

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CÂMPUS CURITIBA

CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA

ÊNFASE ELETROTÉCNICA

CARLOS ROBERTO DE BRITO JR.

TIAGO TAKII

**MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS USANDO A TECNOLOGIA  
BIM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

CARLOS ROBERTO DE BRITO JR  
TIAGO TAKII

## **MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS USANDO A TECNOLOGIA BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Industrial Elétrica – ênfase em Eletrotécnica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Curitiba, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.  
Orientador: Prof. Me. Vilmair Ermenio Wirmond.

CURITIBA  
2015

Carlos Roberto de Brito Junior  
Tiago Takii

## MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS USANDO A TECNOLOGIA BIM

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Elétrica do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 24 de 11 de 2015.

---

Prof. Emerson Rigoni, Dr.  
Coordenador de Curso  
Engenharia Elétrica

---

Profa. Annemarle Gehrke Castagna, Mestre  
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso  
de Engenharia Elétrica do DAELT

### ORIENTAÇÃO

---

Prof. Vilma Ermenio Wirmond, Mestre  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

### BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Vilma Ermenio Wirmond, Mestre  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Miguel Olandoski Neto, Eng.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Luiz Erley Schafranski, Dr.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

## RESUMO

BRITO, Carlos R. de; TAKII, Tiago. **Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM**. 2015. X f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

Este trabalho apresenta um estudo sobre um dos softwares de projetos que podem ser usados na área elétrica. Tendo maior destaque na área civil e arquitetura, o software Revit, da Autodesk, traz funções aplicáveis para os projetos elétricos, porém essa área ainda não foi estudada, e não despertou interesse em projetistas. Assim, essa pesquisa visa estudar a aplicabilidade do Revit para o setor elétrico, entendendo primeiramente o seu conceito de uso. Também foi abordada a mecânica de uso do software, e se é fácil ou não se ambientar a ele. Discutiu-se as aplicações que ele possui para projetos elétricos, sua eficácia, e a maneira de utilizá-las no momento do desenho. Por fim, foram detalhadas as vantagens e desvantagens em utilizar o Revit, e suas limitações. Os resultados da experiência de uso, como o dimensionamento de cabos, foram abordados, explicando a diferença de usar o Revit com o conceito atual de projetos elétricos, os custos de implantação, e o investimento que deve ser feito para a implantação.

**Palavras-chave:** Revit MEP. BIM Elétrica. Autodesk Revit. Projetos elétricos. Projetos BIM.

## ABSTRACT

BRITO, Carlos R. de; TAKII, Tiago. **Modeling of electric design using BIM technology**. 2015. X f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

It presents a study about one of the softwares to design that can be used in the electrical area. With greater emphasis in construction and architecture area, Revit, Autodesk software, brings relevant functions for electrical designs, but this area has not been studied. And didn't arouse interest to designers. Thus, this research aims to study the applicability of Revit for the electricity sector, first understand the concept of the use. Also, the mechanics of software usage was addressed, and whether it is easy or not acclimatise to it. Applications has been argued that it has to electrical designs, their effectiveness, and how to use them at the time of drawing. Finally, it detailed the advantages and disadvantages of using Revit and it's limitations. The results of the user experience, like the sizing circuits, have been addressed, explaining the difference of using Revit with the current concept of electric designs, implementation costs, and the investment that must be made for development.

**Palavras-chave:** Revit MEP. Electric BIM. Autodesk Revit. Electric designs. BIM designs.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área de trabalho do software Revit.....	21
Figura 2: Exemplo de um modelo realizado em Revit Arquitetura.....	27
Figura 3: Exemplo de um modelo realizado em Revit Estrutural.....	28
Figura 4: Exemplo de um pedaço de eletroduto.....	31
Figura 5: Esquema de uma planta (à esquerda) e o modelo tridimensional da casa (à direita).....	32
Figura 6: Menu de Famílias da área Elétrica.....	34
Figura 7: Conector Elétrico configurado em uma família de tomada.....	36
Figura 8: Circuito de duas tomadas conectadas à um painel de distribuição.....	37
Figura 9: Tabela de Cabos no Revit.....	38
Figura 10: Circuito de quatro tomadas.....	39
Figura 11: Exemplo de Quadro de Cargas Gerada pelo Revit.....	40
Figura 12: Tubo Hidráulico passando por Eletroduto, em vista de corte.....	42
Figura 13: Tomadas - Vista na planta (acima) e vista 3D (abaixo).....	44
Figura 14: Aplicação das funções Vista 3D (acima) e Câmera (abaixo).....	46

## LISTA DE SIGLAS

BIM	Building Information Modelling
CAD	Computer Aided Design
3D	Espaço Tridimensional
MEP	Mecânica, Elétrica e Hidráulica
NBR	Norma Técnica Brasileira

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1.TEMA DE PESQUISA.....	7
1.2.PROBLEMAS E PREMISSAS.....	9
1.3.OBJETIVOS.....	10
1.3.1.Objetivo Geral.....	10
1.3.2.Objetivos Específicos.....	10
1.4.JUSTIFICATIVA.....	11
1.5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	12
1.6.ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
<b>2.BIM</b> .....	14
2.1.SOFTWARES BIM.....	16
2.2.HISTÓRIA DO BIM.....	16
2.3.DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR (CAD).....	17
2.4.OBJETO CAD.....	18
2.5. MODELOS PARAMÉTRICOS.....	19
<b>3.MECÂNICA DO REVIT</b> .....	21
3.1.ÁREA DE TRABALHO E COMANDOS.....	21
3.2.FAMÍLIAS.....	23
3.2.1.Famílias do Sistema (System Family).....	24
3.2.2.Famílias Carregáveis (Load Family).....	24
3.2.3.Famílias Locais (Model in Place).....	25
3.3.PACOTE REVIT.....	26
3.3.1.Revit Arquitetura (Revit Architecture).....	26
3.3.2.Revit Estrutural (Revit Structure).....	27
3.3.3.Revit Sistemas (Revit Mep).....	28
<b>4.APLICAÇÃO DO REVIT EM PROJETOS ELÉTRICOS</b> .....	29
4.1.REVIT x AUTOCAD.....	30
4.2. DESENHANDO NO REVIT.....	32
4.3.FERRAMENTAS PARA ELÉTRICA.....	33
4.4.CIRCUITOS ELÉTRICOS.....	35
4.5.COMPATIBILIDADE COM PROJETOS DE OUTROS SETORES.....	41
4.6.REVIT E NORMAS BRASILEIRAS.....	42
4.7.VANTAGENS.....	45
4.8.DESVANTAGENS.....	47
4.9.IMPLANTAÇÃO DO REVIT EM UMA EMPRESA.....	48
<b>5.CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>6.REFERÊNCIAS</b> .....	52



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. TEMA DE PESQUISA

Ao olhar pela janela, as pessoas deparam-se todos os dias com muitas construções, casas, prédios, carros, ônibus, ou qualquer tipo de coisa que usamos todos os dias em nosso benefício. Embutida em todas essas criações, há uma estrutura interna que é utilizada pela energia elétrica, e faz com que ela ilumine, ou seja transformada em outras energias para que tudo funcione. Toda essa estrutura precisa ser bem projetada para que desempenhe o seu papel da melhor maneira possível, e esquematizar a estrutura é uma parte importante para isso.

Com a tecnologia avançando rapidamente e constantemente, a área de projetos passou por grandes mudanças. Primeiramente, os desenhos eram feitos à mão, usando folha vegetal e caneta nanquim. Durante muito tempo, os projetos eram feitos dessa maneira, em processos demorados, pois todo cuidado com o desenho deveria ser tomado. Por volta de 1950, surgiu no mercado o que até hoje vem auxiliando os projetistas com desenhos: Os softwares com base em CAD (GIANACCINI, 2012).

CAD significa Computer Aided Design, é o nome para sistemas computacionais usados pela engenharia e outras áreas para auxiliar os desenhos de projetos, podendo eles serem feitos em modo bidimensional (2D) ou tridimensional (3D). Tais sistemas contribuíram com um grande salto nessa área, em relação ao tempo de criação dos projetos e também na praticidade e facilidade ao desenhar. Enquanto no desenho à mão cada projeto tinha que ter sua legenda desenhada, no CAD tem-se modelos prontos para serem aplicados e moldados de qualquer forma. Além da possibilidade de transferir quaisquer traços de um desenho para outro, dando a possibilidade de uma biblioteca de moldes, otimizando o tempo para desenhar detalhes do desenho. (SAEPRO, 2013)

Todas essas vantagens deram aos projetos uma dinâmica totalmente diferente, mais agilidade com mais precisão de escalas, mais projetos em menos tempo. Porém um detalhe

se manteve: As etapas dos projetos à mão, e em CAD, seguem a mesma sequência. Esses softwares, embora revolucionários na maneira de desenhar, mantiveram a filosofia.

AYRES (2013) apresenta em sua notícia, sobre o mercado de projetos, que há outros mecanismos disponíveis há algum tempo que podem ser usados por projetistas, porém são pouco explorados pelas áreas de engenharia, principalmente a elétrica. Os mecanismos citados são os softwares que utilizam a ferramenta BIM (Building Information Modelling).

*“BIM é um modelo base de processo inteligente que fornece uma visão para auxiliar você a planejar, projetar, construir e gerenciar construções e infraestruturas”* (AUTODESK, 2006). Segundo Eastman (2008, p. 1), o conceito BIM garante uma interação maior entre todas as pessoas envolvidas no projeto, desde os projetistas que estão desenhando, até os clientes que terão uma linguagem de mais fácil entendimento, comparado ao modelo atual, o CAD. Além disso, a visão que ela fornece é pensada de forma a integrar engenheiros, projetistas, arquitetos, desenhistas dos vários campos participantes, e propiciar maior comunicação entre todos, abrindo espaço para decisões e resoluções de problemas mais facilmente, bem como permitir o acompanhamento de cada etapa, do início ao fim, e a possibilidade de compatibilização entre todos os setores ao longo da fase de projeto. (MCFARLAND, 2006, p. 2)

Os softwares BIM possuem as ferramentas necessárias para a aplicação de toda essa metodologia, que trará muitos benefícios na fase de projeto de qualquer construção. Incluir a área de eletrotécnica é expandir o ramo, pois possibilitará uma comunicação maior entre os setores, visto que as empresas de outras áreas como Engenharia Civil e Arquitetura também estão em processo de implantação para a aplicação do BIM em seus projetos.

Embora esta migração esteja ocorrendo aos poucos, não há um estudo fortemente aplicado à área elétrica. Porém a possibilidade de estudar essa matéria será de grande benefício aos futuros projetos (MCFARLAND, 2006, p. 2).

## 1.2. PROBLEMAS E PREMISSAS

Atualmente há uma tradição de manter projetos elétricos desenhados em duas dimensões. Embora exista uma grande diversidade de softwares e grande conhecimento em relação a desenhos tridimensionais, os projetos elétricos são muito pouco explorados nessa área, não havendo conhecimento e nem avanços significativos. Portanto, é muito escassa a informação referente ao seu real desempenho e vantagens desenhando tais projetos em três dimensões.

Explorar essa área pode trazer aos projetos muitas vantagens que, atualmente são questões ou problemas frequentes que encarecem seu custo e diminui a otimização do tempo. Um exemplo é a necessidade de compatibilidade entre projetos. Com o projeto elétrico de um estabelecimento sendo feito em três dimensões, torna-se mais fácil a união do mesmo aos projetos arquitetônico, estrutural, hidráulico, mecânico e de outras áreas, podendo todas serem incluídas no mesmo desenho.

Um grande problema que afeta o tempo de desenvolvimento dos projetos são as mudanças repentinas da estrutura da construção pelo cliente. Muitas vezes, horas são tomadas para gerar um corte do projeto. Com isso, uma ferramenta que resolve com eficácia esse problema é criar vistas de cortes do projeto, e modificar o desenho pelas vistas. Qualquer tipo de alteração pode rapidamente ser implantada, e as consequências de tal mudança automaticamente são atualizadas a todos os projetos. Essa ferramenta é fornecida pelos softwares com base em BIM (EDULEARN, 2013).

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo Geral

A pesquisa situa-se na área de projetos de instalações elétricas e tem como objetivo dar uma introdução ao entendimento da modelagem de projetos elétricos tridimensionais, destacando os benefícios e facilidades que as ferramentas dos softwares BIM podem proporcionar. Para isso, foi necessário estudar o software REVIT, baseado em BIM, analisando seu desenvolvimento e adaptação à nova filosofia de projetos e comparando seu desempenho em relação à criação de projetos na modelagem antiga, pelo AutoCAD baseado em CAD.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Analisar a adaptação de desenhar projetos elétricos usando um ambiente de modelagem tridimensional.
- Comparar as vantagens e desvantagens entre os projetos desenhados em BIM com os desenhados em CAD.
- Entender como o projeto elétrico interage com outros projetos, sendo desenvolvidos em conjunto no mesmo arquivo de projeto.
- Avaliar as vantagens que o projeto tridimensional reflete na etapa de execução / montagem;

## 1.4. JUSTIFICATIVA

Grande parte dos projetos elétricos feitos pelos engenheiros eletricitas até os dias de hoje utilizam como ferramenta de desenho, principalmente softwares da plataforma CAD.

Engenheiros civis e arquitetos, que também tinham como sua principal ferramenta os softwares CAD, perceberam que a ferramenta BIM pode ser capaz de acelerar e melhorar a rotina do projeto e começaram aos poucos migrando suas atividades para a nova tecnologia (AYRES, 2013).

O problema inicial será entender a funcionalidade do programa e averiguar a viabilidade da migração de projetos de instalações elétricas que utilizam a tecnologia CAD para a tecnologia BIM como ferramenta para desenhar o projeto, analisando fatores como o tempo de aprendizado, capacitação e adaptabilidade do programa, e comparando custo inicial na aquisição do software e as melhorias apresentadas.

Este trabalho propõe analisar o uso da tecnologia BIM na minimização de erros de interpretação de projetos por parte dos executores da obra, bem como avaliar o ganho de velocidade e de tempo na produção do projeto. Também propõe identificar as melhorias no aspecto do projeto para apresentação ao cliente.

Uma das etapas mais trabalhosas nos projetos elétricos é o levantamento de dados dos materiais que o compõem. Reconhecendo a importância da precisão do orçamento para assim fazer um melhor planejamento e explorando as ferramentas do software paramétrico pretende-se verificar se a melhor visualização do projeto, melhora a contabilização dos materiais e assim diminuam os erros da lista de materiais.

