

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA  
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**FELIPE SILVA GOMES**

**GUILHERME SACRAMENTO RAIMUNDO**

**JOÃO LUCAS DE FREITAS BARBOZA**

**RODOLFO SEBASTIÃO DE SOUZA SILVA**

**DETALHAMENTO DE ESTRUTURA E COMPATIBILIZAÇÃO DE  
PROJETOS UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

**VOLTA REDONDA, RJ**

**2021**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DETALHAMENTO DE ESTRUTURA E COMPATIBILIZAÇÃO DE  
PROJETOS UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM NA CONSTRUÇÃO  
CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia Civil - UniFOA como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador:  
M. Rogério Nogueira Pereira

Coorientador:  
Esp. Marcelo Estevão dos Santos

Coorientador:  
Esp. Bruno Silva Dantas

**VOLTA REDONDA, RJ**

**2021**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **DETALHAMENTO DE ESTRUTURA E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Elaborado por Felipe Silva Gomes-201620539, Guilherme Sacramento Raimundo-201320367, João Lucas de Freitas Barboza-201511146 e Rodolfo Sebastião de Souza Silva-201620326, apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Civil.

Aprovada em 15 de junho de 2021.

Banca Examinadora:

.....  
Professor Orientador

Rogério Nogueira Pereira, Especialista, UniFOA

.....  
Professor Avaliador

André Silva Freitas, Mestre, UniFOA

.....  
Professor Avaliador

Sérgio Luiz Taranto de Reis, Mestre, UniFOA

## DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas. Aos nossos queridos pais, familiares e amigos, que com muito carinho, fé e confiança não mediram esforços para que chegássemos até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e sua intercessão nas vidas de todos os componentes do grupo, nos dando motivação e força para perseguir nossos objetivos.

A nossos pais e demais familiares, por todo suporte e educação para a vida, bem como, os valores a nós ensinados.

Aos professores que se dispôs a compartilhar seus conhecimentos, em especial a Prof. Joice Araújo, em nunca nos negar seu apoio e carinho. Ao nosso orientador Prof. Esp. Marcelo estevão e nosso coorientador Eng. Esp. Bruno Dantas, pela atenção e disponibilidade nos dando suporte e ajudando no que foi preciso.

A todo corpo docente do curso de Engenharia Civil do UniFOA pelos ensinamentos transmitidos, para a construção de verdadeiros Engenheiros profissionais e valorosos.

E finalmente aos membros desta equipe, que trabalharam unidos até os últimos momentos da finalização de um sonho, muito obrigado queridos amigos.

## RESUMO

Com a evolução da Construção Civil as empresas estão cada vez mais exigindo dos profissionais relevância em relação à economia de custo, detalhamento de arquitetura e projetos complementares, além disso, a diminuição do tempo gasto no desenvolvimento. Este estudo tem o objetivo de apresentar os benefícios no desenvolvimento de projetos arquitetônicos e estruturais utilizando os *softwares* AutoDesk Revit 2020 e AltoQI Eberick 2021. Através de um estudo prático foi verificada as possibilidades que uma modelagem parametrizada beneficia no processo de construção, eliminando os riscos de incompatibilidade entre as instalações prediais. A metodologia desse trabalho tem o intuito em avaliar a importância da inter-relação entre os projetos, realizando a compatibilização de um Edifício Residencial Multifamiliar.

**Palavra-chave:** Modelagem; Construção; Tecnologia; Detalhamento; Desenvolvimento; Metodologia BIM.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
1.1 Problema Abordado.....	11
1.2 Justificativa.....	11
1.3 Estratégia da Pesquisa.....	12
1.4 Estrutura do Projeto .....	13
1.5 Objetivo Geral .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
1.5.1 Objetivos Específicos .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 História do BIM.....	14
2.2 Projeto Arquitetônico .....	17
2.3 Projeto estrutural .....	18
2.4 Softwares .....	19
2.4.1 AltoQI Eberick.....	20
2.4.2 AutoDesk Revit.....	21
2.4.3 AutoCAD.....	21
2.5 Compatibilização .....	22
2.6 Avaliação da viabilidade econômica .....	23
3 ESTUDO DE CASO .....	25
3.1 Projeto Arquitetônico .....	25
3.2 Projeto Estrutural.....	29
3.3 Compatibilização Entre Projetos .....	41
3.4 Incompatibilidades.....	43
4 PRODUTO FINAL DA INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS.....	45
5 CONCLUSÃO.....	47
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	48

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma metodológico.....	13
Figura 2 - Análise e controle dos projetos .....	15
Figura 3 - Alguns modelos de portas disponível no Revit .....	16
Figura 4 - Projeto Arquitetônico.....	17
Figura 5 - Cortes e vistas .....	18
Figura 6 - Estruturas.....	19
Figura 7 – Gráfico demonstrativo da relação entre o esforço e efeito comparando CAD e BIM.....	24
Figura 8 – Ferramenta importada CAD .....	26
Figura 9 – Comando Parede .....	27
Figura 10 – Comando Parede .....	28
Figura 11 – Modelagem Cobertura.....	29
Figura 12 - Lançamento apartamento tipo .....	30
Figura 13 - Lançamento pilares, vigas e lajes .....	31
Figura 14 - Edição das cargas de parede. ....	31
Figura 15 - Lançamento das lajes pré-moldadas do 1 pavimento.....	32
Figura 16 - Lançamento carga extra dos reservatórios.....	33
Figura 17 - Lançamento das lajes do 1° pavimento .....	34
Figura 18 - Lançamento da viga de ancoragem.....	34
Figura 19 - Lançamento das barras inclinadas.....	35
Figura 20 – Configurações para o lançamento da escada.....	35
Figura 21 - Escada em 3 dimensões.....	36
Figura 22 – Processamento de análise linear. ....	36
Figura 23 – Erros encontrados.....	37
Figura 24 – Modelamento 3D estrutural.....	37
Figura 25 – Modelamento 3D estrutural com elevação da laje que receberá o reservatório. ....	38
Figura 26 – Opções de diâmetro.....	38
Figura 27 –Detalhamento da Viga 16.....	39
Figura 28 –Detalhamento da Sapata 3.....	39
Figura 29 –Detalhamento da planta de formas. ....	40

Figura 30 – Corte da estrutura passando pela escada.....	40
Figura 31 – Exportando IFC do programa AltoQI Eberick. ....	41
Figura 32 – Importação IFC no programa AltoDesk Revit.....	42
Figura 33 – Estrutura importada para Revit.....	42
Figura 34 – Alterando Incompatibilidades. ....	43
Figura 35 – Planta baixa compatibilizada.....	44
Figura 36 - Edifício Residencial Multifamiliar.....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM - *Building Information Modeling* - (Modelagem da Informação da Construção)

CAD – *Computer Aided Design* - (Projeto assistido por computador)

DWG – *Drawing* - (Desenho)

DXF – *Drawing Interchange Format* - (Formato de intercâmbio de desenho)

IFC – *Industry Foundation Classes* - (Corporação Financeira Internacional)

NBR – Norma Brasileira

M – Metros

Cm – Centímetros

Kg – Quilogramas

kN/m<sup>2</sup> - Quilonewton por metro quadrado

kN/m - Quilonewton por metro

kgf/m<sup>2</sup> - Quilograma-força por metro quadrado

kgf/m – Quilograma-força por metro

## 1 INTRODUÇÃO

Com o gradativo crescimento na Construção Civil, as construtoras precisam cada dia se desdobrar para obter melhores desempenhos e eficiência em suas construções, propendendo a se tornar mais competitiva frente às outras construtoras. Para que isso ocorra existe a necessidade de uma grande interação entre as fases dos projetos e projetistas de diferentes áreas que executam o mesmo trabalho. Com a falta de comunicação dessas áreas, existe a possibilidade de surgimentos de falhas não previstas. Caso não sejam revisadas e corrigidas podem acarretar custos desnecessários, atrasos no cronograma e até mesmo incompatibilização nos sistemas ocasionando retrabalhos.

Pensando nisso, existe uma grande necessidade dos profissionais se especializarem, atualizarem seus portfólios visando às novas tecnologias disponíveis na sua área, tendo como benefício a agilidade, produtividade, redução de erros, redução de tempo e custos, permanecendo a empresa assim mais competitiva frente ao mercado.

A compatibilização dos projetos tem como principal objetivo avaliar a gama de projetos existentes de diferentes áreas e fazer uma interface transparente apontando os erros, ajustando e deixando o projeto alinhado. Atualmente a compatibilização é feita manualmente e muitas das vezes só é possível notar os conflitos durante a execução da obra. O BIM (Building Information Modeling) é uma tecnologia de trabalho vinculada a sistemas informativos, que gerencia todas as etapas do projeto.

Essa metodologia traz a facilidade do trabalho e a parametricidade entre projetos, foram utilizados os *softwares* Revit 2020 *Architecture* da Autodesk e o AltoQI Eberick 2021 para mostrar a compatibilização e sua importância, tendo como desenvolvimento a planta baixa do edifício multifamiliar onde o lançamento será no projeto arquitetônico e estrutural, analisando os retrabalhos e possíveis erros gerados, tendo assim a garantia que o projeto irá minimizar grande partes dos erros comuns gerados em obras que não utilizam essa tecnologia.

## 1.1 Problema Abordado

Com o desenvolvimento tecnológico em alta, algumas empresas que atuam no mercado da construção civil estão cada vez mais interessadas em profissionais que tenham conhecimento específico em projetos elaborados por meio de softwares, que possuam Interoperabilidade capaz de diminuir a quantidade de retrabalho e, pôr em pauta a tecnologia no canteiro de obras, economizando no custo e na elaboração de projetos. Dado o exposto, a problemática deste estudo argumenta: Quais os impactos positivos na identificação de erros no processo de compatibilização de projetos por meio de softwares da plataforma BIM? O foco da compatibilização, será a redução de gastos, erros relacionados a possíveis incompatibilidades entre projeto arquitetônico e projeto estrutural, evitando possíveis retrabalhos.

## 1.2 Justificativa

A construção civil vem empregando diferentes procedimentos construtivos para edificações, proporcionando economia, maior qualidade e conservação na execução da obra.

Os *Softwares* desenvolvidos para a plataforma BIM, tem o objetivo de desenvolver melhor o detalhamento e apresentar as compatibilidades, sendo capaz de separar os projetos por disciplinas buscando sempre diminuir os gastos gerados pelos retrabalhos e desperdício para uma qualificação do empreendimento.

Segundo Máximo (2020), é previsto que após meses de complicações devido a pandemia, a construção civil deve ter um crescimento de aproximadamente 4,1% no ano de 2021, após uma retração de 2,8% em 2020.

Com base nesses indicadores, a estratégia de disseminação pretende aumentar em 10 vezes a adoção do BIM no país e elevar o PIB da Construção em 28,9% até 2028, alcançando um patamar de produção inédito (ZIMERMANN, 2017).

Atualmente há uma propensão dos empresários do ramo da construção civil em realizar a prática de compatibilização de projetos. O projeto deste trabalho será executado no Autodesk Revit 2020 que tem a finalidade de projetar a arquitetura e no AltoQI Eberick 2021, que fará o lançamento das estruturas, procurando reduzir

os problemas encontrados na execução, com a finalidade de analisar os prováveis erros na sua fase de projeção e posteriormente na execução.

### 1.3 Objetivo Geral

O trabalho tem como objetivo elucidar a importância da compatibilização na tecnologia BIM na construção civil, onde possam desenvolver seu trabalho com mais agilidade, evitando erros que acarretam atraso da obra, alteração no custo, e retrabalho. Com isso se desenvolver uma melhor compatibilização entre projetos, onde a projeção fica menos complexa para a execução e mais apresentável em relação a modelagem 3D da arquitetura.

#### 1.3.1 Objetivo Específico

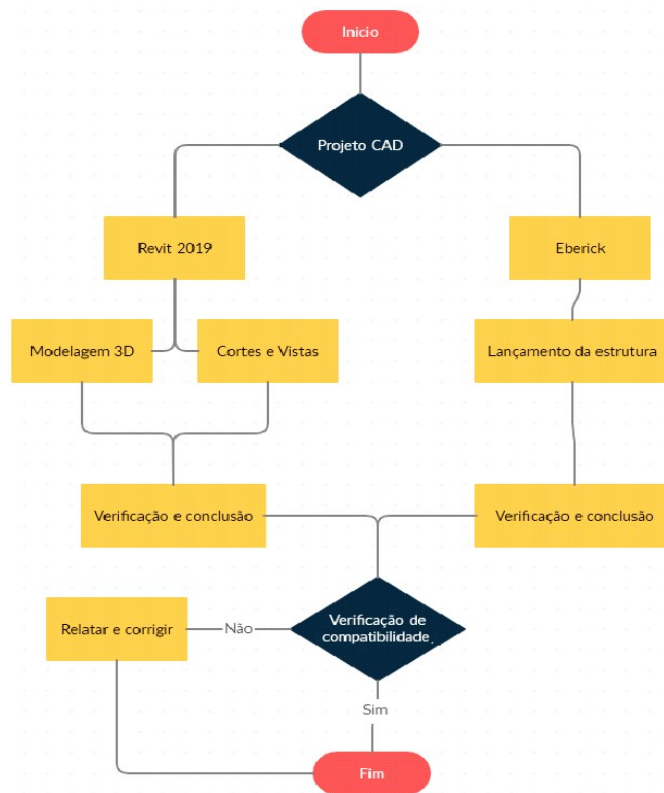
- a) Executar a modelagem tridimensional da arquitetura no Autodesk Revit e lançamento da estrutura no AltoQI Eberick.
- b) Mostrar os benefícios do detalhamento de uma viga no *software* AltoQI Eberick
- c) Fazer a compatibilização no software Autodesk Revit, onde será possível identificar algum tipo de interferência.

