárias no projeto arquitetônico.

Figura 47 - Plantas de locação e situação



Fonte: Autoria própria (2021)

Por fim, o quadro de esquadrias e a legenda de hachuras são os últimos elementos desenvolvidos nesta metodologia a compor a folha de impressão, Figura 48.

Figura 48 - Legenda de hachuras e quadro de esquadrias

Legenda		Quadro de Esquadrias	
	Parede em corte	Portas	
	Estrutura em concreto (laje e contrapiso)	P1	0,80 m x 2,10 m
	Piso em corte	P2	0,70 m x 2,10 m
	Aterro	P3	1,00 m x 2,10 m
	Área do terreno	Janelas	
		J1	1,80 m x 1,00 m / 1,10 m
		J2	1,20 m x 1,00 m / 1,10 m
		J3	0,60 m x 0,30 m / 1,80 m

Fonte: Autoria própria (2021)

5.3 TEMPO DEDICADO AO DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

Como visto anteriormente a elaboração da arquitetura pelas duas metodologias foram descritas pontuando cada fase do seu desenvolvimento. Além da descrição realizada, durante o desenvolvimento foram determinados os tempos dedicados a cada uma das fases, em ambas as metodologias, conforme mostrado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Produtividade na metodologia BIM

Data	Início	Término	Duração	Tempo acumulado dedicado	Descrição
16/04/2021	19:00	19:10	00:10	00:10	Estabelecimento de unidades e Criação dos níveis
16/04/2021	19:10	20:00	00:50	01:00	Criação e modelagem das paredes
16/04/2021	20:00	20:30	00:30	01:30	Inserção de esquadrias
16/04/2021	20:30	21:30	01:00	02:30	Configuração e inserção dos pisos
16/04/2021	21:30	22:30	01:00	03:30	Inserção ode componente do imobiliário
16/04/2021	22:30	22:40	00:10	03:40	Inserção de lajes
17/04/2021	14:00	17:00	03:00	06:40	Configuração e inserção do telhado
17/04/2021	19:00	20:00	01:00	07:40	Configuração e inserção do telhado
17/04/2021	20:00	21:00	01:00	08:40	Cotagem dos elementos
17/04/2021	21:00	22:00	01:00	09:40	Folha de impressão e ajustes para impressão
01/05/2021	14:00	15:30	01:30	11:10	Criação da planta de locação e situação
01/05/2021	15:30	17:00	01:30	12:40	Inserindo elementos textuais e simbologias
01/05/2021	20:00	20:10	00:10	12:50	Gerando tabelas de esquadrias
01/05/2021	20:10	21:00	00:50	13:40	Ajustes na folha de impressão
Tempo dedicado ao projeto - 13 horas e 40 minutos					

Fonte: Autoria própria (2021)

Tabela 2 - Produtividade na metodologia CAD

Data	Início	Término	Duração	Tempo acumulado dedicado	Descrição
23/04/2021	19:00	20:00	01:00	01:00	Estabelecimento de unidades e Criação dos <i>layers</i>
23/04/2021	20:00	20:45	00:45	01:45	modelagem das paredes
23/04/2021	21:00	21:30	00:30	02:15	Inserção de esquadrias
23/04/2021	21:30	21:40	00:10	02:25	Inserção das linhas de piso e representação do corte
23/04/2021	21:45	23:00	01:15	03:40	Configuração e inserção dos elementos textuais
24/04/2021	14:00	17:00	03:00	06:40	Criação dos cortes e fachadas
24/04/2021	19:00	23:59:00	04:59	11:39	Criação dos cortes e fachadas
25/04/2021	14:00	15:30	01:30	13:09	Criação das plantas de locação e situação
25/04/2021	15:30	17:00	01:30	14:39	Configuração e inserção das cotas
25/04/2021	20:00	20:30	00:30	15:09	Quadro de esquadrias e legenda
25/04/2021	20:30	21:15	00:45	15:54	Configuração do layout de impressão
25/04/2021	21:20	21:30	00:10	16:04	Criação das escalas
25/04/2021	21:30	22:30	01:00	17:04	Inserção e configuração das <i>veiwports</i>
25/04/2021	22:30	23:30	01:00	18:04	Configuração e inserção das legendas
01/05/2021	21:00	21:05	00:05	18:09	Ajustes
Tempo dedicado ao projeto - 18 horas e 9 minutos					