## 1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realizar o trabalho, primeiramente foi estudado o software REVIT, baseado em BIM. Existem outros softwares com essa tecnologia, porém a Autodesk fornece uma licença gratuita, por três anos, para alunos e professores que queiram utilizá-lo em trabalhos acadêmicos.

O foco foi aprender todos os mecanismos de desenhos, e as ferramentas fornecidas por ele. Entender o funcionamento dos desenhos tridimensionais, e criar a habilidade de desenhar no novo modelo de software. Ao mesmo tempo, foi pesquisada a bibliografia sobre desenhos tridimensionais e gerenciamento de projetos para auxiliar no entendimento da área.

Com todo o embasamento teórico, foi desenhado uma construção de uma casa usando a plataforma Revit, com elementos de elétrica, utilizando todos os recursos possíveis que o programa oferece, e que foram aprendidos. Nem todas as ferramentas foram usadas, pois o Revit é um software que não era de conhecimento dos autores desse trabalho, e foi necessário um aprendizado com cursos básicos, e o uso frequente do software.

Em contrapartida, o AutoCAD é mais familiar, sendo usado em realização de vários projetos. Portanto, foram realizadas análises de vantagens e desvantagens de acordo com a experiência adquirida em trabalhos realizados.

## 1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em quatro partes. O foco da primeira parte é a apresentação deste trabalho, com uma introdução sobre o que é BIM, um panorama da área de projetos elétricos e a importância de estudar esse software.

A segunda parte apresenta uma ideia mais detalhada da tecnologia BIM, descrito o ambiente de trabalho que é estudado, e examinando detalhadamente o novo conceito de trabalhar com projetos.

Na terceira parte é apresentado o software Revit, com base em BIM, entendendo seu funcionamento e as ferramentas fornecidas pelo programa, além de entender a sua dinâmica de uso.

A quarta parte está focada no uso da tecnologia para engenheiros eletricitas, abordando todas as ferramentas e o modo como o software trabalha os projetos elétricos. Além disso, está sendo construído um projeto simples para o estudo do novo conceito e sua aplicação. Também serão discutidos os resultados obtidos no trabalho, ou seja, a viabilidade na utilização dos softwares BIM na área de projetos elétricos, a qualidade do desenho utilizando a nova ferramenta de trabalho, o impacto à rotina de projetos elétricos no dia a dia, além de outros fatores importantes para o profissional.

## 2. BIM

BIM é uma sigla para Building Information Modeling, que significa Modelagem da Informação da Construção. Esse conceito curioso tem sido muito discutido nos campos de projeto e construção durante mais de vinte anos, e foi bastante difundido entre as empresas de serviço destas áreas. Porém, o que é e onde surgiu essa nova filosofia para trabalhar em projetos? (QUIRK, 2012).

BIM é uma tecnologia inovadora e promissora que surgiu para remodelar a forma como o projeto é visualizado e elaborado. Foi desenvolvido com o propósito de projetar a obra como um todo, não apenas desenhá-los e visualizá-los em 3D, mas utilizar de suas ferramentas para elaborar fielmente um modelo virtual de uma construção. Utilizando o BIM, pode-se fazer uma simulação de uma construção antes de ela ser implementada, com todos os seus componentes. O BIM trata o elemento do projeto, não somente como um desenho geométrico, mas como um modelo virtual.

A tecnologia busca uma aproximação entre o projeto, a construção, o gerenciamento da obra e o produto final. O propósito é obter uma clara visualização final do produto antes do projeto ser executado, possibilitando mudanças e ajustes de acordo com o gosto do cliente e melhorias que não são fáceis de visualizar em uma vista bidimensional (MCFARLAND, 2007, p.4). Com isso se evita fazer essas mudanças no decorrer da construção e evita-se paradas e atrasos da obra. Também permite uma melhor visualização do projeto pelos executores, minimizando erros durante a execução da obra.

Entretanto, para utilizar a tecnologia BIM é necessário uma mudança de paradigma, devendo-se mudar a forma como o projeto é concebido.

Da mesma maneira que ocorreu quando os desenhos eram feitos em pranchetas, os projetistas passaram por uma mudança de paradigma, pois o modelo adotado até então era desenvolver o projeto à mão. Com a chegada da era digital e o avanço da informática, os projetistas adotaram um novo conceito, e desenvolveram ferramentas computacionais que se assemelhavam às ferramentas utilizadas para o desenho em prancheta, ou seja, criaram uma prancheta virtual. Além disso, perceberam que podiam acelerar a rotina de projetos, e



que houve um ganho de produtividade com essa mudança, além da facilidade em reproduzir e compartilhar arquivos.

Por isso, para adotar um novo modelo, deve-se primeiramente realizar um estudo investigativo sobre as vantagens que essa nova tecnologia propõe.

Quem desenvolveu as ideias iniciais do conceito BIM foi Chuck Eastman, e explicando sobre a nova tecnologia, ele diz:

O BIM representa uma mudança de paradigma que trará inúmeros benefícios, não apenas para aqueles da construção industrial, mas para a sociedade como um todo, pois construções melhores são ambientes que consomem menos energia e, em consequência, exigem menos recursos de trabalho e capital. Com a tecnologia BIM, um modelo virtual acurado de um ambiente é construído computacionalmente. (EASTMAN, 2008, p. 9).

Em termos práticos, BIM é uma maneira para projetar edificações envolvendo a criação e o uso inteligente de modelos em 3D. Comparado aos desenhos tradicionais em 2D, esses modelos dão a todos os participantes um melhor entendimento do projeto, direcionando para resultados melhores e mais previsíveis da edificação.

A diferença entre BIM e CAD é evidenciada, pela Autodesk, nos seguintes termos:

Qual é a diferença do BIM para o CAD? O BIM é mais do que simplesmente um CAD 3D, mais do que apenas um modelo em 3D de uma edificação. As soluções em BIM usam tecnologia de base de dados relacional para integrar informação e relacionamentos entre os modelos, criando modelos “inteligentes” (AUTODESK, 2006).

Além disso, segundo Eastman (2008, p.1), o BIM é uma maneira de trabalhar em conjunto entre todos os membros do projeto, aproximando o arquitetônico, estrutural e complementares, havendo maior facilidade no compartilhamento e interpretação dos dados do projeto por parte de toda a equipe envolvida. Resulta em uma descrição digital completa de um projeto de construção. A ideia é pensar que todos os envolvidos com o projeto se comunicam com uma linguagem universal para colaborar na construção virtual do projeto.

## 2.1. SOFTWARES BIM

Os softwares BIM utilizam tecnologia de ponta e oferecem uma inteligência muito além de somente modelar um desenho em 3D. Eles têm a capacidade de representar os aspectos físicos e propriedades intrínsecas das construções a partir de modelos orientados a objeto, ou seja, todas as informações das estruturas são armazenadas em um banco de dados em forma do modelo (SAEPRO, 2013). Isso permite que tais informações sejam usadas pelo programa e que toda a modelagem seja calculada de acordo com os parâmetros registrados e forneçam a simulação virtual do ambiente, com as características próprias do sistema desenhado.

Com o software BIM, há uma melhor coordenação entre a equipe envolvida com o projeto, engenheiros, arquitetos e construtores, bem como uma visão clara do sistema pelos investidores e empreiteiros. Simular várias opções de construção para analisar o custo e o tempo da obra permite que o investidor avalie a versão final do projeto e peça os ajustes desejados antes que a obra seja implementada. Conforme o desenho é modificado, os cálculos matemáticos são atualizados, podendo analisar o projeto sob várias perspectivas (AUTODESK, 2006, p. 3).

## 2.2. HISTÓRIA DO BIM

Em 1975, Charles Eastman publicou no artigo “The Use of Computers Instead of Drawings In Building Design” no AIA Journal, o que seria sua primeira visão do Building Information Modeling que conhecemos atualmente.

Ele pretendia desenvolver um modelo computacional com o propósito de melhorar a forma como o projeto é realizado, propondo representar todos os elementos de um projeto usando modelos em vez de desenhos geométricos (no software Revit, esses modelos são as famílias, enquanto que no AutoCAD os desenhos estão em blocos). Também pensou em

usar gráficos computacionais para representar os objetos e visualizá-los de diversos ângulos, além de automatizar os cálculos e armazenar os dados.

### 2.3. DESENHO AUXILIADO POR COMPUTADOR (CAD)

A sigla CAD significa desenho auxiliado por computador (Computer Aided Design), que toma por filosofia auxiliar os projetistas nos desenhos dos projetos. Os softwares CAD são desenvolvidos para ajudar a desenhar, trazendo ferramentas úteis que substituem muitas ferramentas no desenho à mão (MCFARLAND, 2007, p. 5).

Atualmente, os softwares CAD são líderes no mercado de softwares de desenho, sendo usados por diferentes áreas, cujas funções precisam implementar em desenho todos os conceitos e ideias, antes de serem materializados. O software que mais se destaca, nesse ramo, é o AutoCAD, da empresa Autodesk.

A tecnologia começou com essa empresa em 1982, e antes disso, todos os projetos e desenhos eram feitos em papel em cima de prancheta. Para auxiliar nos desenhos, muitas funções eram utilizadas, e dentre elas, tem-se as canetas a nanquim, esquadros, régua “T”, bolômetros, curva francesa, escalímetros, e outros instrumentos (GIANACCINI, 2012).

A partir de 1982, foi apresentado o AutoCAD, pela empresa Autodesk, possibilitando o uso do computador como auxílio para desenhar projetos bidimensionais. Não era um programa de desenho comum, pois trazia ferramentas para que os desenhos pudessem ser feitos de maneira precisa. No começo, o programa era muito limitado, mas com as atualizações decorrentes, o software passou a se tornar muito prático e eficiente, sendo reconhecido pelo mundo com suas muitas possibilidades de uso (GIANACCINI, 2012).

Com o tempo, a tecnologia CAD começou a se mostrar útil em áreas de atuação diversas. Arquitetura e civil usam o programa para os desenhos dos projetos arquitetônicos e estruturais. Na área médica, o software é usado nos laboratórios de prótese e clínicas odontológicas. Na mecânica, ele é muito utilizado para o projeto de peças. E na elétrica, o CAD é usado para os projetos elétricos, desde iluminação até instalações de equipamentos e

motores. E há muito mais aplicações em outras áreas, mostrando a importância da tecnologia em cada setor (GIANACCINI, 2012).

O CAD é uma tecnologia compatível ao BIM, porém aquele é o menos efetivo de todas as ferramentas que esse utiliza. Ao mesmo tempo, o CAD é o mais simples e o mais antigo. Portanto, aplicar CAD usando BIM, requer muito esforço, tornando-se inviável. A qualidade da tecnologia dependeria, exclusivamente, em uma pessoa acrescentar e atualizar as informações no CAD, realizando uma manutenção manual recorrente. A cada mudança do projeto, há a necessidade de voltar ao CAD, e modificar qualquer área afetada (MCFARLAND, 2007, p. 5).

Ou seja, o modo BIM requer tanto esforço do CAD, que por este motivo, ele é pouco incorporado nas ferramentas de uso.

## 2.4. OBJETO CAD

O Objeto CAD (Object CAD) também é uma tecnologia usada no BIM. Ele consiste em simular componentes de construção desenhados no CAD regular e foca na geometria tridimensional desses desenhos. (MCFARLAND, 2007, p. 6).

O Objeto CAD é muito efetivo, e consegue coordenar muitas representações de uma estrutura em um único arquivo, tendo arquivado todas as informações necessárias. Por causa de toda essa capacidade de armazenar informação que o Objeto CAD possui, ele pode ser facilmente implementado pelo BIM, e traz resultados imediatos. (MCFARLAND, 2007, p. 6).

Porém, assim como o CAD, o Objeto CAD depende muito da confiabilidade do usuário. Embora ele consiga armazenar todas as informações, ao realizar uma modificação, ele não transmite essa modificação ao projeto totalmente, havendo a necessidade do usuário alterar cada objeto afetado. Isso não garante alta qualidade, confiabilidade e informação

coordenada no mesmo nível que as ferramentas aplicadas pelo BIM oferecem (MCFARLAND, 2007, p. 6).

## 2.5. MODELOS PARAMÉTRICOS

A Autodesk (2015) cita o conceito de modelagem paramétrica aplicado como relações entre todos os elementos em um projeto, possibilitando a coordenação e a mudança no gerenciamento que o programa fornece. Essas relações são criadas automaticamente pelo software ou usuário enquanto trabalha.

Este conceito é utilizado no BIM herdada do CAD, e a Autodesk esclarece o modo de funcionamento no seu programa dessa forma:

Na matemática e mecânica do CAD, os números ou características que definem estes tipos de relacionamentos são chamados de parâmetros; conseqüentemente, a operação do software é paramétrico. Essa habilidade na coordenação e os benefícios de produtividade do Revit proporciona principalmente: mudar qualquer coisa, a qualquer momento em qualquer lugar do projeto, e o Revit coordena essa mudança através de todo o projeto (AUTODESK, 2015).

E a Autodesk aproveita o potencial do BIM, e investe em um programa preparado para usar tal tecnologia de uma forma intuitiva. O Revit é o software que utiliza como base essa tecnologia BIM. Ela se baseia em CAD, OBJETO CAD e Modelos paramétricos. Esse último é o mais importante, pois ele define o conceito que os softwares BIM trazem à área de projetos: Uma modelagem real de uma construção, em vez de um desenho geométrico representativo.

O Revit determina imediatamente o que é afetado por mudanças e reflete as alterações a cada elemento afetado. *“A característica fundamental do Revit é a habilidade de coordenar alterações e manter a consistência em todos os momentos”* (AUTODESK, 2015). Não é necessário o usuário intervir, ou acionar comandos para atualizar desenhos ou outros

conteúdos, sendo esse fenômeno automático. E para isso, o Revit utiliza dois conceitos-chave que o tornam especialmente poderoso e fácil de usar. O primeiro é a captura de relações enquanto o desenhista trabalha. A segunda é a sua abordagem em alterar a construção como um todo. O resultado é um software que funciona como o usuário trabalha, sem a necessidade de entrada de dados fúteis para o desenho. (AUTODESK, 2015)

### 3. MECÂNICA DO REVIT

O software BIM escolhido, para ser utilizado como objeto de pesquisa, como mencionado anteriormente, é o Revit, da Autodesk. Este programa traz muitas funcionalidades, e sua tela de trabalho é muito parecida com a do AutoCAD. As funções para desenho são diferentes, visto que o Revit opera com base de dados orientado a objeto. Portanto, as opções que são vistas para desenhar não são linhas, círculos, ou outras representações geométricas, mas os objetos que compõem o projeto a ser desenhado, ou seja, paredes, janelas, vigas, eletrodutos, cabos, e toda a biblioteca fornecida, como opção, pelo Revit. Neste capítulo serão abordadas algumas funções indispensáveis para o uso do Revit.

