



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL E CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ÉVILA LINE MORAES DUARTE**

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O USO DE ROTINAS EM DYNAMO E OS  
MÉTODOS NATIVOS NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS EM REVIT**

**FORTALEZA - CE**

**2026**

ÉVILA LINE MORAES DUARTE

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O USO DE ROTINAS EM DYNAMO E OS  
MÉTODOS NATIVOS NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS EM REVIT

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará (UFC), como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cely Martins Santos de Alencar.

FORTALEZA - CE

2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

D871a Duarte, Evila Line Moraes.  
Análise comparativa entre o uso de rotinas em Dynamo e os métodos nativos na elaboração de projetos elétricos em Revit / Evila Line Moraes Duarte. – 2026.

63 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Fortaleza, 2026.

Orientação: Prof. Dr. Cely Martins Santos de Alencar.

1. BIM. 2. Revit. 3. Dynamo. 4. Projetos elétricos. 5. Automação . I. Título.

CDD 620

---

ÉVILA LINE MORAES DUARTE

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O USO DE ROTINAS EM DYNAMO E OS  
MÉTODOS NATIVOS NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS ELÉTRICOS EM REVIT

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cely Martins Santos de Alencar.

Aprovada em: 14/01/2026

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dra. Cely Martins Santos de Alencar. (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Elias Saraiva Barroso.  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Eng. Civil Ítalo de Sousa Ferreira  
ITP Sistemas Construtivos

---

Prof. Dra. Marisete Dantas de Aquino  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico este trabalho a Deus e a toda a minha família, em especial minha mãe que sempre esteve comigo. Dedico, também, ao meu namorado, Diogo que me apoiou em todas as etapas deste árduo caminho.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter abençoado minha vida com experiências e pessoas essenciais nessa trajetória, por ter me dado forças em momentos de dificuldade e por se fazer presente mesmo quando me mostrei fraca diante Dele.

Agradeço a minha mãe, Maria (Conceição), por dedicar sua vida e seus sonhos à criação de seus três filhos, por ter sido pai e mãe para nós ao longo desses anos e por me educar e me mostrar como é ser uma mulher forte, resiliente, paciente e, principalmente, humilde.

Também dedico meus agradecimentos a minha tia Rosângela, cujo papel se assemelha ao de uma mãe em minha vida, por todo o suporte e por ter sido a primeira pessoa da minha família a me apoiar nesse sonho.

Agradeço imensamente ao meu namorado, Diogo, que participou de todo esse processo comigo, se mostrando meu porto seguro nas noites de angústia, me motivando a continuar e a acreditar em mim quando eu mesma duvidava, me ouvindo e me acalmando quando o desejo de desistir se fazia forte em meu coração.

Dedico e agradeço, à minha amiga Kelviane que dividiu comigo a dor da distância de nossos familiares, o sonho da graduação, as noites de ansiedade e principalmente, ao ombro mais que amigo, que me doou nesses longos anos.

Gostaria de agradecer ao meu amigo Nairton, cujo iniciou a jornada em Eng, Civil comigo e que também dedico e compartilho deste trabalho, pois seu suporte e ensinamento foram cruciais para eu ingressar nessa área de instalações em BIM.

Ainda aos amigos, agradeço a todos que fizeram parte dessa caminhada, que a tornaram mais branda e que me fizeram imensamente feliz no processo, em especial, Bruna, Yander e Lamark.

Por fim, gostaria de agradecer a Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cely Martins Santos de Alencar pela disponibilidade em me auxiliar como orientadora na elaboração deste trabalho. Agradecimentos, também, a banca examinadora composta pelo Eng. Civil Ítalo de Sousa Ferreira, pela Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Marisete Dantas de Aquino e Prof. Dr. Elias Saraiva Barroso pelo tempo disponibilizado, pelas considerações e por tornarem realidade o meu sonho.

## RESUMO

O avanço tecnológico na construção civil tem impulsionado a busca por métodos mais ágeis, precisos e integrados, nos quais o gerenciamento eficiente de informações se tornou essencial. Nesse cenário, o *Building Information Modeling* (BIM) transforma a forma de projetar, permitindo que dados multidisciplinares sejam incorporados a modelos digitais inteligentes, promovendo uma visão completa e coordenada da edificação. O Autodesk Revit, um dos softwares mais utilizados nesse contexto, possibilita a modelagem paramétrica de projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações prediais, facilitando a integração entre diferentes disciplinas e aumentando a confiabilidade do projeto. Apesar das funcionalidades avançadas do Revit, a elaboração de projetos elétricos utilizando apenas os comandos nativos ainda apresenta desafios, especialmente relacionados a tarefas repetitivas e manuais. Esses procedimentos demandam tempo considerável e apresentam risco elevado de erros, impactando a produtividade e a confiabilidade das informações. Neste cenário, com o objetivo de verificar a eficácia da programação visual e a otimização de projetos elétricos, o presente trabalho propõe uma comparação entre os métodos nativos e a utilização do Dynamo, Software criado pela Autodesk com o intuito de viabilizar a programação visual dentro do Revit. O Dynamo surge como uma solução de programação visual, oferecendo a possibilidade de automatizar processos, criar fluxos de trabalho mais eficientes e reduzir a incidência de falhas humanas. O estudo em questão consiste na elaboração de um projeto elétrico de um triplex utilizando os dois métodos, onde cada atividade é cronometrada para ao final realizar o comparativo de ambas as metodologias. Ao total foram utilizadas 06 (seis) rotinas de programação onde se observou um ganho de 3 (três) horas e 14 (quatorze) minutos no tempo total de projeto. Dessa forma, o estudo contribui para a compreensão do potencial da automação em projetos elétricos, evidenciando como a integração do Dynamo ao Revit pode otimizar processos, reduzir retrabalhos e elevar o padrão de qualidade na construção civil contemporânea.

**Palavras-chave:** BIM; Revit; Dynamo; Projetos elétricos; Automação.

## ABSTRACT

The technological advances in the construction industry have driven the search for more agile, accurate, and integrated methods, in which efficient information management has become essential. In this context, Building Information Modeling (BIM) transforms the way projects are developed by enabling multidisciplinary data to be incorporated into intelligent digital models, promoting a comprehensive and coordinated view of the building. Autodesk Revit, one of the most widely used software tools in this field, enables the parametric modeling of architectural, structural, and building services projects, facilitating integration among different disciplines and increasing project reliability. Despite Revit's advanced functionalities, the development of electrical projects using only native commands still presents challenges, especially those related to repetitive and manual tasks. These procedures require considerable time and pose a high risk of errors, negatively impacting productivity and information reliability. In this scenario, with the objective of verifying the effectiveness of visual programming and the optimization of electrical projects, this study proposes a comparison between native methods and the use of Dynamo, a software developed by Autodesk to enable visual programming within Revit. Dynamo emerges as a visual programming solution, offering the possibility to automate processes, create more efficient workflows, and reduce the incidence of human errors. The study consists of the development of an electrical project for a triplex using both methods, with each activity being timed in order to perform a comparative analysis of the two methodologies. In total, five (05) programming routines were used, resulting in a time gain of three (3) hours and fourteen (14) minutes in the total project duration. Thus, the study contributes to the understanding of the potential of automation in electrical projects, demonstrating how the integration of Dynamo with Revit can optimize processes, reduce rework, and raise quality standards in contemporary civil construction.

**Keywords:** BIM; Revit; Dynamo; Electrical projects; Automation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Níveis de maturidade do BIM.....	19
Figura 2 - Dimensões do BIM (3D a 10D).....	20
Figura 3 - Adoção do BIM ao longo do tempo.....	22
Figura 4 - Principais benefícios ao uso do BIM. ....	22
Figura 5 - Principais barreiras ao uso do BIM.....	23
Figura 6 - Janela de configuração de diâmetros de eletrodutos.....	25
Figura 7 - Roteamento de cabos 3D .....	26
Figura 8 – Abas destinadas ao Revit MEP. ....	26
Figura 9 - Tabela de dimensionamento de circuitos elétricos. ....	27
Figura 10 - Área de edição de famílias dentro do Revit. ....	27
Figura 11 - Interface inicial do Dynamo. ....	30
Figura 12 - Comparação entre VPL e Programa Textual. ....	30
Figura 13 - Exemplificação de funcionamento dos nós. ....	31
Figura 14 – Anatomia de um nó. ....	31
Figura 15 – Instalação de novos pacotes. ....	32
Figura 16 - Exemplificação de programação textual dentro do Dynamo.....	33
Figura 17 - Fluxograma da metodologia de pesquisa.....	34
Figura 18 – Planta Baixa do pavimento térreo .....	35
Figura 19 – Planta Baixa do 1º e 2º pavimento .....	35
Figura 20 – Modelagem 3D.....	36
Figura 21 – Dimensionamento de luminárias.....	37
Figura 22 – Divisão e dimensionamento dos circuitos.....	37
Figura 23 – Dimensionamento de eletrodutos.....	38
Figura 24 – Parâmetros de identificação de circuitos.....	38
Figura 25 – Família de identificadores de fiação .....	39
Figura 26 – Família para diagrama unifilar .....	39
Figura 27 – Rotina de inserção de luminárias .....	40
Figura 28 – Rotina de nomeação dos interruptores .....	41
Figura 29 – Quadro para diagrama unifilar .....	41
Figura 30 – Rotina para criação de diagrama unifilar .....	42
Figura 31 – Diagrama unifilar .....	42
Figura 32 – Rotina para inserir parâmetros de força .....	43

Figura 33 – Identificadores individuais dos circuitos.....	44
Figura 34 – Rotina para inserção de parâmetro de iluminação .....	44
Figura 35 – Rotina para inserção de identificadores de fiação.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mapeamento de tempo para alocação de interruptores.....	46
Tabela 2 - Mapeamento de tempo para alocação de tomadas e quadros.....	46
Tabela 3 – Mapeamento de tempo para dimensionar os circuitos.....	47
Tabela 4 – Mapeamento de tempo para modelagem de eletrodutos.....	47
Tabela 5 – Tempo total com atividades comuns as duas metodologias. ....	47
Tabela 6 – Tempo para dimensionamento e inserção de luminárias pelo método tradicional. ....	47
Tabela 7 – Tempo necessário ao dimensionamento e inserção de luminárias. ....	48
Tabela 8 - Tempo necessário para nomeação de interruptores.....	49
Tabela 9 - Tempo necessário para criação de diagramas unifilares. ....	50
Tabela 10 - Tempo necessário para inserção de parâmetros de forças.....	51
Tabela 11 - Tempo necessário para inserção de parâmetros de iluminação.....	52
Tabela 12 - Comparativo de tempos para inserção de parâmetros de iluminação. ....	53
Tabela 13 - Tempo necessário para inserção de identificadores de fiação.....	53
Tabela 14 – Principais erros encontrados x Tempo gasto. ....	54
Tabela 15 – Tempo total de projeto em ambas as metodologias.....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo de tempos para inserção e dimensionamento de luminárias.....	48
Gráfico 2 - Comparativo de tempos para nomeação de interruptores. ....	50
Gráfico 3 - Comparativo de tempos para criação de diagramas unifilares.....	51
Gráfico 4 - Comparativo de tempos para inserção de parâmetros de forças .....	52
Gráfico 5 - Comparativo de tempos para inserção de identificadores de fiação. ....	54
Gráfico 6 – Tempo total x Atividade desenvolvida.....	55
Gráfico 7 – Percentual de redução de tempo de projeto por atividade desenvolvida.....	55
Gráfico 8 – Tempo total para execução do projeto elétrico. ....	56

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BIM	Building Information Modeling (Interface de Programação de Aplicações)
MEP	Mechanical, Electrical and Plumbing (Mecânica, Elétrica e Hidráulica)
VPL	Visual Programming Language (Linguagem de Programação Visual)
CAD	Computer-Aided Design (Desenho Assistido por Computador)
API	Application Programming Interface (Interface de Programação de Aplicação)
LOD	Level of Development (Nível de Desenvolvimento)
IFC	Industry Foundation Classes (Classe de Fundação da Indústria.)
NBS	National Building Specification (Especificação Nacional de construção)

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	Justificativa .....	16
1.2	Objetivos.....	17
1.2.1	<i>Objetivo geral</i> .....	17
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
2.1	Surgimento e Evolução do Building Information Modeling (BIM) .....	18
2.2	Revit MEP para Projetos Elétricos .....	24
2.3	Programação visual através do Dynamo .....	29
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>34</b>
3.1	Estudo de caso: Projeto modelo.....	34
3.2	Elaboração pelo método tradicional .....	36
3.2.1	<i>Inserção dos pontos elétricos</i> .....	36
3.2.2	<i>Divisão e dimensionamento dos circuitos</i> .....	37
3.2.3	<i>Modelagem da infraestrutura</i> .....	38
3.2.4	<i>Inserção dos parâmetros de força e iluminação</i> .....	38
3.2.5	<i>Inserção dos identificadores de fiação</i> .....	38
3.2.6	<i>Diagrama unifilar</i> .....	39
3.3	Elaboração do projeto utilizando Rotinas em Dynamo .....	39
3.3.1	<i>Inserção de luminárias</i> .....	40
3.3.2	<i>Nomeação dos interruptores</i> .....	40
3.3.3	<i>Diagramas unifilares</i> .....	41
3.3.4	<i>Inserção de Parâmetros de forças</i> .....	43
3.3.5	<i>Inserção dos parâmetros de iluminação</i> .....	44
3.3.6	<i>Inserção de identificadores de fiação</i> .....	44
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>46</b>
4.1	Mapeamento de tempo para atividades comuns às duas metodologias.....	46
4.2	Mapeamento de tempo: métodos nativos x Dynamo .....	47
4.2.1	<i>Inserção de luminárias</i> .....	47
4.2.2	<i>Nomeação dos interruptores</i> .....	49
4.2.3	<i>Diagramas unifilares</i> .....	50
4.2.4	<i>Inserção de parâmetros de forças</i> .....	51
4.2.5	<i>Inserção de parâmetros de iluminação</i> .....	52
4.2.6	<i>Inserção de identificadores de fiação</i> .....	53
4.2.7	<i>Comparativo final de projeto</i> .....	54

<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
	<b>APÊNDICE A – PAVIMENTO TÉRREO – DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE B – 1º PAVIMENTO: DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE C – 2º PAVIMENTO: DISTRIBUIÇÃO .....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE D – PAVIMENTO TÉRREO: ALIMENTAÇÃO.....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE E – DIAGRAMAS.....</b>	<b>64</b>
	<b>APÊNDICE F – QUADRO DE CARGAS.....</b>	<b>64</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção de um edifício, seja qual for sua tipologia, dimensão ou quantidade de pavimentos, requer a consideração de diversos fatores complexos, exigindo um processo prolongado e criterioso de planejamento, elaboração orçamentária e execução da obra (Xavier, 2025). Diante disto, o *Building Information Modeling* (BIM) surge como uma metodologia que utiliza modelos digitais inteligentes para integrar informações multidisciplinares ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, promovendo maior precisão, colaboração e eficiência na gestão das construções (Santos, 2023).

Nesse cenário, diversos softwares baseados em BIM têm se consolidado no mercado, sendo o Revit, desenvolvido pela Autodesk, um dos mais utilizados devido à sua capacidade de integrar disciplinas e otimizar a coordenação entre os projetos. O Revit é um software de modelagem da informação da construção que possibilita a criação e o gerenciamento integrado de projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações, facilitando a coordenação e a compatibilização entre as diversas disciplinas envolvidas no processo construtivo (Souto, 2021).

Além de otimizar o desenvolvimento dos projetos, o BIM contribui para a redução de erros, retrabalhos e desperdícios, impactando diretamente na qualidade da construção civil (Santos, 2023). Dessa forma, a aplicação do BIM configura-se como um diferencial competitivo indispensável para garantir eficiência, sustentabilidade e excelência na construção civil contemporânea.

A ferramenta Revit conta ainda com o software Dynamo, que foi incorporado ao mesmo em suas versões mais recentes. Voltada para a programação visual, o mecanismo busca trazer possibilidades otimização de processos aos usuários através da criação de rotinas personalizadas que buscam auxiliar na elaboração de projetos.

Diante desse contexto, observa-se que a programação pode atuar como um importante suporte à metodologia BIM. Associada à facilidade de uso e a interfaces intuitivas, a programação visual apresenta-se como uma alternativa prática e aplicável aos processos de projeto (Xavier, 2025).

A utilização de programação visual como ferramenta para o desenvolvimento de projetos, com rotinas de métodos que otimizam atividades repetitivas no processo, tem grande importância no desenvolvimento e controle do projeto principalmente pela menor curva de aprendizagem do usuário não habituado a linguagens de programação (Mesquita, 2022).

## 1.1 Justificativa

Apesar de suas potencialidades, o uso do Revit em projetos elétricos ainda apresenta desafios, principalmente relacionados à repetição de tarefas manuais, à limitação de recursos nativos e à necessidade de personalização de processos. Nesse cenário, surge o Dynamo, uma ferramenta de programação visual integrada ao Revit, que permite automatizar rotinas, otimizar fluxos de trabalho e ampliar as possibilidades de modelagem e análise de projetos.

Essa interface gráfica facilita a montagem de algoritmos personalizados de forma intuitiva, aproximando conceitos computacionais para profissionais da construção civil que não têm formação em programação formal. Dessa forma, o Dynamo amplia o acesso à automação, acelera processos repetitivos e reduz erros humanos, tornando-se uma ferramenta essencial para aumentar a produtividade na elaboração e gestão dos projetos (Sena, 2019).

Ao invés de escrever um código partindo do zero, o projetista é capaz de montar relações entre os elementos a partir de ligações de nós pré-empacotados para geração de um algoritmo padrão. Isso significa que o projetista pode trazer os conceitos computacionais ao seu projeto sem precisar escrever um código de programação propriamente dito (Almeida, 2017).

Embora o Revit ofereça suporte para programação tradicional por meio de APIs, a complexidade de desenvolver códigos limita o acesso de muitos profissionais da construção civil a esses recursos. Por isso, o Dynamo tem sido adotado como uma solução visual e intuitiva, permitindo que usuários sem conhecimento avançado em programação criem rotinas automatizadas para ampliar as funcionalidades do Revit (Almeida; Nascimento, 2023, p. 54).

