



INSTITUTO ENSINAR BRASIL

REDES DE ENSINO UNIDOCTUM

FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI - FUTO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

HEVERTHON SOARES OLIVEIRA

RENDRYKSON CARDOSO LUIZ

WIRNA CRISTINA ALVES COIMBRA

**MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS: A metodologia BIM aliada ao
software *Builder*.**

TEOFILO OTONI

2024



**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
REDES DE ENSINO UNIDOCTUM
FACULDADES UNIFICADAS DE TEÓFILO OTONI - FUTO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

**HEVERTHON SOARES OLIVEIRA
RENDRYKSON CARDOSO LUIZ
WIRNA CRISTINA ALVES COIMBRA**

**MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS: A metodologia BIM aliada ao
software *Builder*.**

**Trabalho de conclusão de curso de
graduação apresentado ao curso de
Engenharia Elétrica como requisito
parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.**

**Orientador: Professor Gustavo
Schroder.**

TEÓFILO OTONI

2024

Dedico este trabalho a todos que
contribuíram de todas as formas possíveis
para que esse momento tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus por nos dar saúde e força para realizamos este trabalho até o fim.

Aos nossos professores e coordenadores que nos apoiaram e nos guiaram durante toda essa jornada.

Aos nossos familiares que sempre estavam conosco em todos os momentos sejam eles bons ou ruins.

A nossa amizade que se manteve forte e firme durante toda a nossa caminhada e que seja eterna e duradoura.

RESUMO

OLIVEIRA, Heverthon Soares; LUIZ, Rendrykson Cardoso; COIMBRA, Wirna Cristina Alves. **Título:** MODELAGEM DE PROJETOS ELÉTRICOS: A metodologia BIM aliada ao software Builder. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Faculdade Doctum, Teófilo Otoni, 2024.

Este trabalho aborda a modelagem de projetos elétricos utilizando a metodologia BIM (Building Information Modeling) aliada ao software Builder. A pesquisa destaca as vantagens dessa integração em relação ao método convencional com AutoCAD, demonstrando maior eficiência, precisão e integração entre disciplinas de engenharia. A metodologia BIM possibilita uma modelagem tridimensional integrada e a automação de cálculos e documentos técnicos, favorecendo a colaboração interdisciplinar. O software Builder destaca-se por sua capacidade de compatibilização automática de projetos e redução de erros. Por meio de uma análise comparativa, verificou-se que o Builder supera o AutoCAD em termos de automação, usabilidade e eficiência, embora apresente desafios como a curva de aprendizado e o custo inicial. Conclui-se que a integração do BIM e do Builder em projetos elétricos constitui um avanço expressivo, fomentando sustentabilidade, economia de recursos e maior qualidade em construções de diferentes escalas.

Palavras-chave: BIM. Builder. AutoCAD. Modelagem Elétrica. Compatibilização de Projetos.

ABSTRACT

This study addresses the modeling of electrical projects using Building Information Modeling (BIM) methodology in conjunction with the Builder software. The research highlights the advantages of this integration compared to the conventional method using AutoCAD, demonstrating greater efficiency, accuracy, and integration among engineering disciplines. The BIM methodology enables integrated three-dimensional modeling and automates calculations and technical documentation, enhancing interdisciplinary collaboration. Builder software stands out for its ability to automatically reconcile projects and reduce errors. Through a comparative analysis, it was found that Builder surpasses AutoCAD in terms of automation, usability, and efficiency, though it presents challenges such as a steep learning curve and initial cost. It is concluded that integrating BIM and Builder into electrical projects represents a substantial advancement, fostering sustainability, resource efficiency, and enhanced quality across constructions of varying scales.

Keywords: BIM. Builder. AutoCAD. Electrical Modeling. Project Reconciliation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETO DE ESTUDO	10
3. HIPÓTESES	11
4. OBJETIVOS	12
4.1 Objetivo geral	12
4.2 Objetivo específico	12
5. JUSTIFICATIVA	12
6. REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
6.1 Introdução	13
6.2 Metodologia BIM	14
6.2.1 Impacto da Metodologia BIM na Sociedade Atual	15
6.2.2 Aplicações práticas e exemplos de softwares BIM	16
6.2.3 Conclusão	16
6.3 Projetos elétricos	16
6.3.1 História e evolução dos projetos elétricos	17
6.3.2 Projetos Elétricos no Contexto BIM	17
6.3.3 Impacto na Sociedade	18
6.3.4 Conclusão	18
6.4 Software AltoQI <i>Builder</i>	18
6.4.1 Impacto na Engenharia Elétrica	19
6.4.2 Conclusão	19
6.5 Software AutoCAD	20
6.5.1 História e Evolução do AutoCAD	20
6.5.2 Utilização em Projetos Elétricos	20
6.5.3 Impactos e Vantagens	21
6.5.4 Desafios e Limitações	21
6.5.5 Conclusão	22
6.6 Comparação entre o software AutoCAD e o software Builder	22
6.6.1 AutoCAD	22
6.6.2 Builder	23
6.6.3 Comparação Detalhada	24
6.7 Conclusão	25

7. METODOLOGIA.....	27
7.1 Desenvolvimento do Projeto Elétrico.....	28
7.2 Critérios de Avaliação	28
7.3 Processo de Comparação.....	29
7.3.1 Usabilidade e Interface	29
7.3.2 Precisão e Conformidade com Normas	31
7.3.3 Automação de Processos	31
7.3.4 Integração Multidisciplinar	31
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
8.1 Introdução à comparação.....	32
8.2 Facilidade de Uso	32
8.3 Desafios Encontrados	32
8.4 Discussão.....	33
8.5 Considerações sobre a Integração entre BIM e Software Builder	34
9. CONCLUSÃO.....	34
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos projetos elétricos, aliada à necessidade de precisão e eficiência na sua execução, tem impulsionado a busca por ferramentas tecnológicas mais avançadas. Neste cenário, a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) emerge no cenário brasileiro como uma solução revolucionária, oferecendo uma abordagem integrada e colaborativa para o desenvolvimento e gerenciamento de projetos tanto elétricos, quanto para outras disciplinas de projetos utilizados atualmente.

