



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

JADILSON PORTO SANTOS JUNIOR

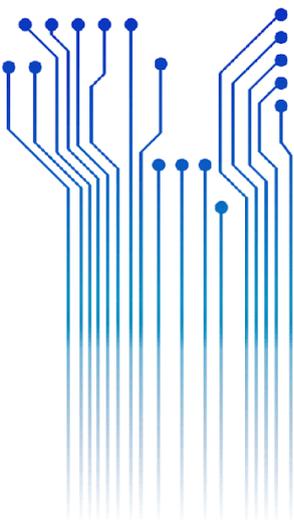


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SEUS BENEFÍCIOS NA
ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2024

JADILSON PORTO SANTOS JUNIOR

MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SEUS BENEFÍCIOS NA ELABORAÇÃO DE
PROJETOS ELÉTRICOS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2024

JADILSON PORTO SANTOS JUNIOR

MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO E SEUS BENEFÍCIOS NA ELABORAÇÃO DE
PROJETOS ELÉTRICOS

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do grau de
Bacharel em Ciências no Domínio da
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em / /

Professor Avaliador
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida, e pelas bênçãos de estudar e aprender, permitindo-me concluir este trabalho.

Agradeço a meus pais, Jadilson Porto e Valdenize Cordeiro, por terem me ensinado a importância dos estudos, pelo esforço de cada um em me mostrar o caminho correto, a fé, a persistência, e o amor, as quais foram essenciais para vencer todos os desafios ao longo desta caminhada.

Agradeço aos meus pais, Jaelson Porto e Kilma Suely, que desde o primeiro momento em Campina-Grande me cobriram com amor, carinho e atenção, fizeram de mim seu filho, e tornaram meus dias mais leves e felizes, serei eternamente grato por tamanho amor.

Agradeço ao meu irmão, Breno Cordeiro, que lutou comigo minhas batalhas, sofreu minhas dores, e que festejou cada vitória ao meu lado.

Agradeço a Marília Buriti, que fez de mim um irmão, que me mostrou o que é ser uma pessoa boa, me incentivou no caminho da fé, e fez de mim uma pessoa melhor.

Agradeço aos meus amigos de graduação, em especial Marley Mota, que esteve comigo perseverando desde o início dessa trajetória.

Agradeço a toda minha família, que estiveram comigo todos esses anos torcendo por mim e vibrando cada vitória minha.

Agradeço ao meu professor, Dr Célio Anésio, que sempre foi exemplo de profissionalismo e excelência no trabalho, e que me ensinou muito mais do que conteúdos.

RESUMO

Este trabalho consiste em apresentar a nova forma de realizar projetos através da *Building Information Modeling* (BIM) e introduzir o *software* denominado Revit, para elaboração de projetos elétricos residenciais. Foi abordado preliminarmente os conceitos básicos da modelagem BIM, além das suas principais funcionalidades. Posteriormente o trabalho trata-se do comparativo entre processo BIM e CAD, explicação sobre o *software* BIM e sugere a modelagem BIM no curso de engenharia elétrica da UFCG. Nesse sentido, o objetivo proposto foi através de estudos sobre modelagem BIM apresentar essa nova forma de realizar projetos, seus conceitos, benefícios, funcionalidades e auxiliar estudantes e engenheiros eletricitas a modelar no Revit e conseqüentemente modelar em BIM.

Palavras-chaves: Modelagem BIM, Revit, Projetos Elétricos, *Software* BIM.

ABSTRACT

This work consists of presenting the use of BIM (Building Information Modeling) modeling software, called Revit, for preparing residential electrical projects. The basic concepts of BIM modeling were preliminarily covered, in addition to its main functionalities.

Subsequently, the work deals with the comparison between the BIM and CAD process, explanation of the BIM software and suggests BIM modeling in the electrical engineering course at UFCG. In this sense, the proposed objective was, through studies on BIM modeling, to create a guide to help students and electrical engineers to model in Revit and consequently model in BIM.

Keywords: BIM Modeling, Revit, Electrical Projects, BIM Software.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação de tomada simples baixa.	12
Figura 2 – Tomada de força 3D.	12
Figura 3 – Parâmetros.	13
Figura 4 – Tomada na vista de corte.	14
Figura 5 – Lista de materiais.	14
Figura 6 – Tomada excluída em vista 2D.	15
Figura 7 – Atualização automática da lista de materiais.	15
Figura 8 – Planta arquitetônica utilizada na disciplina de instalações elétricas.	17
Figura 9 – Parte de projeto elétrico na planta baixa.	18
Figura 10 – Vista 3D do projeto arquitetônico utilizado no guia do presente trabalho.	18
Figura 11 – Projeto elétrico em BIM.	19
Figura 12 – Vista de câmera do projeto.	19
Figura 13 – Criação de tabelas.	20
Figura 14 – Estudo de insolação e sombreamento.	21
Figura 15 – Análise de interferências.	22
Figura 16 – Interferência funcional.	22
Figura 17 – Corte de instalação elétrica da cozinha.	24
Figura 18 – Vista da planta baixa com diagrama unifilar no cômodo cozinha.	24
Figura 19 – Painel QDC.	25
Figura 20 – Fluxo de informações no CAD.	26
Figura 21 – Fluxo de informações no BIM.	26
Figura 22 – Comparativo processo BIM e CAD.	28
Figura 23 – Interface inicial do Revit.	29
Figura 24 – Exemplos de <i>template</i> disponíveis inicialmente no Revit.	30
Figura 25 – Interface de modelagem do Revit.	30
Figura 26 – Elementos da aba sistemas na parte elétrica.	31
Figura 27 – Janela de parâmetros elétricos do <i>template</i>	31
Figura 28 – Nova família.	32
Figura 29 – <i>Template</i> modelo genérico métrico.	33
Figura 30 – Ferramentas de criação.	33
Figura 31 – Categoria e parâmetros de família.	33
Figura 32 – Tipos de família.	34
Figura 33 – Exemplos de parâmetros elétricos.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	<i>Computer Aided Design</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i> , ou Modelagem da Informação da Construção
RFA	<i>Revit Family</i>
NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura Engenharia e Construção
QDC	Quadro de distribuição de circuitos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Objetivo geral	11
1.2	Objetivos Específicos	11
2	CONCEITUAÇÃO BIM.....	12
2.1	Modelos BIM 3D, 4D, 5D, 6D	16
3	BENÉFICIOS E FUNCIONALIDADES BIM.....	17
3.1	Visualização em 3D do que está sendo projetado	17
3.2	Extração automática das quantidades do projeto.....	20
3.3	A Realização de simulações e ensaios virtuais.....	21
3.4	Identificação automática de interferências (Geométricas e funcionais).....	22
3.5	Geração de documentos mais consistentes e mais íntegros.....	23
4	COMPARATIVO PROCESSO BIM E CAD	25
4.1	Sistemas CAD	25
4.2	Sistemas BIM	26
4.3	Análise comparativa	27
5	SOFTWARE BIM (REVIT)	29
5.1	A Interface	29
5.2	Famílias do Revit.....	32
6	DESENVOLVIMENTO DE PROJETO	35
7	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Na década de 80, surgiram os *softwares* que permitiam realizar os desenhos e projetos com auxílio de computadores, logo, a substituição dos papéis era inevitável. Os estudantes da época precisaram se adaptar a essa mudança, pois as pranchetas de desenho deram lugar às telas, mouses e teclados, enquanto os desenhos em camadas com novas formas de visualização substituíram as mesas de luz.

O desenvolvimento em CAD trouxe avanços significativos na forma de projetar, mas suas representações requeriam do “leitor” das informações uma imaginação para executar aquele projeto, pois ele era realizado em vistas, e a assimilação delas precisaria ser realizada mentalmente, isso exigia uma experiência avançada, e as representações não permitiam a visualização perfeita do que estava a ser projetado.

A viabilização de novas formas de trabalho e de projetos executivos já é realidade, a evolução das telecomunicações, que são globais e ultrarrápidas, trouxeram o acesso a informações e os avanços repercutiram na área da engenharia, agora é importante ter informações de todo ciclo de vida de um empreendimento.

O *American Institute of Architects* – AIA define BIM como “Uma tecnologia baseada em um modelo que está associado a um banco de dados de informações do projeto”. O Revit é uma ferramenta que utiliza um novo conceito, o *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção (BIM) que surge como uma inovação baseada em modelos paramétricos que visa a integração de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados fomentando o trabalho colaborativo entre especialidades envolvidas no processo. Entretanto, o BIM é muito abrangente, por definição ele abrange todo o ciclo de vida de um empreendimento, que são concepção, conceituação, verificação de viabilidade, projeto, licitação e contratação, com isso, estamos diante de uma nova e mais avançada metodologia para o processo de projetar, isso dificulta e confunde seu entendimento e facilita a resistência a mudança. Neste trabalho será tratado o tema BIM sendo utilizado na fase de projeto, focando no seu impacto, mudanças e o que o seu conceito de desenvolvimento exigirá dos estudantes de engenharia elétrica e futuros profissionais.

1.1 OBJETIVO GERAL

Introduzir a modelagem BIM no Curso de Engenharia Elétrica da UFCG, estudar sua viabilidade e importância no mercado da engenharia, mostrar suas funcionalidades e benefícios, realizar um comparativo entre o processo BIM e CAD, e realizar uma análise de como é realizado os projetos elétricos no BIM.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos pode-se listar:

- Facilitar o acesso e conhecimento sobre modelagem BIM e o estudo do *software* Revit;
- Realizar análise comparativa entre as duas formas de realizar projetos;
- Mostrar porque o BIM está sendo tão requisitado no mercado de trabalho, através de seus benefícios e funcionalidades.

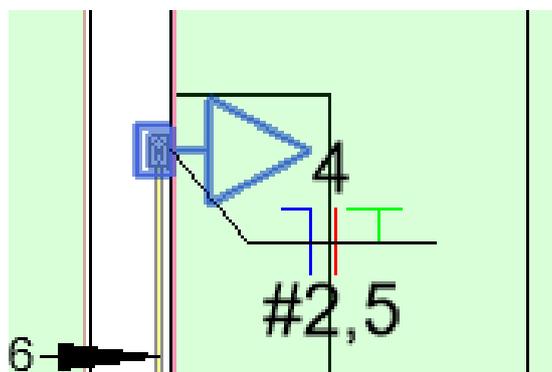
2 CONCEITUAÇÃO BIM

Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços o BIM trata-se de um conjunto integrado de processos e tecnologias que permite criar, utilizar e compartilhar, colaborativamente, modelos digitais de uma construção, de forma a servir potencialmente a todos os participantes do empreendimento durante todo ciclo de vida da construção.