Fonte: Autoria própria (2021)

5.4 REQUISITOS DE SISTEMA PARA UTILIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS

Como visto no embasamento teórico as metodologias adotadas possuem uma série de diferença, assim como os *softwares* escolhidos. Essas diferenças vão ainda além do que já fora apresentado, e um critério que pode ser relevante na escolha de qual tipo de metodologia utilizar para a elaboração de projetos diz respeito às configurações do aparelho computacional disponível para tal procedimento, visto que cada *software* possui recomendações técnicas sobre o seu uso, e quando executado em máquinas com especificações inferiores às recomendadas seu desempenho é comprometido. Assim os Quadros 3 e 4 mostram, respectivamente, os requisitos de sistema para utilização do *Revit®* 2021 e *AutoCAD®* 2021 fornecidas pelo próprio desenvolvedor.

Quadro 3 - Requisitos mínimos *Revit®* 2021

Sistema operacional	Versão de 64 bits do Microsoft® Windows® 10.
Processador	Processador de um ou múltiplos núcleos Intel®, Xeon® ou i-Series, ou equivalente AMD® com tecnologia SSE2. É recomendada a maior taxa de velocidade de CPU possível. Os produtos do <i>software Autodesk® Revit®</i> usam múltiplos núcleos para muitas tarefas.
Memória	8 GB
Resoluções de tela	1280 x 1024 com True Color
Adaptador de vídeo	Placa gráfica compatível com DirectX® 11 com Shader Model 5 e, no mínimo, 4 GB de memória de vídeo
Espaço em disco	30 GB de espaço livre em disco
.NET Framework	.NET Framework, versão 4.8 ou posterior.

Fonte: Autodesk® (2021)

Quadro 4 - Requisitos mínimos *AutoCAD®* 2021

Sistema operacional	Microsoft® Windows® 8.1 e Windows 10, 64 bits.
Processador	processador de 2.5 a 2.9 GHz
Memória	8 GB
Resolução da tela	1920 x 1080 com True Color
Adaptador de vídeo	GPU de 1 GB com 29 GB/s de largura de banda, compatível com DirectX 11
Espaço em disco	7.0 GB de espaço livre em disco
.NET Framework	.NET Framework versão 4.8

Fonte: Autodesk® (2021)

5.5 COMPARATIVO ENTRE AS METODOLOGIAS BIM E 2D (*REVIT®* X *AUTOCAD®*)

Ao analisar os resultados apresentados pelas duas metodologias, vê-se que a metodologia Bim apresentou uma série de vantagens sobre a 2D, tanto no processo de desenvolvimento do projeto quanto no desempenho e aspectos finais por ele expresso. Essas vantagens tornam-se mais perceptíveis quando realizada a comparação entre o que foi exibido por ambos os métodos.

5.5.1 Conhecimento prévio

Os conhecimentos sobre os *softwares* utilizados é um fator que pode interferir no processo de elaboração do projeto e comprometer o seu desempenho e resultados finais, no entanto, já havia certa familiaridade com uso de ambos. Assim pode-se considerar que esse fator provocou interferência nos resultados obtidos.

Um ponto que poderia ter certa influência é o fato de que os conhecimentos técnicos sobre o *AutoCAD®* foram adquiridos em um maior período de tempo, visto que foi em uma componente curricular com carga horária de 60 horas, enquanto no *Revit®* um curso extracurricular com carga horária de 20 h. No entanto, é importante lembrar que os conhecimentos relacionados ao *Revit®* são mais recentes tendo em vista as datas de realização de ambos. Assim sendo, mesmo que com um estudo mais profundo sobre o *AutoCAD®*, a praticidade de uma aprendizagem mais recente sobre o *Revit®* torna esse um fator imparcial.