A crescente demanda por projetos mais eficientes, precisos e integrados tem intensificado a competitividade no mercado da construção civil. Empresas que adotam tecnologias e metodologias inovadoras, como o BIM e a automação de processos, conseguem reduzir erros, otimizar prazos e custos, além de oferecer maior qualidade nos resultados. Dessa forma, a busca por soluções que elevem o padrão dos projetos se torna essencial para se destacar em um setor cada vez mais exigente e dinâmico.

Nesse contexto, a necessidade de criar alternativas para a automatização dos processos, revela-se fundamental. Métodos manuais não apenas consomem tempo e recursos, mas também aumentam a probabilidade de falhas que comprometem a confiabilidade dos dados e a tomada de decisões.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 *Objetivo geral***

Realizar uma análise comparativa entre o uso de rotinas desenvolvidas em Dynamo e os métodos nativos aplicados à elaboração de projetos elétricos em Revit, identificando ganhos e limitações.

### **1.2.2 *Objetivos específicos***

- Apresentar as principais funcionalidades do Revit voltadas para projetos elétricos utilizando o método tradicional.
- Aplicar rotinas no Dynamo, disponibilizadas previamente, voltadas à automação de tarefas repetitivas em projetos elétricos.
- Confrontar os resultados obtidos no método tradicional e com o uso do Dynamo, comparando os fluxos de trabalho com base em critérios de produtividade.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Surgimento e Evolução do Building Information Modeling (BIM)

Por muitos anos, os projetos foram feitos de forma manual, devido à ausência de softwares específicos. Entretanto, em 1982, a empresa Autodesk lançou o AutoCAD, um dos primeiros softwares em CAD (Computer-Aided Design, ou "Desenho Assistido por Computador"). O programa passou a ser amplamente utilizado por profissionais da área e recebeu diversas atualizações que, ao longo dos anos, facilitaram significativamente o desenvolvimento de projetos de engenharia. Atualmente, o mesmo ainda é bastante utilizado pelas empresas, porém, vem sendo gradualmente substituído por soluções mais modernas.

O uso do CAD possibilitou a diminuição de erros nos projetos e maior precisão nos desenhos, permitindo também maior agilidade nas alterações e reaproveitamento de informações em diferentes etapas do desenvolvimento (Arnaud; Dias, 2009).

Com o desenvolvimento da construção civil e o surgimento de empreendimentos cada vez mais complexos e modernos, tornou-se necessário o aperfeiçoamento dos projetos de engenharia, de forma a compatibilizá-los entre si e aumentar o nível de detalhamento. Nesse contexto, surge o conceito de BIM (*Building Information Modeling*).

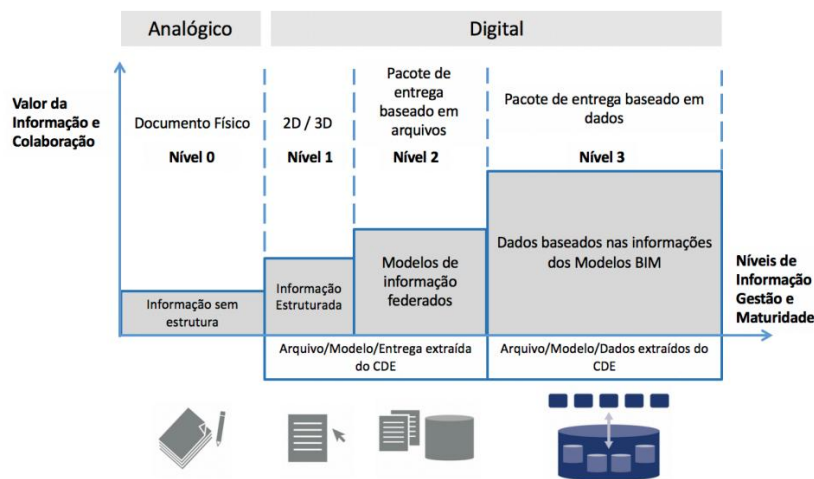
Um modelo BIM é uma representação digital de uma edificação, combinando informações tridimensionais e não geométricas. [...] Sendo representações de edificações ricas em dados, a partir das quais visões e informações necessárias a diferentes usuários podem ser extraídas e analisadas simultaneamente e de forma coordenada, os modelos BIM apresentam uma oportunidade para tomar decisões e melhorar o processo de construção (Biotto; Formoso; Isatto, 2020).

A definição de BIM começou a surgir na década de 1970, quando Charles M. Eastman propôs o *Building Description System* (BDS), um sistema que buscava representar digitalmente em um único ambiente diversas informações físicas e funcionais de construções, facilitando a colaboração entre os projetistas envolvidos. Na década de 1980, Robert Aish aperfeiçoou essa metodologia, introduzindo o termo "*Building Information Modeling*" que buscou enfatizar a importância dos dados paramétricos para a modelagem tridimensional. (Menezes, 2012).

Após o início da implementação do BIM entre os profissionais da área, surgiu a necessidade de mensurar sua eficiência nas diferentes organizações e fases do ciclo de vida do empreendimento. Para isso, foram estabelecidos os chamados níveis de maturidade do BIM, que classificam o grau de adoção da metodologia, desde processos tradicionais em 2D até a colaboração integrada em tempo real por meio de modelos únicos compartilhados.

Os níveis de maturidade BIM evoluem do uso convencional de plantas 2D no Nível 0, para o uso de softwares e processos BIM no Nível 1, ainda sem compartilhamento de modelos gráficos. No Nível 2, há colaboração entre equipes por meio do compartilhamento de informações digitais e uso de ferramentas que permitem a criação de modelos 3D com dados técnicos, possibilitando o intercâmbio de informações e a construção de um modelo federado. (Gonçalves, 2018)

Figura 1 - Níveis de maturidade do BIM.

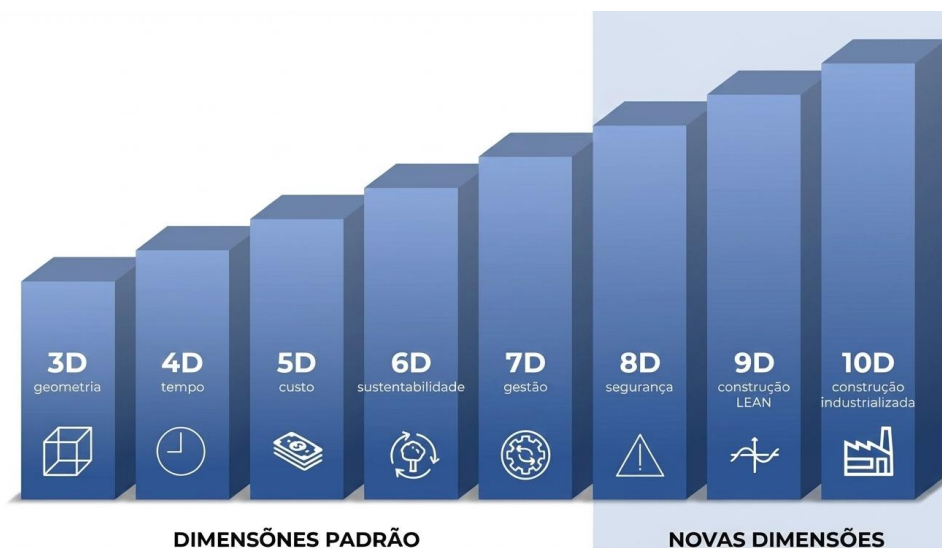


Fonte: Gonçalves, 2018.

Com o avanço das tecnologias aplicadas à construção civil, o conceito de BIM passou a incorporar diversas dimensões além da geometria. No entanto, o conceito de BIM é frequentemente interpretado de forma equivocada, sendo por vezes confundido com um mero conjunto de softwares, com uma abordagem tradicional baseada em CAD ou apenas com a representação tridimensional de um projeto (Rocha, 2015).

Ao longo dos anos, a gestão de obras passou a ser incorporada ao modelo tridimensional, dando origem a novos níveis do BIM. As dimensões do BIM representam diferentes camadas de informação que ampliam o potencial da metodologia. O 3D está relacionado à modelagem tridimensional e à visualização do projeto; o 4D acrescenta a variável do tempo, permitindo o planejamento e controle do cronograma; o 5D integra os custos, otimizando a gestão financeira; o 6D envolve aspectos de sustentabilidade e eficiência energética; e o 7D foca na gestão do ciclo de vida da edificação. Cada dimensão amplia a capacidade de análise e tomada de decisão, tornando o processo mais produtivo, integrado e de maior qualidade.

Figura 2 - Dimensões do BIM (3D a 10D).



Fonte: Adaptado de Buildext, 2022.

Segundo Teles e Rocha (2013), os primeiros softwares a adotar a metodologia BIM foram o Allplan, lançado no início da década de 1980, e o ArchiCAD, em 1984. O Revit surgiu na década de 1990 com foco em modelagem paramétrica, consolidando-se posteriormente como um dos principais softwares utilizados, especialmente após sua aquisição pela Autodesk.

Além do Autodesk Revit, existem outros softwares BIM disponíveis no mercado como, Graphisoft, Bentley OpenBuildings, Allplan, entre outros. Cada uma dessas plataformas possui suas particularidades, porém compartilham o mesmo objetivo: viabilizar a criação de modelos tridimensionais integrados a informações técnicas, quantitativas e funcionais.

No cenário brasileiro, o Autodesk Revit tem se consolidado como uma das ferramentas mais amplamente adotadas em escritórios de projeto e afins. Sua versatilidade permite a modelagem de projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações prediais (hidrossanitárias, elétricas, entre outras), com recursos que facilitam tanto a concepção quanto a documentação técnica e a análise dos sistemas, além de possibilitar a redução de erros e retrabalhos.

“Ultimamente, o software mais utilizado para obras civis que interagem os projetos arquitetônicos com os seus projetos complementares é o Revit da empresa Autodesk, que é um software de modelagem 3D pago, com versão gratuita para avaliação” (Souto, 2021).

O Revit foi desenvolvido com base em conceitos paramétricos, o que significa que os elementos do modelo possuem propriedades e relações entre si, permitindo atualizações automáticas sempre que ocorrem alterações. No contexto de projetos elétricos, por exemplo, a

ferramenta permite inserir e parametrizar componentes como eletrodutos, luminárias, tomadas, quadros de distribuição e fiações, integrando essas informações ao modelo geral da edificação.

A modelagem paramétrica baseada em objetos constitui paradigma natural e essencial da Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling – BIM), podendo ser definida como a utilização de parâmetros e regras relacionais para a descrição completa de um elemento modelado, determinando tanto propriedades geométricas quanto não geométricas, como aspectos físicos ou comerciais (Ribeiro; Júnior, 2021).

Além da modelagem, o Revit dispõe de recursos nativos para a criação de pranchas, análises e simulações. No entanto, para tarefas mais complexas e automatizadas, é possível integrá-lo a diferentes formas de programação. Entre elas, destacam-se a programação visual com o Dynamo, que permite a automação de processos sem a necessidade de codificação tradicional (Sena, 2019).

Para usuários com maior domínio técnico, é possível utilizar Python dentro do próprio Dynamo ou por meio do Revit, uma extensão que permite desenvolver scripts mais avançados (Luz; Palha, 2024).

Já a programação tradicional com C# ou VB.NET é viabilizada pelo uso do Macro Manager e da API do Revit, permitindo a criação de ferramentas personalizadas com maior profundidade e controle sobre os elementos do modelo (Sena, 2019).

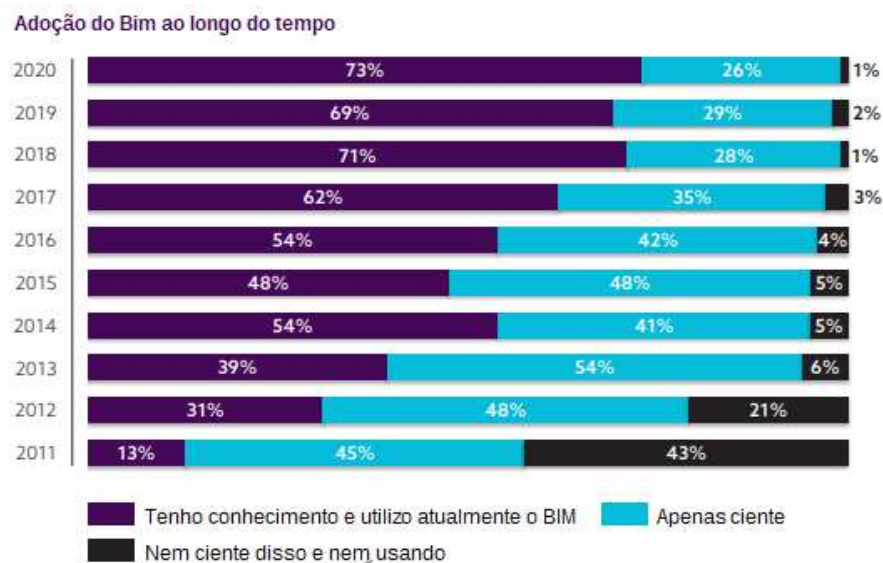
Além do Dynamo, o Revit se integra a uma série de ferramentas complementares, ampliando suas funcionalidades dentro de um processo BIM completo. Entre elas, destaca-se o Navisworks, utilizado para compatibilização de disciplinas e simulação 4D; o BIM 360/Autodesk Construction Cloud, que viabiliza colaboração em nuvem entre equipes; e o CostX, OrçaFascio e outras soluções voltadas à orçamentação e planejamento de obras.

Essa interoperabilidade é viabilizada, em parte, pelo suporte ao formato IFC (*Industry Foundation Classes*). No entanto, problemas de compatibilidade ainda são comuns, exigindo conhecimento técnico para garantir a fidelidade dos dados durante o processo de integração.

O formato IFC é considerado um padrão aberto que facilita a representação e a troca de informações, geometrias e relações entre elementos do modelo. Essa padronização permite a comunicação entre diferentes softwares, promovendo a interoperabilidade e tornando possível a colaboração entre disciplinas distintas, aspecto essencial para a plena aplicação do BIM (Rocha, 2015).

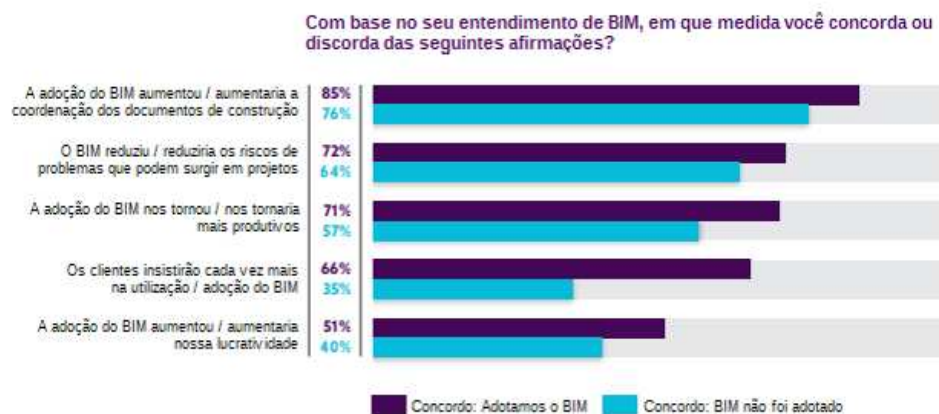
A implementação da metodologia BIM traz uma série de benefícios e desafios reconhecidos tanto na literatura técnica quanto na prática profissional. Nesse contexto o National BIM Report traz anualmente pesquisas realizadas com profissionais com o intuito de avaliar o uso e a percepção do BIM na indústria da construção e seus dados servem como referência internacional. A seguir tem-se os principais gráficos encontrados no relatório de 2020.

Figura 3 - Adoção do BIM ao longo do tempo.



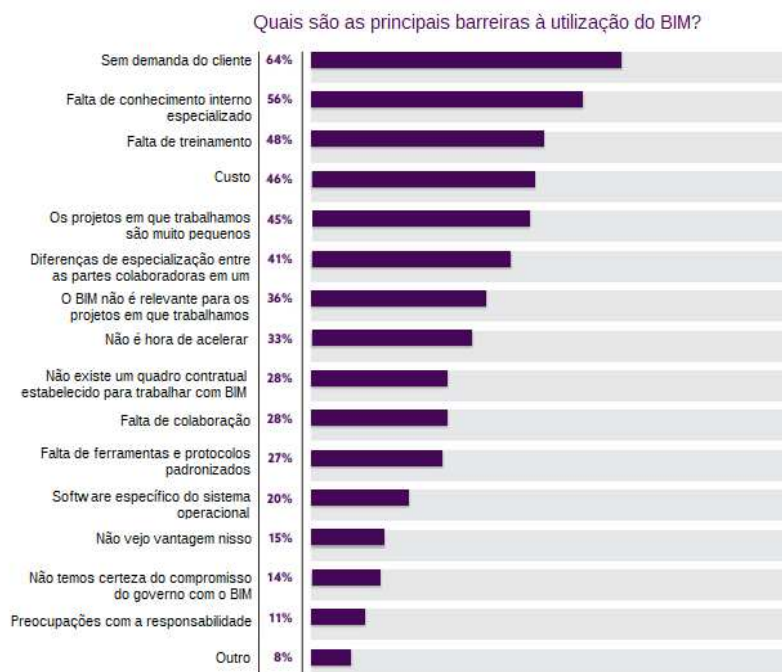
Fonte: Adaptado de NBS National BIM Report, 2020.

Figura 4 - Principais benefícios ao uso do BIM.



Fonte: Adaptado de NBS National BIM Report, 2020.

Figura 5 - Principais barreiras ao uso do BIM.



Fonte: Adaptado de NBS National BIM Report, 2020.

Com base nas tabelas acima, é possível listar uma série de benefícios e desafios para a adoção do BIM pelos profissionais. Dentre eles, é válido destacar os seguintes:

- **Melhoria na coordenação interdisciplinar:** a possibilidade de integrar projetos de diferentes disciplinas (arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica etc.) em um modelo único facilita a identificação de interferências e inconsistências, reduzindo erros de execução.
- **Maior precisão na extração de quantitativos:** os elementos modelados possuem propriedades específicas (material, dimensão, localização), permitindo que os quantitativos sejam gerados automaticamente, com maior confiabilidade.
- **Redução de retrabalhos e otimização de recursos:** a detecção de problemas na fase de projeto evita modificações em obras, o que resulta em economia de tempo e de recursos financeiros.