“Modelagem da Informação da Construção ou BIM deve ser entendida como um novo paradigma de desenvolvimento de empreendimentos de construção envolvendo todas as etapas do seu ciclo de vida, desde os momentos iniciais de definição e concepção, passando pelo detalhamento e planejamento, orçamentação, construção até o uso com a manutenção e mesmo as reformas ou demolição. É um processo baseado em modelos paramétricos da edificação visando a integração de profissionais e sistemas com interoperabilidade de dados e que fomenta o trabalho colaborativo entre diversas especialidades envolvidas em todo o processo, do início ao fim.” (SCHEER, 2018).

A utilização de *softwares* 3D é bem usual no meio das diversas engenharias, principalmente para visualizar os projetos e detalhes de forma mais precisa, entretanto, nem tudo que é 3D é BIM. No CAD é possível projetar em 3D, entretanto, o CAD não é BIM, a modelagem 3D BIM possibilita a visualização exata do que está sendo projetado, e os objetos são paramétricos, eles oferecem aos usuários a possibilidade da alteração das medidas e demais características das suas partes constituintes. Por exemplo, na Figura 1 observa-se a representação unifilar de uma tomada de força utilizada no projeto do guia

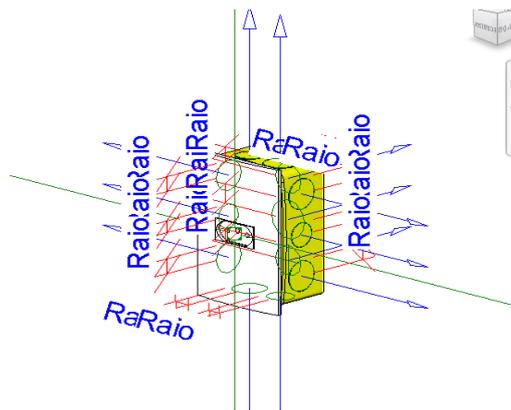
Figura 1 – Representação de tomada simples baixa.



Fonte: o próprio autor.

Na Figura 2 observa-se a mesma tomada em 3D, com as parametrizações.

Figura 2 – Tomada de força 3D.



Fonte: o próprio autor.

Os objetos BIM são chamados de paramétricos porque possibilita a inserção de informações, esse é o diferencial. Observa-se na Figura 3 que essa tomada tem parâmetros de restrições, materiais e acabamentos, elétricos cargas, e elétricos circuitos

Figura 3 – Parâmetros.

Tipos de famílias

Digite o nome: a. Tomada 2P+T 10A

Parâmetros de pesquisa

Parâmetro	Valor	Fórmula	Bloquear
Restrições			
Elevação do Ponto (padrão)	300.0	=	<input type="checkbox"/>
Elevação padrão	0.0	=	<input type="checkbox"/>
Construção			
Escala do Símbolo (padrão)	1.0	=	<input type="checkbox"/>
Deslocar Símbolo_Horizontal (padrã	0.0	=	<input type="checkbox"/>
Deslocar Símbolo_Vertical (padrão)	0.0	=	<input type="checkbox"/>
Localização no Projeto (padrão)		=	
Materiais e acabamentos			
Material do Módulo	PVC Antichama Branco Elétrica	=	
Elétrica – Cargas			
Potência Aparente (VA) (padrão)	100.00 VA	=	
Fator de Potência (padrão)	0.800000	=	
Potência Ativa (W) (padrão)	80.00 W	= [Potência Aparente (VA)] * Fator de	
Tipo de Carga (padrão)	Iluminação+TUGs (Residencial)	=	
Parâmetros IFC			
Tipo IFC predefinido [Tipo]		=	
Exportar tipo para IFC como		=	
Elétrica – Circuitos			
Tensão (V) (padrão)	220.00 V	=	
Nº de Fases (padrão)	1	=	

Gerenciar tabelas de pesquisa...

Como posso gerenciar meus tipos de família?

OK Cancelar Aplicar

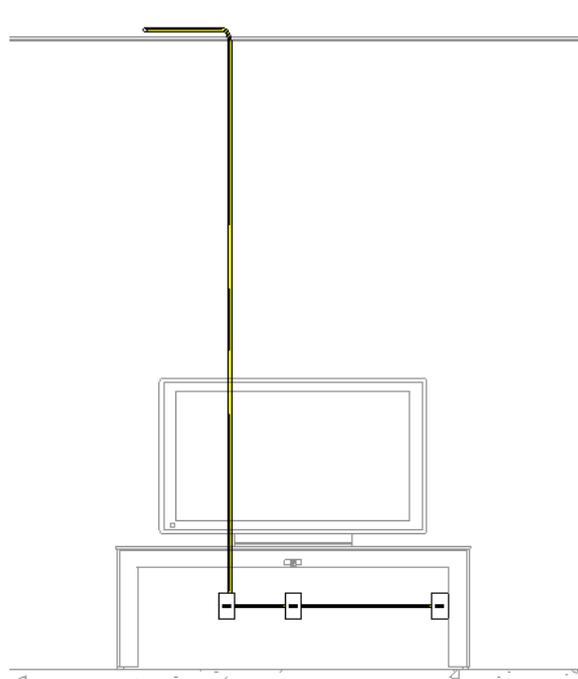
Fonte: o próprio autor.

Esses parâmetros podem ser alterados e são atualizados em todo o projeto, em vistas, tabelas, listas e diagramas, e essa tomada é considerada um objeto inteligente, porque além de conter as informações sobre ela, ela contém a informação de relação com outro objeto, pois ela recebe conexão com eletrodutos, que só podem ser inseridos nos

diâmetros da caixa, isso requer um domínio das grandezas que são atreladas as tomadas e como elas se relacionam.

Soluções que permitem a extração automática de quantidades, atualizações automáticas, realização de simulações e análises, são BIM. Por exemplo, observe-se na Figura 4 a mesma tomada vista na Figura 1 e 2 só que agora em vista de corte

Figura 4 – Tomada na vista de corte.



Fonte: o próprio autor.

Verifica-se que essa mesma tomada está representada em 2D (Figura 4) e 3D (Figura 2), e além disso, ela está atrelada aos documentos de lista de material e dimensionamento do circuito. Ela é um conjunto montado de 1 tomada 2P+T, 10 A, 250 V, posto horizontal, 4×2, com uma potência parametrizada nela de 100 VA.

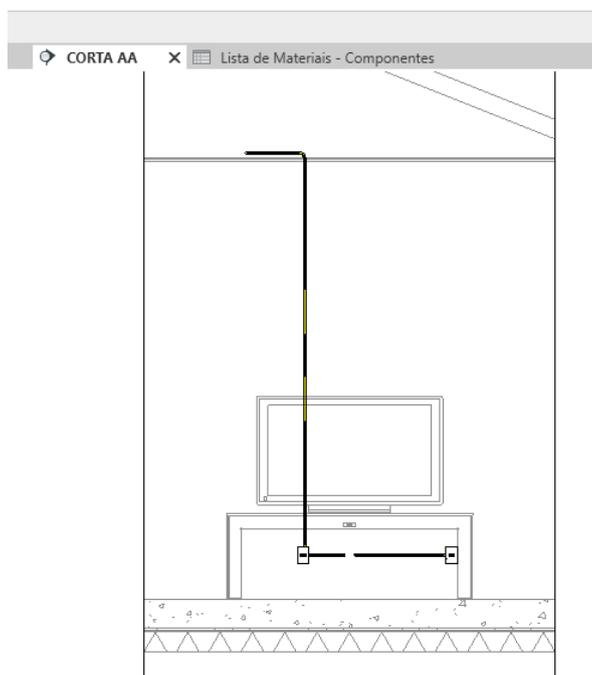
Figura 5 – Lista de materiais.

<Lista de Materiais - Componentes>			
A	B	C	D
Descrição do Material	Dimensões	Quantidade	Referência Fabricante
		49	
Caixas de Embutir			
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para eletroduto corrugado	4"x2"	86	Tigre linha Tigreflex ou equival
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	4"x4"	37	Tigre linha Tigreflex ou equival
Interruptores			
Conjunto montado com 1 Interruptor paralelo, 10A 250V~, 4"x2"	1P, 4"x2"	2	Plat Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Interruptor simples, 10A 250V~, 4"x2"	1S, 4"x2"	13	Plat Legrand ou equivalente
Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas simples, 4"x2"	2xS, 4"x2"	3	Plat Legrand ou equivalente
Interruptores + Tomadas			
Conjunto montado de 1 Interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S+1Tom.10A, 4"x2"	4	Plat Legrand ou equivalente
Placa saída de fio			
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	Saída de fio	7	Plat Legrand ou equivalente
Quadros			
Quadro de Distribuição 27/36 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro, porta branca, dimensões 355,4x525x2	27/36 Disjuntores	1	Tigre ou equivalente
Tomadas			
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	10A, 4"x2"	48	Plat legrand ou equivalente
Conjunto montado de 2 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	2x10A, 4"x2"	8	Plat Legrand ou equivalente
Conjunto montado de 3 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	10A, 4"x2"	1	Plat Legrand ou equivalente

Fonte: o próprio autor.

Observa-se na Figura 6 e 7 que o objeto foi excluído

Figura 6 – Tomada excluída em vista 2D.



Fonte: o próprio autor.

Figura 7 – Atualização automática da lista de materiais.

<Lista de Materiais - Componentes>			
A	B	C	D
Descrição do Material	Dimensões	Quantidade	Referência Fabricante
		49	
Caixas de Embutir			
Caixa de Luz 4"x2", de embutir, em PVC na cor amarelo para eletroduto corrugado	4"x2"	85	Tigre linha Tigreflex ou equival
Caixa octogonal 4"x4" com fundo móvel, em PVC na cor amarela para eletroduto corrugado	4"x4"	37	Tigre linha Tigreflex ou equival
Interruptores			
Conjunto montado com 1 Interruptor paralelo, 10A 250V~, 4"x2"	1P, 4"x2"	2	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado com 1 Interruptor simples, 10A 250V~, 4"x2"	1S, 4"x2"	13	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado de Interruptor com 2 teclas simples, 4"x2"	2xS, 4"x2"	3	Pial Legrand ou equivalente
Interruptores + Tomadas			
Conjunto montado de 1 Interruptor Simples + 1 Tomada 2P+T, 10A, 4"x2"	1S+1Tom.10A, 4"x2"	4	Pial Legrand ou equivalente
Placa saída de fio			
Conjunto montado de 1 Placa para Saída de Fio Ø11mm, 4"x2"	Saída de fio	7	Pial Legrand ou equivalente
Quadros			
Quadro de Distribuição 27/36 Disjuntores, de embutir, fabricado em PVC antichamas, com barramento de terra e neutro, porta branca, dimensões 355,4x5252x	27/36 Disjuntores	1	Tigre ou equivalente
Tomadas			
Conjunto montado de 1 Tomada 2P+T, 10A, posto horizontal, 4"x2"	10A, 4"x2"	47	Pial legrand ou equivalente
Conjunto montado de 2 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	2x10A, 4"x2"	8	Pial Legrand ou equivalente
Conjunto montado de 3 Tomadas 2P+T, 10A, postos horizontais, 4"x2"	10A, 4"x2"	1	Pial Legrand ou equivalente

Fonte: o próprio autor.