5.5.2 Etapa de elaboração dos projetos

Ao analisar a fase de elaboração dos projetos vê-se que o *Revit®* possui várias vantagens sobre o *AutoCAD®*. Seguido o desenvolvimento desde o início, na moldagem das paredes, enquanto no *Revit®* elas são inseridas de forma direta no *AutoCAD®* elas são formuladas a partir de linha. Analogamente as paredes tem-se as esquadrias, sendo mais uma vantagem para a metodologia BIM.

Em toda etapa de modelagem da arquitetura tem-se esse mesmo princípio, no 2D tudo é manualmente criado a partir de linhas, enquanto no BIM os elementos são inseridos de forma mais automatizada.

Outro ponto em que o *Revit®* apresenta superioridade é na construção das plantas de corte e fachadas, enquanto neste *software* elas são geradas automaticamente no *AutoCAD®* é uma das etapas mais complexas para realização. Além dos cortes e vistas, as tabelas de esquadrias são geradas automáticas, bastando apenas configurar os parâmetros a serem expostos, passo que é totalmente manual no 2D.

Em alguns parâmetros analisados os *softwares* apresentaram certa semelhança, como na inserção de elementos textuais, cotas, modelagem das plantas de situação e locação a configuração da folha de impressão. Em outros leves mudanças foram observadas, como na inserção das áreas dos cômodos, inseridas automaticamente com os textos no *Revit®* e manualmente no *AutoCAD®*, a forma de inserir as plantas na folha de impressão ou ainda a mudança das escalas.

Por fim, há dois pontos que merecem destaque referente ao *Revit®*, o primeiro diz respeito a forma como esse tipo de metodologia trabalha com a inserção de elemento, visto que em todos é possível a designação dos materiais que os constituem, o que torna possível a quantificação dos materiais presentes no projeto de forma automatizada, ou seja, sem que haja a necessidade de contagem manual. O último ponto é a representação do projeto em 3D, onde por meio da renderização é possível a visualização em uma imagem, muito próximo a realidade, da arquitetura desenvolvida.

5.5.3 Produtividade

A verificação da produtividade de ambas as metodologias só reforça o resultando que vem sendo discutido até agora, a metodologia BIM tem se apresentado de forma mais eficiente. Como visto nas Tabelas 1 e 2 que mostram o tempo empregado em cada estágio de

desenvolvimento, o ponto que torna o *Revit*® mais produtivo que o *AutoCAD*® é a representação de cortes e fachadas, enquanto um gera tudo automático sem demandar tempo, no outro necessitou de aproximadamente 8 horas para essa representação, vale ressaltar que nesta etapa de representação devido a um erro no *AutoCAD*®, parte do trabalho foi perdido, no entanto, o erro não alterou o resultado final, visto que a diferença entre a produtividades deste é de 4 horas e 29 minuto e os dados perdidos no momento do erro haviam sido produzidos em aproximadamente 1 hora.

5.5.4 Requisitos computacionais

Como visto nos Quadros 1 e 2 formulados a partir do site do próprio fabricante, a primeira diferença em exigências de *hardwares* está no processador, enquanto o *AutoCAD*® recomenda um processador com 2.5 a 2.9 GHz o *Revit*® recomenda processadores com mais de um núcleo e com maior taxa de velocidade possível.

Outro ponto que mostra diferença relevante é a placa de vídeo para execução destes. Para o *Revit*® uma placa de no mínimo 4 GB de memória de vídeo, para o *AutoCAD*® as exigências mínimas são de uma placa de 1 GB de memória de vídeo. O espaço reservado para o armazenamento do programa também possui uma diferença considerável, sendo de 30 GB para o *Revit*® e 7 GB para o *AutoCAD*®.

Quanto as outras características de requisitos de sistema, os *softwares* apresentam certas semelhanças, não estando obstatente um do outro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução na forma de representação de projetos, bem como as táticas para seu desenvolvimento tornam-se nítidos visto apresentado no referencial teórico. Nesta perspectiva a presente pesquisa torna-se muito relevante por apresentar uma nova metodologia para elaboração de projetos evidenciada por meio do *Revit®* 2021, que quando comparada a metodologia mais utilizada no mercado atual, retratado pelo *AutoCAD®* 2021, demonstra vantagens em diversos aspectos.