### 1.4 Estratégia da Pesquisa

O trabalho foi desenvolvido a partir de um projeto feito no software AutoCAD 2020, também conhecido como *Computer Aided Design*, com os dados do projeto arquitetônico dessa metodologia. A modelagem da arquitetura em 3D foi executada com o software Autodesk Revit 2020, e para o dimensionamento dos elementos estruturais, utilizou-se o *software* AltoQi Eberick 2021. Com base nos resultados, procedeu-se a compatibilização dos projetos entre os Softwares.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** mostra como será abordado o trabalho, junto com suas etapas.

Figura 1- Fluxograma metodológico



Fonte: Dos próprios autores

## 1.5 Estrutura do Projeto

O trabalho teve como origem uma parte da introdução, explicando o método convencional e posteriormente relacionado a tecnologia BIM tendo como princípio o dimensionamento do projeto arquitetônico e o lançamento das estruturas com a finalidade de verificar a compatibilização. Desta forma irá obter resultados mais precisos que serão de grande importância aos projetistas, empresários de construções, estudantes de engenharia e arquitetura para mostrar a importância dessa tecnologia.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 História do BIM

Impulsionado por estudar desenhos e pinturas, Leonardo da Vinci no século XV fez os primeiros desenhos técnicos. No entanto, com o passar dos anos começou-se a representar este em modelos tridimensional, em um programa desenvolvido por Gaspar Monge (FREITAS, 2014). Não tem um parecer muito bem de quem foi o fundador do BIM (*Building Information Modeling* – Modelagem da Informação da Construção), não se refere a um software específico, mas uma plataforma com a finalidade de melhorar o desempenho de profissionais na área de construção e projeção, oferecendo mais desenvolvimento no momento da execução. O professor Charles Eastman em 1974 na Instituição de Tecnologia da Georgia com um grupo de pesquisadores criou o conceito BDS (*Building Description System* ou Sistema de Descrição da Construção), tinha o intuito de comprovar que os desenhos técnicos elaborados por softwares, poderiam substituir as projeções feitas de forma manual, assim suas características de desenho seriam adicionadas na elaboração dos projetos caso tivesse alguma modificação (EASTMAN, 2018).

Eastman (2018, p. 02) afirma que “este conceito possibilitou que os desenhos técnicos feitos de forma manual usando esquadro, prancha e régua “T” passaram a ser desenvolvidos por um sistema computacional chamado de CAD (*Computer Aided Design*)”. Onde, publicaram um artigo que abordava as múltiplas visões acerca da modelagem da construção, sendo o primeiro uso do termo *Modelling Building Information*, que evoluiu até os dias de hoje como BIM. A partir daí iniciou-se uma mudança nos paradigmas de tratamento de aspecto do projeto de maneira integrada.

Com decorrer dos anos surgiu a necessidades dos desenhos mais complexos, que modificou todas as fases do projeto. Tendo como origem em 1980 e sendo conhecido no ano 2000, o conceito BIM trouxe uma ideia de único arquivo capaz de armazenar e compartilhar as informações do projeto (ROSSO, 2011).

Na figura 2 temos uma representação digital do modelo geométrico obtendo as informações de cada componente existente, onde sua plataforma possibilita acesso a vários tipos de *software* relacionados a construção e projeção, porém a metodologia

não se trata somente de um *software*, mas sim de uma área de trabalho mais precisa que possibilita grande eficiência comparado aos métodos modernos, proporcionando uma qualidade mais densa (GONÇALVES JR, 2018).

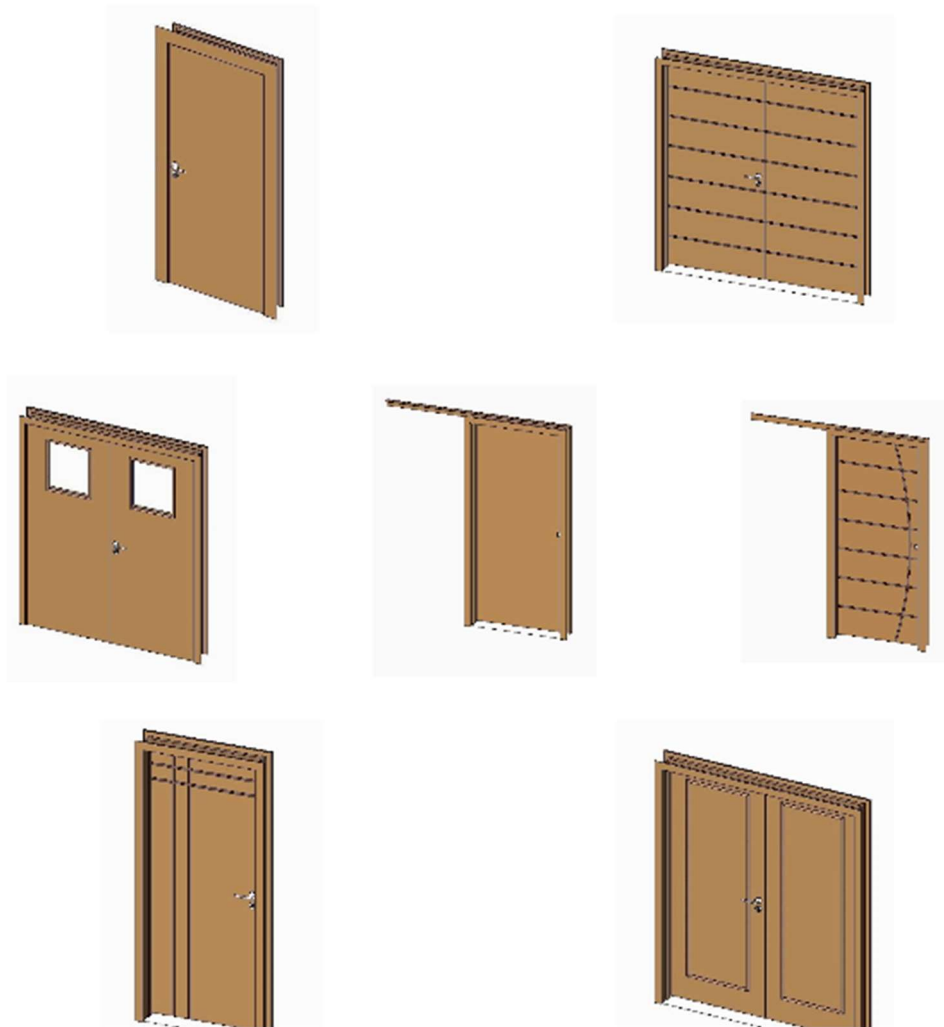
Figura 2 - Análise e controle dos projetos



Fonte: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/tudo-o-que-voce-precisa-saber/>

O *software* traz a ideia de uma construção mais inteligente, em um ambiente 3D, com os objetos característicos, tendo uma boa representação. Esses objetos, paramétricos de construção, são únicos e possui características essencial entre elas. Por exemplo, uma porta não é só um conjunto de linhas dispostas em um certo formato, e um objeto definido. Para o objeto “Porta” na figura 3, existe diversos tipos, tamanhos, modelos, cores e marcas, dessa maneira, cabe ao projetista escolher qual se relaciona mais com o desenho (FREITAS, 2014).

Figura 3 - Alguns modelos de portas disponível no Revit



Fonte: Dos Próprios Autores

Deste modo a grande diferença entre um *software* de modelagem 3D e o BIM são a existências desses objetos paramétricos, ou seja, objetos editáveis que pode ser alterado de acordo com a necessidade do projetista e tem características essenciais (ROSSO, 2011). Portanto, com o BIM há possibilidades de definir propriedades aos desenhos, onde, uma parede não e só um bloco, e possível definir o peso, acabamento, revestimento, consumo energético, entre outras que ficam salvas no banco de dados (MENEZES, 2011).

## 2.2 Projeto Arquitetônico

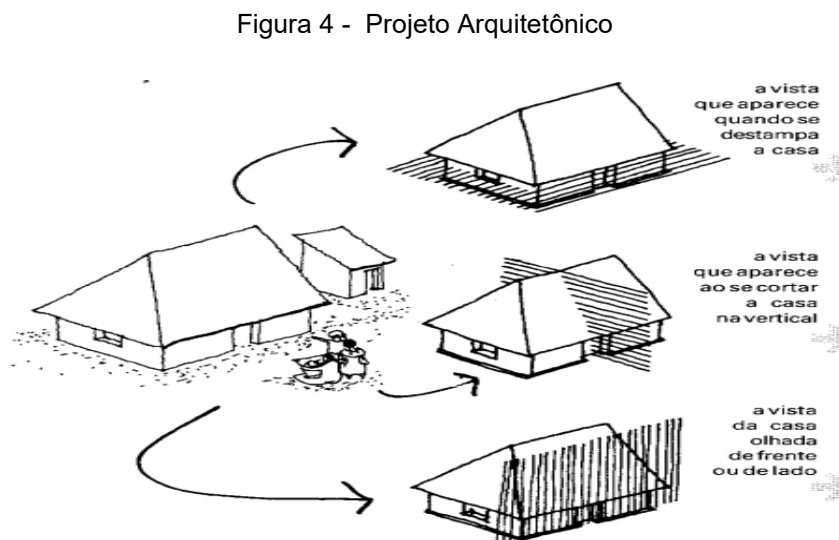
Lengen (2004) diz que para construir uma casa, não são em todos os casos em que se há a obrigação de um desenho, mas para discutir sobre o desenvolvimento de uma obra, fazer algum financiamento ou mesmo construir uma obra pública, há a necessidade de colocar os planos no papel.

A compreensão do desenho, simplifica a concepção de um projeto e é muito importante para despertar a confiança dos clientes em nosso trabalho, para (NEUFERT, 1998).

Segundo a ABNT - NBR 13532:1995 item 3.1:

A concepção arquitetônica da edificação, dos elementos da edificação, das instalações prediais e dos seus componentes construtivos deve abranger a determinação e a representação perante Edificação (ambientes exteriores e interiores), Elementos da edificação e seus componentes construtivos e Instalações prediais e seus componentes construtivos.

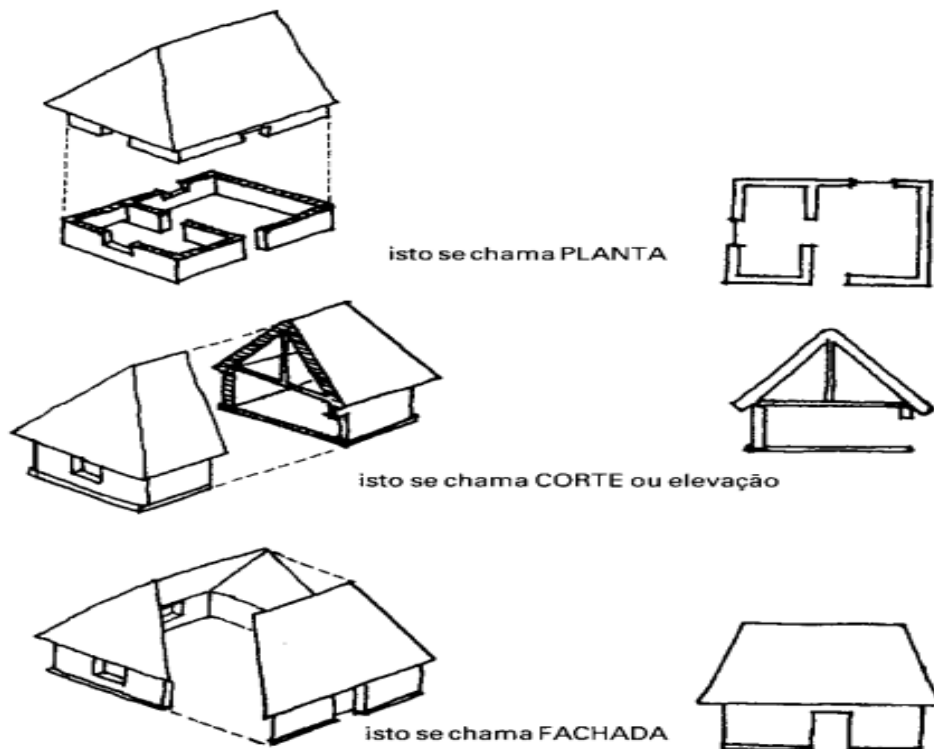
De acordo com Lengen (2004) existem algumas formas simplificadas de se simbolizar o desenvolvimento de uma construção em forma de desenho. Na figura 4 ilustra um exemplo de como é feito as vistas em um projeto.