Apesar dos benefícios, a adoção do BIM ainda enfrenta uma série de obstáculos, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Os principais desafios incluem:

- **Curva de aprendizado e escassez de profissionais capacitados:** o domínio de ferramentas como Revit e Dynamo exige treinamento técnico, o que nem sempre está disponível nas instituições de ensino ou nos ambientes de trabalho.

- **Resistência à mudança de cultura organizacional:** muitos profissionais ainda estão habituados a trabalhar com métodos tradicionais (CAD 2D, planilhas manuais), o que gera resistência à adoção de processos mais integrados e automatizados.

## 2.2 Revit MEP para Projetos Elétricos

O Revit oferece uma série de ferramentas voltadas para a elaboração de projetos elétricos, especialmente por meio do Revit MEP (*Mechanical, Electrical and Plumbing*), um ambiente dedicado dentro do próprio software. Essa plataforma possibilita a criação e personalização de famílias e parâmetros específicos, facilitando o dimensionamento e a execução de sistemas elétricos conforme os requisitos da norma ABNT NBR 5410.

A integração no ambiente BIM potencializa o atendimento normativo e a qualidade do projeto. A modelagem paramétrica permite vincular a cada família/elemento atributos como carga instalada, corrente de projeto, seção de condutor, rota de eletroduto e restrições de afastamento, favorecendo checagens consistentes com a ABNT NBR 5410, a conformidade documental exigida pela ABNT NBR 13531 e os critérios de desempenho da ABNT NBR 15575 (Araújo, 2025).

O software também possibilita a interação entre as diferentes disciplinas do projeto. Com foco na integração do trabalho, a comunicação das soluções desenvolvidas pode ocorrer por meio de uma plataforma única que incorpore todas as modalidades, ou por meio de softwares especializados. Entretanto, segundo Almeida (2023), uma grande parcela dos profissionais ainda utiliza o software AutoCAD para os projetos das instalações elétricas, deixando de aproveitar os benefícios que o BIM poderia trazer aos seus projetos.

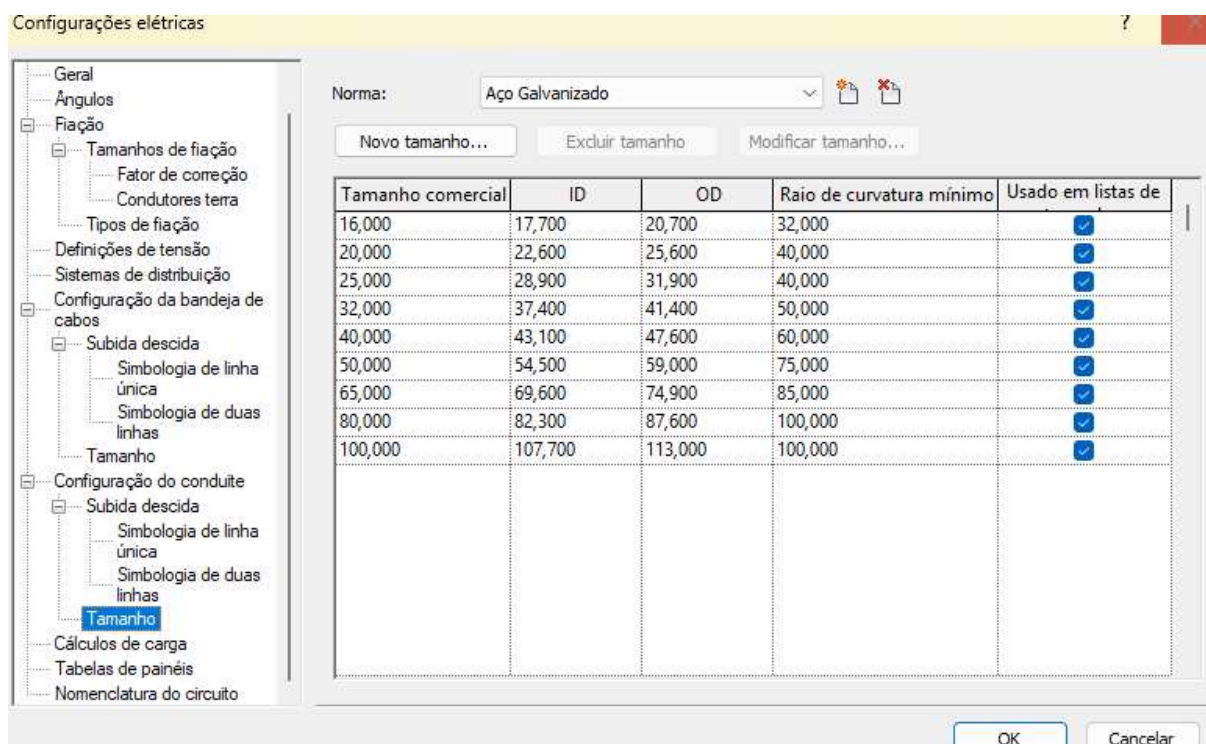
A troca de informações entre os modelos pode ser realizada por arquivos compartilhados, arquivos vinculados (também chamados de links), ou ainda por meio da importação e exportação de dados em formatos compatíveis com as exigências do projeto, como IFC ou XML. Segundo Nascimento (2023), o processo de criação de uma família no Revit envolve a escolha do tipo adequado, a definição de parâmetros e a elaboração do seu desenho. Após esse procedimento, a família pode ser inserida em diferentes projetos, permitindo a personalização de seus parâmetros conforme as exigências específicas de cada caso (Oliveira, 2020)

O Revit MEP é uma área do software Revit desenvolvida especificamente para atender às demandas de modelagem de sistemas prediais, como instalações elétricas, hidráulicas e de climatização. Essa ferramenta permite a criação de modelos tridimensionais paramétricos, proporcionando maior integração entre as diferentes disciplinas envolvidas no projeto. Além de facilitar a identificação antecipada de interferências entre os sistemas, otimizando o processo de projeto e reduzindo a possibilidade de erros manuais.

No Revit, é possível definir antecipadamente os parâmetros de condução elétrica, como indicado na Figura 6, onde é possível configurar as informações de eletrodutos.

No software Revit, as informações são definidas antes de iniciar o projeto (por meio da configuração do modelo) e cada diâmetro (interno, externo e comercial), além dos ângulos de curva e materiais são criados nos parâmetros do sistema. [...] são criados parâmetros de projeto previamente atrelados às famílias de sistema que compõem os elementos de condução da fiação (eletrodutos, eletrocalhas, entre outros). Estes parâmetros ficam disponíveis [...] de modo que ao selecioná-los, o navegador de propriedades apresentará os diversos tipos de cabos existentes para que seja definido quantos e quais estão percorrendo aquele trecho (Oliveira, 2020).

Figura 6 - Janela de configuração de diâmetros de eletrodutos.

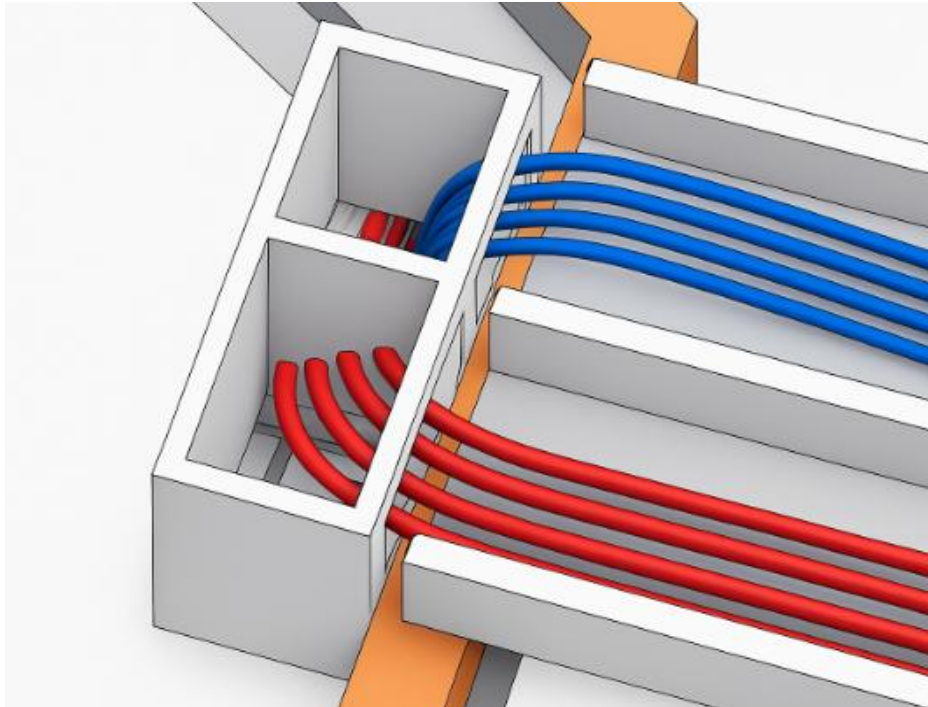


Fonte: Elaborado pelo autor.

É possível, também, modelar os próprios cabos elétricos dentro do Revit, conforme mostra a Figura 7, entretanto, essa abordagem requer tempo, sendo utilizada principalmente para fins de detalhamento de quadros elétricos e especificações de raio de curvatura dos cabos.

Se um cabo precisar ser dobrado, deve ser feito com cuidado e sem força excessiva para manter sua integridade e desempenho [...]. Cumprir os padrões do setor e os códigos elétricos é fundamental para garantir instalações elétricas seguras e confiáveis [...]. A utilização eficiente do BIM na modelagem de condições existentes, aliada à integração de ferramentas de ponta para modelagem de cabos, permite uma análise aprofundada do roteamento de cabos e facilita o desenvolvimento de soluções superiores. O BIM atua como uma ferramenta fundamental nesse sentido, pois permite a avaliação de múltiplas soluções por meio de ajustes em estruturas de dutos de energia existentes (Kumar, 2024).

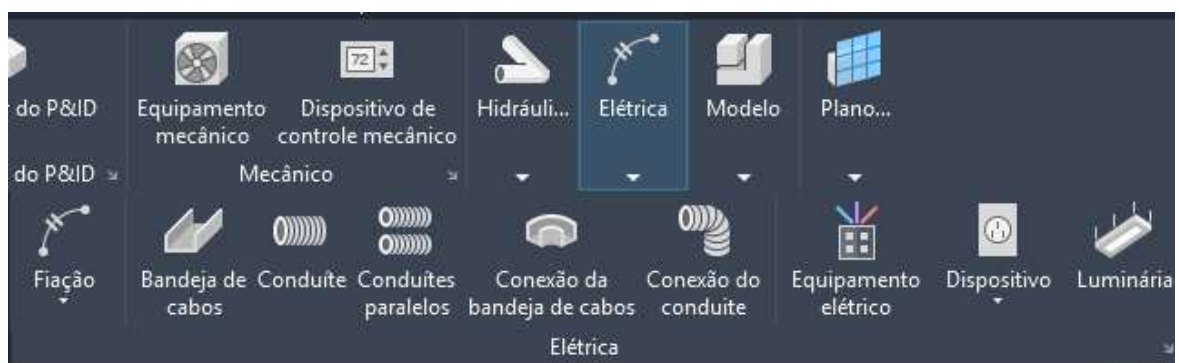
Figura 7 - Roteamento de cabos 3D



Fonte: Kumar, 2014.

No Revit, os pontos elétricos são organizados em três categorias principais (Figura 8): equipamentos elétricos, dispositivos e luminárias. Esses elementos podem ser acessados e inseridos no projeto por meio da aba "Sistemas", que reúne os principais comandos relacionados à modelagem elétrica. A interface do software apresenta essas opções de forma intuitiva, facilitando a navegação entre os grupos e a alocação dos componentes necessários.

Figura 8 – Abas destinadas ao Revit MEP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O programa permite ainda a elaboração de tabelas que auxiliam no dimensionamento dos parâmetros de projetos, como divisão de circuitos e escolha dos cabos indicadas na Figura 9. Com essa ferramenta, é possível também automatizar a extração do quadro de cargas.

Figura 9 - Tabela de dimensionamento de circuitos elétricos.

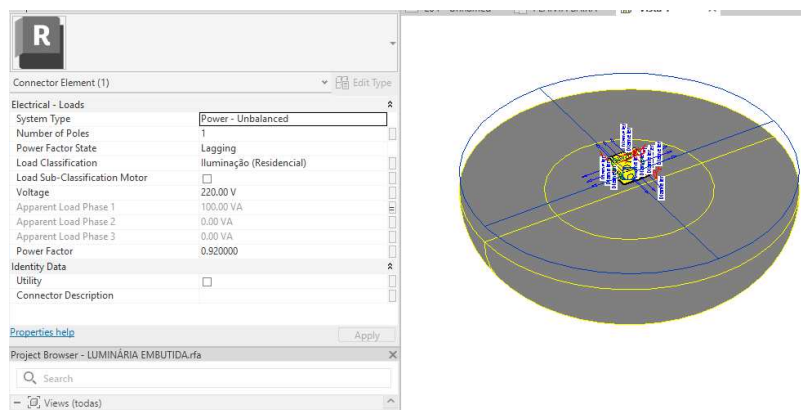
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
Nº	DESCRIÇÃO	TENSÃO	POT. APARENTE	CORRENTE	DISJUNTOR	Nº FASES	DIMENS. DISJUNT.	DR	Nº DR	PVC/EPR	ISOLAÇÃO	SEÇÃO DO CONDUTOR	FCA	FCT	FAT. CORREÇÃO	FAT. AUT.	DISTÂNCIA	% QUEDA	DISTRIB	FASE R	
<b>QDL-EXT</b>																					
A1	ACESSO DE VEICULOS	220 V	662 VA	3,26 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	4			0,72		45	0,65%		569,84 W	
A2	ESTACIONAMENTO - ACESSO	220 V	1304 VA	6,52 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		145	1,55%			
A3	ESTACIONAMENTO - GERAL	220 V	1630 VA	8,15 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		145	2,05%			
A4	ESTACIONAMENTO INTERN	220 V	1956 VA	9,78 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		135	2,25%		1739,52 W	
A5	INTERNO - CIRCULAÇÃO AU	220 V	1304 VA	6,52 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		180	2,04%			
A6	RODOVIA	220 V	1950 VA	9,75 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		180	2,55%			
A7	ESTACIONAMENTO GERAL	220 V	2282 VA	11,41 A	16 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		150	2,91%		2059,44 W	
A8	INTERNO - BLOCO DIDATIC	220 V	2282 VA	11,41 A	16 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		65	1,25%			
A9	INTERNO - ADM	220 V	1956 VA	9,78 A	10 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72		160	2,72%			
A10	Circuito reserva	220 V	1200 VA	6,00 A	10 A	1															
A11	Circuito reserva	220 V	1200 VA	6,00 A	10 A	1															
A12	Circuito reserva	220 V	1200 VA	6,00 A	10 A	1															
<b>IS</b>																					
<b>QDBT</b>																					
B1	GUARITA INTER	220 V	2904 VA	15,84 A	16 A	1					PVC 0,6/1kV	10			0,72					2323,2 W	
B2	QDL CANTINA 01	220 V	4337 VA	23,66 A	25 A	1					PVC 0,6/1kV	16			0,72						
B3	QDL CANTINA 02	220 V	4337 VA	23,66 A	25 A	1					PVC 0,6/1kV	16			0,72						
B4	CANTINA ILU EXTERNA	220 V	2060 VA	20,67 A	25 A	1					PVC 0,6/1kV	16			0,72						2544 W
B7.6.9	QDL-EXT	380 V	18612 VA	33,75 A	40 A	3					PVC 0,6/1kV	16			0,72		145	2,52%			5458,8 W
B10.11.12	BOMBA CASTELO D'ÁGUA	380 V	8850 VA	16,14 A	20 A	3					PVC 0,6/1kV	10			0,72						2380 W
B13.14.15	ELEVADOR BL DIDATICO	380 V	9000 VA	16,41 A	20 A	3					PVC 0,6/1kV	16			0,72						2400 W
B16.17.18	QDL TERREO BL DIDATICO	380 V	10745 VA	18,36 A	20 A	3					PVC 0,6/1kV	10			0,72						2190,9 W
B19.20.21	QDL TERREO BIBLIOTECA	380 V	16986 VA	30,79 A	32 A	3					PVC 0,6/1kV	6			0,72		50	1,79%			4502,93 W
B22.23.24	QDL 1 FAV ADM	380 V	19185 VA	34,94 A	40 A	3					PVC 0,6/1kV	10			0,72						5110,87 W
B25.26.27	QDL 1 FAV BL DIDATICO	380 V	20871 VA	37,69 A	40 A	3					PVC 0,6/1kV	10			0,72		70	1,85%			5512,8 W
B28.29.30	QDL TERREO ADM	380 V	31014 VA	47,46 A	70 A	3					PVC 0,6/1kV	25			0,72						5670,4 W
B31.32.33	QDL 1 FAV BIBLIOTECA	380 V	40272 VA	73,42 A	80 A	3					PVC 0,6/1kV	25			0,72						10739,2 W
B34.35.36	OCULI ADM	380 V	49882 VA	90,58 A	100 A	3					PVC 0,6/1kV	35			0,72						13248,83 W
B37.38.39	OCULI BIBLIOTECA	380 V	80080 VA	169,54 A	125 A	3					PVC 0,6/1kV	50			0,72						18021,33 W
B40.41.42	CLI BL DIDATICO	380 V	108000 VA	192,35 A	200 A	3					PVC 0,6/1kV	120			0,72						23269,67 W
B43.44.45	QDL / CLI AUDITORIO	380 V	110980 VA	209,34 A	225 A	3					PVC 0,6/1kV	150			0,72						25954,67 W

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro do menu editar famílias (Figura 10) é possível configurar diversos parâmetros do componente, como voltagem, diâmetros de conexões, potência e diversos outros. Cada alteração dentro deste ambiente servirá para todas as famílias do mesmo tipo já inseridas no projeto, entretanto, o Revit conta também com áreas exclusivas para personalização de informações apenas em elementos selecionados do projeto. Vale ressaltar, que as famílias podem ser salvas dentro do próprio template ou em uma biblioteca individual do usuário.