A justificativa para a escolha deste tema reside na relevância e nas oportunidades que a metodologia BIM oferece para o avanço e aprimoramento da engenharia na criação, desenvolvimento e gerenciamento de projetos.

O BIM vai muito além da simples representação gráfica em 3D, incorporando informações detalhadas sobre todos os elementos do projeto, desde componentes estruturais e arquitetônicos até sistemas elétricos, hidrossanitários, incêndio e fotovoltaicos.

Considerando o cenário atual, marcado pela crescente complexidade dos projetos, pela demanda por soluções mais eficientes e sustentáveis, e pela necessidade de integração entre diferentes disciplinas, a adoção da metodologia BIM representa um passo fundamental na modernização e otimização do processo de criação e gerenciamento de projetos.

Além disso, a Modelagem de Projetos com BIM oferece uma série de benefícios tangíveis, tais como a redução de custos, o aumento da produtividade, a melhoria na qualidade dos projetos e a minimização de conflitos e retrabalhos. Esses benefícios são especialmente relevantes em um contexto onde a eficiência e a precisão são essenciais para o sucesso de empreendimentos na área da engenharia quanto a criação de projetos.

Embora a Modelagem de Projetos com BIM ofereça muitos benefícios, existem também alguns desafios significativos. Os principais malefícios incluem o alto custo inicial de implementação, a curva de aprendizado acentuada, problemas de interoperabilidade entre diferentes softwares, dependência tecnológica, resistência à mudança por parte das equipes, necessidade de atualização contínua dos modelos e a complexidade na gestão de grandes volumes de dados (Azhar, 2011; Succar, 2009; Eastman et al., 2011).

Outrossim, pretende-se fomentar o debate e a reflexão sobre os desafios e as oportunidades associados à implementação da metodologia BIM tanto na engenharia elétrica quanto nas demais áreas da engenharia, incentivando a sua adoção e o seu desenvolvimento contínuo de um setor em constante evolução.

Dentre as diversas ferramentas disponíveis para a aplicação do BIM, destaca-se o software *Builder*, criado e desenvolvido pela empresa Alto QI, conhecido por sua robustez e flexibilidade na modelagem de projetos elétricos, hidrossanitários, de incêndio e fotovoltaicos. Seu principal objetivo é oferecer aos profissionais da área elétrica uma plataforma integrada e intuitiva para criar, simular e analisar sistemas elétricos.

A criação do programa foi motivada pela necessidade de preencher uma lacuna no mercado brasileiro de softwares BIM, que muitas vezes carecia de soluções específicas para a área da Engenharia Elétrica.

Os objetivos do software incluem simplificar e agilizar o processo de projetos elétricos, fornecendo ferramentas avançadas para a criação de diagramas unifilares, distribuição de circuitos, dimensionamento de condutores, análise de carga, entre outras funcionalidades. Além disso, busca-se garantir a integração perfeita com outras disciplinas presentes na metodologia BIM, permitindo uma colaboração eficiente e uma visão holística do empreendimento.

Desde sua criação, o *Builder* tem evoluído constantemente, incorporando novas tecnologias e aprimorando suas capacidades em resposta às demandas do mercado e às inovações na área da Engenharia Elétrica. Essa evolução contínua torna o *Builder* uma ferramenta indispensável para profissionais e empresas que buscam adotar o BIM como parte da evolução dos projetos.

2. OBJETO DE ESTUDO

Este trabalho tem como objetivo explorar em detalhes o papel do software *Builder* na modelagem de projetos elétricos fazendo uso da metodologia BIM. Ao longo deste trabalho, serão abordados os benefícios e os desafios, assim como as perspectivas futuras dessa poderosa combinação de tecnologias, visando investigar a aplicação do BIM no âmbito da área de projetos elétricos, com ênfase na utilização do software *Builder*. O BIM oferece uma abordagem integrada e colaborativa para o desenvolvimento de projetos de construção, permitindo a criação de modelos digitais

que contêm informações detalhadas sobre todos os aspectos do empreendimento, desde a concepção até a operação e manutenção.

Neste contexto, o foco recai sobre a modelagem de sistemas elétricos, cuja integração eficiente é crucial para o funcionamento adequado de edificações comerciais, residenciais e industriais. O *Builder* proporciona uma plataforma robusta para a criação e análise de projetos elétricos em um ambiente virtual tridimensional.

Por meio deste estudo, pretende-se examinar em detalhes como a utilização do *Builder* pode otimizar o processo de criação de projetos elétricos. Além disso, propõem-se analisar os benefícios desta abordagem, tais como a melhoria da precisão na representação dos sistemas elétricos, a redução de erros e conflitos durante a fase de projeto, a facilitação da coordenação entre as diversas disciplinas envolvidas na construção, e a consequente economia de tempo e recursos.