Fonte: Lengen (2004)

Estas representações devem ser minuciosas, para que tenha uma boa compreensão na hora de executar no canteiro o que está no desenho. Na figura 5 mostra o exemplo de cortes e estilos de vista.

Figura 5 - Cortes e vistas



Fonte: Lengen (2004)

### 2.3 Projeto estrutural

A estrutura de uma construção é um grupo de componentes que envolvem, pilares, vigas e lajes, que se correlacionam (REBELLO, 2000). As lajes descansam nas vigas e as vigas nos pilares, de maneira que estabeleça um espaço onde possa ser desenvolvido a utilização da construção, assim como ocupações ou diversos afazeres, de acordo com (REBELLO, 2000).

Rebello (2000), afirma que a partir destes elementos estruturais, as cargas caminham pela estrutura e tendem a ser na vertical, de maneira que possam ser descarregadas no solo com segurança. Contudo, em caso de alguma interferência ou

alongamento nesse caminho, deve-se atender aos novos esforços solicitados ao decorrer da estrutura.

Segundo a ABNT -NBR 6118:2014 Item 6.1 “As estruturas de concreto armado devem ser projetadas e construídas de modo que, sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto, conservem sua segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o prazo correspondente à sua vida útil.”

Custódio (2018) demonstra os principais elementos de uma estrutura de concreto armado. A figura 6 apresenta um exemplo de vigas, pelares e lajes.

Figura 6 - Estruturas



Fonte: Livro Estruturas de Concreto Armado 1.

## 2.4 Softwares

Mochetti (2017) diz que o primeiro *software* foi relatado no século XIX pela condensa Ada Lovelace e Charles Babbage que descobriu por meio de algoritmos

uma Máquina Analítica que foi considerado o primeiro *software* de computador escrito. Para Plantier (2013) o termo software foi criado em 1940 que inglês significa “Programas”.

Valente (2020) afirma que um *software* é muito comum em todas as empresas do mundo e que a cada dia necessitam de uma equipe de Sistema de Informação mais capacitada para automatizar os processos, podendo trazer mais produtividade para os trabalhos.

*Software* ou programas são códigos e combinações executados por um conjunto de instruções que podem ser aplicados nos aparelhos eletrônicos de modo a ditar o que deve fazer (MANARA, 2016).

Os aplicativos também estão envolvidos em diversos processos de projetos e montagens da engenharia, assim como análise de peças, automóveis, circuitos de máquinas e entre outros. Diversos tipos de programas de computadores são comercializados na internet, de maneira que possam chegar por meio virtual ou mídia física com segurança até o usuário final (VALENTE, 2020).

#### **2.4.1 AltoQI Eberick**

O AltoQI Eberick é uma ferramenta para elaboração de projetos estruturais onde esses projetos podem ser em concreto armado moldado *in-loco*, concreto armado pré-moldado, alvenaria estrutural e estrutura Mista (ALTOQI. 2020).

O programa AltoQI Eberick conta com inúmeras qualidades, podendo se adequar às normas da ABNT, de forma que possa averiguar alguns componentes como, Estado Limite Último e de Estado Limite de Serviços (ELU e ELS). O sistema conta com um espaço CAD, onde se pode ser feito a locação e modelagem de pilares, vigas, lajes e fundações, sendo capaz de gerar um pórtico em 3D em que se adequa a tecnologia BIM (ALTOQI. 2020).

O *software* disponibiliza um esquema de forma que possa ser trabalhado na plataforma BIM, com a opção de importação e exportação de arquivos (ALTOQI. 2020).

Afirma AltoQi (2020) que o sistema operacional tem um forte âmbito no detalhamento de elementos, clareza na geração de prancha e possibilita a geração do memorial de cálculo e quantitativo de material.

### **2.4.2 AutoDesk Revit**

O Autodesk Revit oferece ferramentas para arquitetos, engenheiros ou profissionais da construção civil. Segundo Autodesk (2020), o programa disponibiliza de formas que vários profissionais possam trabalhar ao mesmo tempo que podem diminuir erros de projeto. Diz-se que é possível estudar e explorar arquivos de terceiros utilizando a rede de parceiros do setor AEC.

A Autodesk (2020) afirma que a AEC oferece para Engenheiros, arquitetos e construtores um conjunto de elementos de CAD e BIM, que fornece apoio aos projetistas do início ao fim da obra.

Para Arquitetura, o programa disponibiliza de ferramentas para esboço e consequentemente a possibilidade de criar modelos de forma livre. De acordo com Autodesk (2020), podem ser adicionados no projeto de arquitetura elementos como parede, portas, janelas e demais componentes.

### **2.4.3 AutoCAD**

O *software* CAD também conhecido como *Computer Aided Design* (Desenho Assistido por Computador) tem como objetivo auxiliar engenheiros, arquitetos, indústrias automobilísticas e projetistas na criação de um projeto que possa substituir o desenho manual por dimensões em 2D e tridimensional, enquanto o BIM tem a mesma funcionabilidade, porém com mais aptidão. CAD foi criado pelo Dr. Patrick Hanratty em 1957, onde tinha como intuito tornar a ferramenta mais precisa naquela época, visando ter bons resultados futuramente (PROCONCEPT, 2018).

Gianaccini (2012) afirma “quando a Autodesk apresentou o AutoCAD eles não imaginavam à proporção que o *software* poderia tomar naquela época, a princípio teria sido desenvolvido para ser executado através dos processadores Intel, logo esse sistema CAD também funcionaria para os demais tipos de processadores”. Deste

modo com o decorrer dos anos a Autodesk fechou uma parceria com a Microsoft, onde ela passou a desenvolver o AutoCAD para ter mais desempenho e agilidade na plataforma Windows.

Mesmo sendo uma revolução, a ferramenta CAD, muda a forma de se projetar, ela basicamente transferiu o desenho manual para o computador, no início, esse sistema se limitava a desenhos em duas dimensões 2D (FREITAS, 2014). Consequentemente, a grande vantagem foi a redução de erros, com a facilidade para fazer alterações, redução do tempo e da mão de obra gastos em desenhos técnicos. Com decorrer dos anos o programa foi evoluindo e hoje oferece elementos em três dimensões, tornando possível a criação de um espaço tridimensional (FREITAS, 2014).

## **2.5 Compatibilização**

Compatibilização é a verificação de cada componente, averiguando se existe espaço conflitante entre si, a fim de garantir que haja conexão do início ao término do projeto (GRAZIANO, 2003).

Segundo Melhado *et al.* (2005), o coordenador de projetos tem grande importância, seu conhecimento deve abranger diversas disciplinas, pois lhe é atribuída uma atividade complexa no gerenciamento das, pois unirá diferentes áreas em um único projeto visando atos conflitantes.

Kamei e Ferreira (2002) afirma também, que os atos do setor de compatibilização tem grande impacto, pois as ações do coordenador podem interferir diretamente no andamento do processo por desconhecimento ou omissão.

Quando é feita alguma alteração pelo coordenador, em determinado projeto seja ele feito por exemplo em uma disciplina que envolve um conhecimento hidráulico, podem ocorrer mudanças em outras disciplinas, prejudicando o andamento da obra em um todo, fazendo-se necessário a utilização da plataforma BIM (SANTOS, 2018).

Se não existir a compatibilização no escopo do projeto seu sucesso fica ainda mais exposto a erros e problemas como por exemplo, qualidade, aumento de prazo de entrega e aumento de custos (TAVARES JUNIOR *et al.*, 2003).

O benefício da compatibilização em geral, é a análise do projeto, buscando possíveis conflitos, pois seu foco é reduzir atraso, custo além do projetado e evitar desperdícios desnecessários (RODRIGUEZ, 2005).

## **2.6 Avaliação da viabilidade econômica**

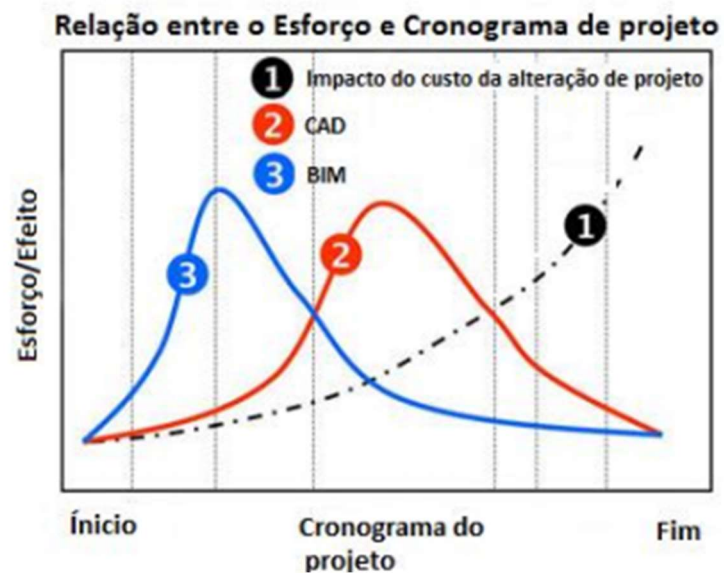
O desenvolvimento do projeto relacionado ao custo do empreendimento, e uma das principais informações que o proprietário deve conhecer, para que seu planejamento ocorra de forma ágil. Segundo Coelho (2001), os orçamentos para obras de Construção Civil captam o levantamento dos serviços a serem executados, seus quantitativos, preços unitários e o preço global do investimento.

Podendo ser comparada com a ferramenta tradicional de desenho, o CAD, a plataforma BIM traz inúmeras vantagens que vão desde a fase de anteprojeto à manutenção futura da construção caso ocorra. Tendo como benefício (COUTO, 2007):

- Redução de incompatibilidades de projeto e conseqüente minimização de erros e omissões;
- Modelação virtual do edifício antes da construção, permitindo testar as mais diversificadas características;
- Controle do tempo e dos custos;
- Reposição no modelo virtual das alterações no decurso da obra;
- Manutenção do edifício e a sua sustentabilidade.
- Construção mais económica e consistente;

Com todas essas informações, ainda é possível entregar ao proprietário um documento com todas as informações decorrentes da construção, para futuras intervenções (COUTO, 2007). A figura 7 compara as duas ferramentas construtivas: O CAD e o BIM, em relação ao esforço e efeito desde o início ao fim da construção. Percebe-se que o BIM precisa de um maior esforço logo no começo do projeto, enquanto o impacto dos custos é bem menor. Por outro lado, o método tradicional demanda maior trabalho em etapas com custos já superiores (FREITAS, 2014)

Figura 7 – Gráfico demonstrativo da relação entre o esforço e efeito comparando CAD e BIM



Fonte: Freitas (2014)

### 3 ESTUDO DE CASO

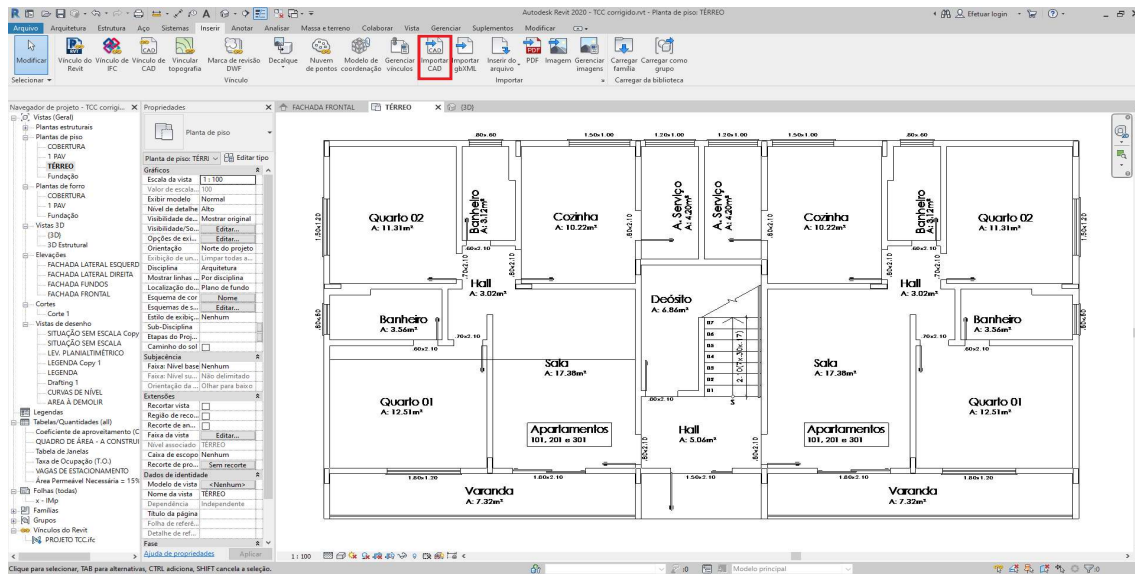
A partir da concepção arquitetônica inicial, partiu-se para o desenvolvimento da versão final da arquitetura no software mais robusto, o Autodesk Revit. Para tal, algumas modificações foram feitas, compatibilizando com o método construtivo e da natureza da estrutura, que na verdade seria em concreto armado. A sequência com que os objetos foram adicionados no desenho segue a mesma lógica da execução em campo: materialização de eixos, fundações, estruturas, alvenarias, sistemas prediais, revestimentos, esquadrias, louças e metais, finalização da obra (resumidamente).