O referido trabalho conseguiu atingir o seu objetivo principal que era construção do projeto arquitetônico pelas metodologias já mencionadas e a partir deste desenvolvimento realizar uma análise comparativa entre elas, buscando destacar todos os parâmetros relevantes para a construção da arquitetura e para confirmação de qual das metodologias apresentam maior vantagem nesse processo.

Diante os resultados obtidos vê-se uma série de vantagem na utilização do BIM (*Revit®*). Essas vantagens se expressam tanto na forma como ocorre a moldagem da arquitetura como na maneira com que os elementos são constituídos, possibilitando a realização da quantificação dos elementos ou materiais constituintes. Além disso o *Revit®* apresentou uma produtividade muito maior que o *AutoCAD®* sendo de respectivamente 13 horas e 40 minutos e 18 horas e 9 minutos, ou seja, uma diferença de 4 horas e 29 minutos.

Ainda referindo-se aos resultados, o único aspecto em que a metodologia BIM apresentou desvantagens quando comparada a metodologia 2D, foram os requisitos de sistema exigidos para o funcionamento dos programas. Por possuírem características superiores às requisitadas para uso do 2D, os aparelhos possuirão maior preço de mercado, assim um maior custo para adoção desta metodologia. Seguindo a perspectiva de custos para adoção, e referindo a empresas, o custo inicial pode se tornar alto se houver a necessidade tanto da substituição dos aparelhos computacionais, quanto da capacitação dos funcionários além, claro, da obtenção dos novos *softwares*.

Por fim, como propostas para trabalhos futuros nesta temática, algumas sugestões complementaríamos esta pesquisa ou trariam uma nova perspectiva para o trabalho. Como complemento para esta pesquisa, o acréscimo dos quantitativos. Outra ideia seria o desenvolvimento de um projeto arquitetônico com uso das mesmas metodologias, seguindo todos os critérios exigidos pela Norma de desempenho.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16636-2**: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 2: Projeto arquitetônico. 1 Ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2017. 23 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6492**: Representação de projetos de arquitetura. Rio de Janeiro: Abnt, 1994. 27 p.
- AUTODESK®. **Produtos Autodesk®**. Disponível em: <https://www.Autodesk®.com.br/products>. Acesso em: 14 maio 2021.
- ÁVILA, Vinícius Martins. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**: estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar. 2011. 86 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- CAMPESTRINI, Tiago Francisco *et al.* **Entendendo BIM**. 1. Ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. 50 p.
- COSTA, Eveline Nunes. **AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA BIM PARA A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.
- COSTA, G.C.L.R.; FIGUEIREDO, S.H.; RIBEIRO, S.e.C. **Estudo Comparativo da Tecnologia CAD com a Tecnologia BIM**. *Revista de Ensino de Engenharia*, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 11-18, 3 dez. 2015. *Revista de Ensino de Engenharia*. <http://dx.doi.org/10.15552/2236-0158/abenge.v34n2p11-18>.
- DRESCH, Aline *et al.* **Metodologia científica para engenharia**. Organização: CAUCHICK-MIGUEL, Paulo Augusto. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Hoboken: Wiley, 2008, 490 p.
- EASTMAN, Chuck *et al.* **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores/** [tradução: FILHO, Cervantes Gonçalves Ayres *et al.* revisão técnica: SANTOS, Eduardo Toledo - Dados eletrônicos – Bookman, Porto Alegre, 2014.
- FERREIRA, Rita Cristina. **USO DO CAD 3D NA COMPATIBILIZAÇÃO ESPACIAL EM PROJETOS DE PRODUÇÃO DE VEDAÇÕES VERTICAIS EM EDIFICAÇÕES**. 2007. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa**. 1. Ed. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 120 p.