#### 3.1. ÁREA DE TRABALHO E COMANDOS

Na figura 1 se tem uma imagem da tela inicial do software Autodesk Revit.

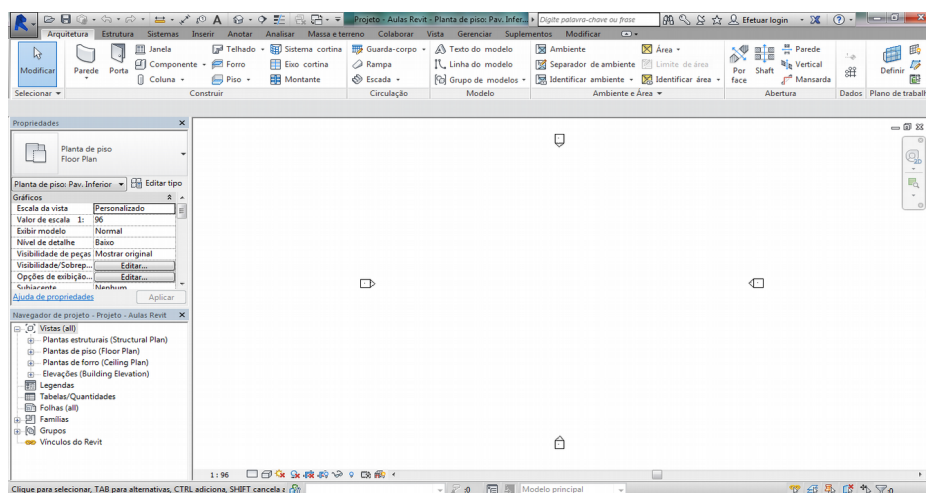


Figura 1: Área de trabalho do software Revit.

Fonte: Autoria própria

Embora o AutoCAD tenha a versão em português, a maioria dos usuários prefere o uso em inglês, por estarem familiarizados com a linha de comando deste, já que os comandos da versão portuguesa estão traduzidos, gerando dúvida e desconforto ao acionar atalhos ou procurar comandos no menu. O Revit, em todos os idiomas disponíveis para uso, inclusive o português, possui as linhas de comando padronizadas. Ou seja, independente da linguagem instalada, o comando será o mesmo para ativar as opções pela linha de comando. Portanto, a versão em língua portuguesa é uma opção a mais propostas pelo Revit

Os campos que mostram as opções são importantes para o desenho pelo fato do Revit ter sua linha de comando complexa. O usuário é limitado a escrever, no máximo, duas letras para acionar um comando, nas quais nem sempre são organizados com um padrão simples. Quando escrever apenas uma letra, para acionar o comando, é necessário pressionar enter ou espaço. Já quando escrever as duas letras, o programa acionará o comando desejado automaticamente. Dois exemplos são os comandos “linha” e “fiação”.

No AutoCAD, para acionar o comando “linha”, o usuário entrava com " l " ou " line ", e pressionando enter ou espaço, a indicação do mouse já estava preparado para desenhar uma linha na prancheta virtual. No Revit, para usar o mesmo comando, deve-se escrever “li”, e o comando será acionado automaticamente. Se escrever “l”, ele dará a opção de um outro comando, que nem sempre é o mesmo, e logo a frente será explicado o motivo.

Já o comando “Fiação” não existe no AutoCAD por ele não ser uma forma geométrica, mas um objeto por base de dados. No Revit, para acionar o comando, deve-se digitar “EW”, abreviação para “Electric Wires”. Para aprender essas teclas de atalho, deve-se deixar o mouse em cima do objeto no menu de comandos, e logo que aparecer a explicação sobre o item selecionado, ao lado do nome do objeto tem, entre parênteses, um comando com duas letras. Essa é a tecla de atalho utilizado na linha de comando para abrir a opção de desenhar o objeto.

Há outras teclas de atalho que mudam de acordo com a visão do projeto. Isso porque, dependendo da visão do desenho, certas opções são desabilitadas por não ser possível desenhá-las. Lembrando que o plano de trabalho no Revit é uma construção virtual, e não uma prancheta que aceita qualquer desenho.



Além disso, o menu de opções do Revit será muito utilizado, pois há certas opções que não são acionadas por linha de comando. Dentre essas, tem-se as variações de determinados objetos. Usando o comando “Fiação” novamente, no menu ele possui três opções: “Fiação”, que pode ser acionado pela linha de comando, “ Fiação em Spline” e “Fiação Chanfrada”. As duas últimas serão necessariamente utilizadas no projeto, porém não há tecla de atalho para elas, tendo que ser chamadas pelo menu.

### 3.2. FAMÍLIAS

De acordo com o manual da Autodesk sobre o Revit, família:

É um grupo de elementos com um conjunto de propriedades comum, chamadas de parâmetros, e uma representação gráfica relacionada. As variações na família são chamadas de Modelos e Tipos. As famílias são o coração do Revit... (AUTODESK, 2015).

Sendo assim, conforme Maritan (2013), tudo o que compõe o desenho é família. Paredes, janelas, portas, divisórias, dutos, calhas, fiação, eletrocalhas e todas as outras opções que o Revit oferece para o desenho.

As famílias podem ser genéricas ou customizadas, utilizando vários parâmetros: fabricante, tipo, dimensões, e outros parâmetros equivalentes ao objeto. Em relação aos genéricos, a base de dados é configurada sem nenhuma conexão com fabricantes, mas possuem padrões comerciais. Há também a possibilidade de empresas criarem uma base de dados contendo seus produtos, e as características registradas em famílias, sendo um arquivo completo, com fotos e dados específicos.

Segundo Maritan (2013), existem três tipos de famílias:

- Famílias do Sistema;
- Famílias carregáveis;
- Famílias Locais.

### 3.2.1. Famílias do Sistema (System Family)

São os elementos de construção do projeto. Nesse tipo, não é possível utilizar famílias carregáveis e são predefinidas no Revit. Ou seja, não é possível adicionar características ou alterar parâmetros já existentes. Também não há como criar modelos, apenas tipos. Como exemplos temos as paredes, pisos, forro, cobertura, escadas, rampas (MARITAN, 2013).

### 3.2.2. Famílias Carregáveis (Load Family)

Compõem essas famílias os elementos que são normalmente comprados e instalados nas construções. Diferentemente das famílias do sistema, essas podem ser criadas e modificadas normalmente pelo Revit, além de possuir opção para salvar essas famílias em um arquivo externo. Também há modelos e tipos que podem ser carregados aos projetos (MARITAN, 2013).

Essas famílias são compostas por janelas, portas, gabinetes, materiais, vegetação, mobiliário.

### 3.2.3. Famílias Locais (Model in Place)

São elementos únicos criados para o projeto específico em desenvolvimento. Eles são modelados dentro do arquivo do projeto, e portanto, não podem ser copiados ou exportados do arquivo para uma família carregável (MARITAN, 2013).

Uma boa configuração das famílias é o que gera a diferença de resultado no projeto. E com isso há duas maneiras de desenhar no Revit:

A primeira é o desenho com a preocupação estética do projeto. Como o Revit possui ferramentas muito poderosas, são muito atrativos os desenhos realizados no Revit, pois o resultado final é esteticamente bonito. Podem ter várias vistas do projeto, com texturas, camadas, simulações de iluminação, tendo uma estética peculiar detalhada. Quem opta por essa maneira de uso do Revit, não precisa ter o empenho de configurar as opções de fabricantes, custos e detalhes dos equipamentos. Para isso, pode-se criar estilos genéricos dos equipamentos e materiais que serão utilizados para a criação do projeto, e usá-los no desenho.

A segunda opção é desenvolver um projeto completo no Revit, usando todas as características como a quantificação e lista de materiais, fabricantes, detalhes de construção, e outras ferramentas fornecidas pelo Revit. Nesse modo de projeto, o software, depois de concluído o desenho, fornecerá toda a lista de materiais, junto com os detalhes e a quantidade usada e, inclusive, os custos totais. Isso é feito, pois o programa se apropria de todas as medidas desenhadas, de cada material usado, e calcula, a partir dos custos estabelecidos para cada material, todo o orçamento do projeto. Essa ferramenta é muito eficiente quando o projeto é focado totalmente na filosofia BIM de gerenciar projetos.

### 3.3. PACOTE REVIT

O pacote Revit, atualmente, é dividido em três áreas de trabalho. Até a versão 2013, eles eram vendidos separadamente, porém após essa versão, todos estão incluídos no mesmo pacote:

- Revit Arquitetura;
- Revit Estrutural;
- Revit MEP.

Todas as três podem ser ligadas em um mesmo modelo, oferecendo uma construção virtual, no Revit, do projeto. Ou cada estrutura pode ser usada de modo individual, como uma parte do projeto vindo de outros softwares, como o AutoCAD.

#### 3.3.1. Revit Arquitetura (Revit Architecture)

No Revit, essa área é focada ao desenho arquitetônico do projeto. As opções fornecidas são para construir paredes, janelas, portas, escadas, e afins. Todo esse desenho é bem detalhado, podendo inserir, por exemplo texturas de parede (rebocos e acabamentos). Ou seja, aqui é o lugar onde são trabalhados os conceitos e modelagens iniciais do projeto, conforme mostra a figura 2. (AUTODESK, 2006).



Figura 2: Exemplo de um modelo realizado em Revit Arquitetura  
Fonte: GRABCAD, 2012

### 3.3.2. Revit Estrutural (Revit Structure)

Na sequência, após a modelagem inicial do projeto, o Revit Estrutural proporciona as ferramentas necessárias para o estudo e detalhe dos modelos estruturais da construção, sejam as paredes, vigas, treliças, pisos e outros elementos. A figura 3 é um exemplo de um projeto estrutural realizado no Revit (AUTODESK, 2006).

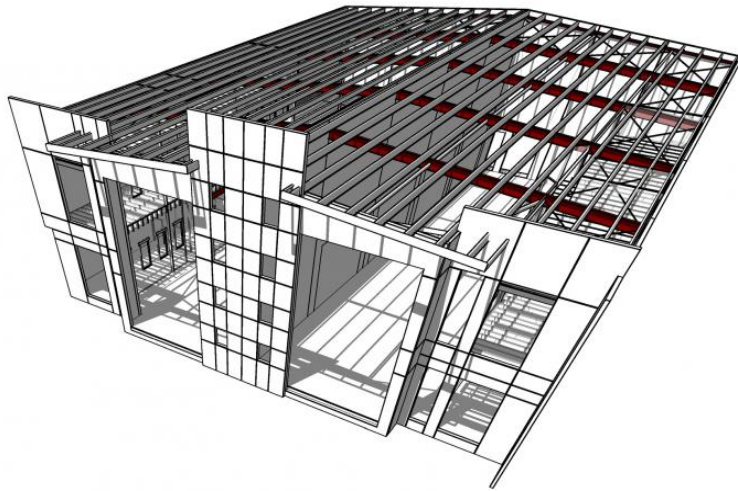


Figura 3: Exemplo de um modelo realizado em Revit Estrutural

Fonte: NGSTEBBING, 2012

### 3.3.3. Revit Sistemas (Revit Mep)

O último elemento divisório do Revit, é o Revit MEP. A Sigla MEP significa os sistemas mecânicos, elétricos e hidráulicos. É a modelação de informação voltada aos profissionais dessas áreas. Nessa última parte são modelados os projetos complementares das construções, sendo desenhados os dutos, cabos, eletrodutos, calhas, equipamentos mecânicos e de hidráulica. Sendo assim, *“o software é capaz de influenciar a dinâmica da informação em modelos inteligentes, permitindo que sistemas complexos de construções sejam precisamente projetados e documentados em um curto período de tempo.”* (EDULEARN, 2014).

Ao mesmo tempo em que essas três opções do Revit estão segmentadas, a filosofia BIM traz o conceito do trabalho mútuo com a melhor compreensão e maior eficiência em compatibilidade entre as áreas distintas. Ou seja, a suíte Revit, em conjunto com uma ferramenta de comunicação online, oferecem essa possibilidade do trabalho interdisciplinar simultâneo.

#### 4. APLICAÇÃO DO REVIT EM PROJETOS ELÉTRICOS

Um fato que se divulga pelo mercado é que o software Revit é programado especificamente para uso da Arquitetura e Engenharia Civil. De fato, o mercado que mais se potencializa, no Brasil e no mundo, em relação a projetos realizados em Revit, são nessas duas áreas. Embora o programa possua funções para os projetos de elétrica, a princípio, ainda não é um ramo explorado.

A grande pergunta para o tema é: Será que o Revit é tão limitado a projetos elétricos para uso dos engenheiros eletricitas, assim como é refletido no mercado?

O que ajuda a responder essa pergunta é o estudo da ideia que o conceito BIM apresenta, e dos mecanismos do Revit. Primeiramente, o BIM foi pensado para todo e qualquer tipo de projeto: Seja arquitetônico, civil, estrutural, mecânico, elétrico ou hidráulico. E muito além disso, para unir e desenhar todos esses projetos, em um único arquivo, havendo uma comunicação mais fácil e acessível a todos os profissionais relacionados a cada setor do projeto.

Outro ponto importante é que o software, em sua maior parte, é parametrizado pelo projetista. Ou seja, o usuário pode acrescentar e modificar parâmetros do Revit, de acordo com normas e padrões que a pessoa utiliza.

Além disso, o Revit traz muitas funcionalidades que permitem a construção de elementos de elétrica. É possível criar famílias de transformadores, geradores, painéis, eletrodutos, tomadas, luminárias e qualquer elemento que faça parte da estrutura de uma instalação elétrica.