O projeto em questão possui as seguintes características: projeto residencial Multifamiliar com 2 pavimentos, sendo 372,84m<sup>2</sup> de área construída e um lote de 700m<sup>2</sup>. Contém 4 apartamentos iguais, cada um com 75,32m<sup>2</sup> sendo constituído por 2 quartos, sendo 1 suíte; 1 banheiro; 1 sala de estar; 1 varanda; 1 cozinha e 1 área de serviço; 6 janelas e 8 portas. O terreno possui 20m de largura por 35m de extensão, localizado em Volta Redonda. Utilizamos o *software* Autodesk Revit, para realizar a modelagem do projeto de arquitetura e compatibilização.

#### 3.1 Projeto Arquitetônico

Nessa etapa do projeto, foi apresentado como base a planta em AutoCAD citado, o arquivo do programa em formato DWG, este mesmo foi importado pelo programa Revit, mostrado na figura 8, após importado será possível fazer o modelamento 3D, e verificar incompatibilidades.

Figura 8 – Ferramenta importada CAD

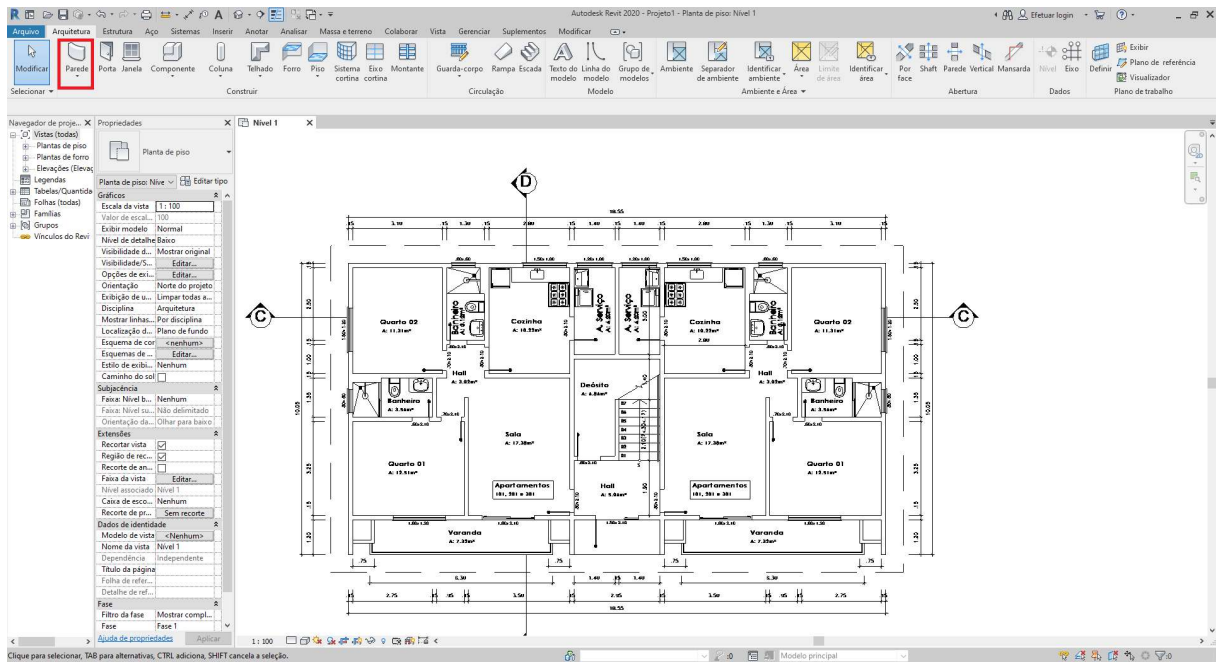


Fonte: Dos próprios autores

Após planta baixa importado o DWG, não é possível fazer alteração na planta baixa. Para dar início a modelagem é imprescindível a utilização de um bom *template*, apesar do programa oferecer um padrão, é necessário, pois um modelo adequado que já possui características pré-definidas que facilita na construção do projeto. Para identificar os *templates*, sua extensão são identificadas como .RTE. Ao verificar a semelhança entre os apartamentos, para o lançamento de parede e os outros elementos, teremos como base apenas o apartamento tipo 1, a partir dele será criado grupos, e esses mesmo serão espelhados para os demais pavimentos e andares. Pelo botão parede ou comando WT, é iniciado a modelagem, e logo após, desenhando de acordo com o pavimento tipo.

O comando parede relacionado na figura 9 mostra como elaborar o projeto digital da arquitetura, as paredes serão as primeiras a ser modeladas, e logo após desenhando de acordo com o pavimento tipo, ela pode ser modelada de acordo com o projetista, tendo camadas de reboco, tinta, piso, tendo a facilidade também de alterar o tipo de tijolo ou espessura com facilidade, na figura 9 mostra onde se localiza o botão parede para dar início ao projeto.

Figura 9 – Comando Parede



Fonte: Dos próprios autores

Começa-se a projetar pelo andar térreo, desenvolvendo-se sua planta baixa ao inserir as paredes esquadrias e pisos. Após concluída a modelagem no andar térreo, basta apenas copiar e colar alinhado no primeiro andar, finalizando assim o prédio de 2 andares.

Depois de modelado as paredes, são colocadas as esquadrias, da mesma maneira apenas apertando o botão “janela” e “porta”. Caso seja necessário alterar o tamanho de alguma esquadria, basta ir ao botão “editar o tipo”, e alterar os parâmetros de acordo com o projeto que foi elaborado. Nessa na figura 10 mostra os parâmetros que podem ser alterados de uma porta como espessura, altura, largura dentre outros.

Figura 10 – Comando Parede

Propriedades de tipo

Família: M\_Folha Única Carregar...

Tipo: 0915 x 2134mm Duplicar...

Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
<b>Construção</b>	
Função	Interior
Fechamento da parede	Por hospedeiro
Tipo de construção	
<b>Materiais e acabamentos</b>	
Material da porta	Porta - Painei
Material da moldura	Porta - Batente
<b>Cotas</b>	
Espessura	51.0
Altura	2134.0
Projeção da apara externa	25.0
Projeção da apara interna	25.0
Largura da apara	76.0
Largura	915.0
Largura bruta	
Altura bruta	
<b>Propriedades analíticas</b>	
Definir propriedades térmicas por	Tipo esquemático
Transmissão de luz visual	0.000000
Resistência térmica (R)	0.2701 (m <sup>2</sup> ·K)/W
Coefficiente de ganho de calor solar	0.000000
Coefficiente de transferência de calor (U)	3.7021 W/(m <sup>2</sup> ·K)
Construção analítica	Metal
<b>Dados de identidade</b>	
Nota-chave	
Modelo	

[O que fazem estas propriedades?](#)

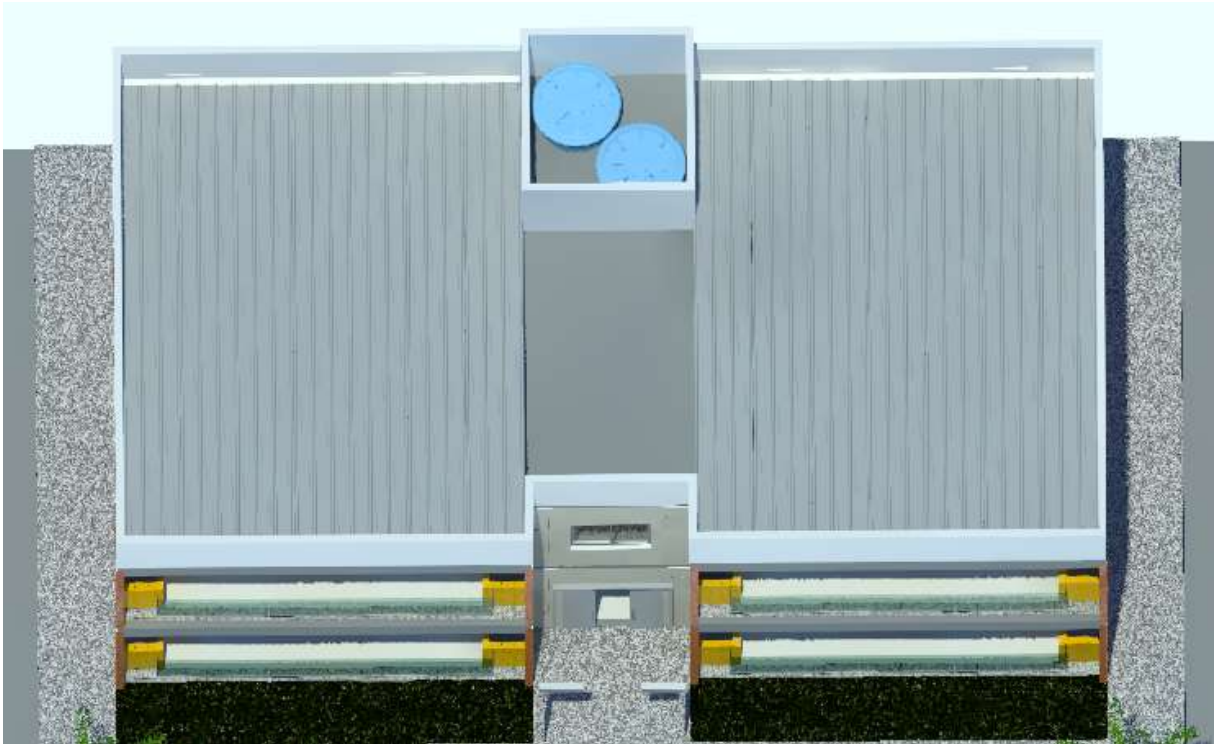
<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Dos próprios autores

Para cobertura, é modelado o telhado e platibanda, a fim de facilitar a alocação do telhado foi habilitado a ferramenta adjacência, essa ferramenta possibilita ver as faces abaixo da construção. A platibanda foi modelada com 1,20m, foi colocado telhas de zinco com um caimento de água, e 5% de inclinação, com afastamento de 0,3 metros da platibanda para que seja feita a alocação das calhas.

Em cima da escada será adicionado a 2 caixas d'aguas de mil litros, pensando nisso foi criado uma casa de bombas que terá dois metros de altura, e 3,30 x 3,25 metros. Na figura 11 mostra como ficou a cobertura após modelada concluída.

Figura 11 – Modelagem Cobertura

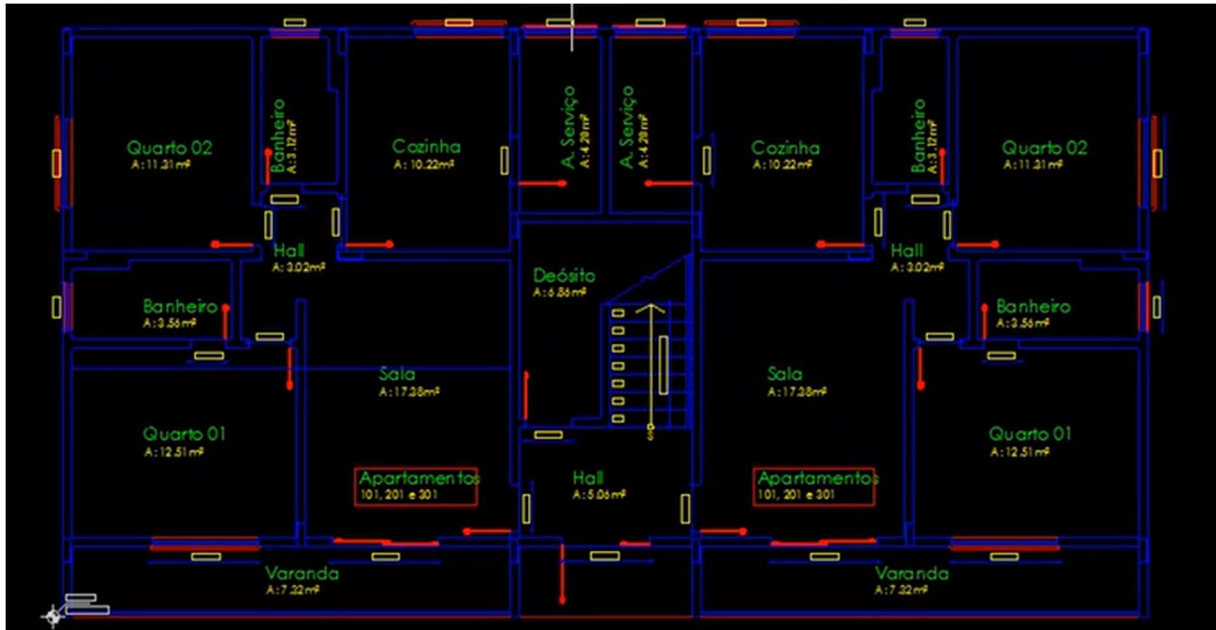


Fonte: Dos próprios autores

### 3.2 Projeto Estrutural

Como projeto é constituído em uma residência multifamiliar de apartamento semelhantes, a parte estrutural foi desenvolvido no software Eberick 2021, tendo como base a planta baixa feita no software Autocad 2020. Basta apenas adicionar os elementos estruturais em um apartamento tipo, pré dimensionado os pilares, visando seu melhor posicionamento em relação a arquitetura, como mostra na figura 12, logo após fazer o espelhamento para os demais apartamentos e andares. Isso facilita o andamento da modelagem, evitando erros de medição, pois com o espelhamento a alocação de elementos fica totalmente idêntica em ambos os lados desse modo ajuda ao projetista estrutural ter a noção da posição de cada elemento sem que haja impacto na planta.