Ao final, espera-se contribuir para a compreensão mais aprofundada dos benefícios e desafios associados à implementação da metodologia BIM na área de projetos, fornecendo dados valiosos para profissionais e pesquisadores interessados na aplicação prática dessa tecnologia inovadora.

3. HIPÓTESES

Como hipótese tem-se que a utilização do *Builder* na modelagem de projetos levará a uma redução significativa no tempo necessário para a concepção e desenvolvimento; a integração de sistemas elétricos e das demais disciplinas em um ambiente BIM causará uma diminuição considerável no número de erros e conflitos durante a fase de projetos; a implementação da metodologia BIM e do software *Builder* no processo de criação dos projetos, resultará em benefícios econômicos tangíveis, incluindo a redução nos custos de trabalho e retrabalho; a utilização do *Builder*, levará a uma redução na quantidade de material desperdiçado durante a fase de construção, resultando em benefícios ambientais e econômicos.

Este trabalho se justifica, portanto, em demonstrar a eficiência do software *Builder* atrelado a metodologia BIM na modelagem de projetos elétricos, mostrando como a implantação deste software pode proporcionar melhorias tanto para os profissionais da área de projetos, diminuindo o trabalho e retrabalho, quanto para a compatibilização entre projetos e a sua execução, reduzindo os gastos e o tempo de planejamento.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Estudar/Demonstrar a aplicação da metodologia BIM na modelagem de projetos elétricos, com foco na utilização do software *Builder*, visando compreender os benefícios e desafios dessa abordagem para a concepção, planejamento e execução de projetos de construção.

4.2 Objetivo específico

- a) avaliar as funcionalidades e capacidades do software *Builder* para a modelagem de sistemas elétricos;
- b) analisar o impacto da utilização do software *Builder* na eficiência do processo de modelagem de projetos elétricos em relação ao software AutoCAD;
- c) demonstrar a capacidade do software *Builder* em relação ao software AutoCAD, envolvendo a detecção e resolução de conflitos e interferências entre os sistemas elétricos durante a fase de projeto;

5. JUSTIFICATIVA

A escolha do tema em questão é de suma importância, pois representa um grande campo de estudo que está na interseção entre a inovação tecnológica que cresce a cada dia e a prática que o profissional enfrenta na elaboração dos projetos. A pesquisa nessa área não apenas amplia o conhecimento sobre as possibilidades oferecidas pelo BIM, mas, promove uma reflexão extremamente crítica sobre os desafios enfrentados pelos profissionais envolvidos no ambiente da construção civil, especialmente no que diz respeito à eficiência e qualidade dos projetos elétricos e na crescente necessidade por soluções que permitam uma integração eficiente e colaborativa entre as diversas disciplinas envolvidas no processo de construção, visando aprimorar cada vez mais o processo.

Do ponto de vista científico, este tema visa contribuir para a consolidação de uma base teórica sólida e a identificação de lacunas no conhecimento, estimulando novas investigações e avanços na área. Outrossim, ao fornecer evidências empíricas

sobre os benefícios e limitações da modelagem de projetos elétricos utilizando BIM, este estudo orienta a formulação de diretrizes e melhores práticas para a aplicação dessa tecnologia em diferentes contextos e escalas.

Socialmente, a adoção generalizada do BIM atrelado ao *Builder* na modelagem de projetos elétricos tem impacto transformador na indústria da construção, contribuindo para a construção de edificações mais seguras, sustentáveis e acessíveis. Ao otimizar o processo de projeto e construção, essa abordagem pode reduzir significativamente os custos e prazos de construção, tornando projetos elétricos mais acessíveis a uma gama mais ampla de clientes e comunidades. Além disso, ao promover uma maior transparência e colaboração entre os diferentes stakeholders do projeto, o software *Builder* pode contribuir significativamente para a construção de relações mais sólidas e confiáveis dentro da indústria da construção, fortalecendo assim o tecido social e econômico das comunidades.

Por fim, em termos de ganhos pessoais e acadêmicos, a pesquisa nesta área oferece uma oportunidade única para os profissionais e estudantes de Engenharia Elétrica e áreas relacionadas a expandirem seus horizontes e adquirirem novas habilidades. Ao participar de projetos de pesquisa sobre o software *Builder*, os pesquisadores têm a chance de aplicar seus conhecimentos teóricos na prática, contribuindo para a solução de problemas reais enfrentados pela indústria.

Portanto, a pesquisa e análise deste tema não apenas contribuem para o avanço do conhecimento científico, mas, têm o potencial de gerar impactos sociais positivos e promover o crescimento pessoal e acadêmico dos envolvidos. Diante destes argumentos, fica evidente que a modelagem de projetos elétricos utilizando a metodologia BIM com o software *Builder* representa uma abordagem promissora com grande potencial de melhorias significativas proporcionando eficiência, qualidade e sustentabilidade dos projetos elétricos.