O que alguém poderia questionar é o fato de que essas famílias precisam ser criadas. Realmente, sem famílias não há como desenhar um projeto nesse software. Porém, com o Revit estando no mercado há alguns anos, muitas famílias já foram criadas, tendo uma biblioteca que pode ser acessada gratuitamente em vários sites, ou buscar uma versão paga de alguns criadores, pelos sites especializados em famílias para Revit. Como exemplo, tem-se a própria Autodesk que fornece, junto ao programa, a possibilidade de instalar uma

biblioteca de famílias de modelo genérico. Esses modelos possuem as características esperadas do objeto a ser usado.

Mesmo que não tenha o modelo desejado, o Revit possui um sistema de criação e edição de famílias. Nele, pode-se desenhar o modelo do objeto, e acrescentar as informações necessárias relacionadas a ele. Nem tudo pode ser criado no Revit, mas boa parte do que é relacionado à elétrica, o Revit possui as funções adequadas para criar.

É necessário entender e aplicar cada ferramenta fornecida pelo software, em relação à elétrica. Algumas serão explicadas nesse capítulo, tendo maiores detalhes.

#### 4.1. REVIT x AUTOCAD

Primeiramente, há uma grande diferença do Revit em relação ao AutoCAD. Enquanto este opera a tecnologia bidimensional, tridimensional e os modelos paramétricos independentemente, no Revit, eles estão unidos e não funcionam separadamente. É bom entender o que isso significa.

No AutoCAD, é possível desenhar um projeto totalmente em 2D. Normalmente, os projetos elétricos são feitos assim. Com legendas e notas, é possível distinguir cada elemento desenhado.

Também existe a possibilidade de desenhar em 3D. Essa opção é muito utilizada quando precisa de detalhes, seja de componentes ou da própria instalação dos equipamentos elétricos. Porém, mesmo com o desenho em 2D pronto, é necessário desenhar em 3D separadamente, caso precise para o projeto.

E por fim há a modelagem paramétrica. Essa é menos utilizada, por não ser tão intuitiva no AutoCAD, porém é uma tecnologia poderosa. Nela, pode-se configurar blocos automáticos de materiais elétricos, registrando suas características como potência, tensão, e relacioná-las, realizando cálculos de demanda, dimensionamento, e outros necessários.



Embora o AutoCAD possua as três opções, pode-se fazer um projeto elétrico inteiramente em 2D, sem necessidade de desenhos em 3D ou modelagem paramétrica.

O Revit também possui todas essas tecnologias, porém não é possível usá-las individualmente. Isso não significa que seja um software complicado de usar. Ao contrário, quando se aprende seus mecanismos, é perceptível a intuitividade do programa para projetar. Na figura 4 tem-se um exemplo de como são trabalhadas juntas as tecnologias. Quando desenhado o eletroduto na simulação de planta (acima), automaticamente seu modelo tridimensional é desenhado (abaixo).

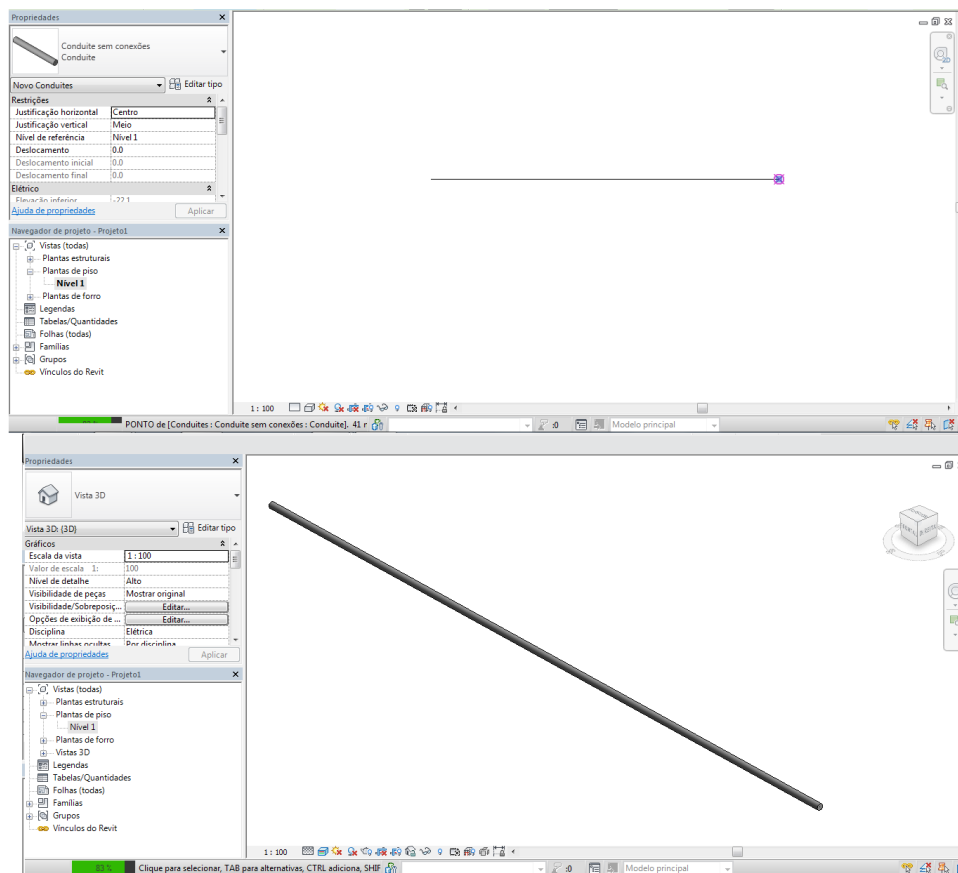


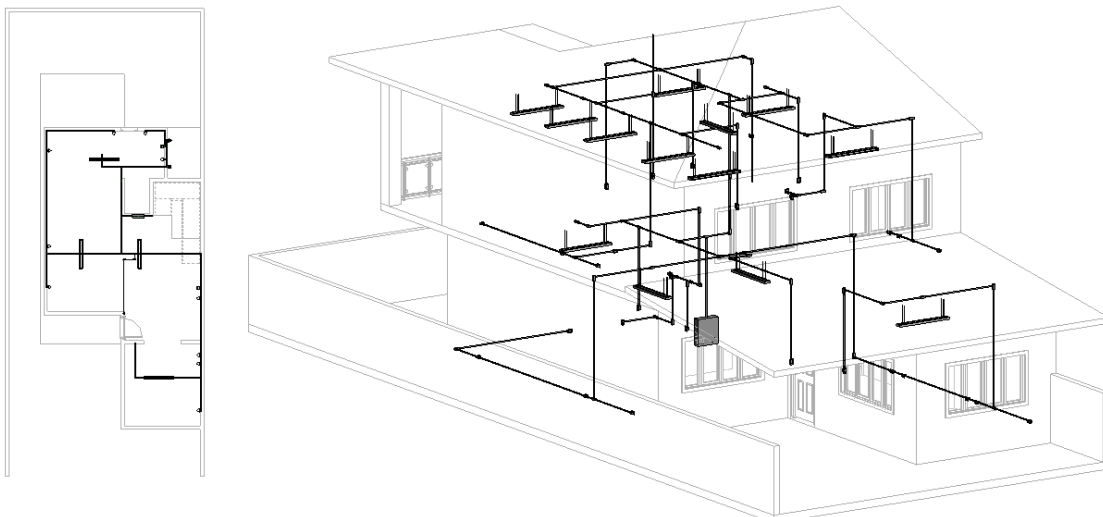
Figura 4: Exemplo de um pedaço de eletroduto.

Fonte: Autoria Própria

Com o exemplo, nota-se que a tecnologia CAD é usada no Revit, porém o destaque no software é a facilidade de uso de modelagem paramétrica, nos quais os modelos são as famílias, já explicadas anteriormente.

#### 4.2. DESENHANDO NO REVIT

Com o Revit, a maneira mais simples de começar um projeto é desenhar a planta baixa. Ele não trabalha especificamente com desenhos em 2D, mas com 2D simulado de um desenho em 3D. Isso significa que ao desenhar uma planta, na realidade, está desenhando um modelo tridimensional da construção com uma vista por cima. Na figura 5 tem-se um exemplo da planta de pavimento térreo vista pelo forro, à esquerda, que é uma simulação de planta do térreo do projeto elétrico tridimensional, que está à direita.



*Figura 5: Esquema de uma planta (à esquerda) e o modelo tridimensional da casa (à direita).*

*Fonte: Autoria Própria*

O Revit faz e monitora toda a modelagem do sistema elétrico. Ou seja, após os equipamentos elétricos estarem nos lugares previstos, o usuário, com comandos fáceis, conecta-os ao painel ou fonte de alimentação prevista, realizando o cálculo de dimensionamento dos componentes.

Mesmo com essa modelagem sistêmica, o Revit não automatiza a passagem de eletrodutos, mas prioriza as ligações sistêmicas do projeto. Quanto à passagem de cabos, deve ser pensada e desenhada pelo projetista.

Para que essas ferramentas funcionem, é importante ajustar adequadamente as configurações de elétrica no Revit. Nas configurações, é possível definir qual o sistema de distribuição, range de tensões, tipo de fiação e detalhes de eletrodutos e eletrocalhas.

Também é possível definir tipo de cargas, fatores de demanda e de potência, e definir outros parâmetros para os cálculos que podem ser realizados.

Sendo assim, os engenheiros eletricitas modelam os circuitos de força e comando, definindo circuitos, tipo de fiação, range de tensão, sistemas de distribuição, e fator de demanda. Nesta etapa, são importantes todos esses dados para garantir a compatibilidade das conexões elétricas no projeto e prevenir sobrecargas ou tensão incompatível (AUTODESK, 2006, p. 11).

#### 4.3. FERRAMENTAS PARA ELÉTRICA

O Revit é funcional para várias áreas, e em cada uma, ele possui as ferramentas necessárias para auxiliar no projeto. Na elétrica, as paredes arquitetônicas ficam invisíveis, mostrando apenas as linhas de contorno. Isto é feito automaticamente, quando colocado a função do software para a matéria “elétrica”.

No menu de opções, a parte elétrica possui as seguintes famílias:

- Fiação: Possibilidade de indicar a fiação para cada equipamento elétrico, ou regiões de eletrodutos;
- Bandeja de cabos;
- Conduítes (eletrodutos);
- Conexões dos eletrodutos ou bandejas de cabos;
- Equipamentos elétricos: Motores, painéis;
- Dispositivo: Tomadas, interruptores;
- Luminárias.

Abaixo segue a figura 6, mostrando as famílias que estão no menu de fácil acesso ao usuário.

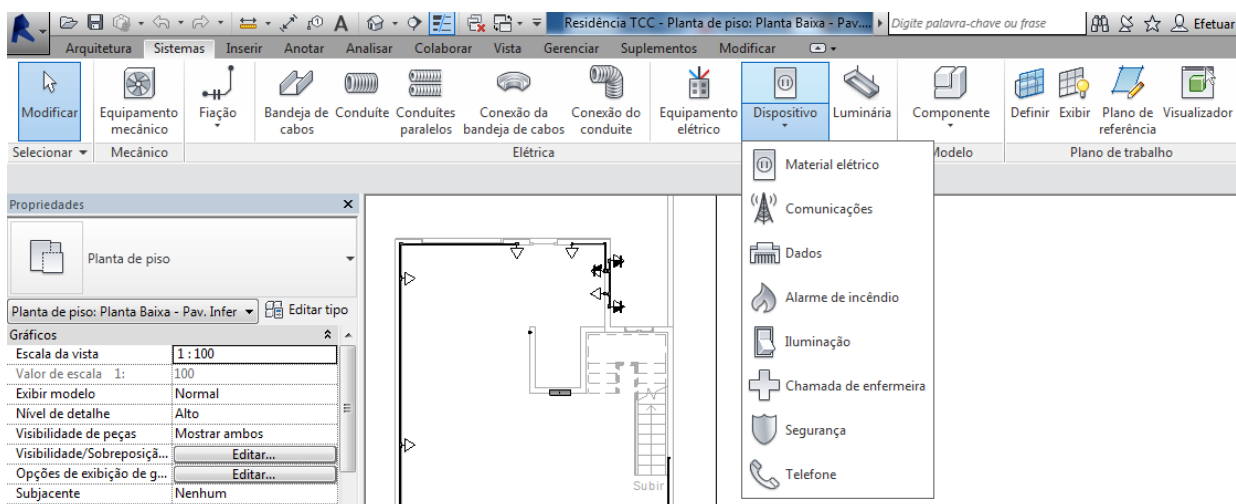


Figura 6: Menu de Famílias da área Elétrica.

Fonte: Autoria Própria.

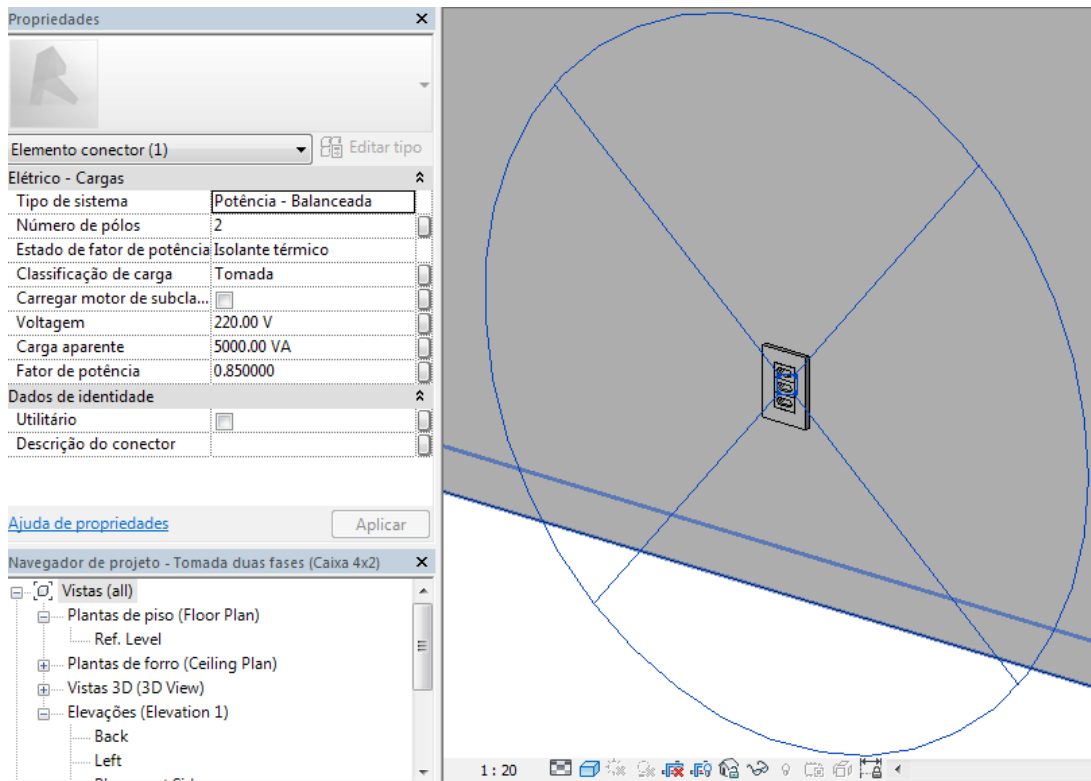
#### 4.4. CIRCUITOS ELÉTRICOS

Um circuito elétrico pode ser criado automaticamente quando é conectado um equipamento terminal (tomadas, motores, luminárias) a um equipamento de distribuição de alimentação (painéis elétricos, transformadores). Para ilustração, serão consideradas tomadas, luminárias e painéis elétricos.