A atualização automática do BIM ocorre devido às soluções que funcionam como gestores de bancos de dados integrados. Independentemente do formato de visualização utilizado, qualquer modificação ou revisão é automaticamente atualizada em todas as visualizações de dados do projeto

2.1 MODELOS BIM 3D, 4D, 5D, 6D

Os modelos BIM variam em dimensão e conteúdo, dependendo das informações e das especificações de projeto. Podem ser 2D, com vistas e detalhes, ou 3D, representando a geometria espacial do projeto e detalhes como materiais e quantidades.

O BIM 4D vai além, adicionando informações de produtividade e cronograma da obra, enquanto o BIM 5D inclui custos de materiais, mão de obra e equipamentos. O BIM 6D, por sua vez, registra dados sobre a utilização da edificação, como durabilidade dos materiais e consumo de recursos. Essas informações são fundamentais para entender a operação e manutenção do empreendimento.

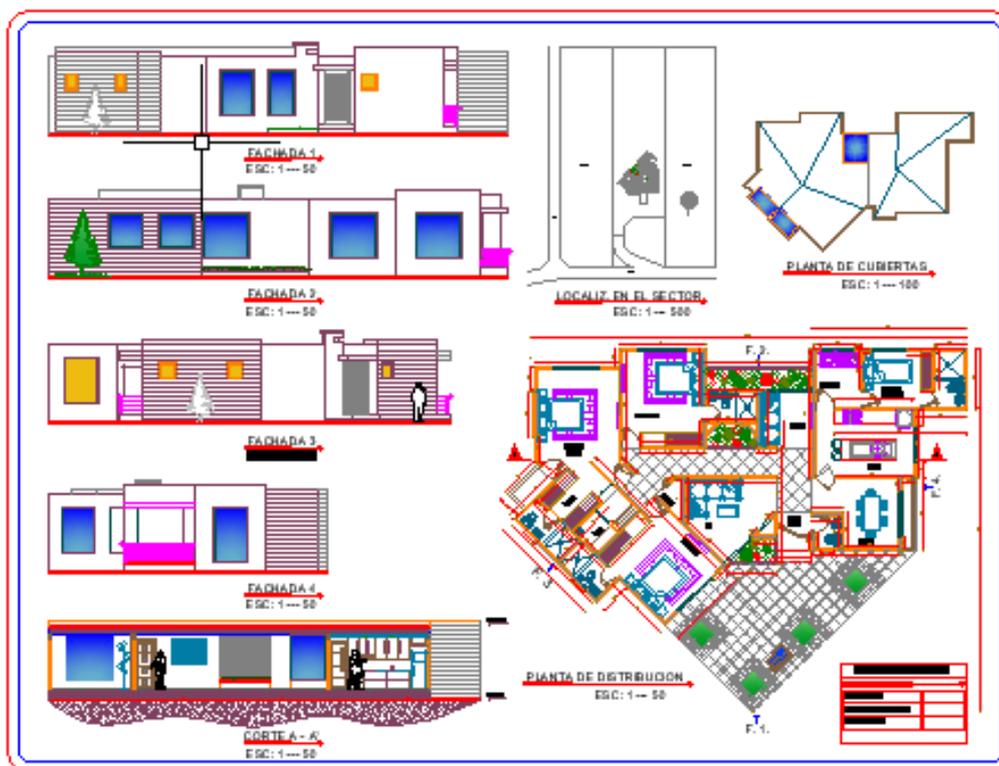
3 BENÉFICIOS E FUNCIONALIDADES BIM

A funcionalidade mais utilizada do BIM é a compatibilização espacial do projeto, mas, essa é apenas uma das suas ferramentas que ajudam no processo de desenvolvimento de projetos tradicional, o BIM não é exclusivamente um *software* 3D. O BIM é um novo processo de desenvolvimento de projetos por inteiro.

3.1 VISUALIZAÇÃO EM 3D DO QUE ESTÁ SENDO PROJETADO

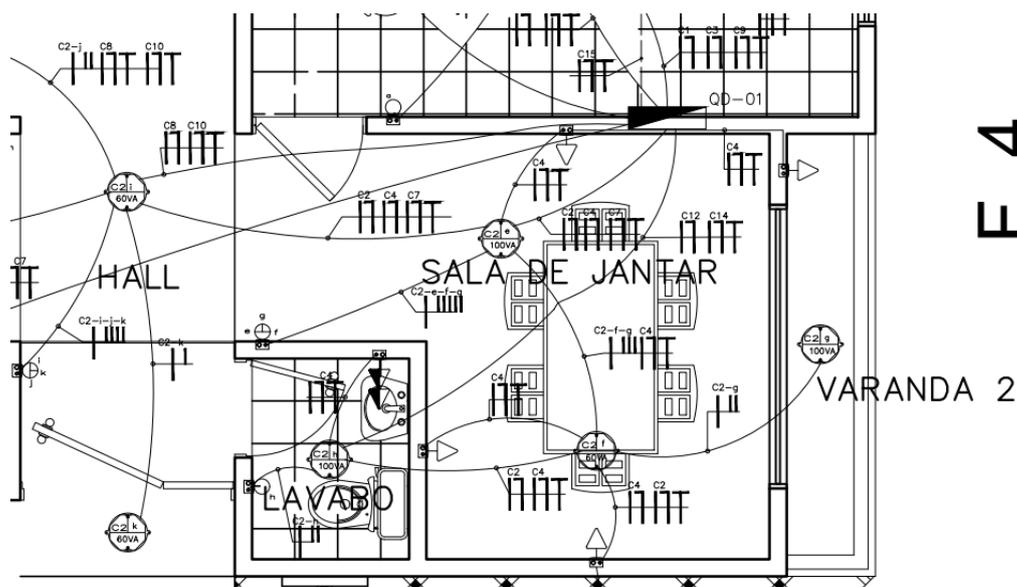
O desenvolvimento em CAD baseia sua tecnologia apenas em documentos, representações de plantas, cortes, vistas e detalhes. Nessa forma de elaboração de projetos para ter visualização e compreensão é necessário o uso da imaginação, exige que mentalmente se crie imagens tridimensionais de uma edificação ou instalação projetada, através da combinação desses documentos e diferentes desenhos. Na Figura 8 observa-se um exemplar de projeto arquitetônico CAD utilizado na disciplina de instalações elétricas, e na Figura 9 observa-se parte do projeto elétrico elaborado em CAD.

Figura 8 – Planta arquitetônica utilizada na disciplina de instalações elétricas.



Fonte: o próprio autor.

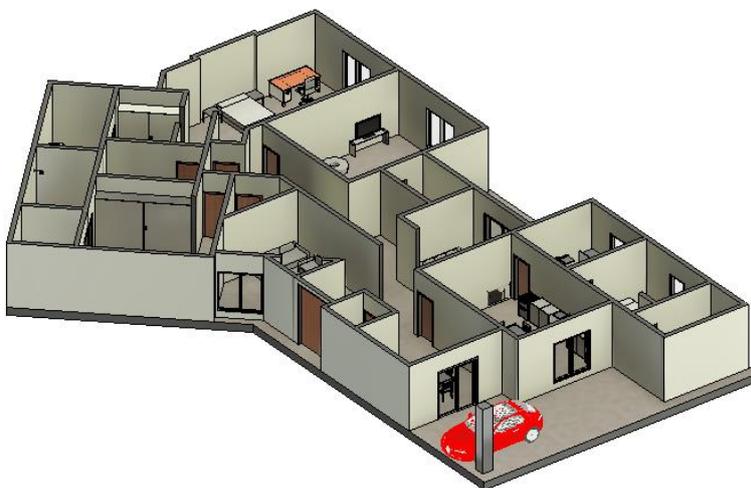
Figura 9 – Parte de projeto elétrico na planta baixa.



Fonte: o próprio autor.

Percebe-se que para iniciar o projeto elétrico, a assimilação das fachadas e planta baixa terá que ser realizada pela imaginação do projetista. Na Figura 10 observa-se o projeto arquitetônico similar elaborado para o presente trabalho no Revit.

Figura 10 – Vista 3D do projeto arquitetônico utilizado no guia do presente trabalho.

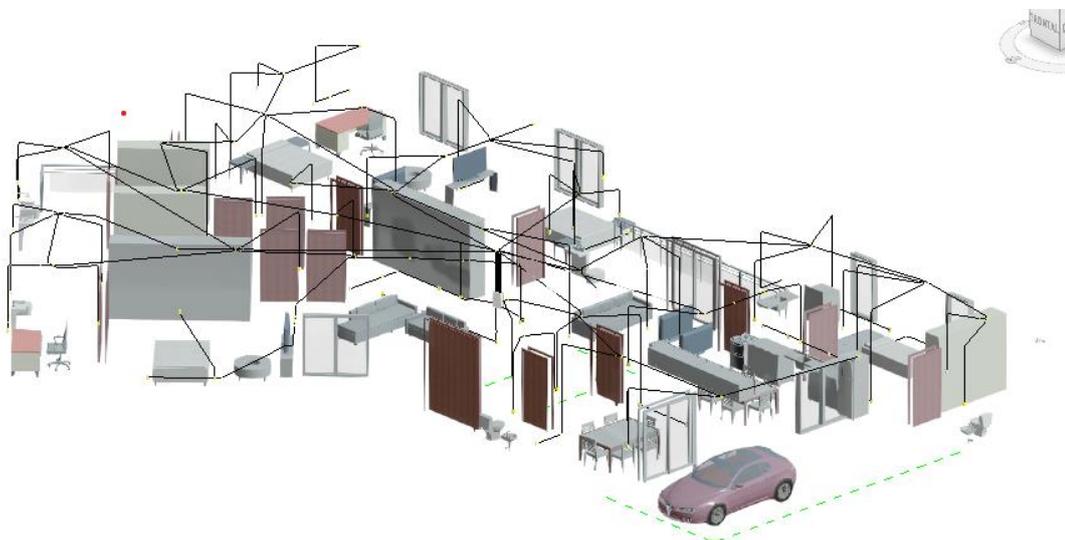


Fonte: o próprio autor.