Segundo Rocha (2015), “Um objeto é considerado paramétrico se e só se reunir um conjunto de características globais, que fundamentalmente se baseiam em informação geométrica associada a dados e regras específicas.”

Figura 10 - Área de edição de famílias dentro do Revit.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os parâmetros atuam como estruturas que armazenam informações associadas aos elementos do projeto, possibilitando sua consulta e compartilhamento entre todos os envolvidos no processo. Essas informações funcionam como atributos que ajudam a definir e comparar as características dos objetos modelados. Para as luminárias por exemplo, é necessário inserir o

parâmetro “*Switch ID*” que estará interligado ao interruptor desta mesma luminária, entretanto, esse processo se dá de forma manual, ponto a ponto.

O processo de elaboração de projetos elétricos utilizando apenas os comandos nativos do Revit (o Método Tradicional no contexto deste estudo) está sujeito a gargalos de produtividade, especialmente em projetos de grande porte ou com alto nível de desenvolvimento (LOD).

O LOD serve de referência para que os interessados possam determinar os entregáveis BIM, e o que deve estar em cada um deles. Pode ser visto como um padrão a ser utilizado a nível de contratação e planejamento de trabalhos em BIM, e ainda possibilita que os envolvidos saibam no que podem ou não confiar de informações no decorrer do fluxo de trabalho colaborativo. (Hamed, 2021)

A lentidão e a baixa eficiência na elaboração de projetos complexos, utilizando o método tradicional, ocorrem principalmente devido às seguintes tarefas:

**Numeração e Nomenclatura de Elementos:** O Revit não oferece uma ferramenta nativa simples para a numeração serializada ou lógica de tomadas, luminárias ou caixas de passagem baseada em critérios específicos do projetista (como localização ou ordem de lançamento). Essa numeração precisa ser feita manualmente, elemento por elemento, consumindo tempo e sendo altamente suscetível a erros de digitação ou omissão.

**Manipulação de Dados em Massa:** A inserção ou alteração de parâmetros que não são calculados automaticamente pelo software (como a descrição detalhada de um item, o nome do fornecedor ou comentários de projeto) deve ser feita individualmente ou por meio de tabelas de revisão (*schedules*). Quando centenas de elementos compartilham o mesmo parâmetro, essa edição manual se torna repetitiva e ineficiente.

**Verificação de Conformidade com Normas (Checagem de Regras):** Embora o Revit calcule as cargas de circuitos, ele não realiza verificações complexas de forma automatizada (exemplo: a checagem detalhada da queda de tensão em cada ponto ou dimensionamento de eletrodutos). O projetista deve inspecionar manualmente os resultados, o que introduz uma alta margem de erro.

**Geração de Relatórios e Quantitativos Personalizados:** A extração de listas de materiais para orçamento é feita através das tabelas nativas. Embora funcionais, a formatação ou o agrupamento de dados conforme as exigências específicas de um cliente ou de um sistema de orçamentação exigem manipulação e exportação manual para o Excel, quebrando o fluxo de trabalho BIM.

### 2.3 Programação visual através do Dynamo

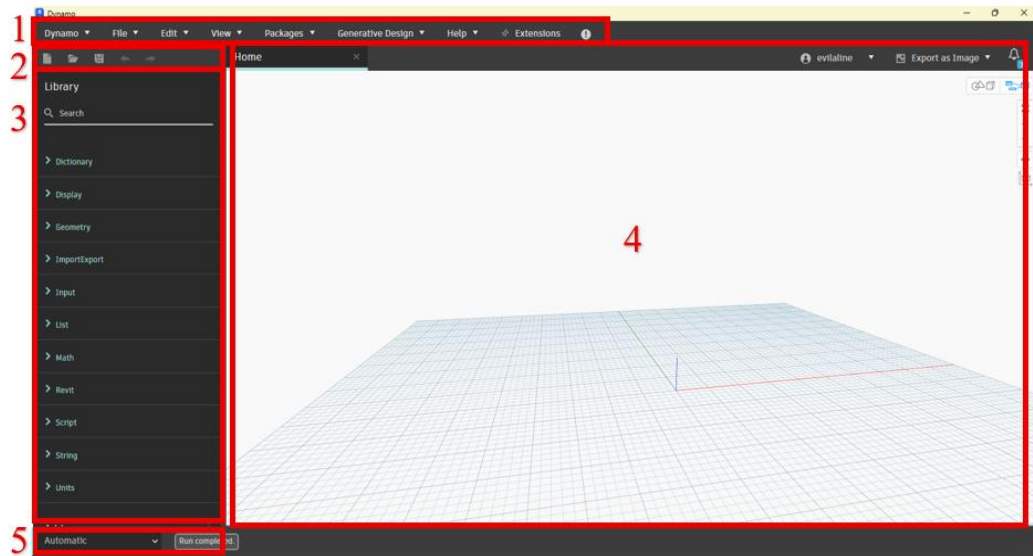
Como mencionado anteriormente, o software Revit disponibiliza diversos ambientes que permitem a personalização do programa com o objetivo de desenvolver funcionalidades além daquelas oferecidas nativamente. No entanto, a utilização da chamada programação textual apresenta um grau de complexidade elevado, exigindo conhecimento prévio em linguagens de programação. Muitos profissionais da área da construção civil, arquitetura e engenharia não possuem domínio suficiente dessas linguagens para explorar plenamente os recursos avançados do software, como é o caso da API (*Application Programming Interface*) do Revit.

Diante dessa dificuldade, a linguagem de programação visual (VPL – *Visual Programming Language*) surge como uma alternativa amplamente adotada, pois permite o desenvolvimento de rotinas e automações com uma curva de aprendizado mais acessível. Ferramentas como o Dynamo, integradas ao Revit, possibilitam a criação de scripts por meio de blocos visuais interconectados, facilitando a aplicação prática mesmo por usuários com pouca ou nenhuma experiência em codificação tradicional.

O uso do Dynamo no ambiente BIM representa uma grande simplificação em relação à programação tradicional, pois permite que o projetista crie rotinas automatizadas por meio da conexão visual de nós pré-configurados, dispensando a necessidade de escrever códigos complexos do zero (Almeida; Nascimento, 2023).

Em sua interface inicial, o Dynamo conta com cinco principais áreas, sendo estas o menu, a barra de ferramentas, a biblioteca, o espaço de trabalho e a barra de Execução. A Figura 11 mostra respectivamente cada uma dessas regiões.

Figura 11 - Interface inicial do Dynamo.

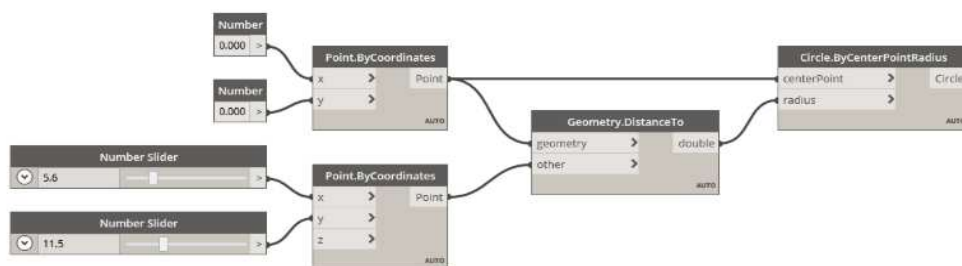


Fonte: Elaborado pelo autor.

A plataforma Dynamo, integrada ao próprio software Revit, é utilizada para o desenvolvimento de rotinas por meio de programação visual. Seu funcionamento baseia-se na conexão de blocos pré-configurados, denominados nós, que são interligados por "fios" que representam o fluxo de dados. Dessa forma, em vez da escrita de linhas de código tradicional, a lógica do script é construída visualmente por meio desses blocos, como ilustrado na Figura 12 (Sena, 2019).

Figura 12 - Comparação entre VPL e Programa Textual.

**Programa Visual:**



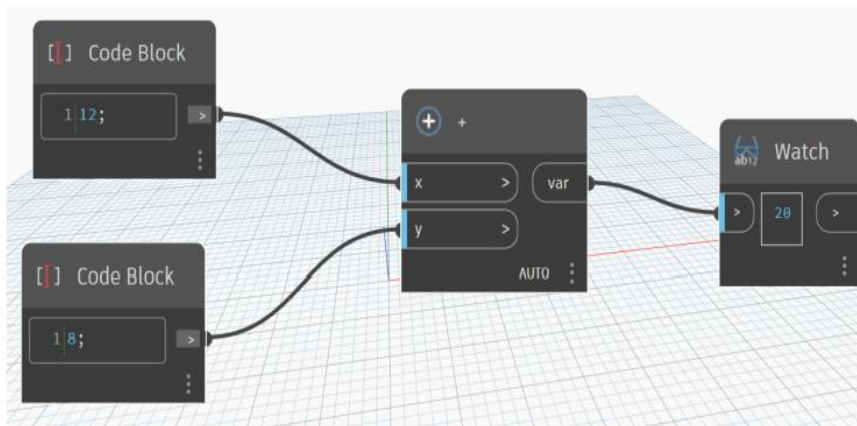
**Programa Textual:**

```
myPoint = Point.ByCoordinates(0.0,0.0,0.0);
x = 5.6;
y = 11.5;
attractorPoint = Point.ByCoordinates(x,y,0.0);
dist = myPoint.DistanceTo(attractorPoint);
myCircle = Circle.ByCenterPointRadius(myPoint,dist);
```

Fonte: Autodesk, 2019.

Ao invés da utilização de linhas de código tradicionais para a criação de um script destinado ao somatório de dois números, é possível utilizar um nó específico no Dynamo que realiza essa operação. Para isso, basta declarar as variáveis “x” e “y” e conectá-las a esse nó de adição. Para exibir o resultado do cálculo, o nó de somatório deve ser conectado a outro nó responsável pela visualização da saída, denominado Watch (Xavier, 2025). A Figura 13 mostra em detalhes o funcionamento padrão dessa interface.

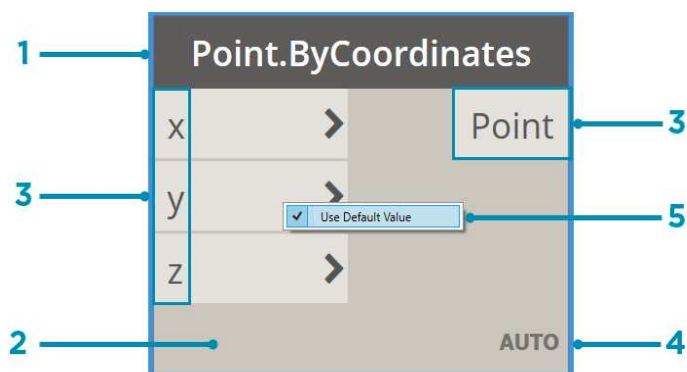
Figura 13 - Exemplificação de funcionamento dos nós.



Fonte: Xavier, 2025.

A maioria dos nós no Dynamo é composta por cinco elementos principais, com exceção de alguns, como os de entrada. Conforme exemplificado na Figura 14, cada nó apresenta: (1) nome, seguindo a convenção Categoria.Nome; (2) corpo principal, com opções acessíveis pelo botão direito; (3) portas de entrada e saída, que conectam dados e retornam resultados; (4) ícone de amarração, que define o modo de combinação de listas; e (5) valores padrão, que podem ser definidos em entradas específicas sem a necessidade de conexão com outros nós (Autodesk, 2019).

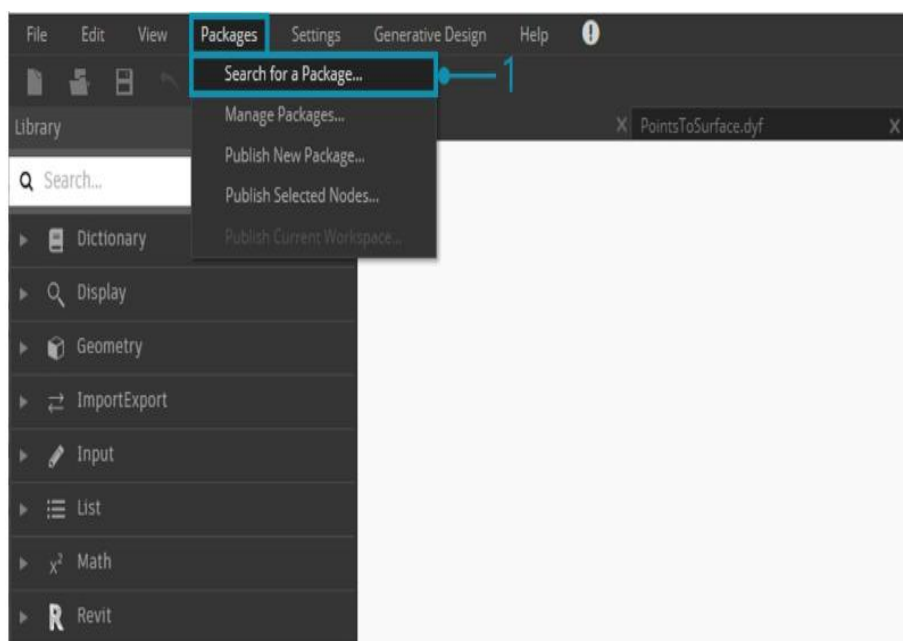
Figura 14 – Anatomia de um nó.



Fonte: Autodesk, 2019.

Uma das principais vantagens do Dynamo é a possibilidade de expandir suas funcionalidades por meio da contribuição da comunidade de usuários, especialmente por meio dos chamados pacotes. Esses pacotes consistem em coleções de nós desenvolvidos para adicionar novas funções ao software e podem ser facilmente acessados e instalados pela aba "Pacotes" na própria interface do Dynamo (Sena, 2019). A Figura 15 mostra os menus destinados aos pacotes, tanto para criar, configurar ou apenas baixar um pacote desenvolvido por profissionais da área.

Figura 15 – Instalação de novos pacotes.

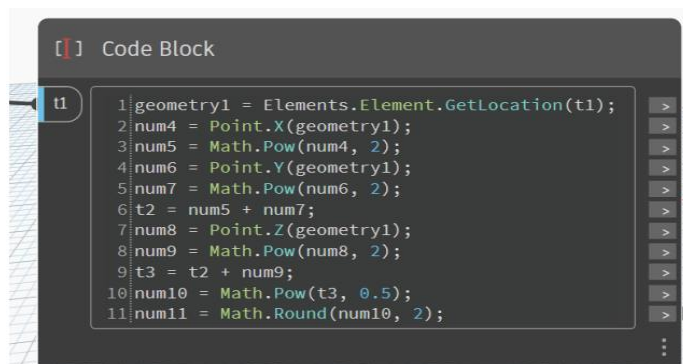


Fonte: Autodesk, 2019.

Embora a programação visual por meio de nós ofereça uma interface acessível e intuitiva, sua aplicação pode se tornar limitada em situações mais complexas. Quando as rotinas envolvem um grande número de elementos ou apresentam recursividades frequentes, o excesso de nós pode deixar a lógica do script confusa e de difícil interpretação. Nesses casos, o uso de uma linguagem textual se mostra mais eficiente e apropriado (Sena, 2019).

Embora o Dynamo seja uma plataforma de programação focada na criação e manipulação de nós visuais, seu funcionamento se baseia em scripts codificados. Nesse contexto, a linguagem “*Design Script*” surge como uma alternativa eficiente para situações em que as rotinas visuais se tornam muito complexas ou extensas, seja pelo uso repetitivo da programação visual ou por processos que podem ser simplificados com estruturas de repetição, recursos que são mais difíceis de implementar diretamente com nós visuais (Sena, 2019).

Figura 16 - Exemplificação de programação textual dentro do Dynamo.



```
Code Block  
t1  
1 geometry1 = Elements.Element.GetLocation(t1);  
2 num4 = Point.X(geometry1);  
3 num5 = Math.Pow(num4, 2);  
4 num6 = Point.Y(geometry1);  
5 num7 = Math.Pow(num6, 2);  
6 t2 = num5 + num7;  
7 num8 = Point.Z(geometry1);  
8 num9 = Math.Pow(num8, 2);  
9 t3 = t2 + num9;  
10 num10 = Math.Pow(t3, 0.5);  
11 num11 = Math.Round(num10, 2);
```

Fonte: Xavier, 2025.

Na Figura 16 cada linha representa a substituição de pelo menos um nó, o que permite uma maior compactação do código. Isso torna o script mais organizado e facilita a leitura e manutenção do programa. Durante a execução no Dynamo, não ocorrem conflitos entre o código “escrito” e o visual. Ambos funcionam de forma integrada, garantindo que as alterações em um formato sejam refletidas no outro. Dessa forma, o usuário pode trabalhar com maior flexibilidade e eficiência na construção dos seus scripts (Xavier, 2025).

O Dynamo, quando aplicado no desenvolvimento de projetos em BIM, representa uma das ferramentas mais poderosas para aumentar a produtividade e a precisão no fluxo de trabalho. Por meio da automação de tarefas repetitivas, como criação de elementos, extração de informações ou ajustes em grande escala. Logo, entende-se que a automação tem como objetivo melhorar processos, aumentar a eficiência e reduzir custos (Sena, 2019). Essa agilidade libera o profissional para se concentrar em etapas estratégicas do projeto, agregando mais valor técnico e criativo.

Além do ganho em velocidade, o uso do Dynamo contribui diretamente para a redução de erros. A automatização de processos elimina grande parte das falhas que podem ocorrer quando tarefas são realizadas de forma manual, garantindo maior padronização e confiabilidade nos resultados. Isso significa projetos mais consistentes, compatibilizados e alinhados com os requisitos normativos e técnicos.

Outro benefício importante está na flexibilidade que o Dynamo proporciona. Ele permite criar rotinas personalizadas para atender às necessidades específicas de cada projeto, seja na área de arquitetura, elétrica, hidráulica ou climatização. Essa adaptabilidade amplia as possibilidades de uso e torna os processos mais inteligentes, transformando o fluxo de trabalho em algo dinâmico e altamente otimizado.

### 3 METODOLOGIA

Para definir as estratégias a serem abordadas neste trabalho, inicialmente, foi necessário mapear as dificuldades e demandas relacionadas à automatização de processos em projetos elétricos. Diante de pesquisas com profissionais e da experiência própria do autor, foi definido que o estudo em questão se enquadra como pesquisa aplicada pois tem como intuito gerar conhecimentos voltados à solução prática de um problema real.