A função de conexão elétrica é disponível para toda família que possua um conector elétrico. Esse conector permite atribuir, a uma família, características elétricas como potência de funcionamento, tensão de alimentação, tipo de ligação. Ela pode ser adicionada facilmente na edição de famílias.

Na figura 7, tem-se um exemplo de um conector elétrico configurado em uma tomada, e à esquerda, as atribuições dadas à família. Entre essas atribuições, é possível visualizar algumas importantes como:

- Tipo de sistema: Pode ser configurado como uma carga balanceada entre as fases, ou desbalanceada;
- Número de Polos: O Revit restringe a três polos, que é uma ligação trifásica. Como não é possível ter mais que três polos, não é possível adicionar mais;
- Classificação de carga: Que tipo de carga é essa família. É uma opção totalmente editável;
- Tensão de Alimentação;
- Carga Aparente.



*Figura 7: Conector Elétrico configurado em uma família de tomada.*

*Fonte: Autoria própria*

Quando um equipamento elétrico é conectado a um painel de distribuição, um circuito é atribuído automaticamente. A numeração é feita de acordo com a ordem da ligação das cargas a este painel, porém pode ser editado futuramente.

A fiação é a família de indicação dos circuitos. A figura 8 é um exemplo em que ela é criada automaticamente, quando criado um circuito ao quadro de distribuição. As únicas notações feitas manualmente foram as notações de “1” e “QD1”, que indicam o número do circuito e o quadro de distribuição, respectivamente. É possível que essas anotações podem ser feitas automaticamente, porém essa opção não foi encontrada e nem programada, até agora.

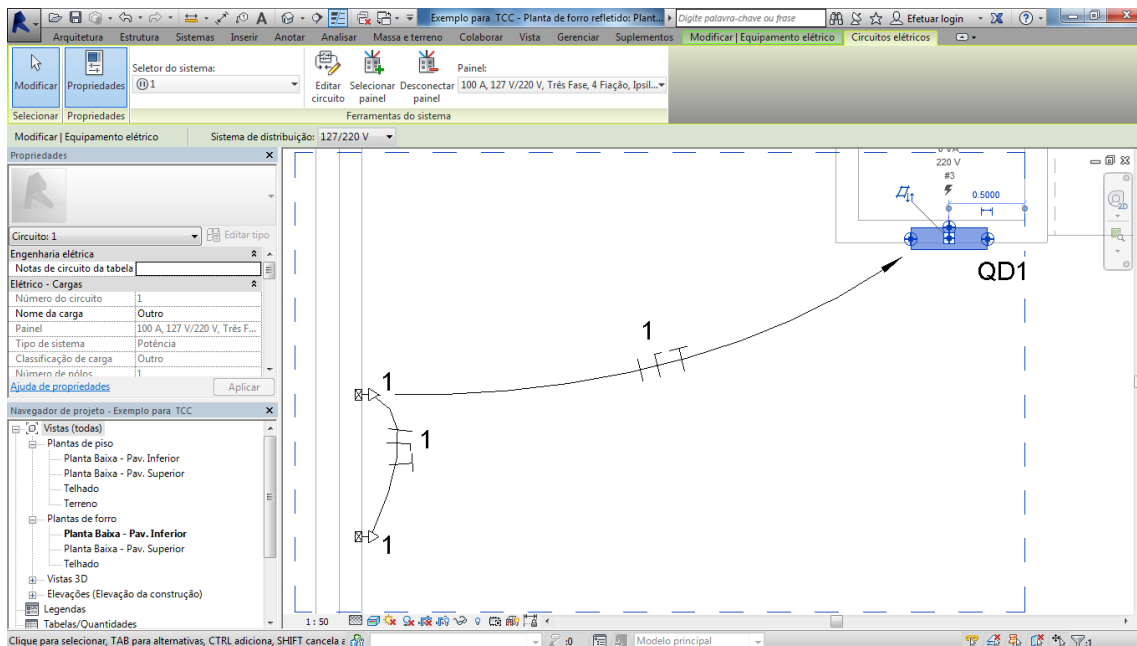


Figura 8: Circuito de duas tomadas conectadas à um painel de distribuição.

Fonte: Autoria Própria.

Podem ser feitas conexões bifásicas e trifásicas, também. Para isso, é necessário que a tomada (ou o equipamento elétrico) esteja configurado para dois ou três polos.

No menu do circuito, mais atribuições aparecem. O software, a partir dos dados que foram fornecidos e configurados pelo usuário, calcula a corrente nas fases, e o dimensionamento da fiação a ser usada. Por exemplo, no dimensionamento, o Revit utiliza dois parâmetros: Classificação (dos polos) e a suportabilidade do cabo.

A Classificação dos polos é o valor da corrente que passará por fase do circuito elétrico. Esse valor é editável pelo usuário. Embora a corrente do circuito é calculada automaticamente, a fiação só é dimensionada por esse valor. Ou seja, o usuário precisará analisar cada parâmetro do circuito, e colocar o valor.

A Suportabilidade do cabo é a corrente máxima suportada por um cabo, de acordo com certas condições de instalação. Esse valor é previsto pela norma brasileira NBR 5410. Nela tem-se uma tabela que cita o tamanho dos cabos (em seções transversais) e a corrente

suportada. Na figura 9 está mostrada a configuração de cabos de cobre no Revit, de acordo com a norma citada. Para fins de exemplo e teste, foi configurado para cabos até 10 mm<sup>2</sup>, porém é possível acrescentar dados. Da mesma maneira, podem ser configurados os fatores de correção de temperatura.

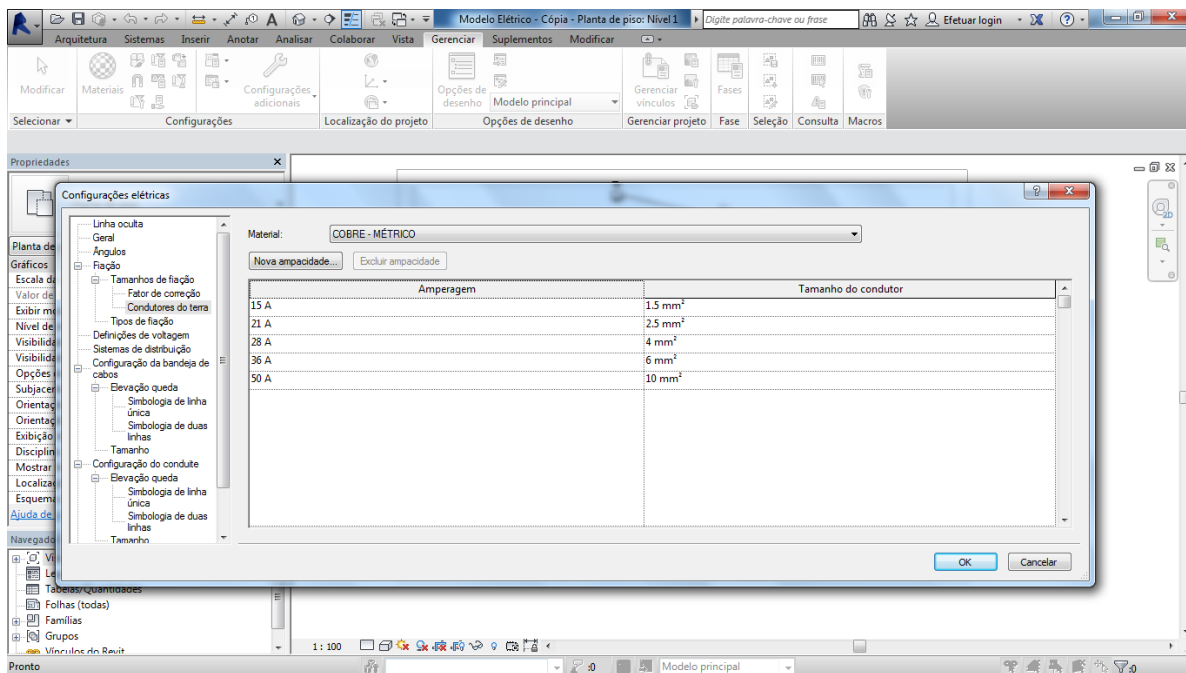


Figura 9: Tabela de Cabos no Revit.

Fonte: Autoria Própria

Na figura 10, tem-se um exemplo das informações de um circuito de quatro tomadas. A fiação apresentada foi criada automaticamente pelo software.



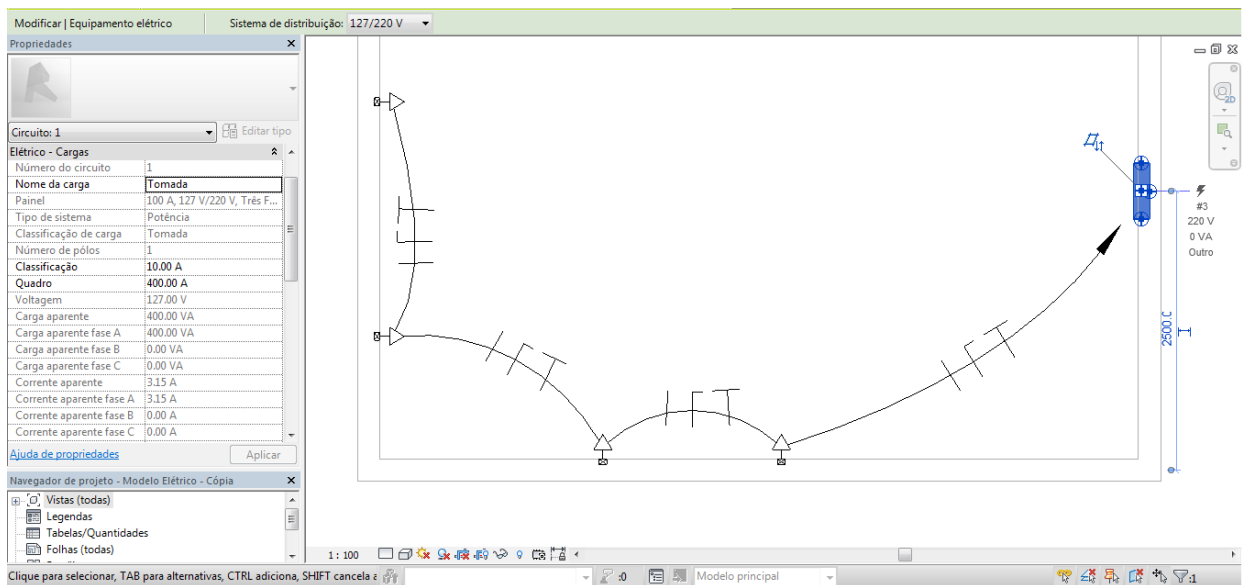


Figura 10: Circuito de quatro tomadas.

Fonte: Autoria própria

Todos os parâmetros foram calculados e estão apresentados à esquerda. É possível observar que a “Classificação” dos polos está aberta para alteração.

Tomando esse circuito como exemplo, tem-se quatro tomadas com carga estipulada em 100 VA cada, totalizando uma previsão de 400 VA no circuito. Como é um circuito monofásico, toda a potência está na fase A. A tensão atribuída às tomadas é de 127 V. Considerando temperatura do cabo 30°, a corrente aparente é de 3,1496 A. A corrente calculada pelo software é de 3,15 A. A diferença de 0,0004 é pelo Revit estar configurado para mostrar o valor de corrente com precisão de duas casas decimais.

O Revit mostra, logo abaixo desses dados, o fator de potência configurado pelo usuário, todos os valores em Watts e a “corrente verdadeira”, que é a corrente calculada pela potência ativa.

Depois desse processo, o projetista possui os dados de apoio para tomar decisões. No caso de uma corrente de 3,1496 A, o usuário deixará a classificação em 5 A. O Revit calculará automaticamente, e fornecerá o cabo 1,5 mm<sup>2</sup>. Cabe ao projetista ter o conhecimento de que a norma NBR 5410 pede o mínimo de 2,5 mm<sup>2</sup> para dimensionamento de fiação de tomadas. Uma solução para isso é mudar a classificação de 5 A para 20 A.

Todos os dados de fiação, carga e demanda, estarão em um quadro de cargas que é gerado no painel de distribuição, depois de finalizadas as instalações e organizações dos circuitos.

O quadro de cargas é mostrado na figura 11. Nesse quadro é possível visualizar as cargas, os tipos de cargas, valores de demandas, tipo de instalação do quadro, e outros pontos que são configurados anteriormente pelo usuário. Além disso, ele possui uma opção de rebalanceamento automático de cargas. Isso pode ser feito com apenas um clique, e o Revit busca o melhor balanceamento.

O Revit possui um padrão de quadro, que pode ser personalizado de acordo com o usuário.