Modelar em 3D no BIM permite a visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexa que seja a edificação, e junto com a coordenação BIM que oferece detecção automática de interferências geoespaciais entre objetos os erros são minimizados.

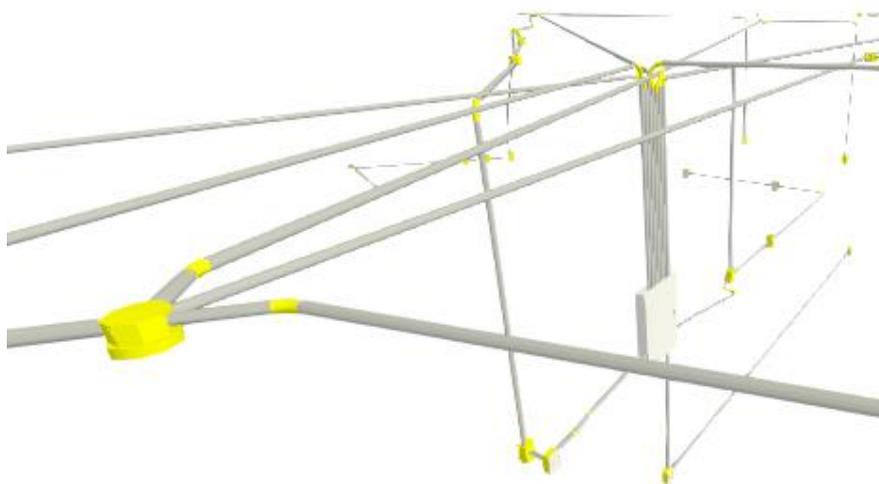
Nas Figura 11 e 12 observa-se como é o modelo digital do projeto elétrico, através do gerenciamento de vínculo com projeto arquitetônico

Figura 11 – Projeto elétrico em BIM.



Fonte: o próprio autor.

Figura 12 – Vista de câmera do projeto.

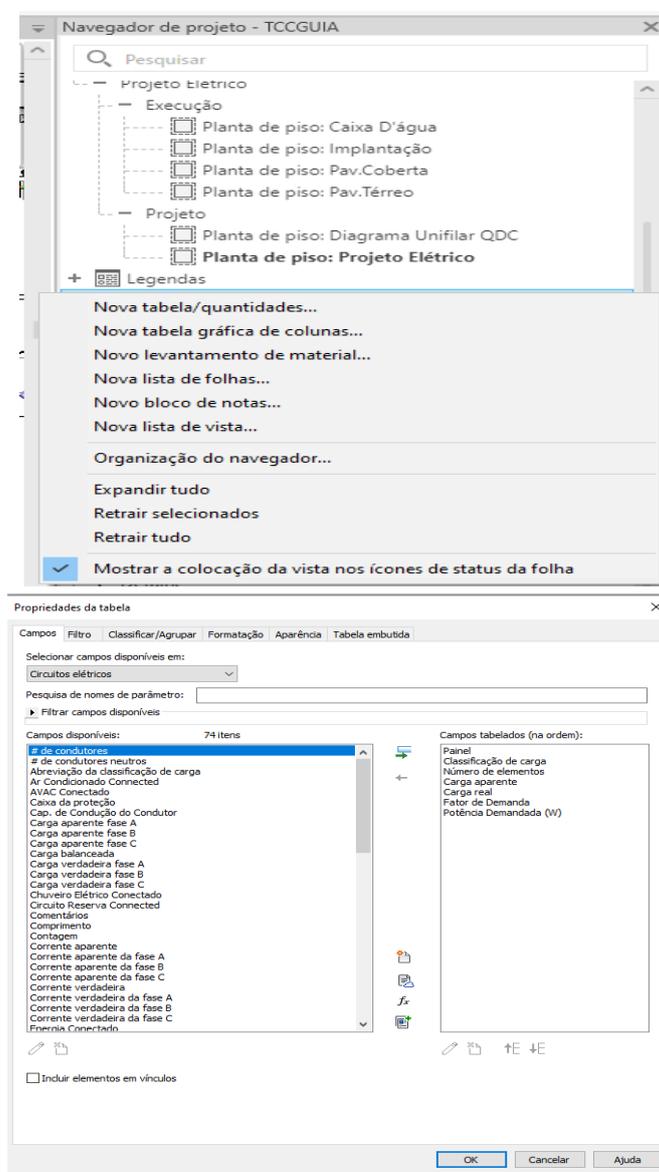


Fonte: o próprio autor.

3.2 EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DAS QUANTIDADES DO PROJETO

O orçamento de obras em projetos é uma etapa complexa em muitas empresas de engenharia, trazer exatidão nessa área é algo desafiador de ser realizado no CAD. Uma das funcionalidades mais utilizadas por aqueles que começam a modelar no BIM é a extração de quantidades de forma automatizada, ela garante consistência, precisão e agilidade de acesso a essas informações, que podem ser divididas e organizadas. Observe na Figura 13 a opção no *template* do Revit dispõe a opção de Tabelas, onde é possível extrair informações precisas da modelagem.

Figura 13 – Criação de tabelas.



Fonte: o próprio autor.

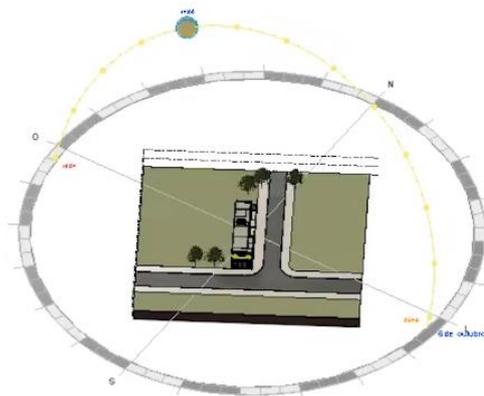
Essa forma automática de levantamento de quantitativos faz com que possa ser integrado a ele sistemas de orçamentação, planejamento e controle, através de associação feita por link com as atividades de um cronograma desenvolvido em *MS-Project* ou **Primavera**, é permitido que o controle da execução da obra seja realizado com base nos modelos.

3.3 A REALIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES E ENSAIOS VIRTUAIS

Simulações do comportamento e do desempenho de instalações ou de sistemas componentes são funcionalidades novas, que não podiam ser executadas antes, com a utilização de processos baseados apenas em documentos (CAD). A possibilidade na modelagem BIM **de poder** realizar várias simulações virtuais é um dos seus benefícios, poupando tanto o prazo quanto o custo da construção de um modelo físico, pois os modelos computacionais são desenvolvidos com os mesmos objetivos dos físicos, servindo para simulação, complementação, validação dos cálculos matemáticos e possibilitam uma fácil reconstrução ou remodelagem, isso oferece mais condições de simulação e mais informações. Algumas análises e simulações na área de engenharia elétrica com a utilização de modelo BIM são:

- Análises energéticas (simulações do consumo de energia);
- Estudos luminotécnicos;
- Estudos de insolação e sombreamento (Figura 14)

Figura 14 – Estudo de insolação e sombreamento.



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=FLJJIs-hE9w> (2022).

3.4 IDENTIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE INTERFERÊNCIAS (GEOMÉTRICAS E FUNCIONAIS)

Na indústria da construção civil, para se obter um modelo integrado, é necessário a interoperabilidade entre disciplinas atuantes no empreendimento, arquitetura, elétrica, mecânica, etc, cada uma com seu modelo específico, a questão crucial para um bom desenvolvimento do projeto é como juntar todos esses modelos específicos em um único modelo, o modelo integrado. O BIM localiza automaticamente as interferências entre os objetos que compõem um modelo.

Os relatórios das interferências localizadas em um modelo BIM em desenvolvimento podem ser extraídos automaticamente e compartilhados com as equipes responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas, essa coordenação é realizada através do modelo IFC gerado no Revit e usado no Navisworks.

No projeto elétrico residencial, é comum encontrarmos interferências leves, moderadas ou críticas. Por exemplo, na Figura 15 observa-se que uma interferência leve seria um eletroduto de diâmetro 16 mm interferindo no pilar da estrutura, pois a solução é fácil, apenas desviando o eletroduto do pilar. Já uma interferência grande é a instalação de um quadro de distribuição no pilar estrutural, seria considerada crítica.

Figura 15 – Análise de interferências.



Fonte: Nemetschek Solibri (2023).

Soluções BIM também são capazes de identificar as chamadas interferências funcionais, as interferências funcionais são muito importantes, principalmente na questão de acessibilidade. Por exemplo: o posicionamento de um projetor dentro de uma sala de reunião pode ter interferência caso haja algum objeto instalado na sua faixa de projeção, embora estejam instalados em locais diferentes, a faixa de projeção pode ser interferida por um posicionamento de luminária, conforme observa-se na Figura 16.

Figura 16 – Interferência funcional.

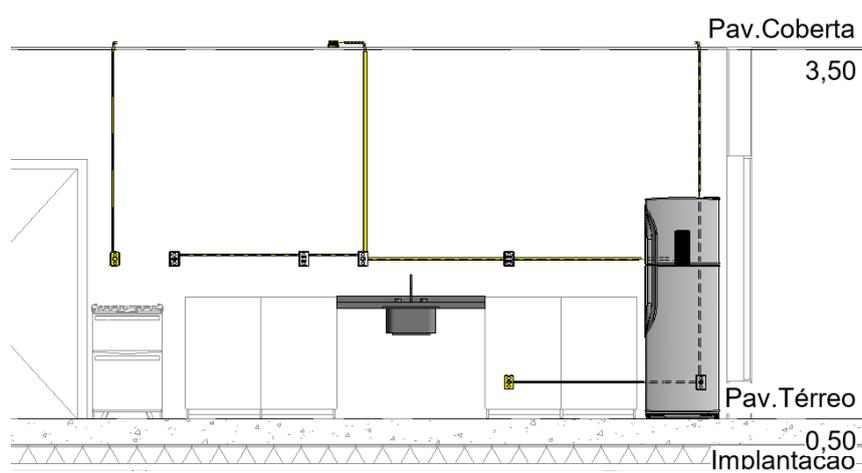


Fonte: CBIC Coletânea de Implementação BIM (2016).