6. REFERÊNCIAL TEÓRICO

6.1 Introdução

A evolução das tecnologias de informação tem transformado significativamente a maneira como os projetos de engenharia são concebidos e gerenciados. Entre as inovações mais impactantes está a metodologia *Building Information Modeling* (BIM),

que permite uma integração mais eficaz entre as diversas disciplinas envolvidas em um projeto de construção. Este referencial teórico abordará a aplicação do BIM em projetos elétricos, com um foco especial no uso do software *Builder* da AltoQI em comparação com software AutoCAD da Autodesk no contexto da compatibilização, elaboração e coordenação de projetos elétricos.

6.2 Metodologia BIM

Building Information Modeling (BIM) é uma metodologia que envolve a criação e o uso de modelos digitais para representar as características físicas e funcionais de um edifício. A metodologia BIM não se limita apenas à modelagem tridimensional; ele abrange a gestão de informações e o fluxo de trabalho colaborativo entre todas as partes envolvidas no ciclo de vida de um edifício, desde o planejamento até a demolição.

A metodologia BIM oferece uma plataforma integrada que facilita a visualização e a coordenação dos projetos, promovendo a compatibilização entre diferentes disciplinas, como arquitetura, engenharia estrutural e sistemas elétricos. Segundo Eastman (2008),

"O BIM representa uma mudança de paradigma que trará inúmeros benefícios, não apenas para aqueles da construção industrial, mas para a sociedade como um todo, pois construções melhores são ambientes que consomem menos energia e, em consequência, exigem menos recursos de trabalho e capital". (EASTMAN, 2008).

O autor destaca como a metodologia aplicada no meio atual pode impactar de maneira positiva de como os projetos de construções podem ser elaborados e executados, trazendo uma nova perspectiva para a área da engenharia como um todo.

O BIM permite a criação de um modelo virtual que abrange todas as fases de construção, possibilitando um melhor planejamento, coordenação entre as disciplinas e um cronograma mais detalhado e assertivo quanto a execução do projeto minimizando os desperdícios e o tempo de finalização da obra.

Fabricio (2012) destaca que:

"Uma aplicação relativamente simples do BIM é a criação de fases que correspondem ao sequenciamento da construção, o que pode variar de

algumas centenas a milhares de etapas, dependendo da complexidade do projeto". (Fabricio, 2012)

Sendo assim, a aplicação do BIM na construção, cria uma organização maior na execução das obras, uma vez que os programas que utilizam a metodologia BIM desenvolvem um planejamento mais detalhado de todas as fases da construção.

Segundo a Autodesk (2006), "as soluções em BIM usam tecnologia de base de dados relacional para integrar informação e relacionamentos entre os modelos, criando modelos "inteligentes", o que garante uma assertividade maior tanto na elaboração da lista de materiais para a obra quanto no planejamento de execução da obra."

Desta maneira, a aplicação da metodologia BIM, gera uma melhoria no desenvolvimento de listas de matérias acarretando em uma assertividade maior nos materiais necessários e também em uma redução nos desperdícios de matérias nas obras.

6.2.1 Impacto da Metodologia BIM na Sociedade Atual

A implementação da metodologia BIM tem revolucionado a indústria da construção, oferecendo benefícios substanciais em termos de eficiência, sustentabilidade e colaboração. O BIM facilita a gestão de projetos complexos, permitindo uma visualização clara e detalhada de todas as fases da construção. Isso resulta em uma redução significativa de erros e retrabalhos, economizando tempo e recursos.

Garber (2009) ressalta que

"Quanto mais rico em dados o BIM for, mais informações o software apresentará para o gerenciamento da edificação. O BIM 6D visa a sustentabilidade da construção e o BIM 7D visa a manutenção bem como todo o ciclo de vida da edificação". (Garber, 2009)

Esse nível de detalhamento e integração permite uma gestão mais eficaz dos recursos, promovendo a sustentabilidade e a eficiência energética das construções, garantindo um fluxo mais sustentável e eficaz na elaboração dos projetos visando melhorias tanto na execução dos projetos quanto na sociedade como um todo.

6.2.2 Aplicações práticas e exemplos de softwares BIM

Diversos programas utilizam a metodologia BIM para melhorar a gestão e execução de projetos de construção. Alguns dos softwares mais populares incluem:

Revit: Desenvolvido pela Autodesk, é um dos softwares mais utilizados para modelagem de informações de construção. Ele permite a criação de modelos tridimensionais detalhados e a integração de dados de diferentes disciplinas.

Navisworks: Também da Autodesk, é usado para a revisão de projetos em 3D, permitindo a detecção de conflitos e a simulação de construções.

Archicad: Desenvolvido pela Graphisoft, oferece uma plataforma integrada para modelagem e documentação de edifícios.

Eberick: Desenvolvido pela AltoQI, diferentemente do **Builder**, o Eberick visa projetos arquitetônicos e estruturais todos na metodologia BIM.

A adoção desses softwares tem se mostrado vantajosa para a indústria da construção, permitindo um melhor planejamento, execução e manutenção de projetos complexos, promovendo uma construção mais sustentável e eficiente.

6.2.3 Conclusão

A metodologia BIM está transformando a maneira como os projetos de construção são concebidos e gerenciados. Sua capacidade de integrar informações detalhadas e promover a colaboração entre diferentes disciplinas resulta em construções mais eficientes e sustentáveis. O uso de softwares como *Builder*, Revit, Navisworks, Archicad e Eberick demonstra a versatilidade e o impacto positivo do BIM na indústria da construção e na sociedade como um todo.