Painel de...											
Localização:				Volts: 127/220 V				Classificação da...			
Fornecimento de:				Fases: 3				Tipo de rede elétrica:			
Montagem: Superfície				Fiação: 4				Potência da rede... 100.0000 A			
Armário: Tipo 1								Classificação da taxa... 100.0000 A			
Observações:											
CKT	Descrição do circuito	Viagem	Pólos	A	B	C	Pólos	Viagem	Descrição do circuito	CKT	
1	Tomada	20.00...	1	400 VA						2	
3	Tomada	20.00...	2		2500...					4	
5	--	--	--			2500...				6	
7										8	
9										10	
11										12	
13										14	
15										16	
17										18	
19										20	
21										22	
23										24	
25										26	
27										28	
29										30	
31										32	
33										34	
35										36	
37										38	
39										40	
41										42	
Carga total:				400 VA	2500 VA	2500 VA					
Total de...				3.1496 A	22.2405 A	22.2405 A					
Legenda:											
Classificação de carga	Carga conectada	Fator de demanda	Demanda estimada		Totais do painel						
Tomada	5400 VA	71.12%	3841 VA								
					Carga total conectada: 5400 VA						
					Total de demanda estimada: 3841 VA						
					Total de conexões de corrente: 14.1713 A						
					Total de demanda de corrente: 10.0791 A						

Figura 11: Exemplo de Quadro de Cargas Gerada pelo Revit.

Fonte: Autoria própria

Além do quadro de cargas, há outras funções que podem ser utilizadas pelo Revit, porém não foi possível usá-las, devido à escassez de conteúdo que auxiliem no aprendizado,

e por serem funções de nível avançado. Entre as opções possíveis de uso do Revit e as ferramentas citadas pela Autodesk, tem-se:

- Cálculo Luminotécnico;
- Lista de Materiais;
- Uso da fiação em conjunto com os eletrodutos;

#### 4.5. COMPATIBILIDADE COM PROJETOS DE OUTROS SETORES

Um outro uso que o BIM propõe é a possibilidade de desenhar projetos de diferentes matérias no mesmo arquivo. Embora é uma prática já realizada nos softwares CAD, o Revit possui uma dinâmica e interação maior entre esses projetos.

A compatibilidade entre as diferentes áreas do projeto é importante, para que não haja problemas na construção das instalações. Com as vistas tridimensionais, é mais acessível visualizar problemas como na figura 12, um exemplo de um tubo hidráulico atravessando um caminho de eletroduto. Embora na vista da planta isso não seja visível, na vista 3D ou na vista de corte é possível ver nitidamente.

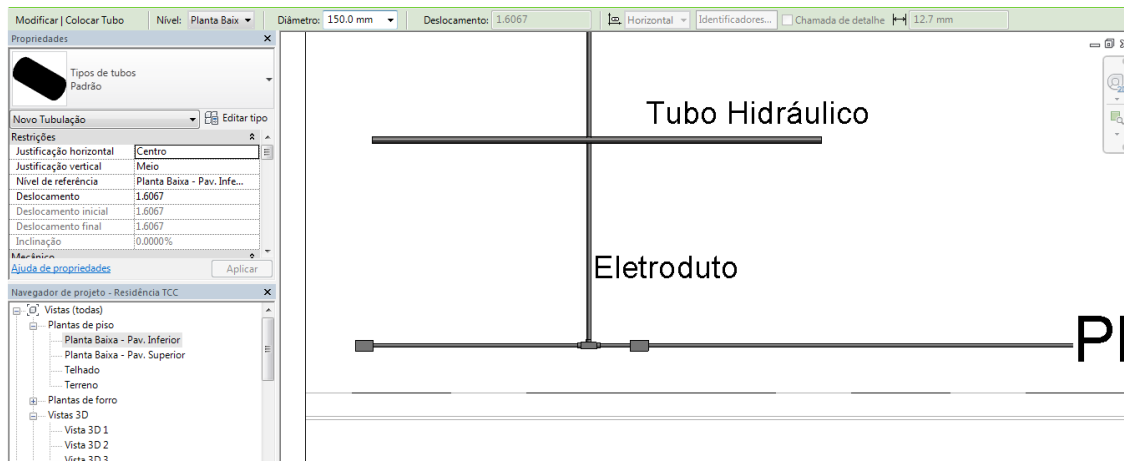


Figura 12: Tubo Hidráulico passando por Eletroduto, em vista de corte.

Fonte: Autoria Própria

#### 4.6. REVIT E NORMAS BRASILEIRAS

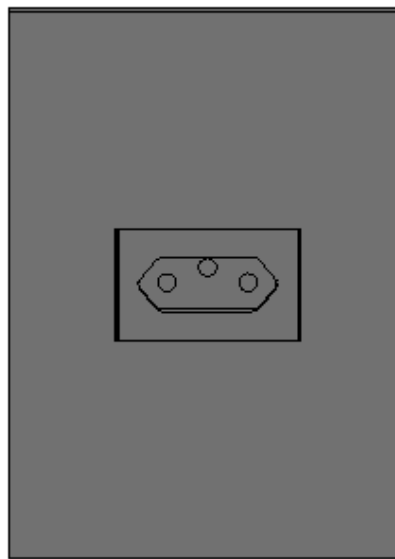
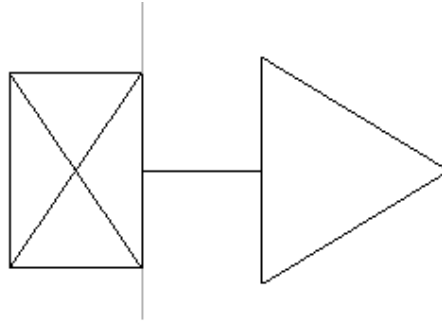
O Revit é um software preparado para ser usado de acordo com as normas de qualquer país. Isso significa que ele consegue se adaptar às normas locais, quando configurado adequadamente. Para isso, ele possui uma série de configurações editáveis, parâmetros para os cálculos e desenho. Dentre todas as opções de configurações, alguns pontos são:

- Sistema de distribuição do local: Os níveis de tensão de alimentação das instalações;
- Tipo de fiação: Material usado, temperatura, bitola dos cabos, capacidade de corrente de cada bitola, fatores de correção;
- Queda de tensão: Do transformador até o quadro, e do quadro aos terminais;
- Tipos de cargas e seus fatores (demanda, utilização, potência);
- Bandejas de cabos e eletrodutos.

É possível configurar essas normas no Revit, porque os cálculos realizados automaticamente, como o desenho são todos feitos a partir das configurações. Neste trabalho foi realizado um exemplo, que se encontra na figura 9, mostrando que é possível

configurar os tipos de cabos de acordo com seu tamanho (bitola), diâmetro e suportabilidade de corrente.

Em relação à simbologia, ela pode ser adicionada às famílias, conforme as normas e padrões brasileiros. As famílias são editáveis, e possuem um desenho diferente para cada corte do objeto. Por exemplo as tomadas, na vista de cima, é possível mostrá-las com um símbolo triangular, enquanto no ambiente 3D, as tomadas têm seu desenho real. Segue, na figura 13, uma ilustração dessa diferença. Na parte de cima, tem-se a tomada vista na planta, com um desenho triangular, ligado a uma caixa de passagem que está na parede. Abaixo tem a mesma tomada com o desenho pela vista tridimensional, olhando a parte frontal.



*Figura 13: Tomadas - Vista na planta (acima) e vista 3D (abaixo).*

*Fonte: Aatoria Própria*

## 4.7. VANTAGENS

Depois de entender as várias funções e opções usadas no Revit, é importante colocar quais são as vantagens de utilizá-lo ao invés do AutoCAD, como é usado comumente. Sendo assim, pode-se dizer que as vantagens do Revit são:

- O cálculo automático de grandezas importantes e o dimensionamento dos circuitos, dependente das configurações e supervisão do usuário;
- A fácil compatibilidade entre os arquivos de diversas áreas, quando desenhados no mesmo projeto;
- Ele possui um acervo de opções de listas quantitativas que são geradas automaticamente, incluindo a lista de materiais, quadro de cargas (com balanceamento automático de cargas), mas tendo outras opções diferentes.

Além dessas ditas, o Revit tem uma vantagem de grande importância para a etapa de construção e instalação elétrica. O desenho tridimensional que é realizado permite ver qualquer tipo de detalhe de instalação dos equipamentos elétricos, sem a necessidade de desenhá-los separadamente. Isso é para todos os cômodos e áreas previstas. O programa possui duas funções para isso:

- Vista 3D: Permite a visualização de tudo que foi construído no projeto. Configurando o programa para a matéria “elétrica”, todas as famílias que não são equipamentos elétricos, são mostradas apenas com contornos, ficando invisíveis. Assim, são mostrados os equipamentos, desde painéis, caminho dos eletrodutos, tomadas, motores, luminárias e outras pertencentes à elétrica.
- Função câmera: É uma função que permite tirar uma foto da área escolhida. O usuário consegue focar a região desejada, e tirar uma foto. Na figura 14 tem-se a aplicação das duas funções.

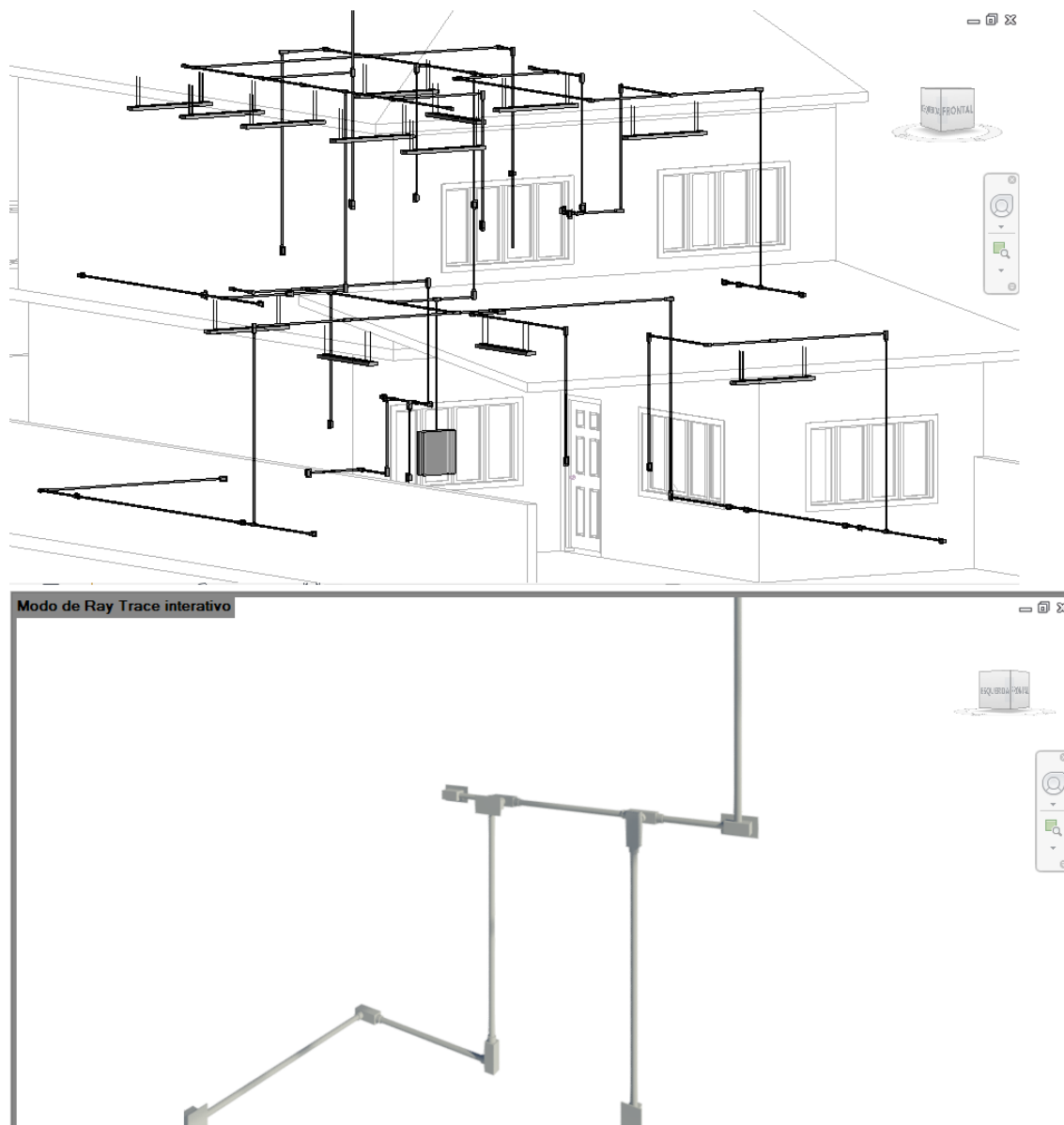


Figura 14: Aplicação das funções Vista 3D (acima) e Câmera (abaixo).

Fonte: Autoria própria



## 4.8. DESVANTAGENS

Da mesma maneira como o Revit tem muitas funcionalidades boas, é importante ressaltar as desvantagens de utilizá-lo. Uma das desvantagens é a falta da anotação “retorno” da fiação.

Quando se cria um circuito de iluminação no Revit, podem ser configurados os interruptores para as luminárias. Porém quando se cria a anotação de fiação para esses casos, não há a anotação de retorno. No menu de configurações também não há indícios dele.

Isso se deve ao fato de que, em normas internacionais, não existe a anotação de retorno utilizada no Brasil. Em outros locais, ele se dá de duas maneiras:

- O projetista usa a mesma anotação da fase;
- O projetista entende que a passagem dos retornos fica a cargo da construtora.

A segunda desvantagem do software é a tradução para o português. Em muitas partes do programa, a tradução é mal feita e gera dúvidas de qual é a aplicabilidade. Um exemplo é o que está no quadro de cargas na figura 11. Há duas colunas com o termo “Viagem”, e em uma delas, valores de corrente são colocadas em baixo. Esse valor de corrente pode estar relacionado à classificação dos polos, que o usuário define no dimensionamento de cabos. Porém, para um quadro que poderia ser gerado automaticamente para auxílio, não é uma boa opção. Nesse caso, por ter a possibilidade de customizá-lo, é possível tirar essas informações estranhas, ou até editar conforme o usuário preferir.

Ainda relacionado à tradução do software, foram utilizados vários termos incorretos ou não usuais. Em várias figuras, neste trabalho, é possível notar termos como amperagem e voltagem. Além destes, há outros como conduíte,

A terceira desvantagem, e provavelmente uma das mais cruciais, é a falta de cursos e treinamentos disponíveis para o aprendizado do software. Embora o Revit já esteja inserido no mercado há mais de cinco anos, pouco se tem sobre ele no quesito treinamentos. A Autodesk, e algumas outras empresas, oferecem cursos para a área elétrica, porém são

cursos caros e de nível básico, comparando a ementa do curso e as funcionalidades do programa.