Figura 17 - Fluxograma da metodologia de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

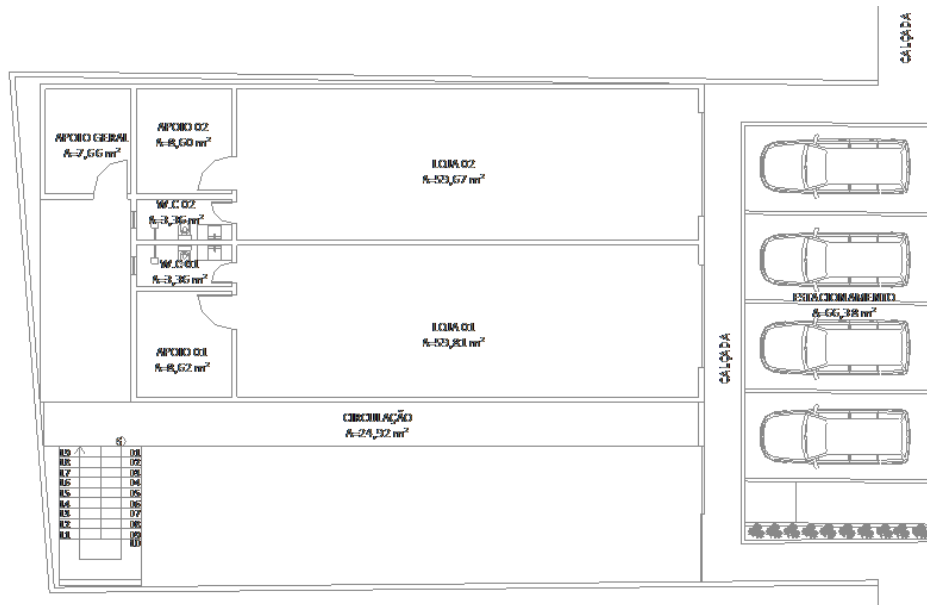
#### 3.1 Estudo de caso: Projeto modelo

Para realizar a análise comparativa deste estudo em questão, foi selecionado um projeto que possui um nível médio de complexidade. O intuito da escolha é garantir resultados mais assertivos e visíveis. O projeto escolhido foi disponibilizado pela empresa Triad, conforme indicado nas Figuras 18, 19 e 20. Trata-se de um triplex de uso misto. O pavimento térreo é destinado a lojas comerciais e os demais andares (pavimento tipo) possuem 3 apartamentos em cada andar. Cada apartamento possui cozinha, sala, quartos e banheiros, totalizando 612,48 m<sup>2</sup> de área construída.

Neste estudo, será cronometrado o tempo necessário para desenvolver cada uma das atividades cujo é possível utilizar-se de rotinas em Dynamo. São estas: Inserção de luminárias; nomeação dos interruptores; elaboração de diagramas unifilares; inserção de parâmetros elétricos; inserção de identificadores de fiação. Além do tempo, será avaliado o grau de assertividade das rotinas e as possíveis falhas humanas.

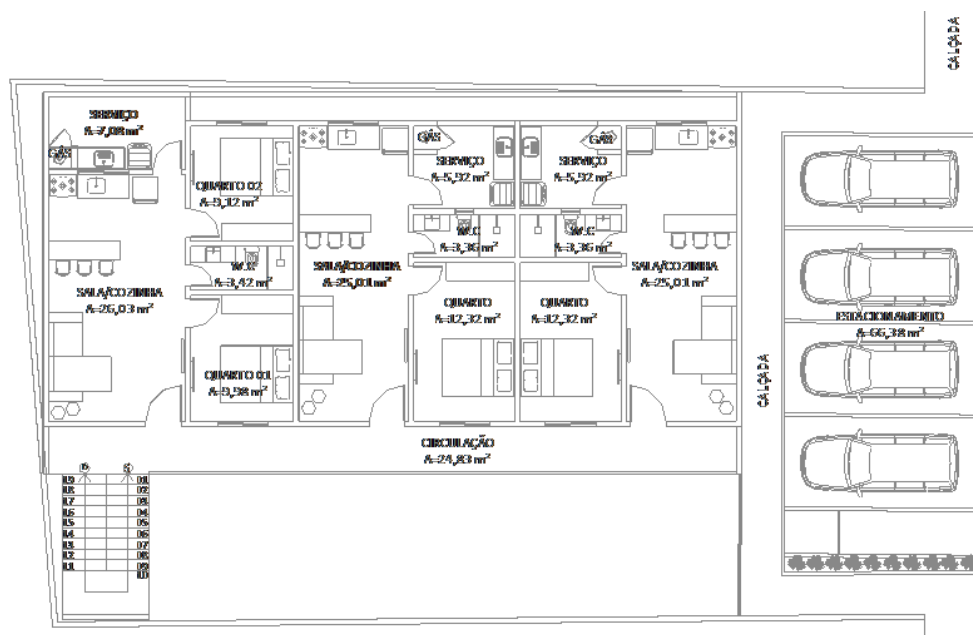
É importante ressaltar que escolhas construtivas como tipo de luminárias e melhor posicionamento das tomadas não foram considerados no mapeamento de tempo do projeto.

Figura 18 – Planta Baixa do pavimento térreo



Fonte: Triad Arquitetura, 2025.

Figura 19 – Planta Baixa do 1º e 2º pavimento



Fonte: Triad Arquitetura, 2025.

Figura 20 – Modelagem 3D



Fonte: Triad Arquitetura, 2025.

### **3.2 Elaboração pelo método tradicional**

Para esta análise, será realizado de forma manual todos os processos necessários a elaboração do projeto elétrico estudado. Entretanto, será utilizado algumas planilhas de dimensionamento criadas dentro do próprio Revit, tanto no método tradicional como no método com rotinas de programação.

#### ***3.2.1 Inserção dos pontos elétricos***

Inicialmente, insere-se o vínculo do projeto arquitetônico dentro do projeto. O primeiro passo foi a inserção dos pontos de iluminação e tomadas. Para os pontos de tomadas foi considerado o layout arquitetônico. Já para os pontos de iluminação foi utilizado uma planilha de dimensionamento de quantidade de luminárias de acordo com o ambiente (Figura 21). Nesta, é necessário inserir a largura e o comprimento de cada ambiente, bem como a especificação da luminária escolhida e do tipo de ambiente, além da quantidade de lúmens definido pela NBR ISO/CIE 8995-1.

Figura 21 – Dimensionamento de luminárias.

DADOS INICIAIS		QUARTO		
Descrição do Ambiente	01 Comprimento	a	m	3,5
	02 Largura	b	m	4
	03 Área	A=a .b	m2	14
	04 Pé-direito	H	m	3,3
	05 Altura do plano de trabalho	hpt	m	0,8
	06 Altura de suspensão da luminária	hsl	m	0
	07 Pé-direito útil	h=H-hpt-hsl	m	2,5
	08 Índice do recinto	K=a . b/h(a+b)		0,75
	09 Fator de depreciação	Fd		0,8
	10 Coeficiente de reflexão do teto	ρ1		0,7
	11 Coeficiente de reflexão do parede	ρ2		0,5
	12 Coeficiente de reflexão do piso	ρ3		0,1
Lâmpadas e Luminárias	13 Nível de iluminação planejado	Em	Lx	200
	14 Tipo de lâmpada			2x18W-LED (T)
	15 Fluxo luminoso de cada lâmpada	φ	lm	2100
	16 Lâmpada por luminária	z	unid	2,00
	17 Tipo de luminária			Embutir
	18 Fator de utilização (tabela fabricante)	Fu		0,70
	19 Quantidade de lâmpadas	n=Em .A /Fu.Fd.φ	unid	2,38
	20 Quantidade de luminárias	N=n/z	unid	1,19
Calculo de Controle	21 Quantidade de luminárias na instalação	Ni	unid	3
	22 Iluminancia alcançada	E=z .Ni . φ .Fu.Fd/A	Lx	504

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após definido a quantidade de lâmpadas para cada ambiente, foi posicionado cada luminária de forma simétrica nos cômodos. Os pontos de interruptores também foram posicionados. As luminárias foram ligadas aos seus respectivos interruptores, de forma que, para cada ponto foi associado uma letra de comando específica. O posicionamento das tomadas também foi realizado nesta etapa, conforme layout arquitetônico.

### 3.2.2 Divisão e dimensionamento dos circuitos

Com os pontos definidos e os quadros elétricos devidamente posicionados, foram divididos os circuitos de acordo com as características do projeto e considerando os critérios técnicos e econômicos envolvidos. Para o dimensionamento dos mesmos foi utilizado uma tabela criada dentro do Revit, conforme Figura 22.

Figura 22 – Divisão e dimensionamento dos circuitos

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
Nº	DESCRIÇÃO	TENSÃO	POT APARENTE	CORRENTE	DISJUNTOR	Nº FASES	DIMENS DISJUNT	DR	Nº DR	PVC/EPB	ISOLACAO	SEÇÃO DO CONDUTOR	FCA	FCT	FAT. CORREÇÃO	FAT. AJU	DISTANCIA	% QUEDA	DISTRIB	FASE R	
SEC-INT	A1 ACESSO DE VEICULOS	220 V	652 VA	3,26 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	4			0,72		45	0,65%		589,54 W	
	A2 ESTACIONAMENTO - ACESSO	220 V	1304 VA	6,52 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		140	1,58%			
	A3 ESTACIONAMENTO - GERAL	220 V	1550 VA	7,75 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		148	2,05%		1199,52 W	
	A4 ESTACIONAMENTO INTERN	220 V	1956 VA	9,78 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		135	2,29%			
	A5 INTERNO - CIRCULAÇÃO AU	220 V	1304 VA	6,52 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		180	2,04%			
	A6 RODOVIA	220 V	1950 VA	9,75 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		160	2,55%			
	A7 ESTACIONAMENTO GERAL	220 V	2282 VA	11,41 A	16 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		160	2,97%		2090,44 W	
	A8 INTERNO - BLOCO DIDATIC	220 V	2282 VA	11,41 A	16 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		85	1,29%			
	A9 INTERNO - ADM	220 V	1956 VA	9,78 A	10 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72		180	2,72%			
	A10 Circuito reserva	220 V	1200 VA	6,00 A	10 A	1															
	A11 Circuito reserva	220 V	1200 VA	6,00 A	10 A	1															
	A12 Circuito reserva	220 V	1200 VA	6,00 A	10 A	1															
TS			8698 VA																		4488,8 W
QGBT																					
B1	QUARITA INTER	220 V	2904 VA	15,84 A	16 A	1					PVC 0,5/1KV	10			0,72						2323,2 W
B2	QDLT CANTINA 01	220 V	4337 VA	23,66 A	25 A	1					PVC 0,5/1KV	18			0,72						
B3	QDLT CANTINA 02	220 V	4337 VA	23,66 A	25 A	1					PVC 0,5/1KV	18			0,72						
B4	CANTINA ILLU EXTERNA	220 V	3680 VA	20,87 A	25 A	1					PVC 0,5/1KV	18			0,72						2944 W
B15,8	QDL-ICIT	380 V	1612 VA	31,79 A	40 A	3					PVC 0,5/1KV	18			0,72		145	2,52%			5458,8 W
B10,11,12	BOMBA CASTELO D'AGUA	380 V	8850 VA	16,14 A	20 A	3					PVC 0,5/1KV	10			0,72						2350 W
B13,14,15	ELEVADOR BL DIDATICO	380 V	8000 VA	16,41 A	20 A	3					PVC 0,5/1KV	18			0,72						2400 W
B16,17,18	QDLT TERREO BL DIDATICO	380 V	9148 VA	16,98 A	20 A	3					PVC 0,5/1KV	10			0,72						2108,8 W
B19,20,21	QDLT TERREO BIBLIOTECA	380 V	16888 VA	36,79 A	32 A	3					PVC 0,5/1KV	6			0,72		50	1,79%			4502,93 W
B22,23,24	QDL 1 PAV ADM	380 V	19195 VA	34,94 A	40 A	3					PVC 0,5/1KV	10			0,72						8110,67 W
B25,26,27	QDLT 1 PAV BL DIDATICO	380 V	22873 VA	37,59 A	40 A	3					PVC 0,5/1KV	10			0,72						8512,3 W
B28,29,30	QDLT TERREO ADM	380 V	37014 VA	67,43 A	70 A	3					PVC 0,5/1KV	25			0,72		70	1,85%			5670,4 W
B31,32,33	QDLT 1 PAV BIBLIOTECA	380 V	40272 VA	73,42 A	80 A	3					PVC 0,5/1KV	25			0,72						10739,2 W
B34,35,36	QDL ADM	380 V	40652 VA	76,38 A	100 A	3					PVC 0,5/1KV	45			0,72						12448,51 W
B37,38,39	QDL BIBLIOTECA	380 V	50080 VA	98,54 A	125 A	3					PVC 0,5/1KV	50			0,72						14021,33 W
B40,41,42	CLU BL DIDATICO	380 V	109500 VA	183,26 A	200 A	3					PVC 0,5/1KV	120			0,72						28298,67 W
B43,44,45	QDLT / CLU AUDITORIO	380 V	110960 VA	202,34 A	225 A	3					PVC 0,5/1KV	150			0,72						29594,67 W

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.3 Modelagem da infraestrutura

A modelagem dos eletrodutos foi feita de forma manual associando cada ponto até o quadro elétrico. Para dimensionar os eletrodutos foi considerado o fator de 40% de preenchimento da seção do mesmo, conforme especificado pela NBR 5410. Para fins de verificação em situações específicas, foi utilizado a tabela mostrada na Figura 23.

Figura 23 – Dimensionamento de eletrodutos.

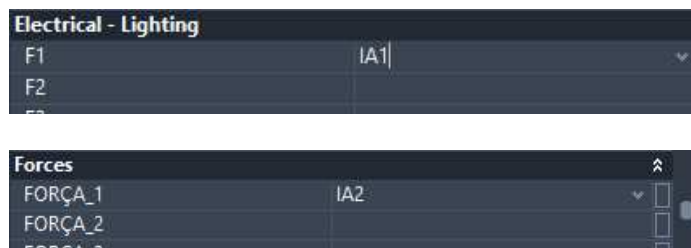
CABOS SUPERASTIC					ELETRODUTOS PVC		
Seção nominal	DN ext.	Área unitária (mm2)	Quantidade de cabos	Área total	NBR 5410		
4x2,5	11,3	100,24		0,00	<b>Máximo:</b>	<b>40%</b>	<b>Polegadas</b>
4x6,0	15,5	188,60		0,00	37,50%	12,5mm	1/2"
4x10	18,2	260,02		0,00	18,01%	25mm	3/4"
4x16	22,7	404,50		0,00	10,55%	32mm	1"
4x35	29,9	701,80		0,00	6,07%	40mm	1 1/4"
2,5	3,5	9,62	6	57,70	4,59%	50mm	1 1/2"
4	4,0	12,56		0,00	2,78%	60mm	2"
6	4,6	16,61		0,00	1,70%	75mm	2 1/2"
10	5,9	27,33		0,00	1,21%	85mm	3"
16	7,5	44,16		0,00	0,72%	110mm	4"
25	8,6	58,06		0,00			
35	10,6	88,20		0,00			
50	12,0	113,04		0,00			
70	13,7	147,34		0,00			
95	15,8	195,97		0,00			
Área total instalada				57,70			

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.4 Inserção dos parâmetros de força e iluminação

Dado que o objetivo é desenvolver um projeto elétrico capaz de extrair quantitativos de cabos, se faz necessário inserir em cada eletroduto as informações referentes aos cabos passantes. As mesmas informações que serão inseridas nos itens 3.3.4 e 3.3.5 de forma automática, foram colocadas manualmente nos parâmetros compartilhados indicado na Figura 24.

Figura 24 – Parâmetros de identificação de circuitos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.5 Inserção dos identificadores de fiação

Nesta etapa foi utilizado uma família paramétrica de anotação (Figura 25), que permite personalizar a quantidade de fase, neutro, terra, retorno e identificadores do circuito. Foi realizado de forma manual a personalização da família para cada eletroduto cujo foi necessário identificar os cabos passantes.

Figura 25 – Família de identificadores de fiação

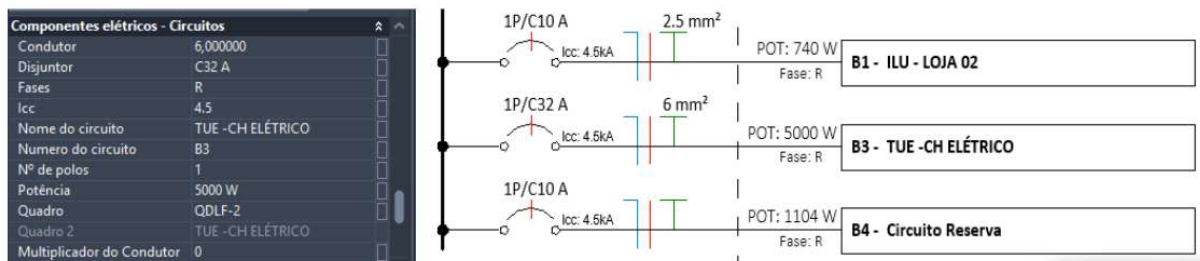


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.2.6 Diagrama unifilar

Como última etapa, foi realizado o diagrama unifilar. Para isto, foi utilizado uma família similar à de fiação, onde foi possível personalizar parâmetros como potência do circuito, característica do disjuntor, bitolas de cabos etc. Para cada circuito foi verificado seu dimensionamento na tabela de cargas do quadro elétrico e inserido de forma manual os valores necessários conforme mostrado na Figura 26.

Figura 26 – Família para diagrama unifilar



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3 Elaboração do projeto utilizando Rotinas em Dynamo

Para o desenvolvimento do projeto em estudo, foi disponibilizado pelo autor, em parceria com outros profissionais da área, um conjunto de rotinas em Dynamo, elaboradas para otimizar o processo de modelagem e automação das tarefas no Revit. Essas rotinas, desenvolvidas com base nas necessidades práticas dos projetos da empresa, serão aplicadas e analisadas ao longo deste documento.