6.3 Projetos elétricos

Os projetos elétricos são essenciais para garantir a segurança e a eficiência energética das edificações. Eles incluem a distribuição de energia, o dimensionamento de componentes elétricos, a previsão de cargas, e a proteção contra sobrecargas e curtos-circuitos. Com o advento da metodologia BIM (*Building Information Modeling*), os projetos elétricos passaram a ser desenvolvidos com uma

visão integrada, o que permite a antecipação de problemas e a otimização dos recursos.

6.3.1 História e evolução dos projetos elétricos

A engenharia elétrica evoluiu significativamente desde o final do século XIX, quando as primeiras redes de distribuição de eletricidade foram estabelecidas. Inicialmente, os projetos elétricos eram desenhados manualmente em papel vegetal, utilizando ferramentas como régua e compasso. Este método era altamente trabalhoso e sujeito a erros humanos.

A introdução dos softwares CAD (*Computer-Aided Design*) na década de 1950 representou um grande salto para a engenharia elétrica. O CAD permitiu que os projetistas criassem desenhos bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D) de maneira mais precisa e eficiente.

Segundo Gianaccini (2012),

"CAD significa *Computer Aided Design*, é o nome para sistemas computacionais usados pela engenharia e outras áreas para auxiliar os desenhos de projetos, podendo eles serem feitos em modo bidimensional (2D) ou tridimensional (3D)". (Gianaccini, 2012).

Com o tempo, os softwares CAD se tornaram mais sofisticados, incorporando ferramentas que facilitam a criação de bibliotecas de componentes reutilizáveis, otimização do tempo de projeto e maior precisão nos desenhos. No entanto, a metodologia BIM levou a integração e a coordenação dos projetos elétricos a um novo patamar.

A crescente evolução dos detalhamentos existentes na metodologia BIM, faz-se necessário uma evolução e melhoria nos softwares de elaboração de projetos elétricos e da capacidade dos mesmos em processar, coordenar e compatibilizar todas as informações entre as disciplinas, sendo assim uma nova revolução para o mundo dos projetos, com os softwares que trabalham em BIM deixando desta maneira os softwares que não trabalham nesta metodologia obsoletos.

6.3.2 Projetos Elétricos no Contexto BIM

A metodologia BIM proporciona uma plataforma colaborativa que integra todas as disciplinas envolvidas em um projeto de construção, incluindo a elétrica. Isso permite a detecção precoce de conflitos e a compatibilização de diferentes sistemas dentro de um modelo tridimensional.

Conforme Pimentel et al. (2020),

"A compatibilização de projetos é uma ação de aperfeiçoamento e planejamento, buscando interferências entre os mais diversos layouts e projetos para a solução de problemas ou incompatibilidades encontradas".
(Pimentel et al., 2020)

6.3.3 Impacto na Sociedade

A evolução dos projetos elétricos, especialmente com a adoção do BIM, tem um impacto significativo na sociedade moderna. A capacidade de simular diferentes cenários e realizar análises de desempenho energético contribui para edificações mais sustentáveis e eficientes. Silva (2020) destaca que "o uso do BIM em projetos elétricos possibilita uma visão holística do sistema, permitindo ajustes e melhorias contínuas durante todo o ciclo de vida do edifício".

6.3.4 Conclusão

Os projetos elétricos desempenham um papel crucial na construção moderna, e sua evolução tem sido impulsionada por avanços tecnológicos significativos. A metodologia BIM, juntamente com ferramentas de CAD e softwares especializados, transformou a maneira como esses projetos são concebidos e gerenciados, proporcionando maior eficiência, precisão e sustentabilidade.

6.4 Software AltoQI *Builder*

O *Builder* é um software desenvolvido pela empresa AltoQI, especializado em soluções para engenharia civil e elétrica, particularmente na modelagem e dimensionamento de projetos elétricos em BIM.

O *Builder* destaca-se pela sua capacidade de integrar diferentes disciplinas dentro de um projeto de construção, oferecendo ferramentas para modelagem, análise de desempenho, e geração de documentação técnica de forma automática.

Segundo Buss, Carneiro e Lédo (2020),

"o AltoQi *Builder* foi criado pela empresa AltoQi, que surgiu em 1989, trabalhando em cálculo estrutural, e hoje conta com diversos softwares, sendo a modelagem na plataforma BIM considerada como uma evolução CAD". (Buss, Carneiro e Lédo, 2020)

O software permite a modelagem e o dimensionamento de projetos elétricos seguindo as normas brasileiras e bibliografias consagradas. Ele conta com uma vasta biblioteca de itens e componentes de instalações, o que facilita o desenvolvimento dos projetos. Com o *Builder*, é possível extrair memoriais de cálculo dos dimensionamentos realizados e listas de materiais, que são geradas automaticamente através da associação de diversas peças e itens vinculados.

Um ponto forte do *Builder* é a sua integração com outros softwares da AltoQi, como o Visus, que fornece ferramentas de gestão para empreendimentos, incluindo recursos de planejamento e orçamento de obras em BIM. Essa integração torna automática a transferência de informações de um software para o outro, sem a perda de dados importantes.

6.4.1 Impacto na Engenharia Elétrica

A utilização do *Builder* na engenharia elétrica oferece várias vantagens. Primeiramente, ele permite uma maior precisão no dimensionamento e especificação de componentes. Além disso, a geração automática de documentação técnica garante a conformidade com as normas vigentes, o que é crucial para a padronização e qualidade dos projetos.