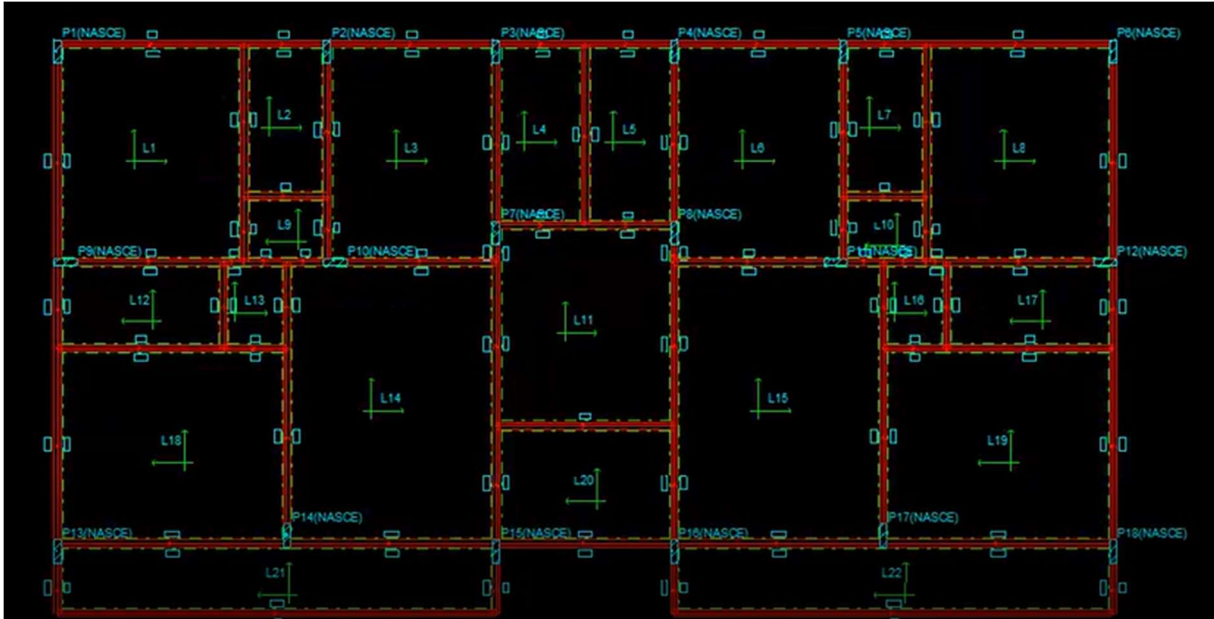
Figura 12 - Lançamento apartamento tipo



Fonte: Dos próprios autores

A figura 13 mostra a planta de formas do pavimento tipo, com devida indicação da numeração e dimensões dos elementos estruturais (pilares, vigas e lajes). Foram também adicionadas as cargas de paredes sobre as vigas, descontando-se as aberturas (vãos de portas e janelas). Para as lajes do pavimento térreo, foram consideradas lajes maciças e para os demais andares as lajes são pré-moldadas. As cargas acidentais foram distribuídas de acordo com a norma da NBR 6120:2019, sendo considerada na laje da sala, dormitórios e hall a sobrecarga de  $1,5\text{kN/m}^2$  e para banheiros, varanda, área de serviço, hall de entrada, depósito e cozinha a sobrecarga de  $2,0\text{kN/m}^2$

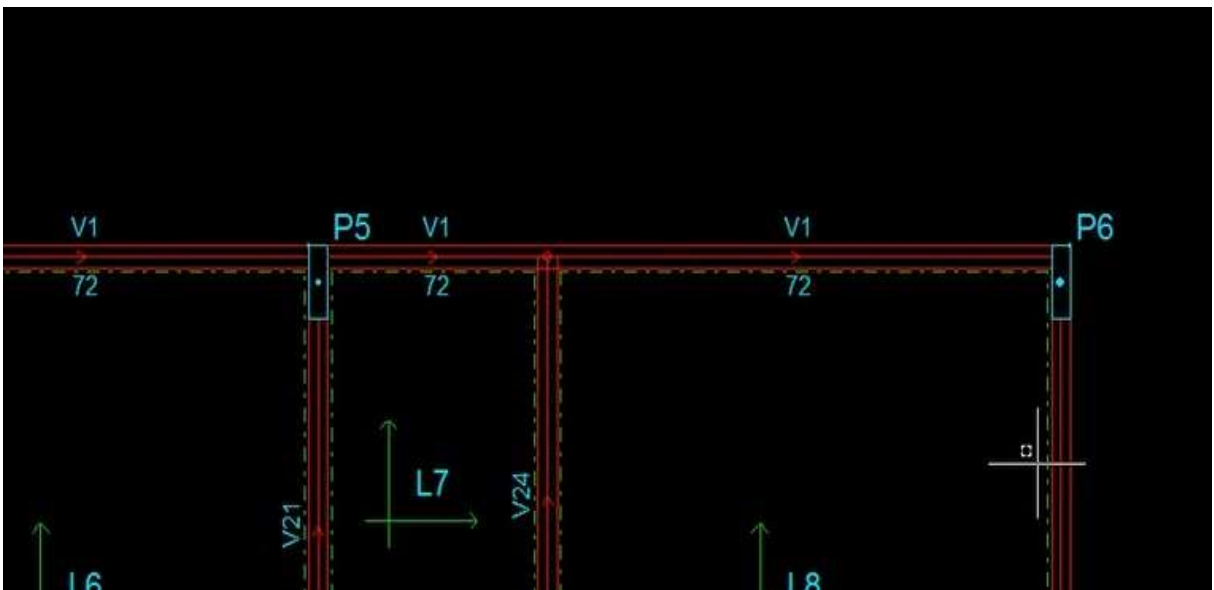
Figura 13 - Lançamento pilares, vigas e lajes



Fonte: Dos próprios autores

No pavimento superior, considerou-se sobre as vigas somente a carga de paredes da platibanda da cobertura, com 1 metro de altura, equivalente a  $0,72\text{kN/m}^2$  ou  $72\text{ kgf/m}$ , conforme figura 14.

Figura 14 - Edição das cargas de parede.



Fonte: Dos próprios autores

Na laje do primeiro pavimento, foi utilizada a sobrecarga accidental de  $0,70\text{kN/m}^2$  ou  $70\text{Kgf/m}^2$ , considerando carga da estrutura do telhado e das telhas e sobrecarga de revestimento de  $0,50\text{kN/m}^2$  ou  $50\text{Kgf/m}^2$ , conforme indicado na figura 15.

Figura 15 - Lançamento das lajes pré-moldadas do 1 pavimento.

**Laje**

Nome L1 Tipo Trelçada 1D Grelha...

Ambiente Externo

Cargas:

Grupo Nenhum

Acidental 70 kgf/m<sup>2</sup> Revestimento 50 kgf/m<sup>2</sup>

Extra 0 kgf/m<sup>2</sup> Editar... Remover

Temperatura e retração 0 kgf/m<sup>2</sup> Editar... Remover

Trelça

Tipo TR 06644 Repetições 1

Altura sapata 3 cm Largura sapata 12 cm

Enchimento

Tipo EPS Unidirecional

Dimensão B8/30/125

Seção

Espessura 12 cm Elevação 0 cm

ec 4 cm

ee 8 cm

enx 9 cm

eny 9 cm

OK Cancelar Desenho... Ajuda

Fonte: Dos próprios autores.

Nas lajes do reservatório de água, utilizou-se carga extra de água de 4,77 kN/m<sup>2</sup>.

Figura 16 - Lançamento carga extra dos reservatórios.

Laje

Nome: L21 Tipo: Trelçada 1D Grelha...

Ambiente: Externo

Cargas

Grupo: Nenhum

Acidental: 70 kgf/m<sup>2</sup> Revestimento: 50 kgf/m<sup>2</sup>

Extra: 477 kgf/m<sup>2</sup> Editar... Remover

Temperatura e retração: 0 °C Editar... Remover

Trelça

Tipo: TR 06644 Repetições: 1

Altura sapata: 3 cm Largura sapata: 12 cm

Enchimento

Tipo: EPS Unidirecional

Dimensão: B8/30/125

Seção

Espessura: 12 cm Elevação: 0 cm

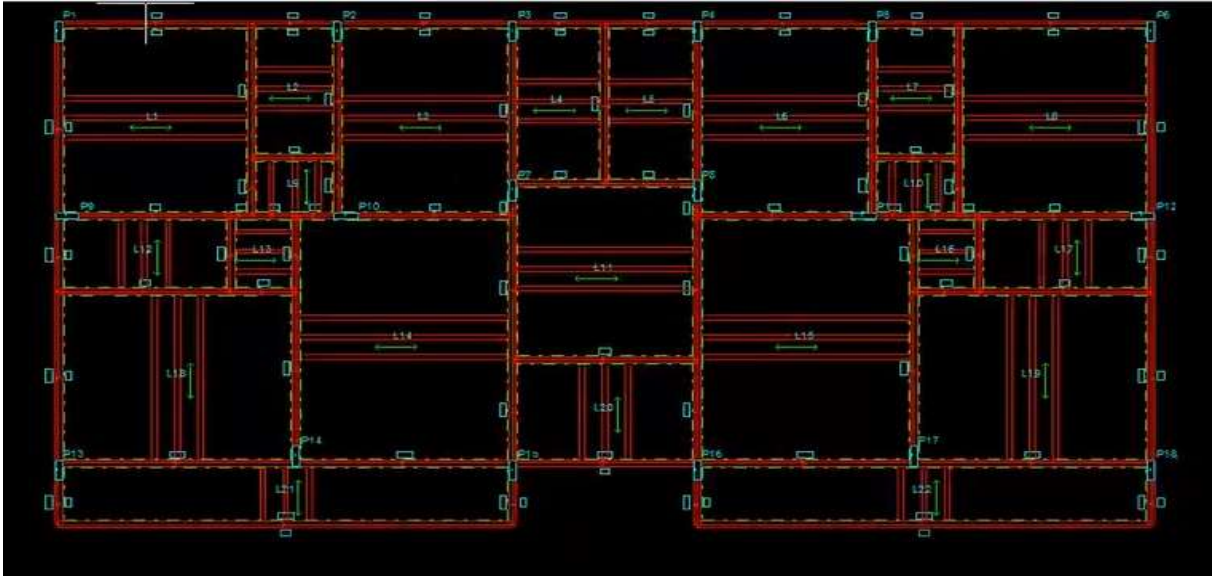
ec: 4 cm ee: 8 cm enx: 9 cm ery: 9 cm

OK Cancelar Desenho... Ajuda

Fonte: Dos próprios autores.

Após todas as configurações, na figura 17, é possível ver o lançamento das lajes que receberão o telhado.

Figura 17 - Lançamento das lajes do 1º pavimento

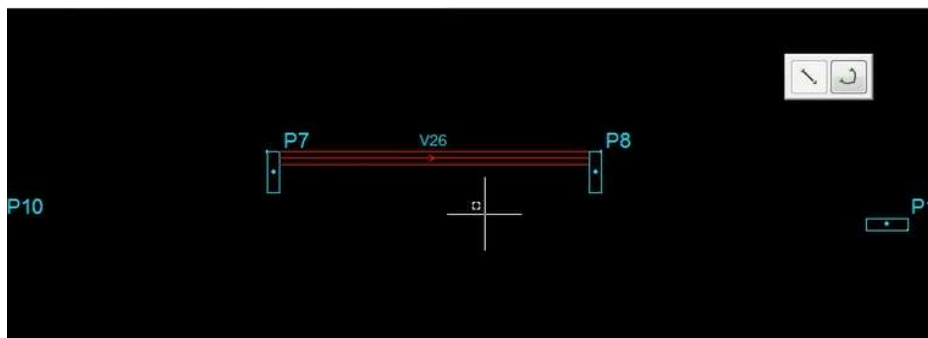


Fonte: Dos próprios autores.

Nas vigas do 1º pavimento, foram mantidas as cargas de parede com os respectivos vãos existentes. Nas lajes do pavimento térreo, também foi feito o processo de deletar as lajes maciças, e foram lançadas as lajes pré-moldadas com as cargas acidentais.

Para o lançamento da escada na figura 18, foi necessária criação de uma viga intermediária entre os pavimentos térreo e 1º pavimento, de forma a possibilitar a ancoragem da laje no patamar.