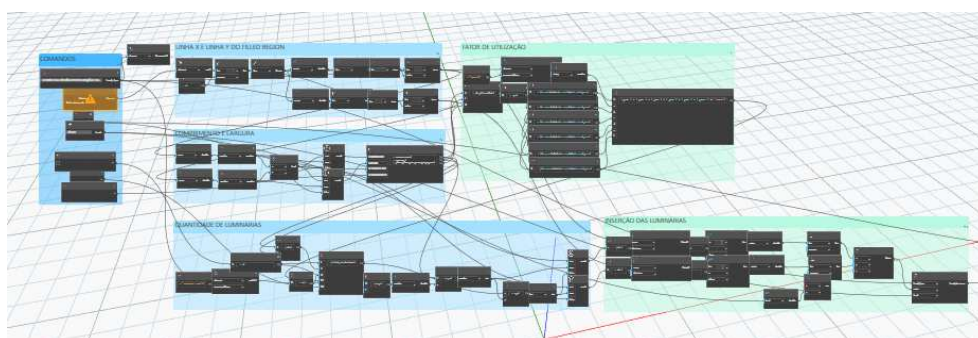
Vale ressaltar que o objetivo deste trabalho é avaliar a aplicação das rotinas desenvolvidas, não sendo foco deste estudo o aprofundamento na linguagem computacional empregada em sua criação. Dessa forma, as rotinas serão apresentadas de maneira conceitual e

descritiva, apenas o suficiente para permitir o entendimento do processo de aplicação e da metodologia adotada.

### 3.3.1 Inserção de luminárias

A rotina de inserção de luminária busca automatizar o dimensionamento da quantidade de lâmpadas necessárias para cada tipo de ambiente, bem como posicionar e inserir de forma automática no projeto as famílias de luminárias escolhidas. Neste sentido, a NBR ISO/CIE 8995-1 estabelece a quantidade de lumens de acordo com o tipo de utilização de cada ambiente.

Figura 27 – Rotina de inserção de luminárias



Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

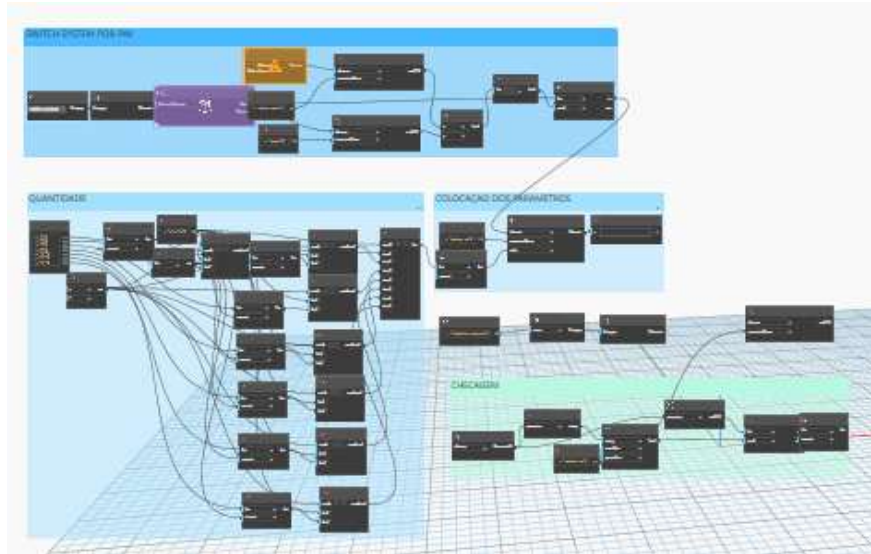
A Figura 27 mostra os dados de entrada necessários ao funcionamento da rotina, inicialmente, é escolhido o tipo de luminária que vai ser utilizado. Em seguida, é necessário inserir manualmente no projeto uma “região”, para que o Dynamo consiga extrair áreas. Os demais dados de entradas são referentes à altura de inserção dos pontos, com exceção dos lumens do ambiente, onde é necessário pesquisar na ISO/CIE 8995-1 o valor adequado.

### 3.3.2 Nomeação dos interruptores

Conforme o padrão de nomenclatura estabelecido pela ABNT NBR 5410, é necessário que as luminárias e os interruptores compartilhem a mesma identificação de acionamento, entretanto, o software Revit não insere nativamente cada identificador, sendo necessário inserir, de forma manual dentro do parâmetro “Switch ID”, as letras de cada sistema de acionamento.

Nesse sentido, a rotina de nomeação dos interruptores (Figura 28) busca automatizar o processo de inserção das letras de comando. Para a aplicação desta, é necessário ter posicionado os quadros elétricos, bem como dividido os circuitos de iluminação, pois como dado de entrada da rotina é solicitado selecionar o elemento do quadro.

Figura 28 – Rotina de nomeação dos interruptores



Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

### 3.3.3 Diagramas unifilares

Uma das atividades cujo o Revit nativo não consegue disponibilizar é a elaboração de diagramas unifilares, o mesmo já disponibiliza a tabela de carga de cada quadro elétrico. Entretanto é necessário utilizar de famílias de anotações parametrizadas para modificar os dados de cada circuito e configurar diagrama.

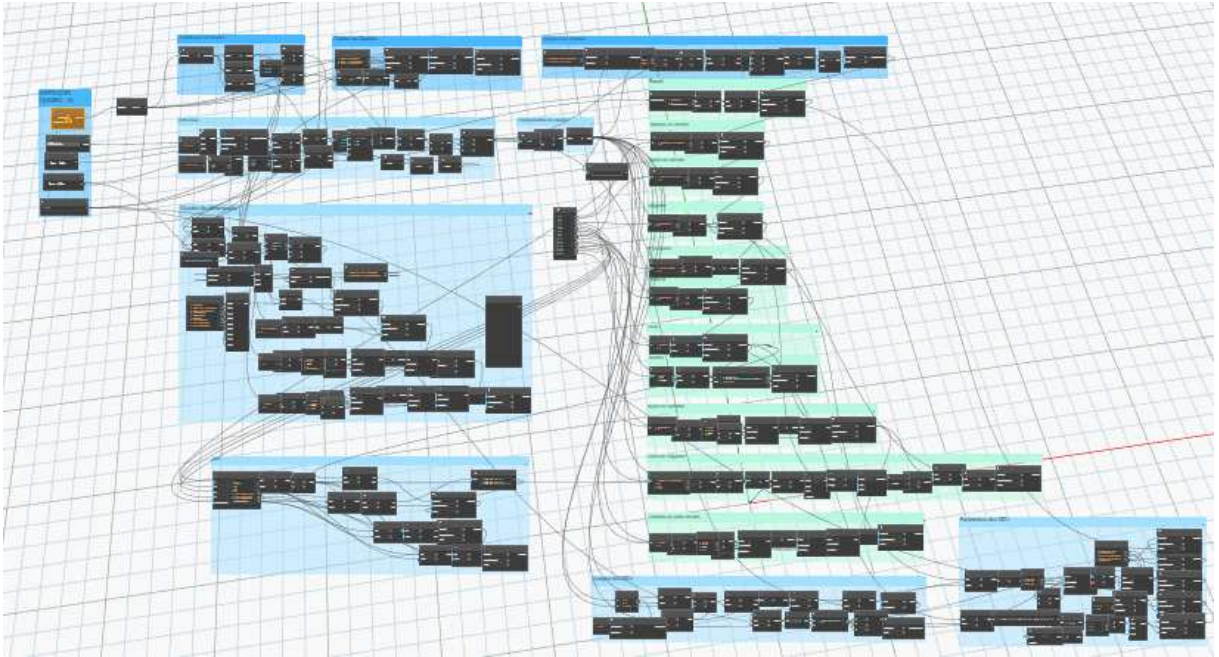
A rotina de criação de diagramas unifamiliares busca automatizar esse processo. Para o funcionamento dela é necessário criar uma tabela filtrada com todos os circuitos do quadro selecionado (Figura 29) e suas respectivas informações técnicas referentes a dimensionamento. Para o funcionamento desta rotina (Figura 30), é necessário escolher a tabela criada e o quadro elétrico associado.

Figura 29 – Quadro para diagrama unifilar

<QDLF - PARA DIAGRAMA>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nº	DESCRIÇÃO	DISJUNTO	Nº FASES	DR	Nº DR	SEÇÃO DO CONDUTOR	POT. ATIVA (W)	FASE	LETRA DO CIRCUITO
QGBT									
B1	GUARITA INTER	16 A	1	✓		10	2323 W	R	B
B2	QDLT CANTINA 01	25 A	1	✓		16	3470 W	S	B
B3	QDLT CANTINA 02	25 A	1	✓		16	3470 W	T	B
B4	CANTINA ILU EXTERNA	25 A	1	✓		16	2944 W	R	B
B7, 8, 9	QDL-EXT	40 A	3	✓		16	16676 W	RST	B
B10, 11, 12	BOMBA CASTELO D'ÁGUA	20 A	3	✓		10	7080 W	RST	B
B13, 14, 15	ELEVADOR BL DIDÁTICO	20 A	3	✓		16	7200 W	RST	B
B16, 17, 18	QDLT TERREO BL DIDÁTICO	20 A	3	✓		10	8117 W	RST	B
B19, 20, 21	QDLT TERREO BIBLIOTECA	32 A	3	✓		6	13509 W	RST	B
B22, 23, 24	QDL 1 PAV ADM	40 A	3	✓		10	15332 W	RST	B
B25, 26, 27	QDLT 1 PAV BL DIDÁTICO	40 A	3	✓		10	16538 W	RST	B
B28, 29, 30	QDLT TERREO ADM	70 A	3	✓		25	29611 W	RST	B
B31, 32, 33	QDLT 1 PAV BIBLIOTECA	80 A	3	✓		25	32218 W	RST	B
B34, 35, 36	QCLI ADM	100 A	3	✓		35	39746 W	RST	B
B37, 38, 39	QCLI BIBLIOTECA	125 A	3	✓		50	48064 W	RST	B
B40, 41, 42	CLI BL DIDÁTICO	200 A	3	✓		120	84800 W	RST	B
B43, 44, 45	QDLT / CLI AUDITORIO	225 A	3	✓		150	88784 W	RST	B
17							419881 W		

Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

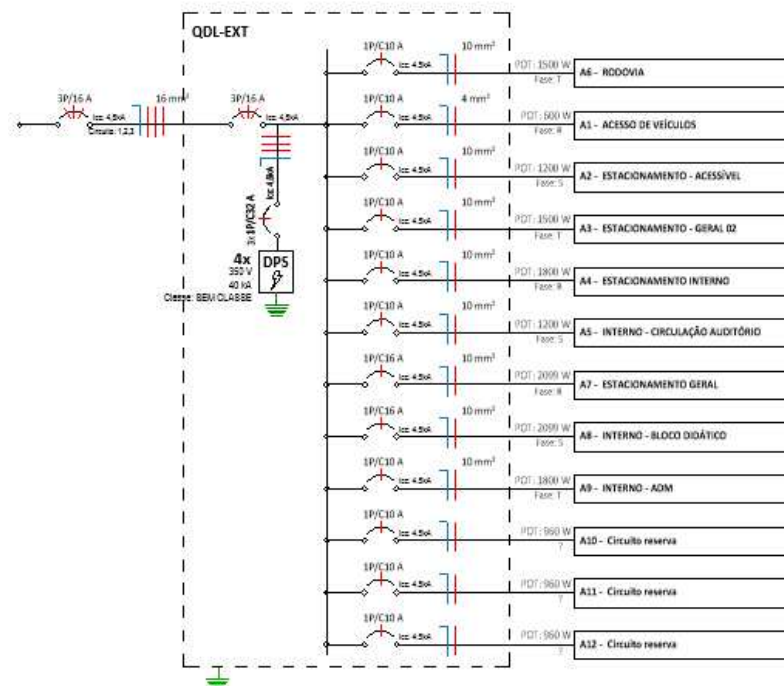
Figura 30 – Rotina para criação de diagrama unifilar



Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

Com a utilização deste método que alia a programação ao dados inseridos na tabela base, é criado o diagrama unifilar de forma automática, conforme a Figura 31.

Figura 31 – Diagrama unifilar

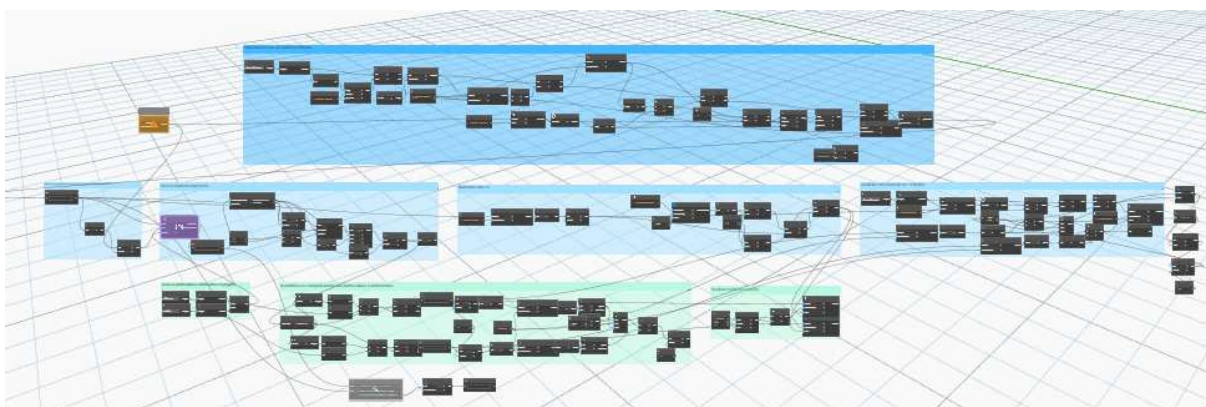


Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.4 Inserção de Parâmetros de forças

Mesmo o Revit possuindo uma área destinada a cabos elétricos, a dificuldade de se extrair quantitativos de cabos, bem como fazer customizações de rotas é algo evidente, uma vez que, a inserção se dá de forma simbólica, não havendo a modelagem dos elementos. Para isto, a rotina em questão utiliza parâmetros compartilhados para inserir informações de fiação dentro de cada eletroduto, e assim, permitir um mapeamento melhor de cada cabo elétrico (Figura 32).

Figura 32 – Rotina para inserir parâmetros de força



Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

Com esta rotina os identificadores são inseridos de forma automática dentro dos parâmetros compartilhados, conforme abaixo. Com isso, é possível extrair quantitativos e gerar identificadores de fiação automáticos e personalizados para cada eletroduto, conforme mostrado nas rotinas seguintes.

Entretanto, para o funcionamento da rotina é necessário criar um parâmetro dentro de uma tabela de quadro elétrico (Figura 33), onde cada circuito é associado a um identificador único que, por sua vez, é extraído nessa rotina e inserido em cada eletroduto no qual o respectivo circuito está passando.

Figura 33 – Identificadores individuais dos circuitos

A	B
Nº	ID_CIRCUITO
QDL-EXT	
A1	IA1
A2	IA2
A3	IA3
A4	IA4
A5	IA5
A6	IA6
A7	IA7
A8	IA8
A9	IA9
A10	IA10
A11	IA11
A12	IA12

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.3.5 Inserção dos parâmetros de iluminação

Dentro do software, os elementos de iluminação são classificados como *lighting fixtures*, de forma diferente dos elementos de forças como quadros e tomadas, portanto, foi criado uma rotina específica para inserir os identificadores dos cabos elétricos referentes aos circuitos de iluminação (Figura 34). Entretanto, a premissa é a mesma utilizada para os parâmetros de forças.

Figura 34 – Rotina para inserção de parâmetro de iluminação



Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

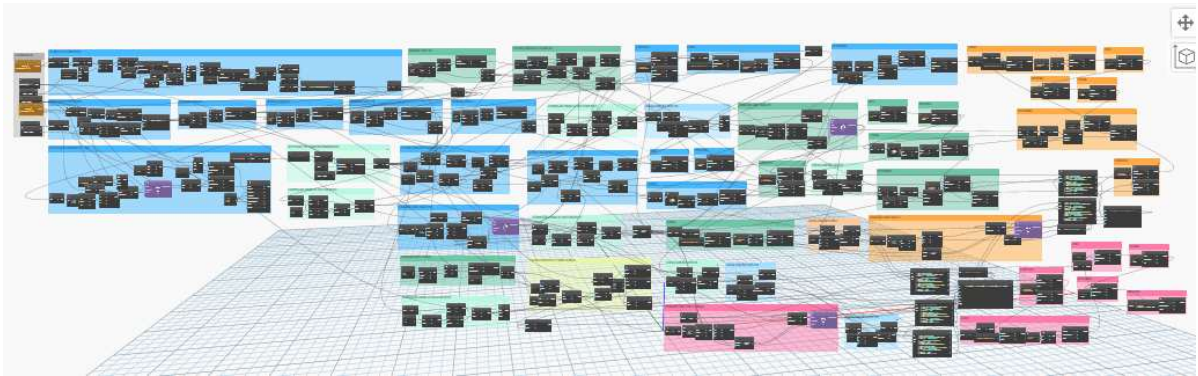
Para a utilização dessa rotina é necessário ter todos os circuitos já relacionados à um quadro elétrico, pois é necessário selecionar o mesmo para associar os identificadores atribuídos a cada circuito, da mesma forma feita para a rotina de pontos de forças.

### 3.3.6 Inserção de identificadores de fiação

Para essa rotina (Figura 35), é necessário ter rodado com sucesso as rotinas 3.3.4 e 3.3.5, pois esta utiliza-se dos parâmetros associados para inserir em cada eletroduto a sua

respectiva identificação de fiação. Nela, é necessário selecionar todos os eletrodutos ta vista em que se deseja inserir os identificadores de fiação. Como cada eletroduto já foi associado aos seus respectivos circuitos passantes (rotinas anteriores), não é necessário selecionar nenhum quadro elétrico, apenas a vista na qual se deseja inserir as famílias de identificadores.

Figura 35 – Rotina para inserção de identificadores de fiação



Fonte: Geopac Engenharia, 2025.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente trabalho buscou mapear os tempos necessários para cada etapa correspondente a execução de um projeto elétrico, considerando duas metodologias distintas: manual(tradicional) e com automação através de rotinas em Dynamo. Entretanto, algumas atividades foram desenvolvidas exatamente da mesma forma, não sendo necessário separá-las em duas versões.