O conhecimento do software usado foi adquirido através de alguns cursos básicos online, e estudando e entendendo o software pela experiência de uso. Ou seja, o aprendizado e o uso do Revit, principalmente na área elétrica, é um diferencial grande no mercado de projetos, visto que ainda está em fase de crescimento e ambientação da tecnologia que ele propõe.

#### 4.9. IMPLANTAÇÃO DO REVIT EM UMA EMPRESA

Depois de demonstradas as várias funções, e identificadas as vantagens e desvantagens do Revit nesse trabalho, é importante determinar se a sua implantação é viável e compensadora.

Olhando para o software, e pensando no conceito BIM que ele proporciona, desenvolver projetos pode ser compensador e atraente, tanto para quem projeta, quanto para os clientes.

Se pensar em uma simples mudança de software, mantendo o mesmo processo de realizar projetos elétricos, não é aconselhável substituir o software CAD, pois ele supri muito bem as necessidades atuais do mercado de projetos elétricos. Agora, se o projetista está disposto a assumir um novo conceito e uma nova forma de projetar, mudando a sua maneira de criar e organizar um projeto elétrico, o Revit contribuirá muito para essa ideia.

Haverá um custo maior em relação às configurações dos computadores para um uso mais avançado do Revit. Para projetos pequenos e simples, os computadores que normalmente utilizam softwares CAD conseguem rodar o programa. Porém, se houver necessidade de uso de detalhamento de projetos com renderizações, e funções 3D de alta definição, é necessário um investimento em placas de vídeo, telas maiores e processadores mais potentes. O site da Autodesk cita as configurações mínimas requeridas para rodar o programa, dependendo do tamanho do projeto desejado.

O custo do software Revit, em relação ao AutoCAD, é maior. Os preços de 2015, consultando o site da Autodesk do Brasil, para compra online, licença anual e sem suporte avançado são:

- Revit 2016: R\$12.680,82;
- AutoCAD 2016: R\$4.889,87.

Ou seja, a diferença de custo entre os dois softwares é alta, em torno de R\$8.000,00 por ano, e valerá a pena a mudança apenas com um uso bem aproveitado do que o Revit oferece.

Além disso, o investimento em treinamento será alto, pois os cursos disponíveis são caros. E necessitará muito tempo para o aprendizado do software, pois os cursos ainda são básicos, e mesmo sendo eficazes, o usuário aprenderá a usar efetivamente o Revit apenas com experiência de uso.

## 5. CONCLUSÃO

Depois de estudar, entender e ter uma experiência de uso do Revit, é importante compartilhar se ele é uma ferramenta útil para o setor de projetos elétricos, e se ele substitui o AutoCAD. Todas essas conclusões foram baseadas realizando o desenho de uma casa, no Revit, com a experiência pessoal dos autores desse trabalho.

O projeto é mostrado em duas folhas anexadas. Elas mostram um panorama de como ficaria um projeto elétrico de uma casa de dois andares. Há vistas de planta baixa, vista 3D de alguns cômodos e a vista tridimensional da casa completa, com as paredes invisíveis (função para a elétrica). O projeto não foi realizado completamente, devido à complexidade do programa e a falta de treinamentos disponíveis para desenvolver o trabalho, porém ilustra a imagem do que seria projeto elétrico no programa. Portanto, seguem vários comentários em relação ao uso do Revit.

O software com base em BIM possui funções muito eficazes e que auxiliarão o projetista, principalmente na economia de tempo e na organização do projeto. Se o usuário tiver um conhecimento bom do Revit, suas ferramentas serão de grande valia para o projeto.

O programa da Autodesk não contribui apenas para a fase do projeto. Suas vistas em 3D e a câmera são funções que farão a diferença no momento da construção do projeto. Em anexo, na folha 2 cujo nome é “Vista 3D e Função Câmera”, há exemplos da aplicabilidade dessas duas funções.

Além disso, suas funções automáticas de criação de quadros de cargas, lista de materiais, cálculos de dimensionamentos, e tudo isso de forma parametrizada pelo usuário, garante uma velocidade e dinâmica maior na criação dos documentos do projeto. Infelizmente, neste trabalho, não foi possível aproveitar algumas dessas funções, por falta de conhecimento de uso e suas configurações serem avançadas.

Agora, é interessante ressaltar o fato de ele não substituir o AutoCAD. O motivo disso é que os dois softwares possuem propostas diferentes de uso. A mentalidade de projetar no AutoCAD não é a mesma, quando se projeta no Revit.

As vantagens e a aplicabilidade do AutoCAD para a área de projetos elétricos são imensas, sendo muito provável esses os motivos do Revit não ter se popularizado na área.

Ele traz uma outra proposta e uma interação diferente, e mesmo possuindo funções que agradam a muitos projetistas, a dificuldade em mudar de software está antes na mentalidade do projetista, do que no próprio programa.

Junto à dificuldade de mudança da mentalidade, aliam-se a falta de treinamento disponível e um nível maior de custos de investimento para implantação. Como dito anteriormente, se o Revit for usado apenas como uma ferramenta para desenho, pode ser uma opção, mas não será uma aplicabilidade eficaz.

Outro fator a ser compartilhado é que o Revit é um software limitado. Comparando a aplicabilidade para a elétrica, e a maneira como ele é usado na área Civil, é notória a grande diferença. Porém, assim como é feito no AutoCAD, uma boa opção é aliar o software a outros programas externos, usando-os como auxiliares

Ou seja, se realmente compensa, ou não, o uso do Revit, dependerá unicamente do objetivo do usuário. Se ele está buscando auxílio na economia na organização do projeto, compatibilidade com projetos de outras áreas, vistas 3D como uma função requerida, e outras funções para melhorar a experiência de uso e economia de tempo, o Revit será uma ótima ferramenta.

## 6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2008.

AUTODESK. 2015. Disponível em: <<http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling/overview>> Acesso em: 24 de novembro de 2014.

AUTODESK. Autodesk Revit Systems: BIM for MEP Engineering. 2006. Disponível em: <[http://download.autodesk.com/us/interactiveoverviews/export\\_web\\_ARS/pdf/Whitepaper\\_Revit\\_Systems\\_BIM\\_for\\_MEP\\_Engineering.swf](http://download.autodesk.com/us/interactiveoverviews/export_web_ARS/pdf/Whitepaper_Revit_Systems_BIM_for_MEP_Engineering.swf)> Acesso em: 01 de maio de 2015.

AUTODESK Revit. Versão 2015. Autodesk Inc. 2006.

AYRES, Marcus. Tecnologia 3D promete agilizar projetos de construção e reduzir custos. Gazeta do Povo, 01 de setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/economia/tecnologia-3d-promete-agilizar-projetos-de-construcao-e-reduzir-custos-cip348s7i2rh1taumzkcesqj2>> Acesso em: 24 de novembro de 2014

DIFERENÇAS entre o CAD Tradicional e o Conceito Bim. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/saepro/saepro-2/conheca-o-projeto/diferencas-entre-o-cad-tradicional-e-o-conceito-bim/>> Acesso em: 11 de maio de 2015.

EASTMAN, C; Teicholz, P.; SACKS, R; e LISTON, K. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, John Wiley and Sons, NY, 2008.

EASTMAN, C., 1975, "The Use of Computers Instead of Drawings," AIA Journal, March, Volume 63, Número 3, p. 46–50.

EDULEARN, 2013. "What is Autodesk Revit MEP? How is Revit MEP used?" Disponível em: <[http://www.edulearn.com/article/what\\_is\\_revit\\_mep.html](http://www.edulearn.com/article/what_is_revit_mep.html)> Acesso em: 24 de junho de 2015.

GIANACCINI, Thiago. O Surgimento do AutoCAD e Sua Importância para a Indústria. CADguru, 23 março 2012. Disponível em: <<http://cad.cursosguru.com.br/novidades/como-surgiu-autocad-qual-sua-importancia/>> Acesso em: 12 de maio de 2015.

GRABCAD. 09 de fevereiro de 2012 Disponível em: <<https://grabcad.com/library/software/autodesk-revit>> Acesso em: 24 de junho de 2015.

MARITAN, Flávia. Teclas de atalho para Revit. BIM Revit, 10 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.bimrevit.com/2009/12/teclas-de-atalho-para-revit.html>> Acesso em: 15 de junho de 2015.

MARITAN, Flávia. “Famílias/ Categorias?”. BIM Revit, 21 março. 2013. Disponível em: <<http://www.bimrevit.com/2013/03/familias-categorias.html>> Acesso em: 15 de junho de 2015.

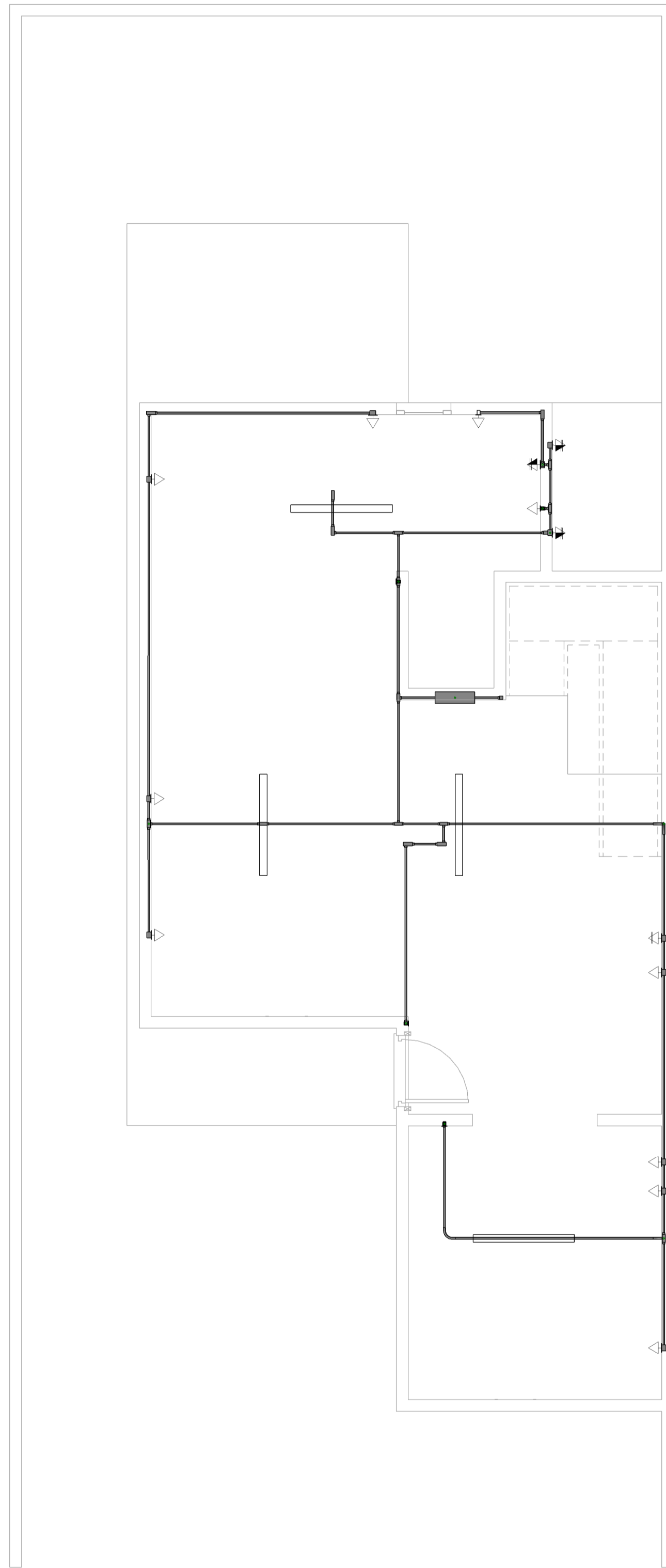
MCFARLAND, Jessica E. Building Information Modeling for MEP, 2008. Dissertação (Mestrado de Ciência) - Department of Architectural Engineering and Construction Science College of Engineering, B.A., Kansas State University, 2008.

NGSTEBBING. Welcome/Revit Structure, 12 de dezembro de 2012. Disponível em: <[http://www.ngstebbing.com.au/assets/Uploads/News/\\_resampled/SetWidth700-20110270-Revit-01.jpg](http://www.ngstebbing.com.au/assets/Uploads/News/_resampled/SetWidth700-20110270-Revit-01.jpg)>, Acesso em: 24 de junho de 2015.