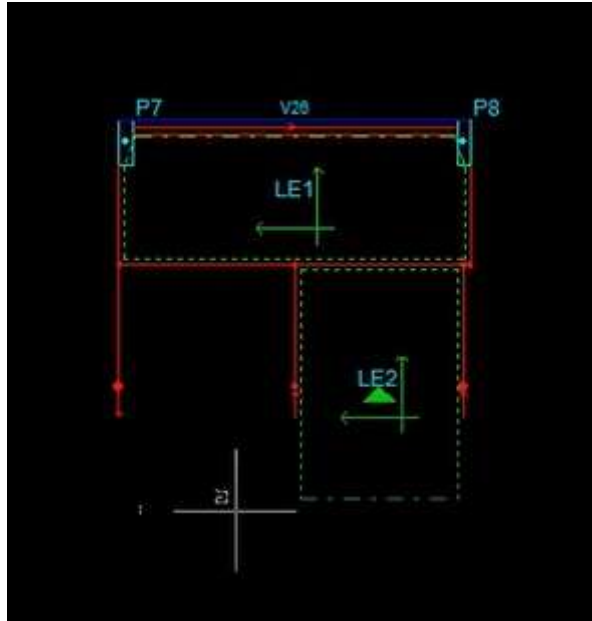
Figura 18 - Lançamento da viga de ancoragem.



Fonte: Dos próprios autores.

Para o lançamento da escada, foi necessário a inserção de barras inclinadas, servindo como referência e delimitação dos lances, sendo a mesma lançada do pavimento superior para o nível intermediário e em seguida, do nível intermediário para o pavimento inferior, conforme ilustração da figura 19

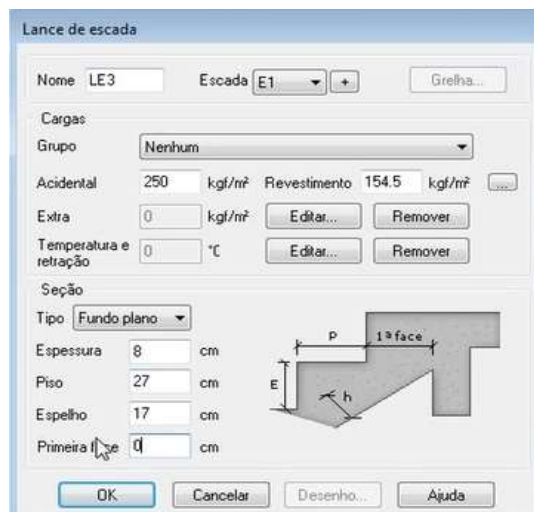
Figura 19 - Lançamento das barras inclinadas.



Fonte: Dos próprios autores.

A figura 20 demonstra as configurações realizadas para o lançamento da escada.

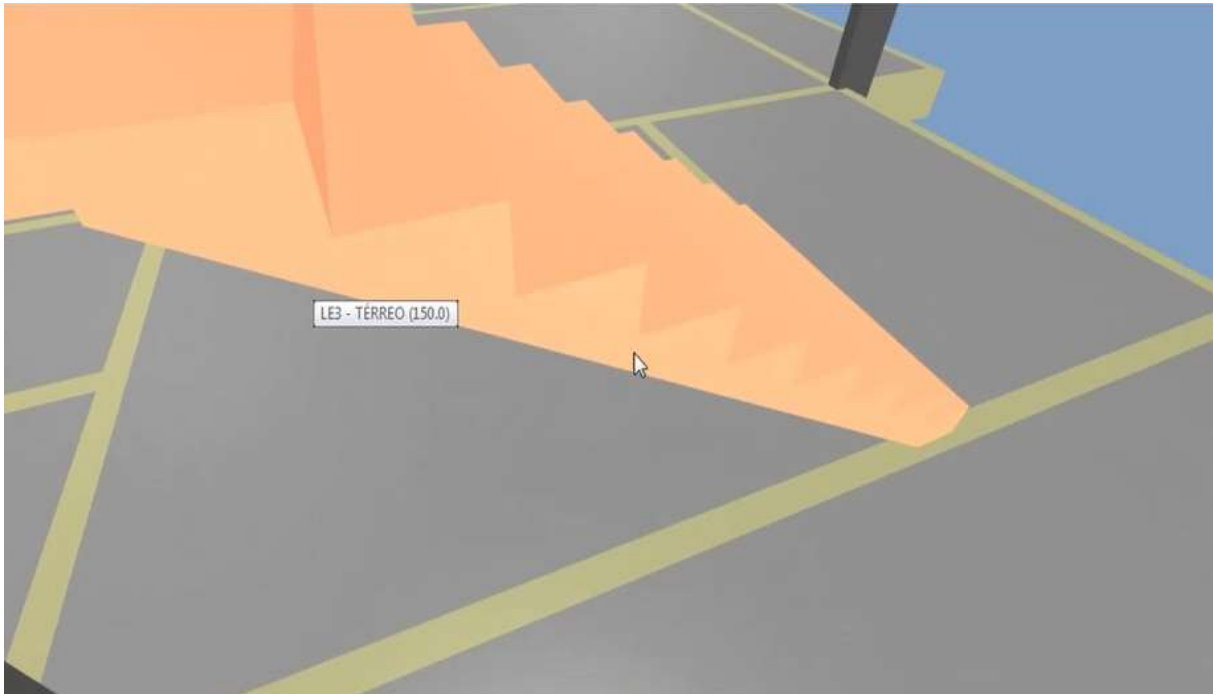
Figura 20 – Configurações para o lançamento da escada.



Fonte: Dos próprios autores.

Na figura 21, é possível ver o lançamento da escada em 3 dimensões.

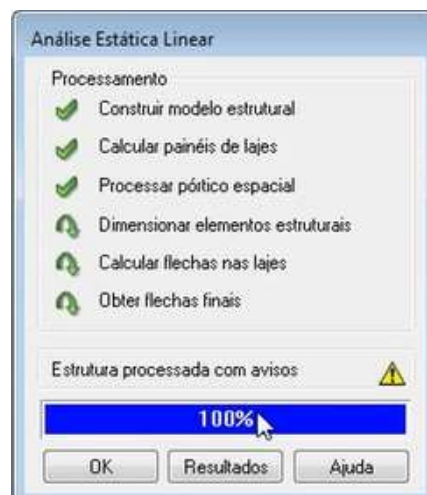
Figura 21 - Escada em 3 dimensões.



Fonte: Dos próprios autores.

Após o lançamento da escada, realizou-se o processamento da estrutura sem o dimensionamento dos elementos, para análise dos possíveis erros. A figura 22 mostra o resultado do processamento.

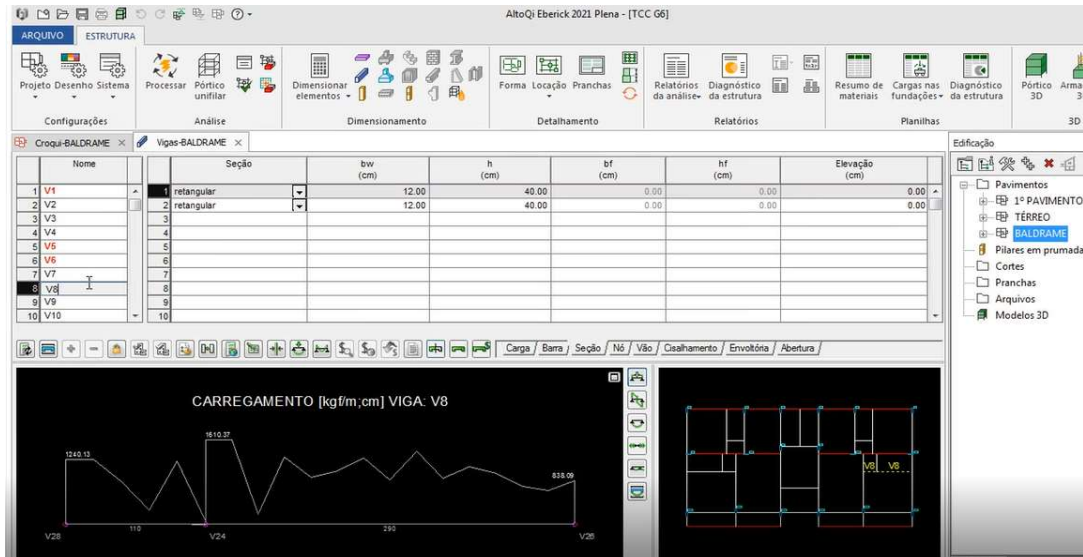
Figura 22 – Processamento de análise linear.



Fonte: Dos próprios autores.

Nos detalhes gerados no processamento da estrutura, foram encontrados alguns erros, onde foi possível analisar melhor a estrutura (Figura 23).

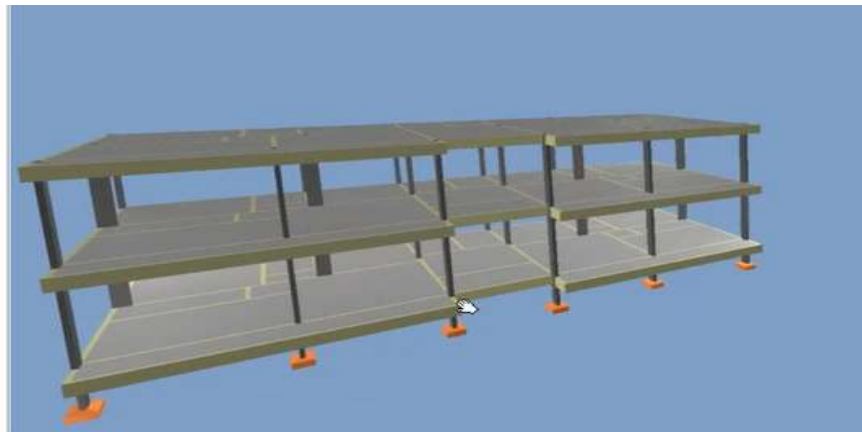
Figura 23 – Erros encontrados.



Fonte: Dos próprios autores.

- Pórtico 3D exportado do Eberick com erros, figura 24.

Figura 24 – Modelamento 3D estrutural

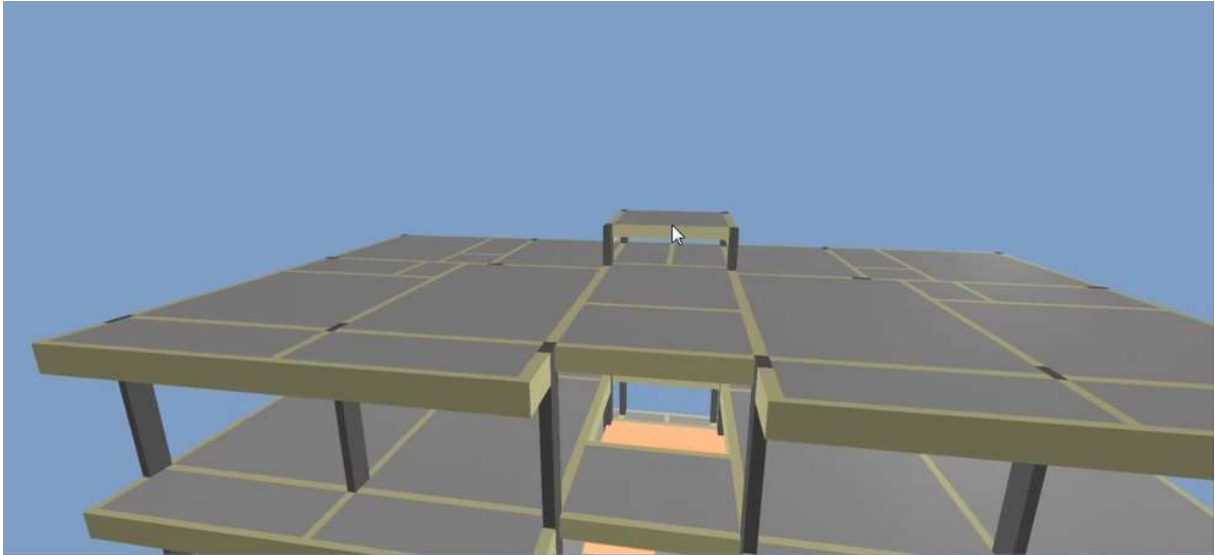


Fonte: Dos próprios autores.

Após análises dos erros gerados no processamento da estrutura, foi viável aumentar as alturas de algumas das vigas, por apresentarem problemas na verificação ao cisalhamento. Após revisão dos elementos, realizou-se um novo

processamento e dimensionamento da estrutura. Na figura 25 é possível visualizar a modelagem em 3D com as modificações.

Figura 25 – Modelamento 3D estrutural com elevação da laje que receberá o reservatório.



Fonte: Dos próprios autores

O dimensionamento das vigas foi feito de forma personalizada, onde o próprio software já nos fornece a área de aço necessária indicando opções de diâmetros das barras a serem usadas em cada caso, assim como demonstrado na figura 26.