O foco principal foi realizar o comparativo de tempo referente as seis rotinas disponibilizadas. Neste sentido, os resultados encontrados foram disponibilizados e discutidos posteriormente. O projeto elétrico foi desenvolvido por um operador previamente treinado e capacitado para a realização da atividade tanto para o método nativo como para o método com Dynamo.

### 4.1 Mapeamento de tempo para atividades comuns às duas metodologias

Como procedimento inicial foi cronometrado o tempo necessário para o posicionamento de quadros, tomadas e interruptores. Os resultados estão dispostos nas tabelas 1 e 2 . Vale ressaltar que o 1º e 2º pavimento são iguais, portanto, algumas atividades não foram necessárias serem refeitas e constam com o tempo apenas referente a inserção dos interruptores copiados do pavimento tipo.

Tabela 1 – Mapeamento de tempo para alocação de interruptores.

TEMPO PARA ALOCAR INTERRUPTORES	
PAVIMENTO	TEMPO (h:min:seg)
Térreo	00:02:58
1º Pavimento	00:02:38
2º Pavimento	00:00:20

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Mapeamento de tempo para alocação de tomadas e quadros

TEMPO PARA ALOCAR TOMADAS E QUADROS	
PAVIMENTO	TEMPO (h:min:seg)
Térreo	00:02:20
1º Pavimento	00:07:51
2º Pavimento	00:00:34

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além destas, também foi realizado o mapeamento do tempo necessário para dimensionar os circuitos e modelar os eletrodutos em cada pavimento conforme indicado nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Mapeamento de tempo para dimensionar os circuitos

TEMPO PARA DIMENSIONAR CIRCUITOS	
PAVIMENTO	TEMPO (h:min:seg)
Térreo	00:13:27
1º Pavimento	00:21:37
2º Pavimento	00:21:33

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Mapeamento de tempo para modelagem de eletrodutos

TEMPO PARA MODELAR ELETRODUTOS	
PAVIMENTO	TEMPO (h:min:seg)
Térreo	00:37:02
1º Pavimento	00:50:27
2º Pavimento	00:45:42

Fonte: Elaborado pelo autor.

De forma geral, conforme indicado na tabela 5, cada pavimento gastou em média 01 hora para o desenvolvimento dessas atividades e que serão contabilizadas no final do estudo para verificação do tempo total de execução do projeto elétrico.

Tabela 5 – Tempo total com atividades comuns as duas metodologias.

TEMPO GASTO COM ATIVIDADES COMUNS ÀS DUAS METODOLOGIAS	
PAVIMENTO	TEMPO (h:min:seg)
Térreo	00:55:47
1º Pavimento	01:22:33
2º Pavimento	01:07:15

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 Mapeamento de tempo: métodos nativos x Dynamo

### 4.2.1 Inserção de luminárias

Para esta etapa, no método tradicional foi necessário dimensionar a quantidade de luminárias utilizando a tabela indicada na Figura 19. Portanto, o tempo considerado no gráfico é o somatório dos tempos para dimensionar e alocar as luminárias de cada pavimento, conforme detalhado abaixo.

Tabela 6 – Tempo para dimensionamento e inserção de luminárias pelo método tradicional.

PAVIMENTO	TEMPO PARA ALOCAR LUMINÁRIAS	TEMPO PARA DIMENSIONAR LUMINÁRIAS
	TEMPO (h:min:seg)	
Térreo	00:07:43	00:14:50
1º Pavimento	00:06:19	00:11:51
2º Pavimento	00:01:25	00:00:00

Fonte: Elaborado pelo autor.

A rotina em dynamo dispensa o tempo necessário para o dimensionamento, entretanto, necessita de tempo para o mapeamento de áreas através da criação de regiões. Os resultados de ambos os métodos estão evidenciados na tabela 7.

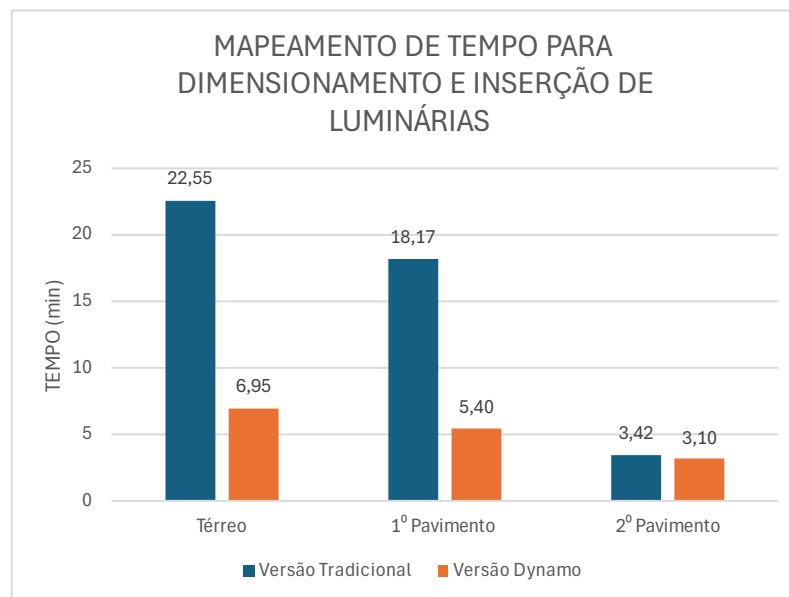
Tabela 7 – Tempo necessário ao dimensionamento e inserção de luminárias.

MAPEAMENTO DE TEMPO PARA DIMENSIONAMENTO E INSERÇÃO DE LUMINÁRIAS		
PAVIMENTO	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	0:22:33	0:06:57
1º Pavimento	0:18:10	0:05:24
2º Pavimento	0:03:25	0:03:06

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para melhor visualização tem-se o gráfico 1, onde é possível observar que a utilização da rotina se mostrou mais eficaz em todos os pavimentos. Entretanto como o 2º pavimento é igual ao 1º pavimento, não foi necessário o uso da metodologia, visto que apenas foi copiadas as famílias do pavimento tipo e tempo gasto foi apenas para associar a luminária ao respectivo interruptor em ambos os projetos.

Gráfico 1 – Comparativo de tempos para inserção e dimensionamento de luminárias.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise dos dados evidencia que a inserção de luminárias apresentou desempenho superior quando realizada via rotina Dynamo. O gráfico mostra redução significativa do tempo total de modelagem, especialmente em ambientes com grande repetição de elementos. Além disso, verificou-se maior uniformidade no posicionamento final das luminárias, reduzindo ajustes manuais posteriores.

Por fim, é válido ressaltar que no método tradicional foi observado erros no preenchimento da planilha de dimensionamento devido a falha humana e, que contribuíram para o aumento no tempo gasto.

#### 4.2.2 Nomeação dos interruptores

Os resultados indicam que a nomeação dos interruptores apresentou diferença clara entre as duas metodologias. O método tradicional demandou um tempo maior para concluir a atividade, enquanto ao usar a rotina em Dynamo, o processo ocorreu de forma mais rápida. A tabela 8 mostra que a automação reduziu o tempo total necessário para essa etapa, mantendo o mesmo procedimento em todos os ambientes analisados.

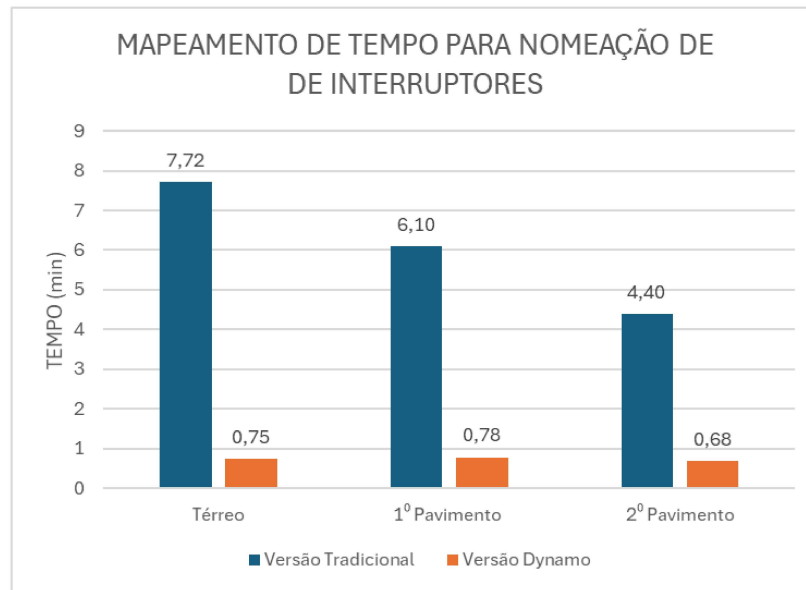
Tabela 8 - Tempo necessário para nomeação de interruptores.

MAPEAMENTO DE TEMPO PARA NOMEAÇÃO DE INTERRUPTORES		
PAVIMENTO	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	0:07:43	0:00:45
1º Pavimento	0:06:06	0:00:47
2º Pavimento	0:04:24	0:00:41

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, apresenta-se o gráfico 2, referente ao tempo gasto na etapa de nomeação dos interruptores nos dois métodos avaliados. O gráfico permite visualizar de forma direta o tempo total por pavimento, necessário em cada abordagem.

Gráfico 2 - Comparativo de tempos para nomeação de interruptores.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.3 Diagramas unifilares

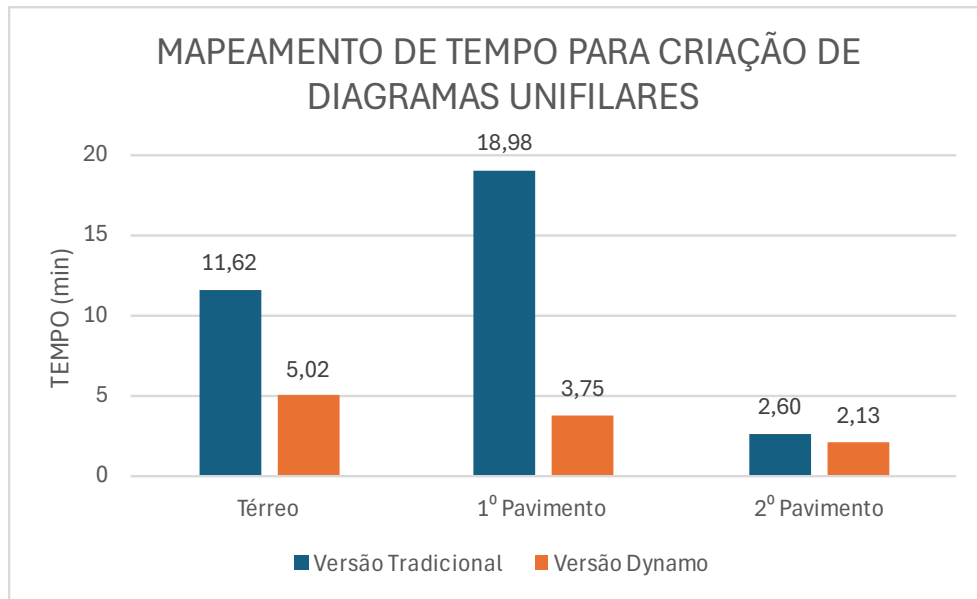
A elaboração dos diagramas apresentou diferença moderada entre os métodos. Embora o processo tradicional exija maior intervenção manual, a rotina Dynamo necessita da criação de tabelas (Figura 27) dentro do revit para organizar os componentes, o que gera um acréscimo de tempo. Entretanto, o uso da programação permitiu ganho de tempo ao extrair e organizar automaticamente os dados presentes nessas tabelas. O dados a seguir demonstram que a automação diminuiu o tempo de preparação dos diagramas, mesmo mantendo a necessidade de revisão final.

Tabela 9 - Tempo necessário para criação de diagramas unifilares.

MAPEAMENTO DE TEMPO PARA CRIAÇÃO DE DIAGRAMAS UNIFILARES		
PAVIMENTO	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	0:11:37	0:05:01
1º Pavimento	0:18:59	0:03:45
2º Pavimento	0:02:36	0:02:08

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3 - Comparativo de tempos para criação de diagramas unifilares.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.4 Inserção de parâmetros de forças

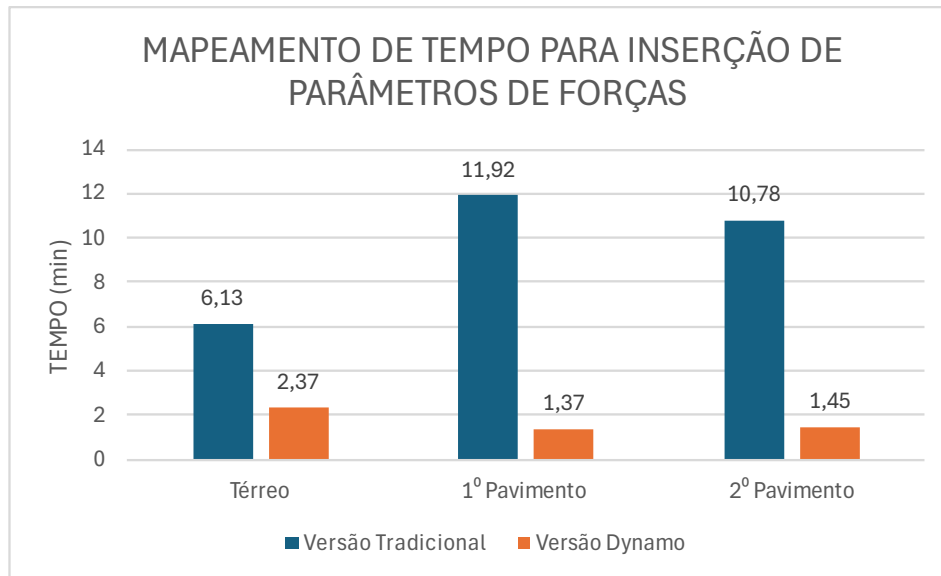
A tabela 10 revela que o Dynamo reduziu o tempo necessário para o preenchimento dos parâmetros de força quando comparado ao método tradicional. Durante a execução pelo método tradicional, foi constatados erros humanos referente ao preenchimento errado dos parâmetros, o que gerou retrabalho e conseqüentemente, ocasionou um acréscimo no tempo total.

Tabela 10 - Tempo necessário para inserção de parâmetros de forças

MAPEAMENTO DE TEMPO PARA INSERÇÃO DE PARÂMETROS DE FORÇAS		
PAVIMENTO	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	0:06:08	0:02:22
1º Pavimento	0:11:55	0:01:22
2º Pavimento	0:10:47	0:01:27

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4 - Comparativo de tempos para inserção de parâmetros de forças



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.5 Inserção de parâmetros de iluminação

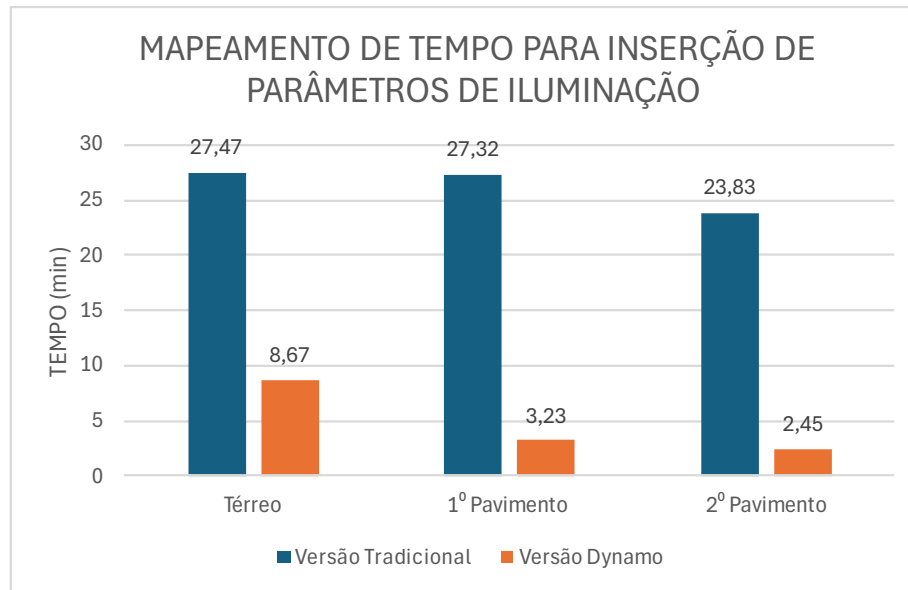
Os resultados referentes ao tempo mostram que a rotina apresentou desempenho mais rápido em grande parte do processo; contudo, é válido ressaltar que, não foi capaz de estabelecer corretamente as conexões do sistema *three-way*. Por esse motivo, foi necessário dedicar um período adicional para realizar os ajustes manualmente. A tabela 11 evidencia o tempo total gasto em cada abordagem, considerando tanto a execução automática quanto o tempo complementar destinado às correções dessa etapa.

Tabela 11 - Tempo necessário para inserção de parâmetros de iluminação

MAPEAMENTO DE TEMPO PARA INSERÇÃO DE PARÂMETROS DE ILUMINAÇÃO		
PAVIMENTO	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	0:27:28	0:08:40
1º Pavimento	0:27:19	0:03:14
2º Pavimento	0:23:50	0:02:27

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12 - Comparativo de tempos para inserção de parâmetros de iluminação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.6 Inserção de identificadores de fiação

A análise dos tempos registrados para esta etapa demonstra uma diferença clara entre as metodologias avaliadas. A execução por meio do Dynamo apresentou um desempenho inicial mais rápido, reduzindo o tempo necessário para a maior parte do procedimento quando comparada ao método tradicional. Entretanto, devido a falha na rotina de parâmetros de iluminação, o processo atual não foi capaz de realizar corretamente as conexões referentes ao sistema three-way, o que demandou um período adicional destinado a ajustes manuais dos indicadores. Esse tempo complementar impactou o resultado final da automação, uma vez que parte do ganho obtido pela execução automática precisou ser compensado com intervenções posteriores.