GIL, Antonio Carlos. **MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA SOCIAL**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

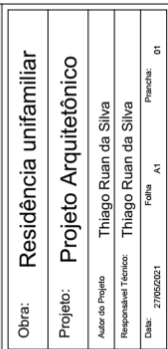
NUNES, G. H.; LEÃO, M. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM**. Revista de Engenharia Civil. n. 55, 47-61, 2018.

PANIZZA, Alexandre de Castro. **COLABORAÇÃO EM CAD NO PROJETO DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO**: estudo de caso. 2004. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil da Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

RODRIGUES, Gelly. A geração dos sistemas CAD. **Parc**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 1-7, jun. 2008. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~parc>. Acesso em: 12 maio 2021.

SILVA, Jorge Miguel Santos. **PRINCÍPIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS COM RECURSO A FERRAMENTAS BIM**: avaliação de melhores práticas e proposta de regras de modelação para projetos de estruturas. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2013.

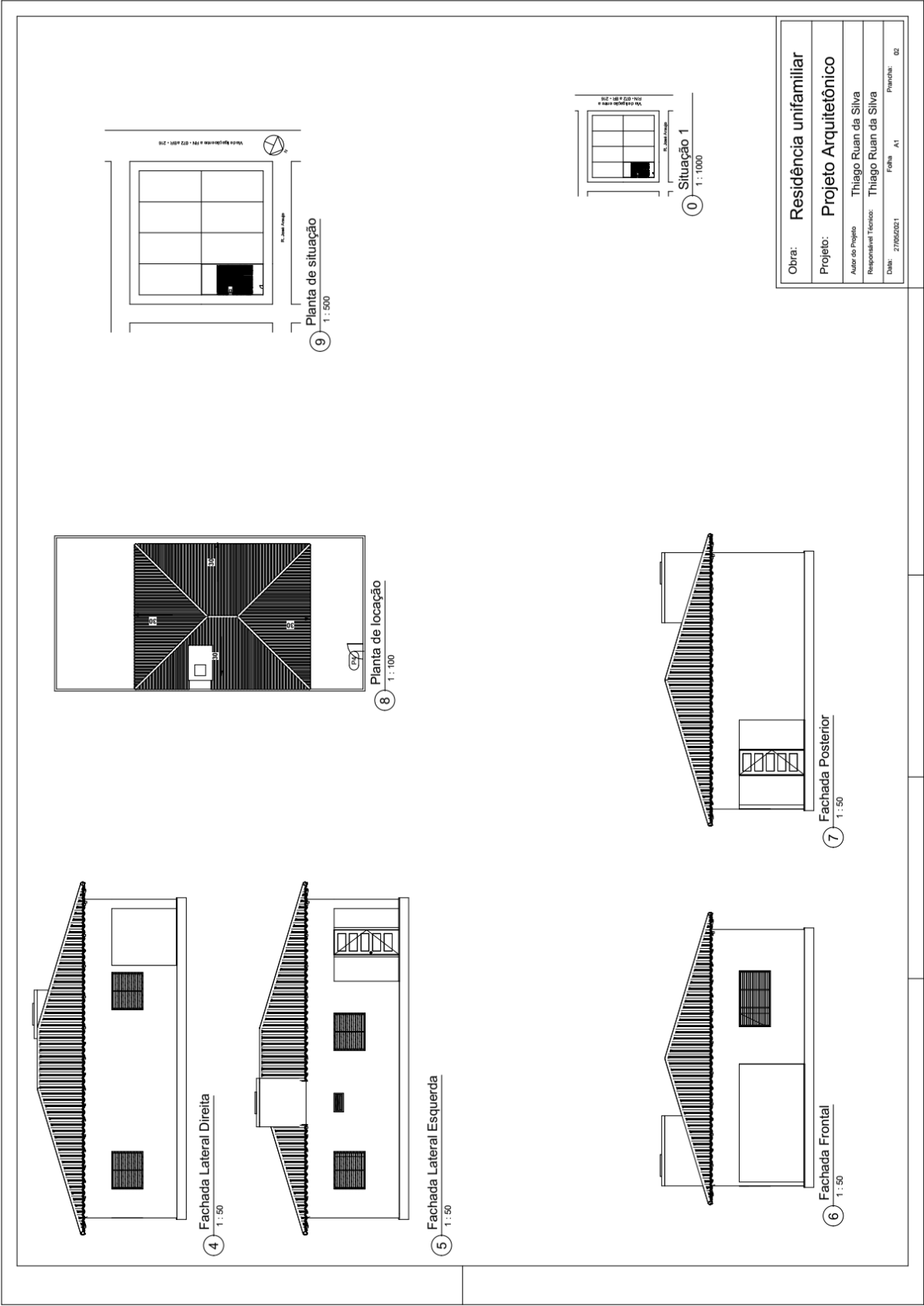
WITICOVSKI, Lilian Cristine. **LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS EM PROJETO**: uma análise comparativa do fluxo de informações entre as representações em 2d e o modelo de informações da construção (BIM). 2011. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.