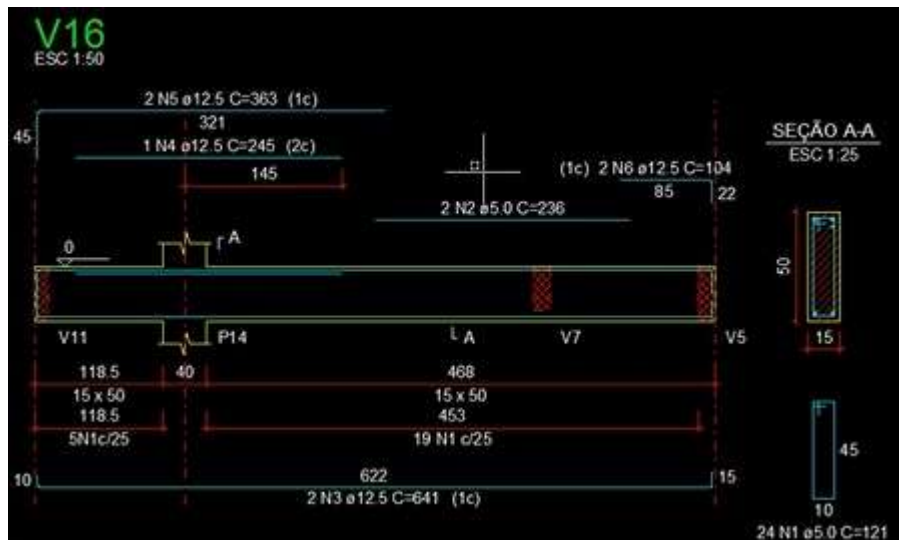
Figura 26 – Opções de diâmetro.

As neg superior	
10	
76	9 ø 6.3
30	9 ø 6.3
6	6 ø 8.0
32	4 ø 10.0
	3 ø 12.5
	2 ø 16.0
	2 ø 20.0

Fonte: Dos próprios autores

Diante da escolha para os diâmetros dos ferros da armadura das vigas, foram gerados os respectivos detalhamentos. Observe a figura 27. As hachuras em vermelho representam onde as vigas perpendiculares descansam.

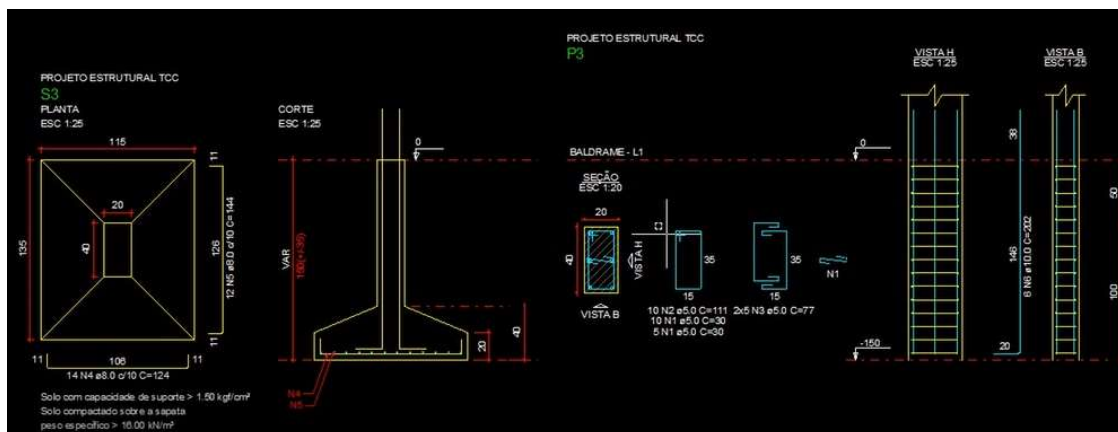
Figura 27 –Detalhamento da Viga 16.



Fonte: Dos próprios autores

Ao fim do detalhamento das vigas, realizou-se o mesmo processo para os demais elementos (fundações, pilares e lajes), procedendo também na geração dos detalhes executivos que geralmente compõem um Projeto Estrutural. (Figura 28)

Figura 28 –Detalhamento da Sapata 3.



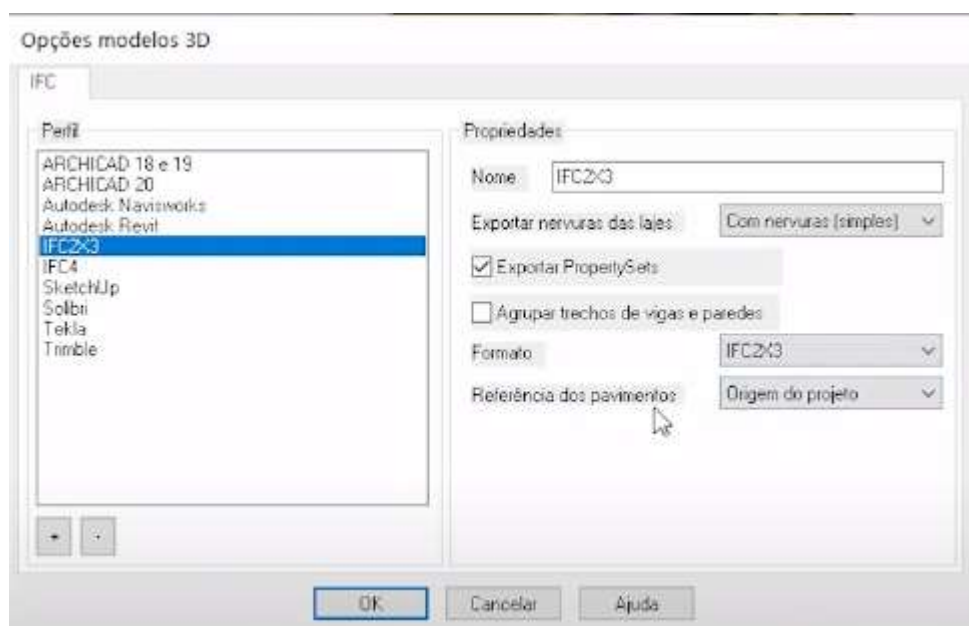
Fonte: Dos próprios autores



### 3.3 Compatibilização Entre Projetos

Para que seja feita a compatibilização dos projetos entre os programas AltoQi Eberick e AutoDesk Revit, é necessário ter concluído a devida modelagem no programa AltoQi Eberick. Após a verificação da estrutura, será necessário a exportação do arquivo em formato IFC. Para isso no *software* Eberick, basta apenas ir na ferramenta interoperabilidade BIM como mostra a figura 31.

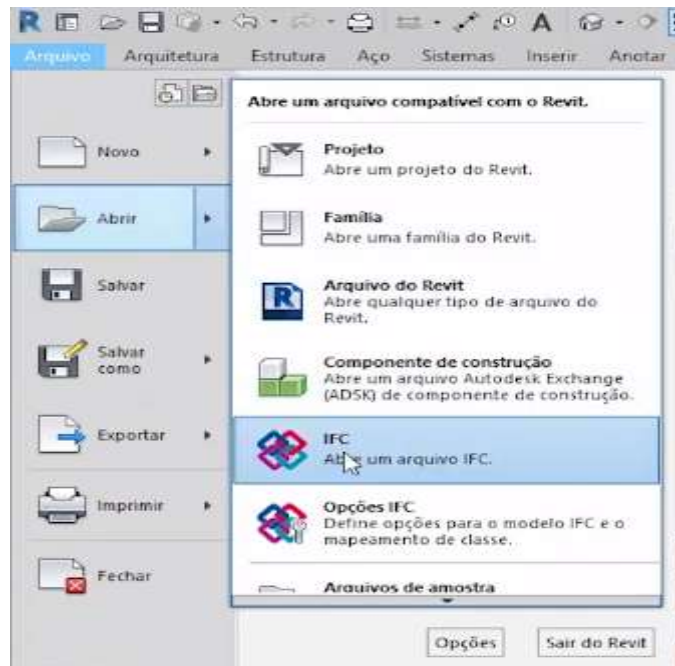
Figura 31 – Exportando IFC do programa AltoQi Eberick.



Fonte: Dos próprios autores

Para iniciar a compatibilidade no programa AutoDesk Revit, é necessário que as coordenadas X e Y do projeto esteja de acordo com o que foi projetado no Eberick, para que quando for unir os elementos os mesmos não fiquem desalinhados, para a importação do IFC, no programa Revit na barra de propriedades e abrir IFC como mostra na figura 32.

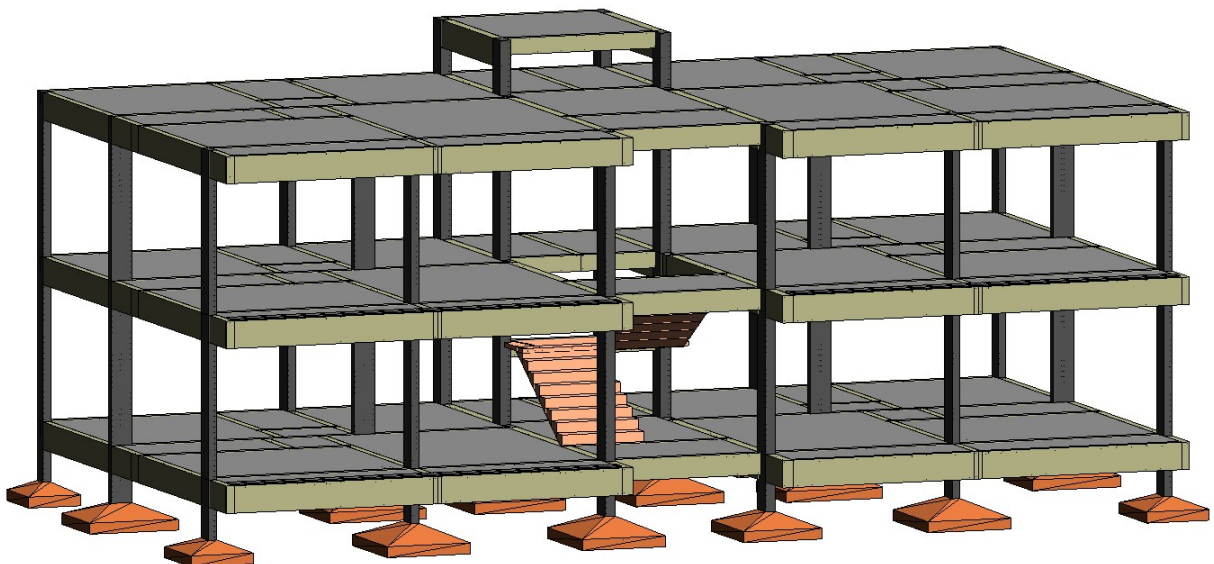
Figura 32 – Importação IFC no programa AltoDesk Revit



Fonte: Dos próprios autores

- A figura 33 mostra a estrutura logo após feito a importação.

Figura 33 – Estrutura importada para Revit



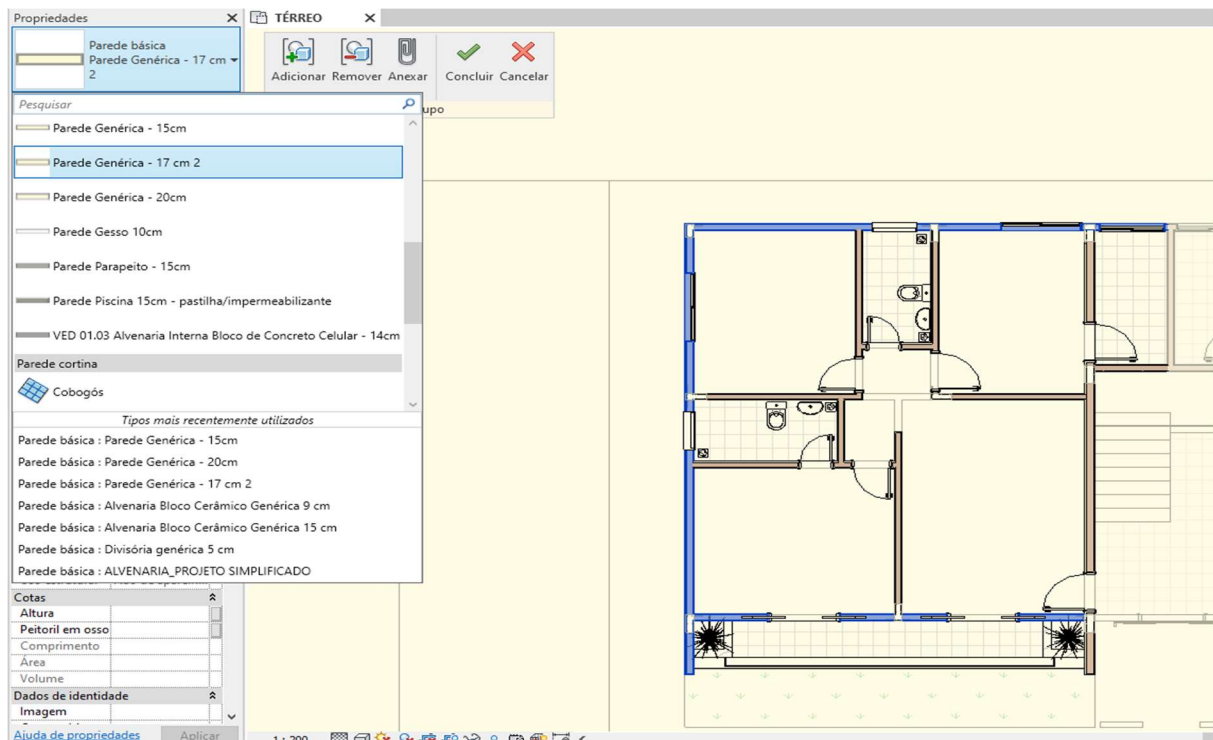
Fonte: Dos próprios autores

Com os projetos arquitetônico e o projeto estrutural na mesma plataforma, foi vinculado e assim passando para etapa de verificação de possíveis erros.