3.5 GERAÇÃO DE DOCUMENTOS MAIS CONSISTENTES E MAIS ÍNTEGROS

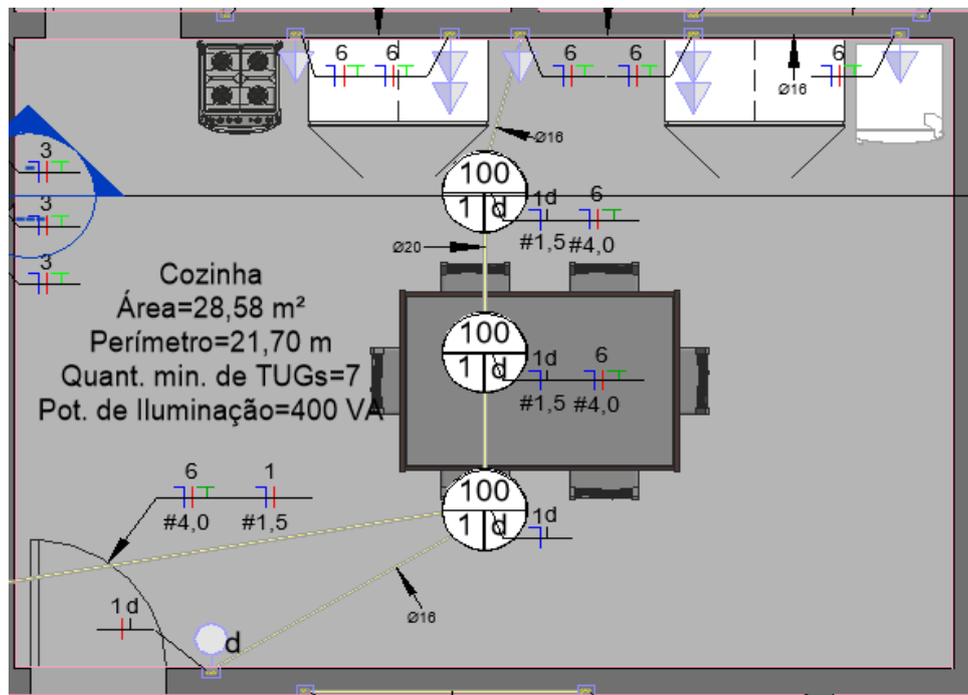
A integridade das soluções em BIM é baseada em reações automáticas, elas contribuem para a garantia da consistência e eficácia de toda a documentação dos projetos (desenhos, detalhes, tabelas). O que ocorre no processo CAD é diferente, a integridade da documentação depende exclusivamente da atenção humana, caso haja mudança no projeto CAD, é necessário a mudança manual em diversos documentos: plantas, cortes e detalhes. Por exemplo: Observa-se na Figura 17 um corte da instalação elétrica de uma cozinha, e esse mesmo corte está atrelado automaticamente a planta baixa observada na Figura 18, cada elemento de tomada desta cozinha está atrelado em todos os documentos do modelo, lista de materiais, tabela dos circuitos, cálculo da potência observado na Figura 19, etc.

Figura 17 – Corte de instalação elétrica da cozinha.



Fonte: o próprio autor.

Figura 18 – Vista da planta baixa com diagrama unifilar no cômodo cozinha.



Fonte: o próprio autor.

Figura 19 – Painel QDC.

Circuito	Descrição	Tensão (V)	Esquema	Potência Total (VA)	FP	Potência Total (W)	Corrente Nominal (A)	FCA	FCT	Ib: Corrente de Projeto Corrigida (A)	In: Disjuntor (A)	
1	Iluminação Salas	220.00	FN	2100 VA	1	2100 W	9,55 A	0,7	0,94	14,51 A	16,00 A	[C
2	Iluminação Quartos	220.00	FN	2800 VA	1	2800 W	12,73 A	0,7	0,94	19,34 A	20,00 A	[C
3	Força Salas e Dependência	220.00	FNT	3900 VA	0,8	3120 W	17,73 A	0,7	0,94	26,94 A	30,00 A	[C
4	Força Quartos	220.00	FNT	4000 VA	0,8	3200 W	18,18 A	0,7	0,94	27,63 A	32,00 A	[C
5	Força Suite	220.00	FNT	2500 VA	0,8	2000 W	11,36 A	0,7	0,94	17,27 A	20,00 A	[C
6	Cozinha	220.00	FNT	2700 VA	0,8	2160 W	12,27 A	0,8	0,94	16,32 A	20,00 A	[C
7	Área de serviço	220.00	FNT	2000 VA	0,8	1600 W	9,09 A	0,7	0,94	13,82 A	16,00 A	[C
8	Air Condicionado	220.00	FNT	1647 VA	0,85003	1400 W	7,49 A	0,7	0,94	11,38 A	16,00 A	[C
9	Chuveiro Elétrico	220.00	FNT	8500 VA	1	8500 W	29,55 A	0,8	0,94	39,29 A	40,00 A	[C
10	Chuveiro Elétrico	220.00	FNT	8500 VA	1	8500 W	29,55 A	0,8	0,94	39,29 A	40,00 A	[C
11	Air Condicionado	220.00	FNT	1647 VA	0,85003	1400 W	7,49 A	0,7	0,94	11,38 A	16,00 A	[C
12	Air Condicionado	220.00	FNT	1647 VA	0,85003	1400 W	7,49 A	0,7	0,94	11,38 A	16,00 A	[C
13	Chuveiro Elétrico	220.00	FNT	8500 VA	1	8500 W	29,55 A	0,8	0,94	39,29 A	40,00 A	[C
14												
15												
16												
17												
18												
19												

Fonte: o próprio autor.

4 COMPARATIVO PROCESSO BIM E CAD

4.1 SISTEMAS CAD

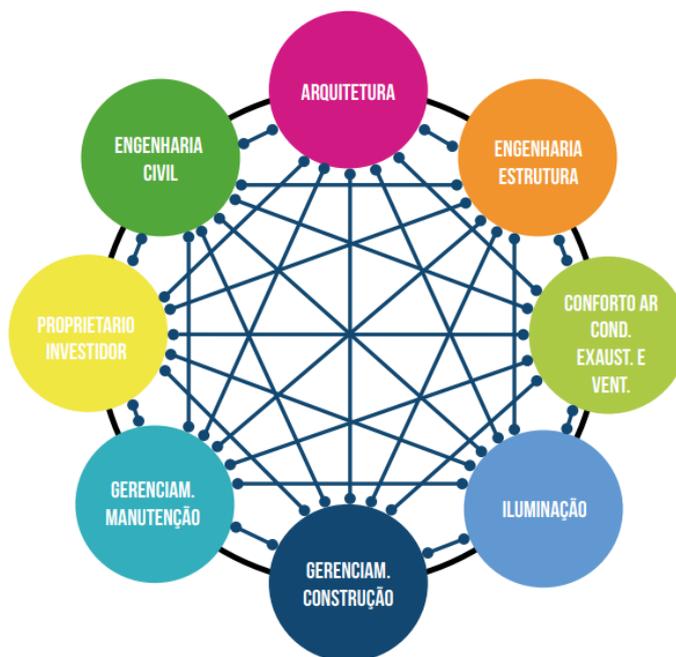
De acordo com Schodek *et al.* (2007), nos anos 80 os computadores passaram a contribuir com a arquitetura e engenharia através de desenhos mais complexos, proporcionando maior precisão e rapidez na execução.

Ayres e Scheer afirmam que o CAD que melhor se adaptou ao potencial de hardware da época foi o CAD geométrico, que possibilita a elaboração de desenhos no plano bidimensional (2D) virtual. Contudo, a representação no sistema geométrico causa desintegração do virtual com o real, ao passo que dificulta a análise de clientes leigos, por exemplo. O proprietário muitas vezes não entende a disposição de linhas, não compreendendo o projeto bidimensional e o real.

“O mercado AEC já enfrenta uma renovação que demanda mudanças dos processos, tal como uma mudança de paradigma: alterando a documentação baseada em tecnologia bidimensional para o protótipo paramétrico e fluxo de trabalho colaborativo. Os processos produzidos através de maneira tradicional desencadeiam situações susceptíveis à falha, inconsistência, insegurança e por muitas vezes, produções repetitivas. Tais situações fazem com que haja perda considerável do valor das informações do projeto" (Eastman *et al.*, 2014).

Observa-se na Figura 20 o fluxo de informações no processo CAD

Figura 20 – Fluxo de informações no CAD.



Fonte: CBIC Coletânea de Implementação BIM (2016).

4.2 SISTEMAS BIM

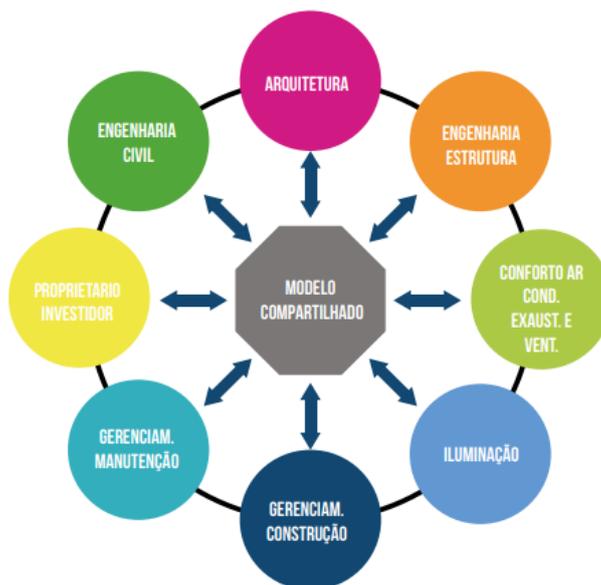
A modelagem BIM é associada à interoperabilidade e compartilhamento de informação. Permite representar, de maneira consistente e coordenada, todas as informações e etapas de um edifício: do estudo preliminar a demolição (Leão, 2013).

Para Farr *et al.* (2014), o impacto do BIM é maior na fase conceitual de um projeto, ao passo que suporta uma maior integração e melhor avaliação para decisões de design inicial. Na sequência, o impacto aborda o nível de construção de modelagem, detalhamento, especificações e estimativas de custos, e finalmente, a integração de serviços de engenharia e suporte em novas informações de fluxos de trabalho e integração colaborativa.

Segundo Takim *et al.* (2013), o BIM é reconhecido como uma tecnologia de gerenciamento que oferece soluções integradas à indústria da construção civil, melhorando a satisfação do cliente em tempo, custo, segurança, qualidade e funcionalidade dos projetos.

Observa-se na Figura 21 o fluxo de informações no BIM

Figura 21 – Fluxo de informações no BIM.



Fonte: o próprio autor.

4.3 ANÁLISE COMPARATIVA

Para Ayres e Scheer (2007), os arquivos CAD são constituídos por informações geométricas básicas e genéricas, que competem ao projetista interpretar e atribuir significado às linhas e demais elementos.