A capacidade de simulação e análise de desempenho oferecida pelo software permite ajustes e melhorias contínuas durante todo o ciclo de vida do edifício, desde o planejamento até a manutenção.

6.4.2 Conclusão

As vantagens do *Builder* incluem a integração de diferentes disciplinas em um único modelo, a precisão no dimensionamento de componentes e a geração automática de documentação técnica. No entanto, o software exige um investimento inicial significativo na compra do programa e na aquisição de hardware adequado. Além disso, a capacitação dos profissionais para o uso eficiente do *Builder* é essencial, o que pode ser um desafio para pequenas empresas.

Em suma, o *Builder* da AltoQI representa uma ferramenta poderosa para a engenharia elétrica dentro da plataforma BIM.

6.5 Software AutoCAD

O AutoCAD, software desenvolvido pela Autodesk, é uma ferramenta amplamente utilizada na elaboração de desenhos técnicos em duas e três dimensões. Desde sua criação em 1982, o AutoCAD revolucionou a maneira como engenheiros e arquitetos desenvolvem seus projetos, substituindo as pranchetas e papéis por um ambiente digital que permite maior precisão e eficiência. Apesar de enfrentar a concorrência de plataformas mais integradas como o BIM, o AutoCAD continua sendo um recurso fundamental na indústria da construção e engenharia.

6.5.1 História e Evolução do AutoCAD

O AutoCAD foi lançado pela Autodesk em dezembro de 1982, marcando o início de uma nova era na criação de desenhos técnicos. Inicialmente, o software era bastante rudimentar comparado aos padrões atuais, mas sua capacidade de digitalizar desenhos técnicos foi um avanço significativo para a época. Com o passar dos anos, o AutoCAD passou por diversas atualizações que incrementaram suas funcionalidades, incluindo suporte para modelagem 3D e a introdução de bibliotecas de blocos que facilitam a inserção de componentes padrão em desenhos.

6.5.2 Utilização em Projetos Elétricos

No contexto de projetos elétricos, o AutoCAD tem sido uma ferramenta essencial devido à sua flexibilidade e precisão. Projetos elétricos geralmente são desenhados em 2D no AutoCAD, com legendas e notas que ajudam a distinguir cada

elemento desenhado. É possível também desenhar em 3D para obter detalhes mais específicos dos componentes e da instalação dos equipamentos elétricos. A modelagem paramétrica, embora menos utilizada no AutoCAD, permite a configuração de blocos automáticos de materiais elétricos, registrando suas características como potência e tensão, e realizando cálculos de demanda e dimensionamento.

Segundo Baldam (2015), "o AutoCAD continua sendo uma ferramenta a ser utilizada na compatibilização de projetos", mas novas ferramentas como o BIM têm se mostrado mais eficazes na integração de informações e na minimização de erros e retrabalhos.

6.5.3 Impactos e Vantagens

O impacto do AutoCAD na engenharia e na arquitetura é significativo. Ele democratizou o acesso à tecnologia de CAD, permitindo que empresas de todos os tamanhos pudessem criar desenhos técnicos detalhados e precisos. Entre as principais vantagens do AutoCAD estão:

Precisão e Detalhamento: O AutoCAD permite a criação de desenhos técnicos com alta precisão, o que é essencial para garantir a qualidade dos projetos.

Flexibilidade: Com suporte para desenho em 2D e 3D, o AutoCAD é adequado para uma ampla gama de aplicações, desde plantas baixas até modelos tridimensionais detalhados.

Bibliotecas de Blocos: A disponibilidade de bibliotecas de blocos facilita a inserção de componentes padrão, economizando tempo e garantindo a consistência dos projetos.

Integração com outros Softwares: O AutoCAD pode ser integrado com outros softwares de engenharia e arquitetura, permitindo a colaboração entre diferentes disciplinas e a importação/exportação de dados.

6.5.4 Desafios e Limitações

Apesar de suas vantagens, o AutoCAD apresenta algumas limitações, especialmente quando comparado a ferramentas de BIM mais avançadas como o Revit. Uma das principais limitações é a falta de integração intrínseca entre diferentes

disciplinas. Enquanto o BIM permite a integração de informações de várias áreas (arquitetura, estrutura, instalações elétricas, etc.) em um único modelo, o AutoCAD requer que essas disciplinas sejam gerenciadas separadamente.

Além disso, a curva de aprendizado do AutoCAD pode ser íngreme para novos usuários, e a necessidade de treinamento contínuo para acompanhar as atualizações e novas funcionalidades pode representar um desafio para algumas empresas.

6.5.5 Conclusão

O AutoCAD permanece uma ferramenta crucial na engenharia e na arquitetura, especialmente em projetos elétricos, devido à sua precisão, flexibilidade e vasta gama de funcionalidades. No entanto, à medida que a indústria da construção avança em direção a métodos mais integrados e eficientes como o BIM, o papel do AutoCAD pode evoluir para complementar essas novas tecnologias, garantindo que os profissionais continuem a beneficiar-se das suas capacidades robustas enquanto adotam práticas mais colaborativas e integradas.

6.6 Comparação entre o software AutoCAD e o software Builder

A transição do uso do AutoCAD para o *Builder* representa um avanço significativo em termos de eficiência e precisão na compatibilização de projetos elétricos. Enquanto o AutoCAD é uma ferramenta de desenho amplamente utilizada e consolidada, o *Builder* oferece funcionalidades mais integradas, específicas para projetos de engenharia elétrica dentro da metodologia BIM.