### 3.4 Incompatibilidades

Após realizada a compatibilização entre as duas plataformas AltoQI Eberick e o AutoDesk Revit, houve necessidade de alterar a espessura das paredes externas de 15 para 17cm, conciliando a espessura das vigas com as paredes, evitando interferências na Arquitetura. Para esta mudança foi selecionado o grupo 1 do software Revit e selecionado todas as paredes externas do projeto, logo alterado o tipo de parede para 17 cm, como mostra a figura 34.

Figura 34 – Alterando Incompatibilidades.

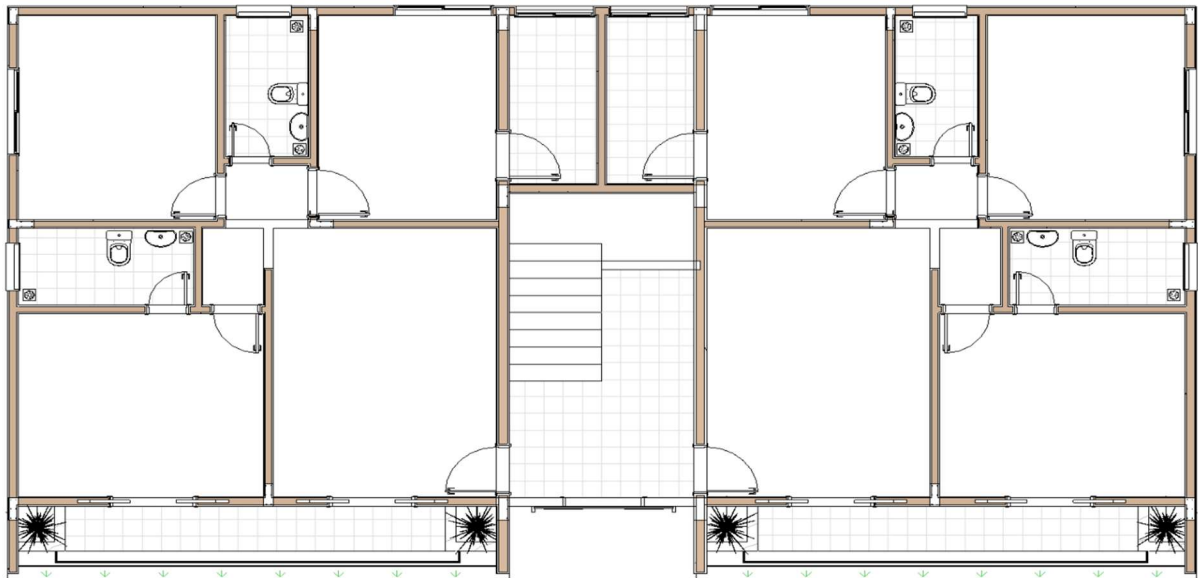


Fonte: Dos próprios autores

Corrigido as paredes, basta apenas fazer o alinhamento dos projetos arquitetônico e o projeto estrutural, evitando as incompatibilidades entre os projetos a

fim de abster os erros na execução da obra. Após alinhado, basta finalizar a compatibilização da planta baixa como mostra a figura 35.

Figura 35 – Planta baixa compatibilizada.



Fonte: Dos próprios autores

#### 4 PRODUTO FINAL DA INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETOS

Obteve-se como resultados, amplo entendimento dos softwares que fazem parte da plataforma BIM (Modelling Building Information) utilizados na elaboração dos projetos, cabendo destacar o elevado nível de apresentação, agilidade, eficiência e rápida detecção de problemas.

Um projeto arquitetônico elaborado no Revit, tem a facilidade de gerar várias percepções de diferentes ângulos, podendo ser viável retomar ao projeto caso haja alguma imperfeição.

A estrutura em concreto armado, foi feita no Eberick, na qual após o lançamento e processamento da estrutura, foi possível perceber uma análise perfeita, porém foi feito um novo processamento junto ao dimensionamento, algumas vigas apresentaram imperfeições, de maneira que teve uma nova análise, onde foi preciso aumentar as sessões das vigas e também elaborar a elevação da laje que recebe os reservatórios, que teve como característica o alívio para a estrutura que apresentava erro. Em seguida, foi aplicado mais um processamento e dimensionamento da estrutura, o processamento final. Logo após, o software já lança automaticamente o detalhamento com devidas bitolas das barras, permitindo ainda a escolha de diferentes diâmetros.

Em sequência ao estudo, foram gerados os detalhamentos para análise do mesmo, para a qual foi privilegiado a rapidez e agilidade ao poder gerar um detalhamento em segundos. Logo o projeto foi salvo em IFC (Industry Foundation Classes).

O trabalho da estrutura uma vez exportado em IFC, foi importado no software Revit, onde foram feitas duas compatibilizações, a primeira sem a elevação da laje e sem a modificação dos pilares e uma com todos as imperfeições corrigidas e com a elevação da laje da caixa d'água. Foi obtido a aprendizagem na rapidez do processo em geral.(Figura 36)

Figura 36 - Edifício Residencial Multifamiliar.



Fonte: Dos próprios autores

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho teve como intuito, mostrar a utilização de softwares que fazem parte plataforma BIM (Modelling Building Information) no dia-a-dia do profissional da construção civil, onde é possível cada profissional trabalhar de forma separada por disciplina, que no caso deste trabalho, foi a arquitetura e a estrutura.

Na Arquitetura foi obtido como aprendizagem, a apresentação da modelagem tridimensional ao cliente, sendo interessante, ver todo o processo de modelagem real, onde foi possível escolher as cores aplicadas na pintura das paredes, observar as vidraças das sacadas, portas e janelas, com poder de humanizar a perspectiva do trabalho, assim como adicionar carros, hidrantes, etc.

Da estrutura teve como absorção, a rapidez na qual é gerado o detalhamento da estrutura, de forma que é possível analisar rigorosamente cada posicionamento dos elementos estruturais, na qual foram feitos dois arquivos em IFC, um totalmente incorreto, mas apenas feito a compatibilização para aperfeiçoamento na manipulação dos softwares utilizados, e o outro com totalmente correto, para fins de análises de incompatibilidades.

A compatibilização dos arquivos foi desenvolvida no Software Revit, onde o projeto estrutural é recebido em primeira instancia como um pórtico único, na qual pode ser unido as demais disciplinas para análise de incompatibilidades, mas não houve interferências das mesmas em nenhum dos dois casos, que levou ao fim do estudo desse trabalho.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALTOQI. **Software para projetos estruturais**. Disponível em: <[https://altoqi.com.br/eberick/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Eberick2021&utm\\_term=Institucional](https://altoqi.com.br/eberick/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Eberick2021&utm_term=Institucional)>. Acesso em 10/03/2021. 06:39.

ALTOQI. **Software para projetos estruturais: Adequado as normas às normas brasileiras**. Disponível em: <[https://altoqi.com.br/eberick/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Eberick2021&utm\\_term=Institucional](https://altoqi.com.br/eberick/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Eberick2021&utm_term=Institucional)>. Acesso Em 10/03/2021. 06:49.

ALTOQI. **Software para projetos estruturais: Modelagem 3D inteligente**. Disponível em: <[https://altoqi.com.br/eberick/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Eberick2021&utm\\_term=Institucional](https://altoqi.com.br/eberick/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Eberick2021&utm_term=Institucional)>. Acesso Em 10/03/2021. 06:52.

ALTOQI. **Software para projetos estruturais: Plataforma BIM colaborativa**. Disponível em: <[https://altoqi.com.br/eberick/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Eberick2021&utm\\_term=Institucional](https://altoqi.com.br/eberick/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Eberick2021&utm_term=Institucional)>. Acesso Em 10/03/2021. 06:52.

ALTOQI. **Software para projetos estruturais: Entrega de alto padrão**. Disponível em: <[https://altoqi.com.br/eberick/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=Eberick2021&utm\\_term=Institucional](https://altoqi.com.br/eberick/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Eberick2021&utm_term=Institucional)>. Acesso Em 10/03/2021. 06:52.

AQUINO, J. P. R. **Integração Concepção-Projeto-Execução de Obras**. In: **MELHADO, S. B. (Coord.). Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações: Arquitetura**. Rio de Janeiro. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto**: Procedimento. Rio de Janeiro. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Ações para o cálculo de estruturas de edificações**. Rio de Janeiro. 2019.

AUTODESK. **Software de BIM multidisciplinar para projetos coordenados e de maior qualidade**: <Colabore entre equipes, disciplinas e fuso horário. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=1-YEAR&support=null>>. Acesso em 10/03/2021. 07:07.

AUTODESK. **Software de BIM multidisciplinar para projetos coordenados e de maior qualidade**: Estenda perfeitamente a funcionalidade do Revit para visualização, análise, captura da realidade e muito mais. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=1-YEAR&support=null>>. Acesso em 10/03/2021. 07:07.

AUTODESK. **O que você pode fazer com Revit: Projeto e documentação.** Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/architecture>>. Acesso em 10/03/2021. 07:17.

COELHO, R. S. **Orçamento de obras prediais.** São Luís, MA: Editora **UEMA**, 2001.

COUTO, J. P. & C. A. B. **Importância da revisão dos projetos na redução dos custos de manutenção das construções.** Universidade de Coimbra. Coimbra. 2007.

CUSTÓDIO, K. R. **Estruturas de Concreto Armado I.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018.

DUARTE PLANTIER, R. **O Primeiro Software criado: História da informática,** 2013.

EASTMAN, C. M.; Liston, K.; Sacks, R.; Teicholz, P. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Tradução de C. G. Ayres Filho et al.; Revisão Técnica de E. T. Santos. Porto Alegre: Bookman, 2014. Disponível em: <http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/n55/Pag.47-61.pdf>. Acesso em 20/05/2021, 14:52

FREITAS, J. G. A. **Metodologia BIM: uma nova abordagem, uma nova esperança.** CCCEE - Centro de Competências de Ciências Exatas e da Engenharia - Universidade da Madeira. Funchal - Portugal. 2014.

GIANACCINI, Thiago. **O Surgimento do AutoCAD e Sua Importância para a Indústria.** CADguru, 23 março 2012. Disponível em: Acesso em: 12 de maio de 2015.

GONÇALVES JR, F.; Penttilä, H. BIM. **TUDO QUE VOCÊ PRECISA SABER DESSA METODOLOGIA.** JULHO, 2018.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de projetos.** Instituto de Pesquisas tecnológicas – IPT (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.

GUERRA, Marco Aurélio d’Almeida; MITIDIARI FILHO, Cláudio Vicente. **Sistema de Gestão Integrada em Construtoras de Edifícios.** Editora PINI LTDA. 1ª edição, 1ª triagem, junho 2010.

KAMEI, Cynthia Galvão; FERREIRA, Rita Cristina. **Estudo sobre duas experiências de uso de sites colaborativos, no processo de desenvolvimento de projetos de compatibilização.** Workshop Nacional de Gestão de Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Porto Alegre, 2002.

LENGEN, J. V. **Manual do Arquiteto Descalço.** Rio de Janeiro: B4 Livros, 2004.

MACGRAW HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Infrastructure Challenges with Collaboration and Technology.** Belford, 2012.

MANARA, B. **O que é software e hardware? Entenda a diferença.** Disponível em: <<https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/hardware-ou-software-entenda-diferenca-entre-os-termos-e-suas-funcoes.html>>. Acesso em 10/03/2021. 06:26.

MÁXIMO, W. **PIB da Construção Civil Deve Crescer 4% em 2021:** Expansão deve ser maior que em 2013. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-12/pib-da-construcao-civil-deve-crescer-4-em-2021>>. Acesso em 9 de março de 2021, 07:49.

MENEZES, G. L. B. B. D. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, maio 2011.

MOCHETTI, K. **ADA Lovelace e o Primeiro Programa de Computador.** Disponível em: < <https://horizontes.sbc.org.br/index.php/2017/01/ada-lovelace-e-o-primeiro-programa-de-computador/>>. Acesso em 10/03/2021. 05:41.

NEUFERT, E. **Arte de Projetar Arquitetura.** Berlim: Gustavo Gili, 1998.

PROCONCEPT. **A História e a Evolução do Software CAD,** julho 2018.

REBELLO, Y. C. P. **A concepção Estrutural e a Arquitetura.** São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação Técnica de Projetos: Caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações.** 2005.

ROSSO, S. M. **Softwares BIM: conheça os programas disponíveis, seu custo, principais características e segredos.** aU, n. 208, julho 2011.

SANTOS, M. B. D. **Análise quanto à adoção de softwares BIM pelas empresas de construção civil na cidade de Aracaju/Sergipe.** Universidade Federal de Sergipe – UFS. São Cristóvão - SE, p. 55. 2018.

TAVARES JÚNIOR, Wandemberg. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte. Dissertação de mestrado em Engenharia.** Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

VALENTE, M. T. **Engenharia de Software Moderna.** Princípios e práticas para o desenvolvimento de software com produtividade. Belo Horizonte: Independente; 1 edição, 2020.

186 f. Tese (Doutorado) - **Curso de Engenharia de Produção, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.** Florianópolis, 2005.