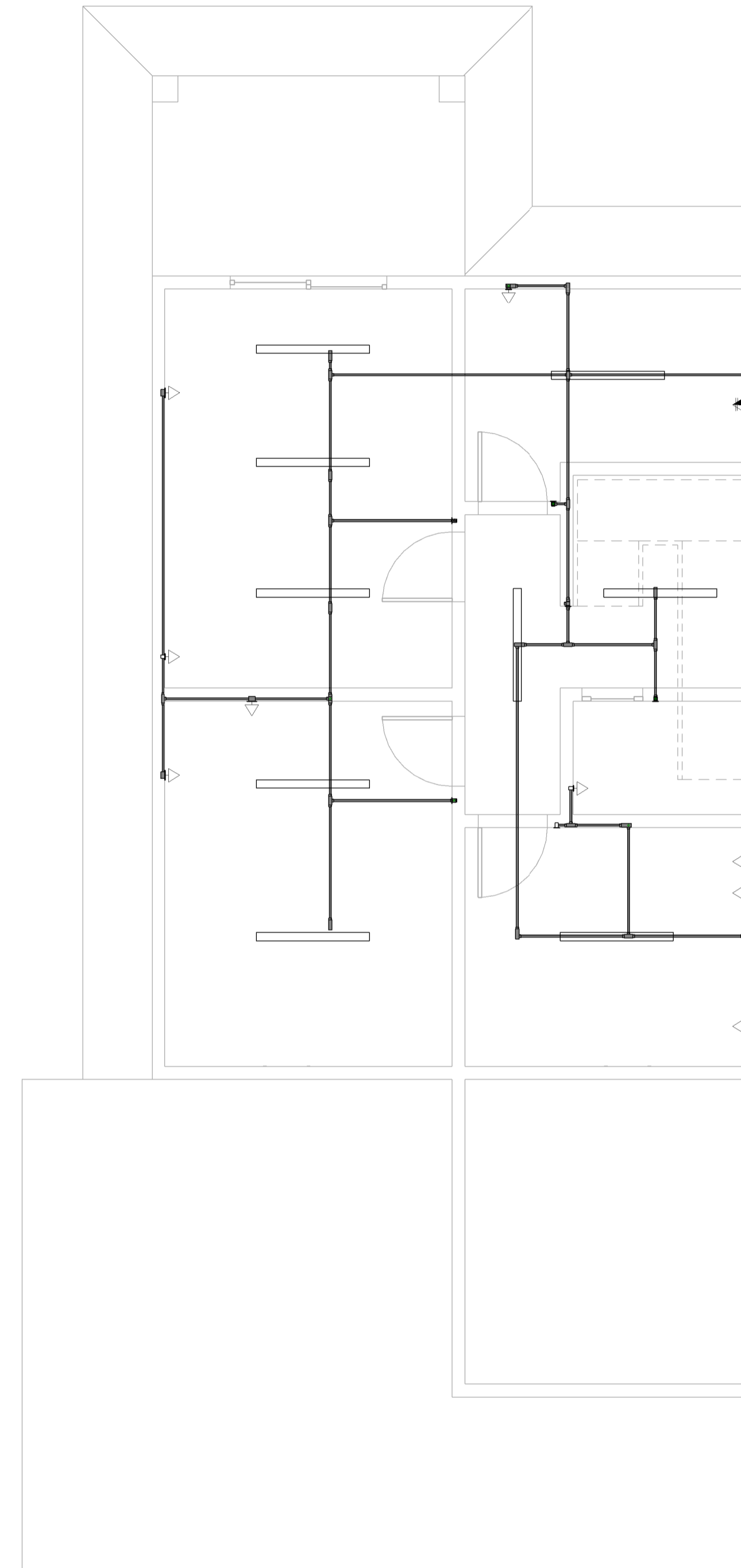
QUIRK, Vanessa. A Brief History of BIM. Archdaily, 07 de dezembro de 2012. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>> Acesso em: 17 maio 2015.

SAEPRO. 2013. O Conceito BIM. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/saepto/saepto-2/conheca-o-projeto/o-conceito-bim-building-information-model/>>, Acesso em 17 maio 2015

SEVERINO, Daniel. Curso Revit. 24 de junho de 2012. Disponível em: <<http://www.danielseverino.com/#!/youtube/c1y8i>> Acesso em: 01 de junho de 2015



1 Planta Baixa - Pav. Inferior  
1 : 50



2 Planta Baixa - Pav. Superior  
1 : 50

PROJETO DE TCC

01 / 02

Modelagem do projeto elétrico usando o Revit

ANEXO A: Vistas da Planta

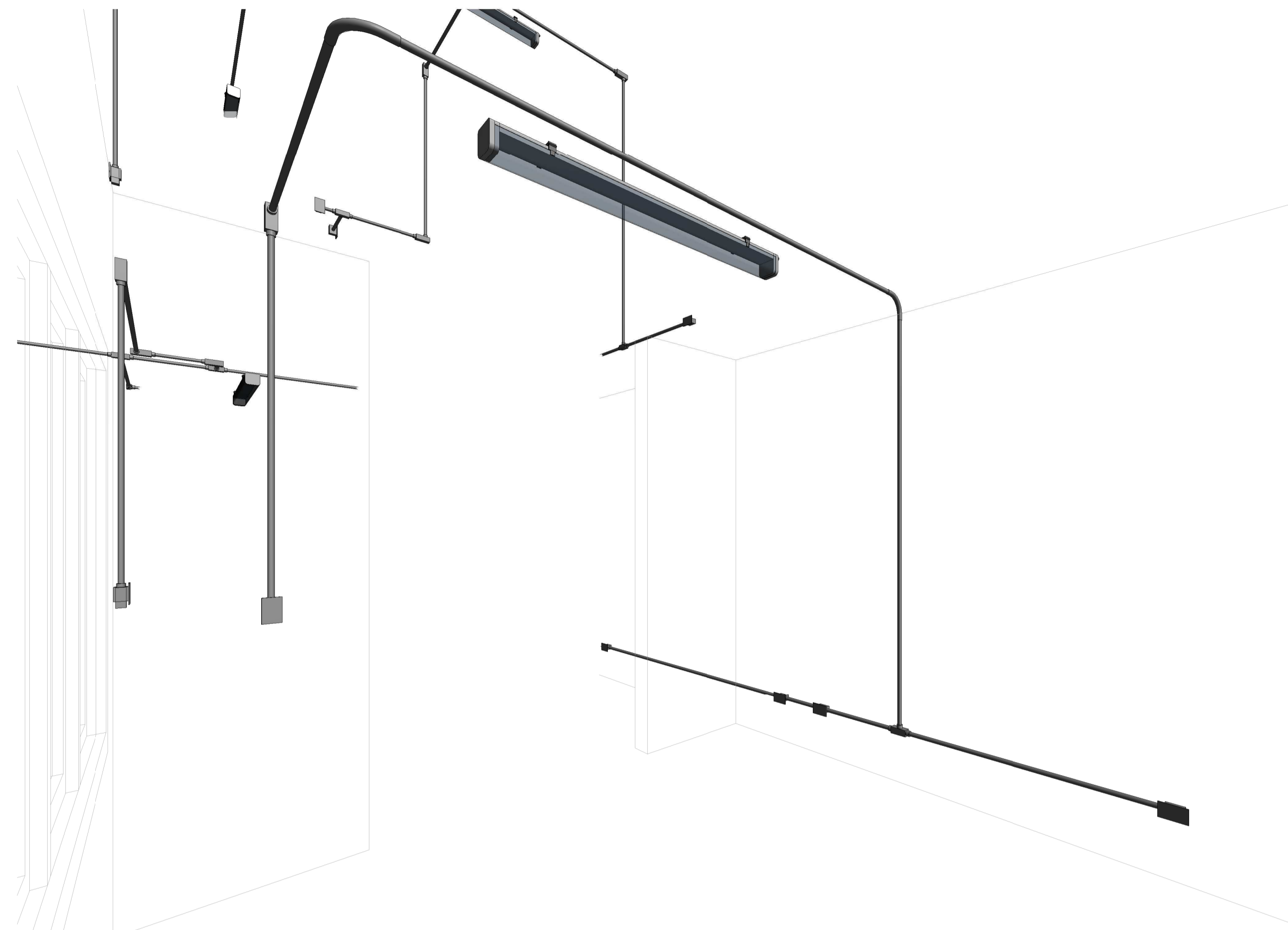
LOCAL: Endereço do sobrado

PROPRIETÁRIO: Carlos Junior

ORIENTADOR: Professor Vilmar Ermenio Wirmond

ESCALA INDICADA

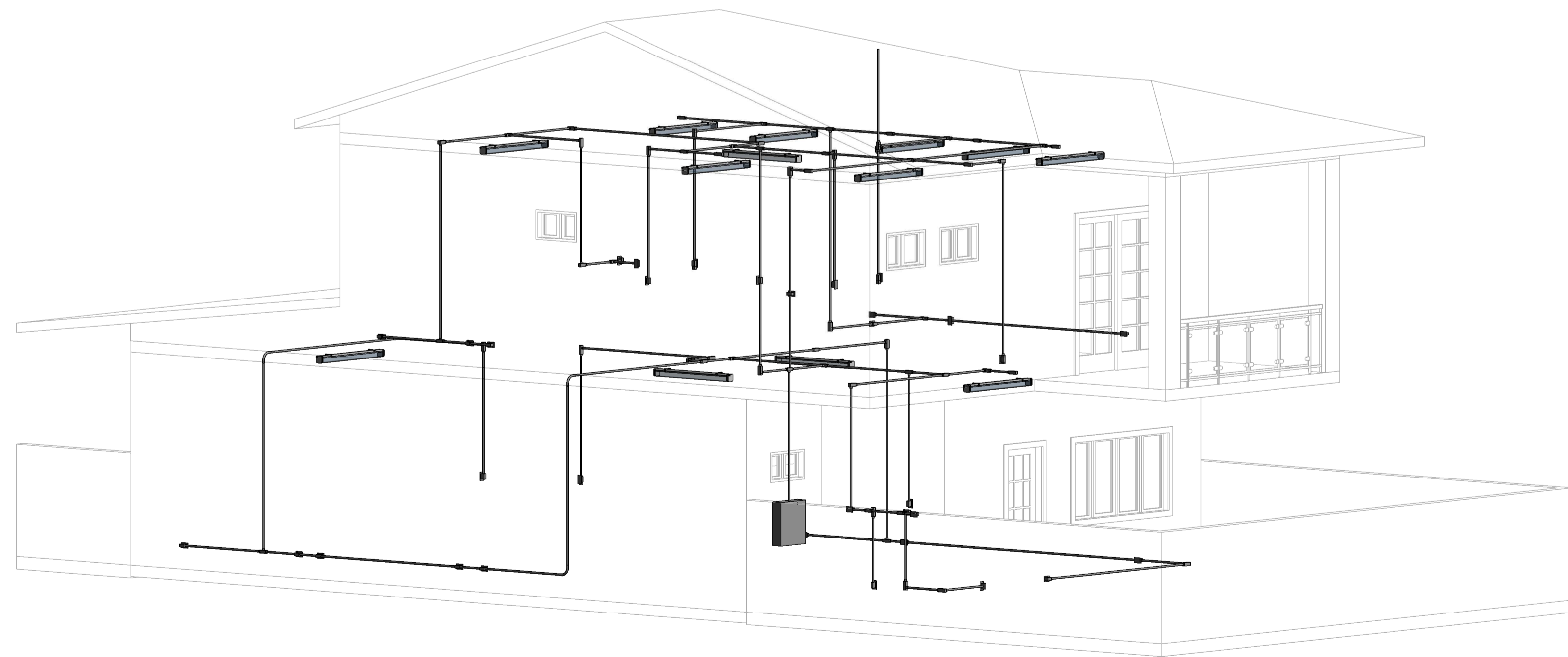




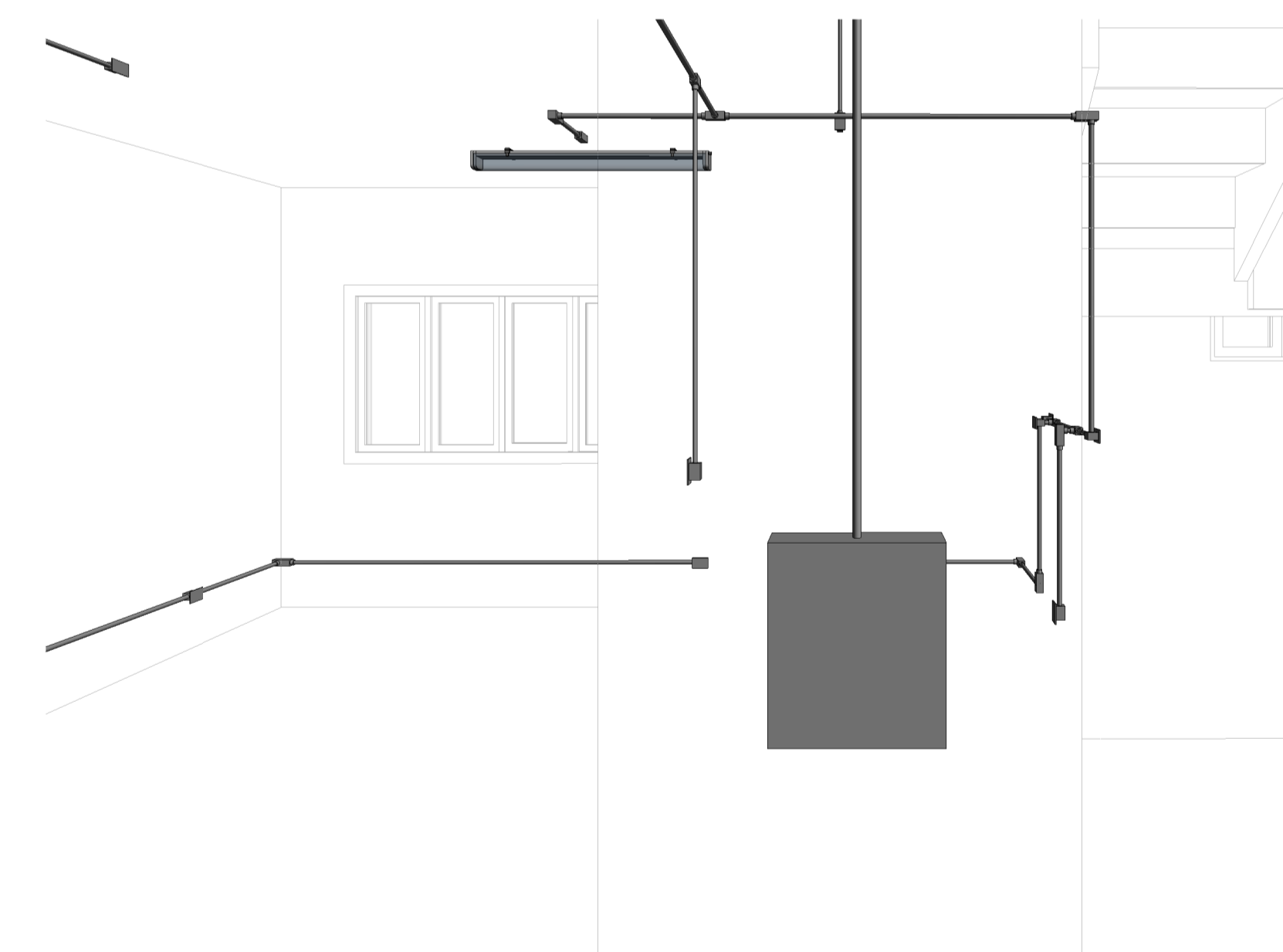
1 Vista 3D 1



2 Vista 3D 2



3 {3D}



4 Vista 3D 3

PROJETO DE TCC

02 / 02

Modelagem do projeto elétrico usando o Revit

ANEXO B: Vista 3D e Função Câmera

LOCAL: Endereço do sobrado

PROPRIETÁRIO: Carlos Junior

ORIENTADOR: Professor Vilmar Ermenio Wirmond

ESCALA INDICADA