6.6.1 AutoCAD

O AutoCAD é um programa amplamente usado na engenharia e arquitetura para criar desenhos técnicos em 2D e 3D. Sua principal vantagem é a flexibilidade, que permite atender diferentes demandas de projeto com precisão.

6.6.1.1 Vantagens do AutoCAD

Flexibilidade: Permite a criação de desenhos técnicos detalhados em 2D e 3D.

Precisão: Alta precisão no desenho e medição, essencial para projetos técnicos.

Adoção Generalizada: Amplamente utilizado em diversas indústrias, facilitando a colaboração.

6.6.1.2 Limitações do AutoCAD

Integração: Falta de integração intrínseca entre diferentes disciplinas, o que pode levar a inconsistências e retrabalhos.

Automatização: Menos automatização na geração de documentos técnicos e análises comparado a plataformas BIM.

6.6.2 Builder

O software *Builder* é uma ferramenta específica para a modelagem de projetos elétricos dentro da plataforma BIM. Ele permite a criação de modelos bidimensionais e tridimensionais detalhados e a integração de diferentes disciplinas em um único ambiente colaborativo.

6.6.2.1 Vantagens do *Builder*

Integração de Disciplinas: Facilita a integração de diferentes disciplinas dentro do mesmo modelo, garantindo maior precisão e coordenação.

Automatização: Geração automática de documentação técnica, incluindo listas de materiais e memoriais de cálculo, o que padroniza e acelera o processo de projeto.

Simulação e Análise: Permite a simulação de diferentes cenários e análise de desempenho energético, garantindo conformidade com normas técnicas.

Bibliotecas de Componentes: Possui uma vasta biblioteca de componentes e itens específicos para instalações elétricas, facilitando o desenvolvimento de projetos detalhados.

6.6.2.2 Limitações do *Builder*

Curva de Aprendizado: Requer treinamento específico para uso eficiente, o que pode representar um desafio para novos usuários.

Custo Inicial: Investimento inicial significativo na aquisição do software e no hardware necessário.

6.6.3 Comparação Detalhada

6.6.3.1 Integração e Colaboração

O *Builder* se destaca por sua capacidade de integrar diferentes disciplinas em um único modelo, permitindo uma visão holística do projeto e facilitando a detecção de conflitos antes da construção. Isso reduz retrabalhos e custos adicionais, uma vantagem significativa em relação ao AutoCAD, que, embora preciso, requer a compatibilização manual entre diferentes disciplinas.

6.6.3.2 Precisão e Automação

Enquanto o AutoCAD oferece alta precisão nos desenhos, o *Builder* vai além ao automatizar a geração de documentos técnicos e realizar análises complexas. A geração automática de listas de materiais e memoriais de cálculo no *Builder* não só economiza tempo, mas garante a conformidade com as normas, algo que o AutoCAD não faz de maneira automatizada.

6.6.3.3 Usabilidade e Adoção

O AutoCAD é amplamente adotado e conhecido pela sua interface amigável e flexibilidade em diversos tipos de projetos. Por outro lado, o *Builder*, apesar de sua curva de aprendizado mais acentuada, oferece funcionalidades específicas e integradas que são essenciais para projetos de engenharia elétrica dentro da metodologia BIM.

6.6.3.4 Considerações Finais

Em conclusão, enquanto o AutoCAD mantém sua relevância pela flexibilidade e precisão, o *Builder* representa o futuro da modelagem de projetos elétricos, oferecendo uma abordagem mais integrada e automatizada que atende às demandas crescentes da indústria da construção.

6.7 Conclusão

A aplicação da metodologia BIM (*Building Information Modeling*) em projetos elétricos, utilizando ferramentas como o *Builder* da AltoQi, representa um avanço significativo na engenharia elétrica.

A metodologia BIM, aliada ao uso do *Builder*, proporciona uma série de benefícios, conforme destacado por Buss, Carneiro e Léo (2020), que afirmam que "o AltoQi *Builder* foi criado para integrar diferentes disciplinas de engenharia, proporcionando um ambiente colaborativo e reduzindo significativamente os erros de projeto".

Na Figura 01, é apresentado o fluxo de trabalho em BIM (*Building Information Modeling*), e como ele abrange todas as etapas de um projeto, desde o design conceitual e detalhamento construtivo, passando pela análise, documentação e construção, até a operação e manutenção garantindo maior precisão, eficiência e colaboração ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.



Figura 01: Fluxo de Trabalho com BIM

Fonte: <https://images.app.goo.gl/uZwbqu8QjWRWTtTp6>

A imagem acima ilustra como o BIM integra todas as disciplinas em um único modelo tridimensional, facilitando a coordenação e a detecção de conflitos entre diferentes sistemas de construção.

Monteiro (2017) também destaca os desafios enfrentados ao utilizar o AutoCAD: "No intuito de agilizar atividades ou economizar em muitos deles, incorrem custos não planejados e retrabalhos". Esses custos adicionais e retrabalhos podem ser significativamente reduzidos com a adoção de plataformas BIM, que oferecem uma abordagem mais integrada e automatizada.

Na Figura 02, é ilustrada a interface do AutoCAD, que apresenta uma série de ferramentas e recursos distribuídos em diferentes áreas da tela para facilitar o trabalho dos usuários.