Apesar o avanço considerável proporcionado pela utilização do CAD, não houve alterações substanciais na maneira de projetar e construir. Apenas as ferramentas de desenho foram migradas para o computador, resultando na redução de erros, tempo e na facilitação do trabalho. Em resumo, o processo tornou-se mais simples, porém o resultado final permaneceu essencialmente o mesmo em termos de representação

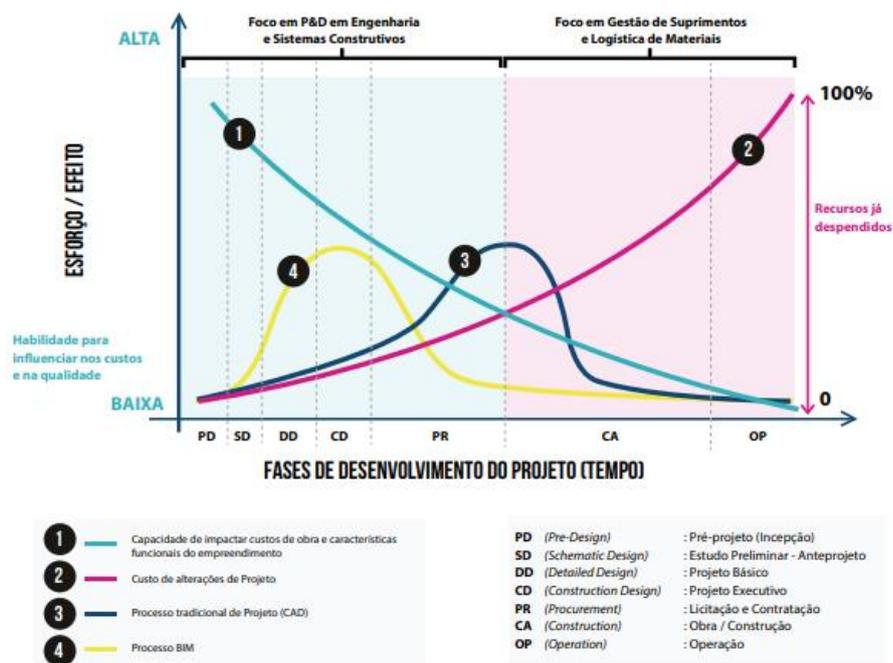
Conforme destaca Hilgenberg *et al.* (2012), diferentemente dos *softwares* que se baseiam no sistema CAD, nos quais correções ou alterações no projeto exigem intervenção manual, os programas BIM possibilitam modificações dinâmicas no modelo. A representação das informações é feita por meio de elementos tridimensionais com ajustes automáticos e interativos em todas as visualizações. Dentro desse contexto, os dados são armazenados em arquivos que se mantêm sincronizados entre si, e o gerenciamento é conduzido por uma ferramenta computacional, não dependendo da intervenção direta dos usuários.

Em relação a interoperabilidade computacional, os diferentes *softwares* CAD propiciam facilidades na transferência de arquivos. Enquanto isso, os *softwares* BIM

possuem restrições de acessibilidade e compatibilidade, apesar da crescente busca pela ampliação do uso do sistema e compartilhamento completo das informações.

Observa-se na Figura 22 o gráfico de comparação entre os processos BIM e CAD

Figura 22 – Comparativo processo BIM e CAD.



Fonte: CBIC Coletânea de Implementação BIM (2016).

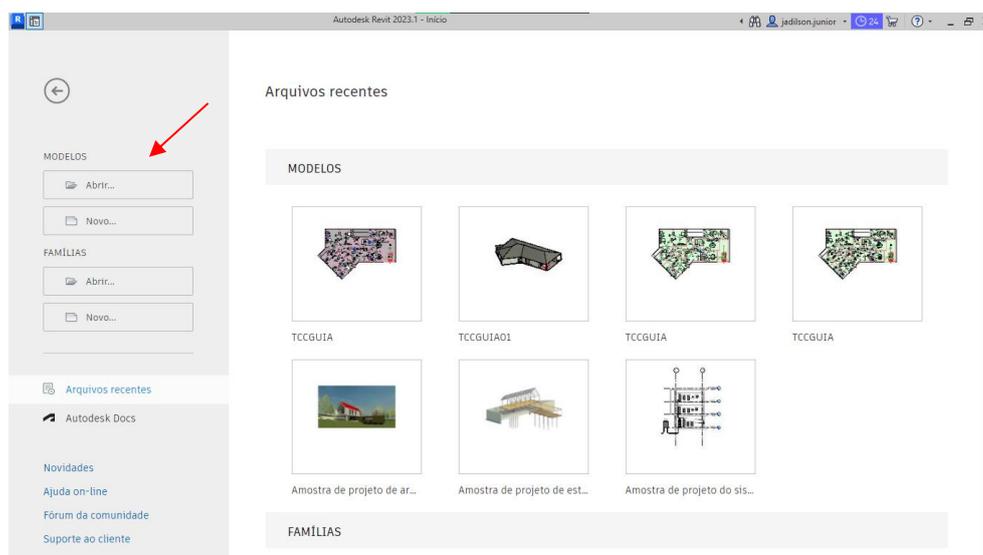
5 SOFTWARE BIM (REVIT)

Segundo a Autodesk (2017), uma das ferramentas BIM mais renomadas, o Revit tem sua interface composta pelos setores *Architecture*, *Structure* e *System for mechanical, electrical and plumbing* (MEP), compartilhando assim modelos sincronizados. O Conjunto possui atributos que possibilitam a modelagem de componentes construtivos, análise e simulação de sistemas e estruturas, bem como a colaboração de interdisciplinares. Deste modo, é possível reduzir interferências e retrabalho. A ferramenta possibilita ainda uma melhor comunicação através de visualizações mais eficazes para seus proprietários e demais membros da equipe envolvida.

5.1 A INTERFACE

A interface do *software* é bem semelhante a do AutoCAD continua intuitivo a compreensão dos menus. A inicialização do *software* é observada na Figura 23 onde nota-se as opções de iniciar um novo projeto ou abrir um projeto já iniciado, junto com a opção famílias.

Figura 23 – Interface inicial do Revit.

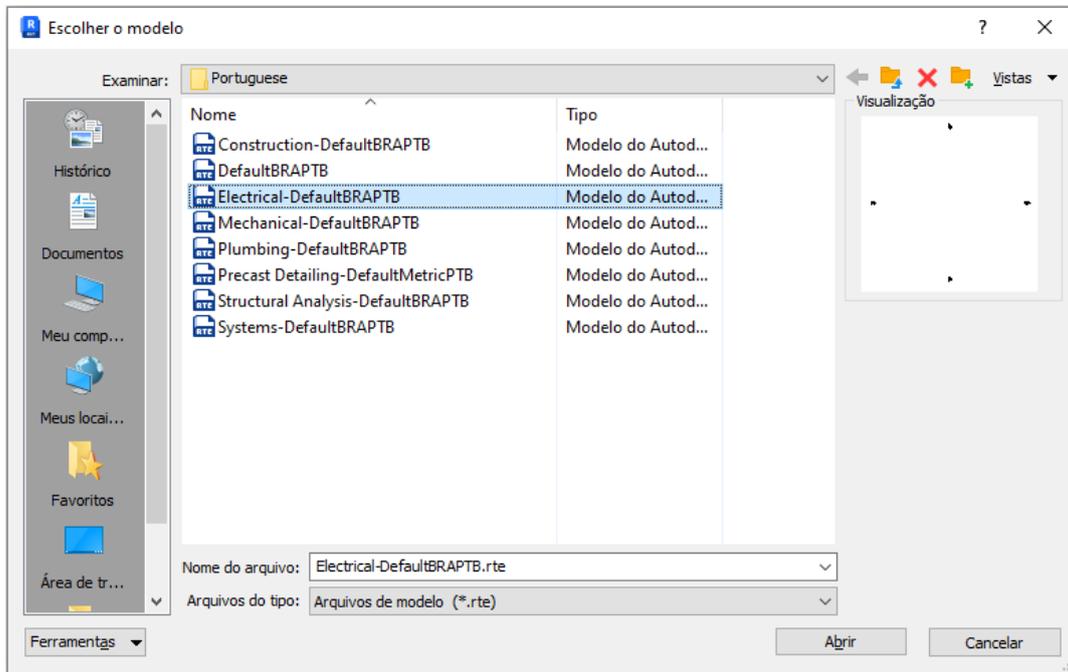


Fonte: o próprio autor.

Diferentemente do CAD, na modelagem BIM é necessária a criação de *templates*, que são modelos de projetos onde cada usuário ou empresa coloca as suas informações

de projeto e dimensionamento. Observa-se na Figura 24 á disponibilidade inicial de *templates* que o *software* dispõe.

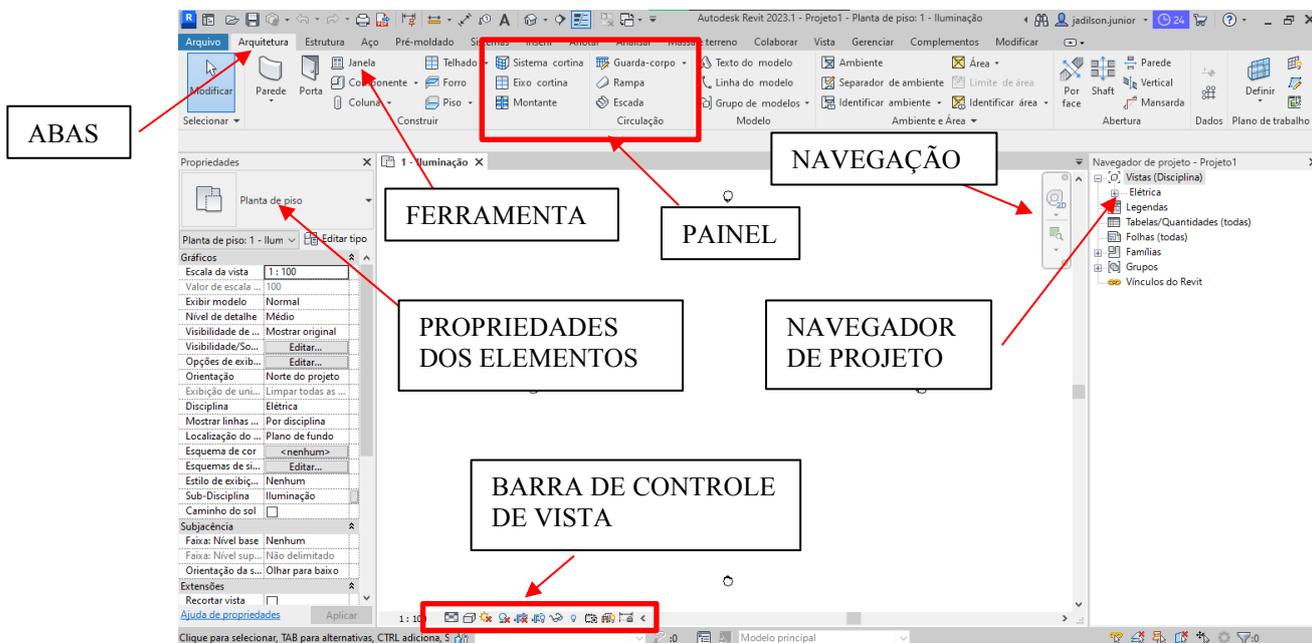
Figura 24 – Exemplos de *template* disponíveis inicialmente no Revit.