Marca de tipo	Largura	Altura	Altura do peitoril
J1	1.20	1.00	1.10
J2	1.80	1.00	1.10
J3	0.60	0.30	1.80

Tabela de porta		
Marca de tipo	Largura	Altura
P1	0.80	2.10
P2	0.70	2.10
P3	0.00	0.00
P4	1.00	2.10

APÊNDICE B - Prancha 02/Revit®



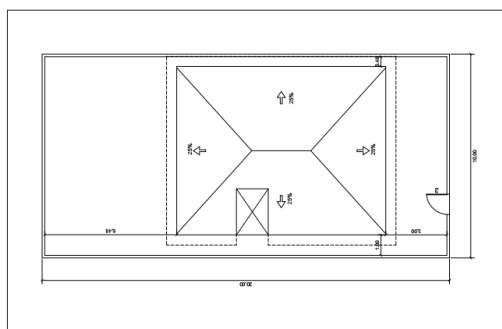
APÊNDICE C - Prancha 03/Revit®



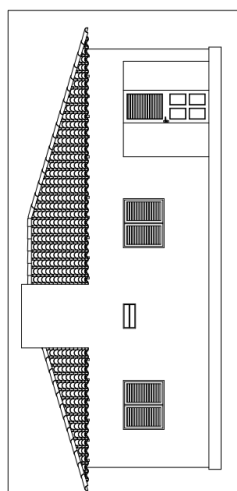
APÊNDICE E - Prancha 02/*AutoCAD*®



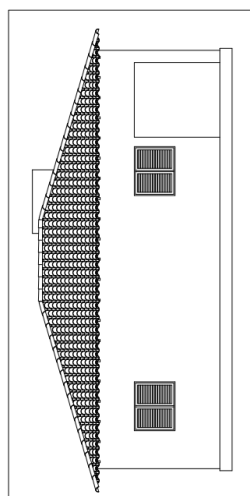
9. Planta de Situação
Escala 1:500



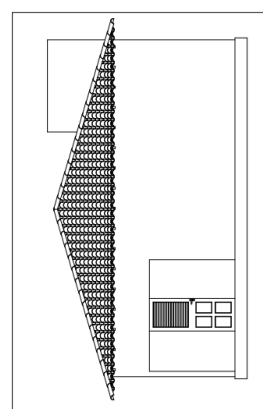
8. Planta de Locação
Escala 1:100



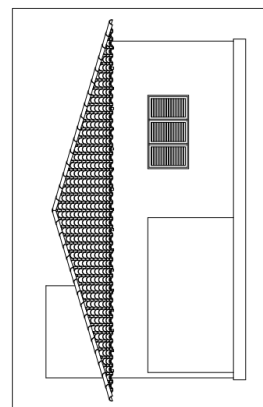
4. Fachada Lateral Esquerda



5. Fachada Lateral Direita
Escala 1:50



6. Fachada Posterior
Escala 1:50



7. Fachada Frontal
Escala 1:50

Outra:	Residência unifamiliar
Projeto:	Projeto Arquitetônico
Autor do Projeto:	Thiago Ruan da Silva
Responsável Técnico:	Thiago Ruan da Silva
Data:	27/05/2021
Folha:	A1
Prancha:	02