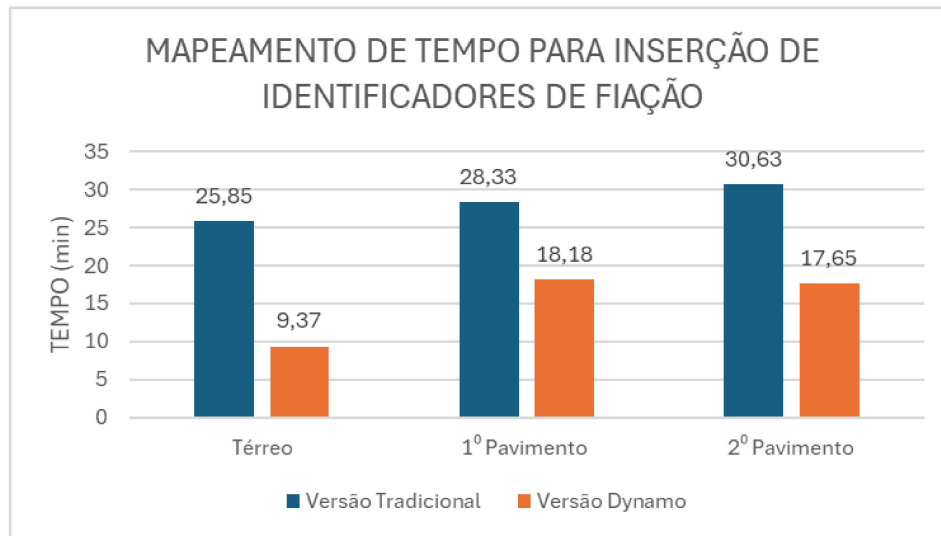
Ainda assim, a tabela 13 evidencia que o uso da metodologia em Dynamo foi mais eficaz pois obteve tempos menores quando comparada ao método tradicional. Vale ressaltar que, ambos os métodos necessitam de ajustes de posicionamento das famílias de tags dos circuitos, e esse tempo foi contabilizado nos resultados.

Tabela 13 - Tempo necessário para inserção de identificadores de fiação

MAPEAMENTO DE TEMPO PARA INSERÇÃO DE IDENTIFICADORES DE FIAÇÃO		
PAVIMENTO	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	0:25:51	0:09:22
1º Pavimento	0:28:20	0:18:11
2º Pavimento	00:30:38	0:17:39

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 5 - Comparativo de tempos para inserção de identificadores de fiação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.7 Comparativo final de projeto

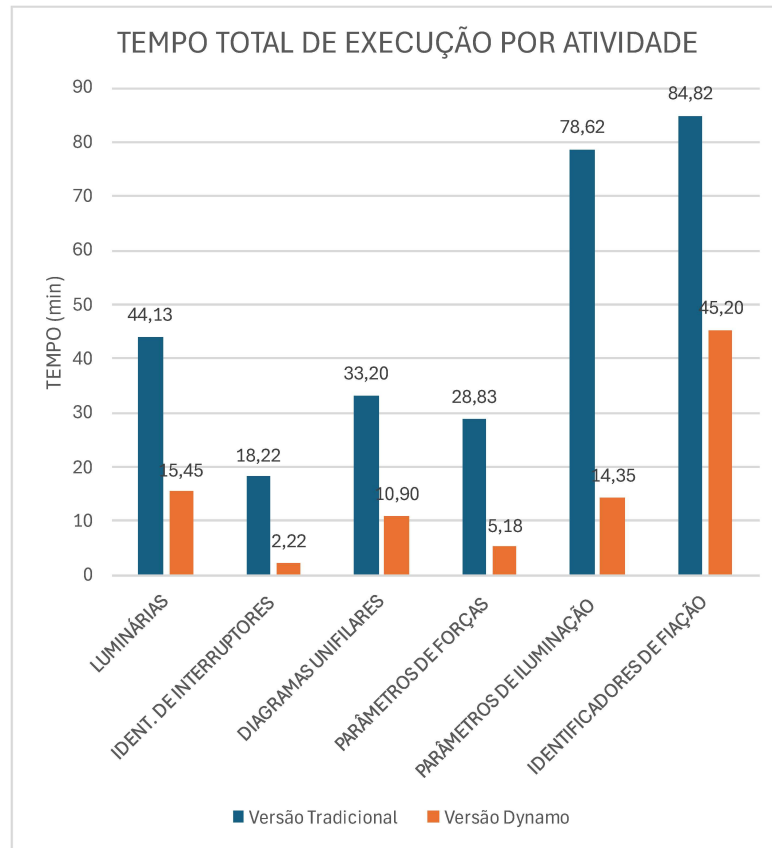
Os erros identificados ao longo do processo analisado geram impactos diretos no tempo de execução das atividades, especialmente quando exigem retrabalho para correção de informações inseridas de forma incorreta ou incompleta. Nesse contexto, a tabela 14 evidencia os principais erros que ocorreram durante a elaboração deste trabalho.

Tabela 14 – Principais erros encontrados × Tempo gasto.

ERROS	TEMPO GASTO
Correção de parâmetros esquecidos/errados	00:05:25
Preenchimento errado de planilha de dimensionamento de luminárias	00:05:13
Preenchimento manual de cabos do sistema three way	00:04:25

Para complementar a análise do tempo total de desenvolvimento do projeto, o gráfico a seguir detalha o tempo gasto em cada atividade específica, tanto na versão tradicional quanto na versão automatizada com Dynamo. Essa visualização permite identificar, de forma segmentada, quais etapas foram mais influenciadas pela automação. Ao apresentar os tempos agrupados de todos os pavimentos, o gráfico 6 evidencia as diferenças de desempenho entre os métodos, destacando como cada abordagem impactou diretamente o ritmo de execução das tarefas.

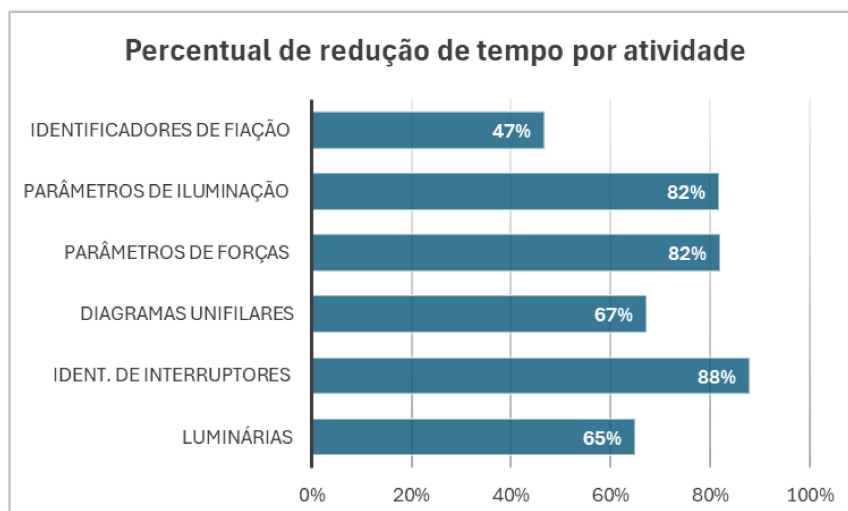
Gráfico 6 – Tempo total × Atividade desenvolvida.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com o objetivo de sintetizar os ganhos obtidos com a utilização de rotinas em Dynamo, o gráfico 7 apresenta o percentual de redução do tempo de execução das principais atividades do projeto elétrico quando comparadas ao método tradicional no Revit. O gráfico evidencia de forma clara o impacto da automação nos processos analisados, permitindo identificar quais etapas foram mais beneficiadas pela programação visual.

Gráfico 7 – Percentual de redução de tempo de projeto por atividade desenvolvida



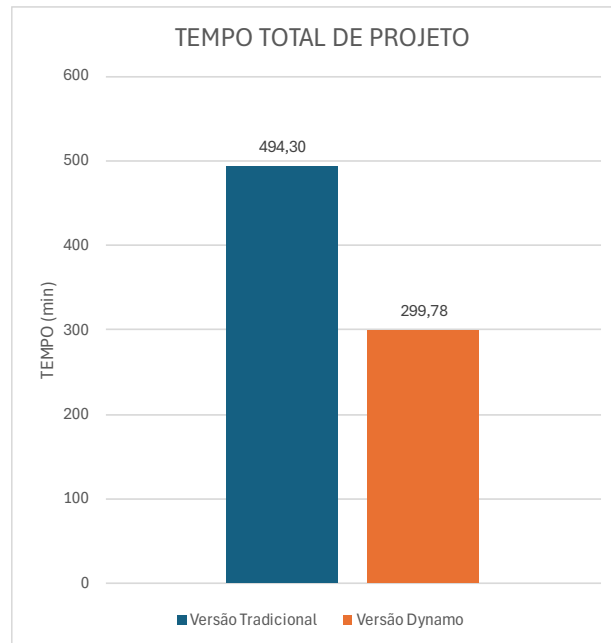
Por fim, é possível encontrar o tempo total para a execução do projeto elétrico para as duas metodologias. Na tabela 15 são apresentados os resultados consolidados referentes ao tempo total de execução das atividades nos diferentes pavimentos, bem como, o somatório total, permitindo visualizar com clareza o impacto da automação no ritmo de produção do projeto.

Tabela 15 – Tempo total de projeto em ambas as metodologias.

TEMPO TOTAL DE PROJETO		
	Versão Tradicional (h:min:seg)	Versão Dynamo (h:min:seg)
Térreo	02:37:07	01:28:54
1º Pavimento	03:13:22	01:55:16
2º Pavimento	02:23:49	01:35:37
<b>TOTAL</b>	<b>08:14:18</b>	<b>04:59:47</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 8 – Tempo total para execução do projeto elétrico.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que, em todas as etapas, o método tradicional demandou mais tempo de execução. No térreo, por exemplo, o processo manual acumulou 2 horas, 37 minutos e 7 segundos, enquanto a rotina em Dynamo completou a mesma etapa em 1 hora, 28 minutos e 54 segundos. Tendência semelhante aparece no 1º pavimento, no qual o método tradicional ultrapassa 3 horas, enquanto a solução automatizada permanece próxima de 2 horas e 55 minutos. Já no 2º pavimento, o tempo tradicional chegou a 2 horas e 20 minutos, em contraste com 1 hora e 35 minutos utilizando o Dynamo.

No total geral, a diferença torna-se ainda mais evidente: enquanto o método tradicional soma 8 horas, 14 minutos e 18 segundos, a versão com Dynamo conclui o mesmo conjunto de tarefas em 5 horas.

De forma consolidada, ao considerar o tempo total despendido na elaboração do projeto elétrico, verifica-se que a aplicação das rotinas em Dynamo proporcionou uma redução global de **39%** em relação ao método tradicional. Esse resultado evidencia que, embora algumas etapas apresentem ganhos mais expressivos do que outras, o impacto cumulativo da automação ao longo do fluxo de trabalho é significativo.

## 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho, além de evidenciar a eficácia da programação visual em projetos elétricos, possui o propósito de contribuir para a literatura técnica desta temática, buscando incentivar os profissionais a aderirem a metodologia.

A partir da aplicação do método tradicional, verificou-se que, embora o Revit ofereça ferramentas adequadas para a modelagem de sistemas elétricos, grande parte das atividades ainda depende de procedimentos manuais. Essas etapas mostraram-se repetitivas e suscetíveis a falhas, impactando negativamente o tempo total de desenvolvimento do projeto e a padronização das informações.

A análise dos resultados obtidos demonstra que a aplicação de rotinas em Dynamo na elaboração do projeto elétrico apresentou desempenho superior em relação ao uso exclusivo dos métodos nativos do Revit. A comparação direta entre as metodologias evidenciou um ganho total de 3 horas e 14 minutos no tempo de desenvolvimento do projeto quando utilizada a automação, considerando a aplicação de seis rotinas distintas ao longo do processo.

Apesar do ganho evidente em produtividade, algumas rotinas apresentaram falhas pontuais que necessitaram de ajuste manual, como a rotinas de inserção de parâmetros de iluminação que apresentou problemas ao trabalhar com interruptores three way. Tal falha pode ser solucionada com ajustes posteriores na rotina. É válido ressaltar que, diversas outras rotinas poderiam ser utilizadas na elaboração do projeto estudado, otimizando ainda mais o tempo de execução do mesmo, entretanto, para fins de estudo foram analisadas apenas 6 (seis), apresentadas anteriormente neste trabalho.

Dessa forma, os dados obtidos confirmam que a integração do Dynamo ao Revit representa uma alternativa eficiente para a otimização de projetos elétricos em ambiente BIM, principalmente em empreendimentos com elevado nível de repetitividade. A utilização da programação visual mostrou-se capaz de aumentar a produtividade sem comprometer o controle técnico do projetista, consolidando-se como uma ferramenta de apoio relevante para a melhoria da eficiência e da qualidade dos projetos elétricos.

Por fim, com o estudo apresentado, espera-se que o mercado de projetos elétricos amplie a adoção da metodologia BIM associada à automação por meio da programação visual. Além disso, espera-se que os resultados obtidos estimulem a aplicação dessas ferramentas não apenas nessa disciplina, mas também em outras áreas de instalações prediais que demandam processos repetitivos e elevado nível de padronização.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. B.; NASCIMENTO, M. S. **Aplicação da tecnologia BIM em projetos elétricos**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) — UTFPR, Curitiba, 2023.

ALMEIDA, R. T. C. **Estimativa inicial de custos através de características geométricas, programação visual por algoritmo e bim**. Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2017.

ARAÚJO, Deleon Varela de; PAIVA, Gabriel Monte. **Compatibility of the electrical project with complementary disciplines in single-family homes: a BIM-based approach (Revit and Navisworks)**. Research, Society and Development, v. 14, n. 10, p. e124141049766, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i10.49766. Disponível em: <https://rsdjournal.org/rsd/article/view/49766>. Acesso em: 05 dez. 2025.

ARNAUD, Késia Dias Cabral de; DIAS, Armando Carlos da Paz. **A evolução do CAD e sua aplicação em projetos de engenharia**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Mecânica Computacional, 2009. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267251565>. Acesso em: 17 maio 2025.

AUTODESK. **The Dynamo Primer - Guide**. 2019. Disponível em: <https://primer.dynamobim.org/en/Appendix/DynamoPrimer-Print.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2025.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 79-96, abr./jun. 2015.

BUILDEXT. **What are the BIM dimensions?** [S.l.]: BuildEXT, 22 jan. 2022. Disponível em: <https://buildext.com/en/bim-dimensions/>. Acesso em: 28 maio 2025.

GONÇALVES, Gustavo Carezzato. **Protocolo de gerenciamento BIM nas fases de contratação, projeto e obra em empreendimentos civis baseado na ISO 19650**. 2018. 144 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-21092018-144640/pt-br.php>. Acesso em: 28 maio 2025.

HAMED, L. C. H. S. **Avaliação do bim e da programação visual no ciclo de vida de um pavimento intertravado**. Trabalho de conclusão de Curso. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2021.

KUMAR, S.; JAIN, A.; SINGH, R. **BIM na Otimização de Dutos de Alimentação para Roteamento Eficiente de Cabos: Uma Abordagem Industrial**. Indian Journal of Science and Technology, v. 17, n. 15, 2024. Disponível em: <https://indjst.org/articles/bim-in-optimization-of-power-duct-for-efficient-cable-routing-an-industrial-approach>. Acesso em: 27 nov. 2025.

LUZ, Fernanda Catarina Ribeiro da; PALHA, Rachel Perez. **Uso do sistema BIM na quantificação dos resíduos gerados na construção civil: utilização do Revit e Dynamo aliados a linguagens de programação Python.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2024. p. 1–14. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/5849>. Acesso em: 16 jul. 2025.

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM** - DOI: 10.5752/P.2316-1752.2011v18n22p152. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, Belo Horizonte, v. 18, n. 22, p. 152, 2012. DOI: 10.5752/P.2316-1752.2011v18n22p152. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2011v18n22p152>. Acesso em: 15 jul. 2025.

MESQUITA, I. O. **Semiautomatização de orçamentos em projetos de instalações hidrossanitárias integrando o BIM e programação visual à tabela da SEINFRA.** 2022. TCC (Graduação em Engenharia Civil) — UFC, Fortaleza, 2022.

NBS – National Building Specification. **NBS’ 10th National BIM Report.** Lincoln: NBS, 2020. Disponível em: <https://architecturaltechnology.com/static/3f388415-32f9-408d-85cc2c1adf13d012/TheNBSBIMReport2020.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2025.

OLIVEIRA, B. S. **O uso do bim em projetos elétricos e solares fotovoltaicos, na construção civil.** 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/3743>

RIBEIRO, R. R.; CÉSAR JÚNIOR, K. M. L. Modelagem paramétrica baseada em objetos em BIM para o projeto estrutural: estudo de caso de fundações tipo tubulão. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr.**, Campinas, SP, v. 12, p. e021029, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8653835>.

ROCHA, Pedro Josué Máximo. **Implementação BIM num projeto de instalações de um edifício unifamiliar: abastecimento de águas, águas residuais e pluviais e aspiração central.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2015.

SANTOS, Sâmua Buzeli. **A importância do planejamento de projetos na qualidade da construção civil.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal da Bahia, Eunápolis, 2023. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/eunapolis/textos-fixos-campus-eunapolis/informacoes-cursos/repositorio-engenharia-civil/trabalhos-de-conclusao-de-curso/2023-1-a-importancia-do-planejamento-de-projetos-na-qualidade-da-construcao-civil-samua-buzeli-santos.pdf>. Acesso em: 14 maio 2025.

SENA, Paulo César Peixoto de. **Automação de processos de projeto e programação em BIM: Dynamo, Python e C#.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-12032020-144132/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

SOUTO, Giovanna Patrícia Guimarães. **A utilização do software Revit e a compatibilização de projetos desenvolvidos no BIM.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Engenharia, Goiânia, 8 de junho de 2021.

TELES, D. J. X.; ROCHA, J. N. V. **Utilização do bim no desenvolvimento e integração de projetos: estudo de caso de um residencial multifamiliar.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2013. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/1083/1/TCC%20-%20D%C3%A1rio%20Junior%20e%20Jos%C3%A9%20Nelson%20-%20BIM.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2025.

XAVIER, Fabrício Moreira. **Programação em BIM: desenvolvimento de rotina de programação visual aplicada à otimização de projetos de sistemas prediais de redes de distribuição de gases combustíveis.** 2025. 143 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2025.