Fonte: o próprio autor.

Observa-se na Figura 25 a interface de modelagem do Revit.

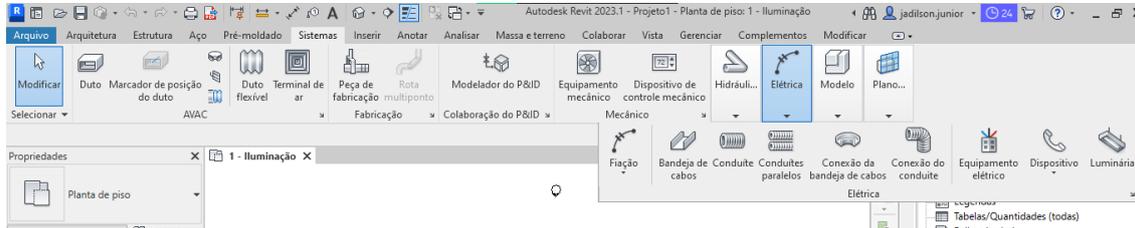
Figura 25 – Interface de modelagem do Revit.



Fonte: o próprio autor.

Observa-se na Figura 26 a aba de sistemas, onde estão as famílias elétricas do sistema, que posteriormente são acrescentadas de famílias importadas.

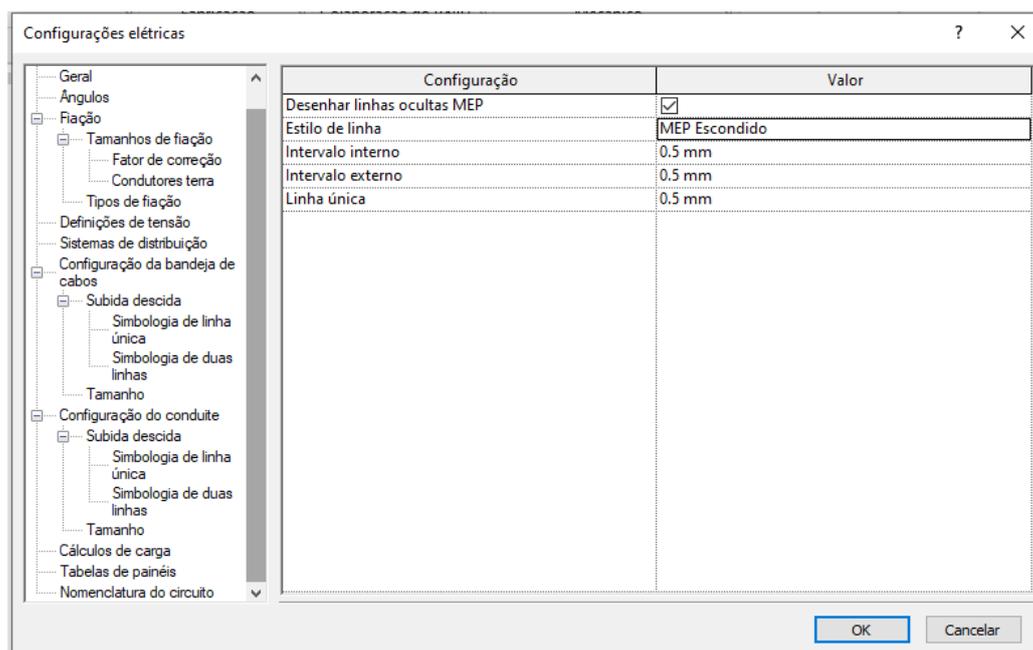
Figura 26 – Elementos da aba sistemas na parte elétrica.



Fonte: o próprio autor.

Para realizar o projeto no Revit, é necessário a criação de parâmetros elétricos do seu projeto, tamanhos de fiação, definições de tensão, sistemas de distribuição etc, bem como a inserção da famílias de equipamentos elétricos, luminárias, conduítes etc. Observa-se no lado esquerdo da Figura 27 alguns exemplos de parâmetros.

Figura 27 – Janela de parâmetros elétricos do *template*.



Fonte: o próprio autor.

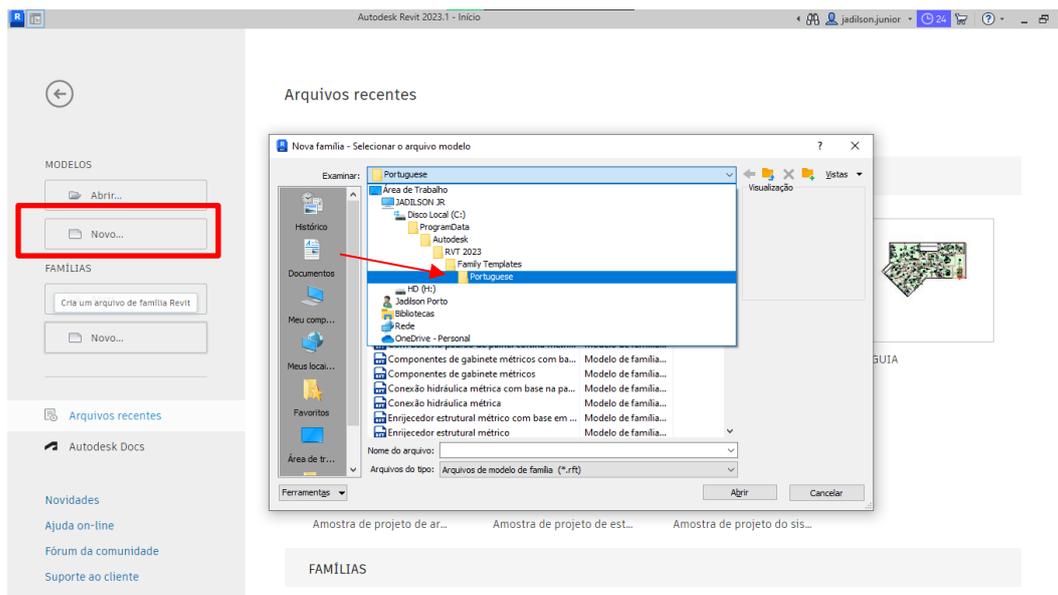
5.2 FAMÍLIAS DO REVIT

Ao contrário do sistema CAD, que contém elementos denominados blocos, a ferramenta BIM apresenta objetos, usualmente caracterizado como famílias. Esses objetos armazenam informações técnicas particulares dos materiais de construção. A partir disso, a ferramenta tem capacidade de não somente fornecer cortes e elevações, tabelas, acabamentos, áreas, mas também estimativas de cálculo e custos da obra. Com isso, é possível acompanhar minunciosamente o andamento de um projeto desde a fase preliminar, até a representação final com modelagem 3D.

Todos os elementos do Revit pertencem a uma família. As famílias reúnem objetos do mesmo tipo com os mesmos parâmetros e comportamentos.

As famílias podem ser criadas e modificadas sem a necessidade de programação adicional, apenas com conhecimento de modelagem e parâmetros. O programa já traz várias famílias de objetos que podem ser alterados ou permitem criar outros a partir deles. A compreensão da manipulação das famílias é essencial para o perfeito trabalho com o Revit, a maior parte do tempo no projeto é na customização das famílias, é nas famílias que colocamos informações de custo, material, descrição do material, fabricante, modelo, tipo. A parametrização correta das famílias garante precisão no projeto. Observa-se na Figura 28 a criação de uma nova família

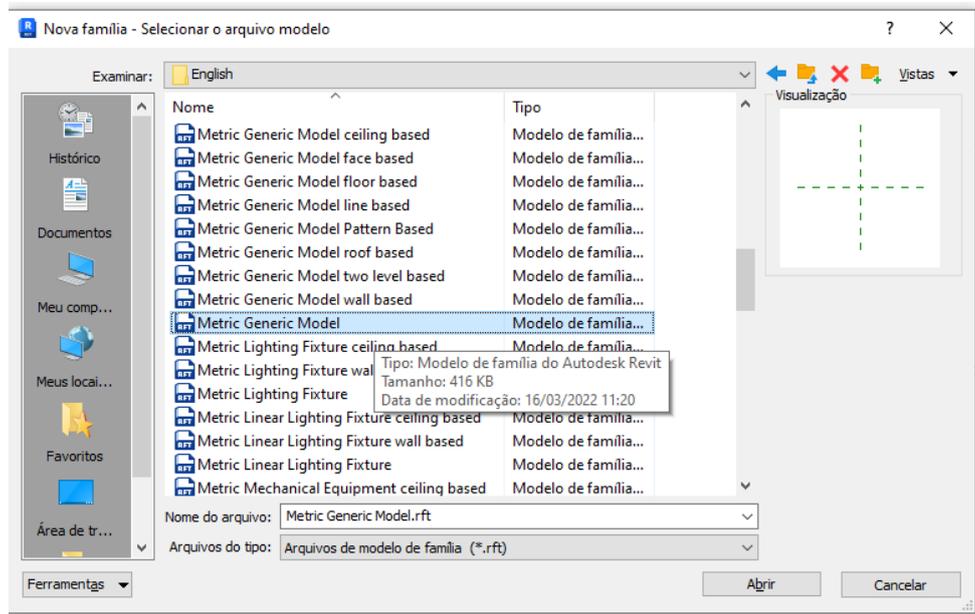
Figura 28 – Nova família.



Fonte: o próprio autor.

Observa-se na Figura 29 que, diferente do AutoCAD, no Revit é necessário a seleção do modelo na qual a família irá ser modelada, o mais comum é o “modelo genérico métrico”.

Figura 29 – *Template* modelo genérico métrico.



Fonte: o próprio autor.

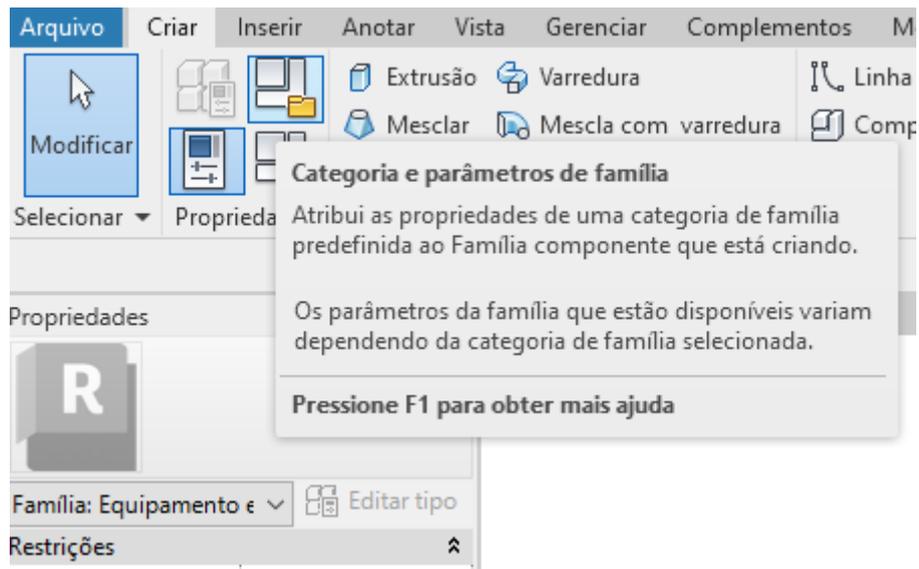
Figura 30 – Ferramentas de criação.



Fonte: o próprio autor

Observa-se na Figura 30 que a modelagem 3D da família é praticamente igual a do 3D CAD, as ferramentas de criação de geometrias são basicamente as mesmas, observa-se na Figura 31 que o diferencial é categoria e parâmetros de família, ou seja, insere-se informações além da modelagem 3D ao objeto.

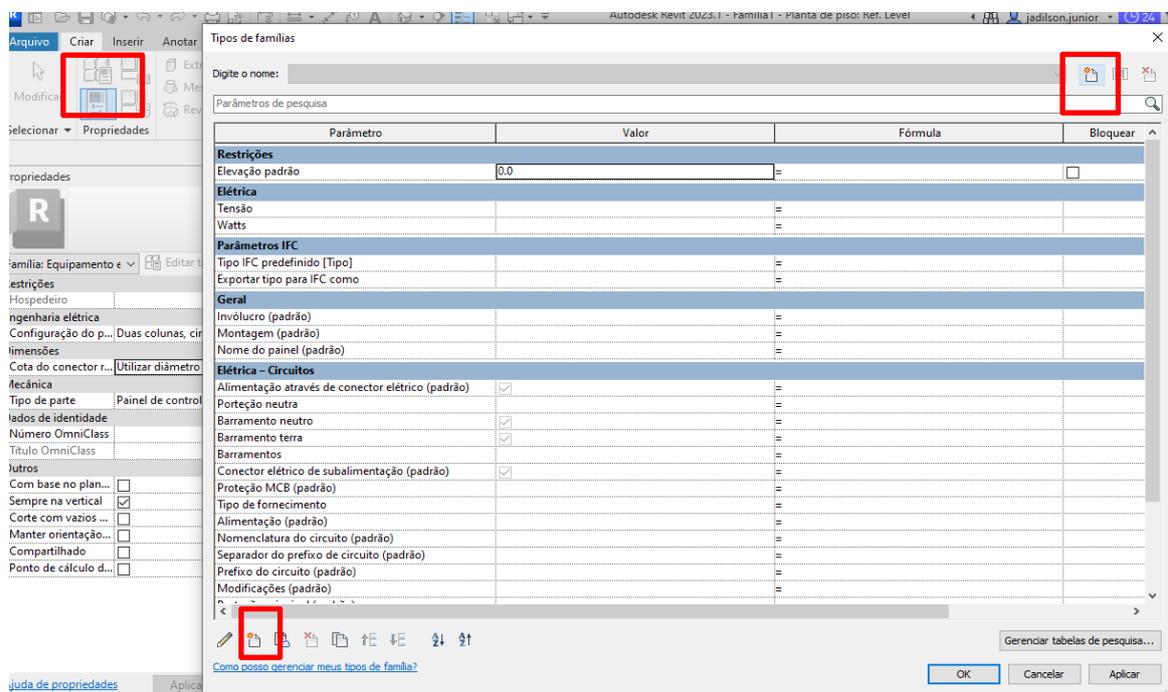
Figura 31 – Categoria e parâmetros de família.



Fonte: o próprio autor.

Na modelagem BIM informa-se qual categoria a família que o engenheiro está criando faz parte, os exemplos de algumas famílias são: dispositivos de comunicação, dispositivos elétricos, dispositivos de iluminação etc.

Figura 32 – Tipos de família.

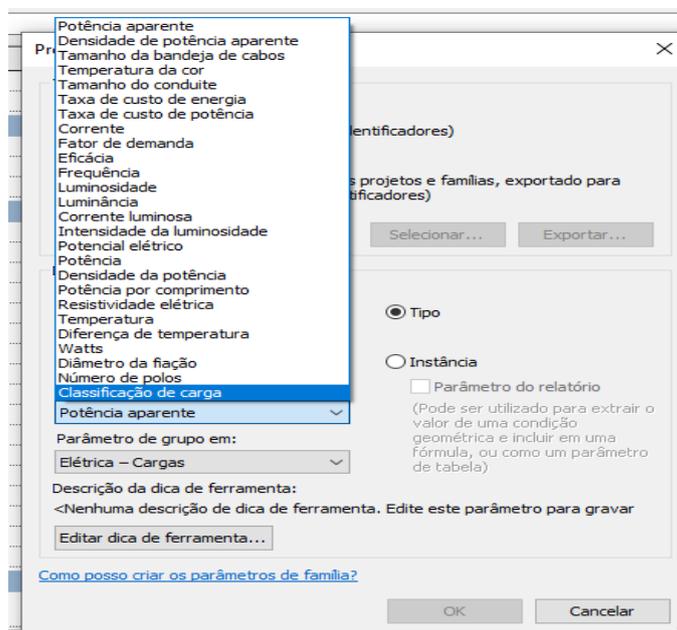


Fonte: o próprio autor.

Observa-se na Figura 32 a janela de parâmetros de família, que são as informações que se atrela ao objeto modelado, o correto dimensionamento e parametrização do objeto

é fundamental. Nota-se na Figura 33 alguns exemplos de parâmetros que podem ser colocados nos objetos.

Figura 33 – Exemplos de parâmetros elétricos.



Fonte: o próprio autor.

6 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

O BIM propicia novas possibilidades e torna processos de projeto automáticos e ágeis. Isso implica, portanto, na qualificação e atualização profissional. Excluindo aos poucos do mercado, profissionais que atuam de maneira monótona e apresentam soluções comuns, já reconhecidas e consagradas.

Entretanto, o principal obstáculo se refere à complexidade dos programas BIM, quando comparado com o sistema CAD. Apresentam uma diversidade de parâmetros e exige um conhecimento específico, o aprendizado se torna um tanto moroso. Outro empecilho é a não coordenação das informações para formatos mais usuais, como o .dwg, por exemplo. Os *softwares* BIM, em sua generalidade, trabalham com extensão .ifc, um formato particular de documentação.

O Revit apresenta uma interface relacionada com o CAD, entretanto pode-se observar na elaboração do guia que para projetos elétricos sua funcionalidade é limitada, isso se deve a falta de compatibilidade com normas brasileiras de representação e dimensionamento, foi necessário realizar adaptações representativas.

No presente trabalho, além de estudar a importância da modelagem BIM, foi criado um guia, no intuito de ajudar estudantes e engenheiros eletricitista na elaboração de projetos elétricos no *software* Revit.

O guia, baseado na ABNT NBR 5410/2014, explica passo a passo como realizar um projeto elétrico no Revit. Foi necessário adaptar um projeto arquitetônico CAD para o Revit, visando facilitar a colaboração entre arquitetura e projeto elétrico.

Inicia-se com configurações do ambiente e identificação dos ambientes do empreendimento. Em seguida, ensina-se a prever cargas conforme norma, inserir pontos de iluminação, interruptores, tomadas de uso geral e específico, além do quadro de distribuição. Os circuitos são divididos conforme NBR 5410, e dicas são dadas sobre a distribuição dos eletrodutos. O guia aborda também a criação do diagrama unifilar e a proteção dos circuitos, conforme norma, com informações e tabelas auxiliares.

7 CONCLUSÃO

Embora com limitações a metodologia BIM pode reduzir em duas vezes o tempo de realização de projetos de engenharia, uma única pessoa, com conhecimento prévio do sistema, consegue obter um rol de informações maior do que um conjunto de três pessoas que elaboram ou mesmo projeto através do método tradicional. As diferenças econômicas entre projetos são a razão principal da implementação do BIM.

Os benefícios do BIM estão na consistência e visualização do modelo, estimativas de custos precisas, detecção de conflitos e uma implementação com melhor colaboração das partes interessadas. Por outro lado, os desafios apontam à mudança de método de trabalho, resistência aos sistemas dos novos *softwares*, o tempo necessário para a adaptação ao novo processo e limitação do *software*;

Portanto, o presente trabalho foi capaz de demonstrar os conceitos e importâncias que envolve a aplicação da modelagem BIM na disciplina de instalações elétricas e os obstáculos para sua implementação, além de disponibilizar um material que ajude os futuros estudantes a começarem a realizar projetos no Revit, introduzindo-os a modelagem BIM ainda na universidade.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Norma Brasileira ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão. 2004
- ANTONIO J. Jamarilo B., **BIM com REVIT 2020: Arquitetura e Engenharia**, ebook. Biblioteca Nacional BIM. **Plataforma BIMBR**, 2023. Disponível em: <<<https://plataformabimbr.abdi.com.br/>>> acesso em 10 de dezembro de 2023.
- CAMPOS, C.N. **Autodesk Revit Architecture 2015 Conceitos e aplicações 1ed.** São Paulo: Érica, 2014.
- CARIELE. L, **Projeto Elétrico no Autodesk Revit**, ebook.
- Colaboração e integração BIM - Parte 3: **Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** - Brasília: CBIC, 2016.
- COELHO, S.S. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil.**
- G.H. Nunes, M. Leão. **Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM.** - Mato Grosso, 2018.
- FRANCISCO, T.C. **Entendendo o BIM.** Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015.
- Fundamentos BIM - Parte 1: **Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** - Brasília: CBIC, 2016
- Implementação BIM - Parte 2: **Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** - Brasília: CBIC, 2016
- 10 Motivos para Evoluir no BIM - **Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção.** - Brasília: CBIC, 2016