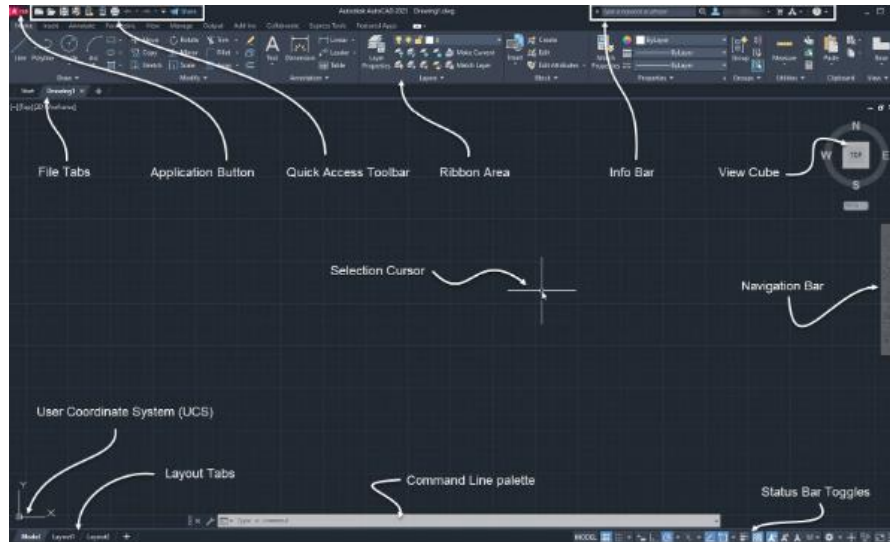


FIGURA 02: Interface do AutoCAD com elementos principais destacados.

A interface do AutoCAD inclui várias seções importantes, como a "*Quick Access Toolbar*" para comandos de uso frequente, a "*Ribbon Area*" que organiza as ferramentas por categorias, e a "*Command Line palette*" para entrada de comandos textuais, que é uma característica fundamental do AutoCAD. Outros elementos, como a "*Navigation Bar*" e o "*View Cube*", permitem a manipulação do espaço de desenho em 3D, enquanto a "*Status Bar*" fornece informações e opções adicionais para o controle do ambiente de trabalho. Essa interface rica em recursos oferece flexibilidade, mas também exige um conhecimento técnico detalhado para ser usada de maneira eficiente.

A evolução das ferramentas de projeto, como a transição do AutoCAD para o *Builder* dentro da metodologia BIM, reflete uma mudança paradigmática na maneira como os projetos de engenharia são concebidos e executados.

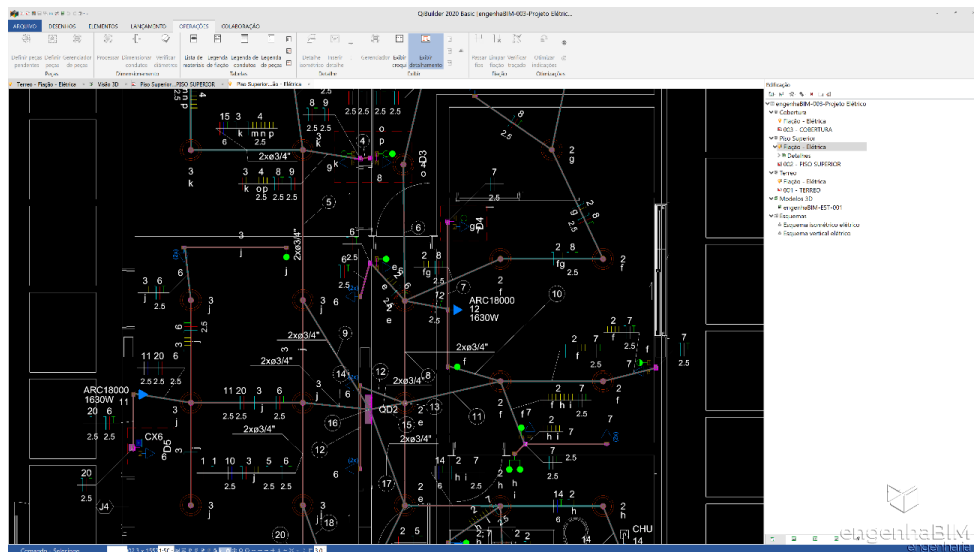


Figura 03: Modelo Elétrico no *Builder*

Fonte: <https://engenhabim.com/curso/qibuilder-ele>

A Figura 03 apresenta um modelo de projeto elétrico desenvolvido no software *Builder*. Esse modelo demonstra a capacidade do *Builder* de integrar e detalhar diferentes componentes de um sistema elétrico, como fiação, circuitos, tomadas e iluminação. O software permite que engenheiros e projetistas criem plantas detalhadas e precisas, facilitando a visualização de todos os elementos envolvidos no projeto.

Além disso, o *Builder* oferece funcionalidades para automação de cálculos e dimensionamento, verificação de normas técnicas, e geração de listas de materiais. A interface intuitiva do software, combinada com ferramentas de navegação avançadas, como a exibição de *layers* e a organização dos elementos em uma árvore hierárquica, permite uma gestão detalhada e eficaz dos componentes do projeto, garantindo uma melhor coordenação entre as disciplinas envolvidas na construção.

7. METODOLOGIA

Esta pesquisa adota uma abordagem comparativa, utilizando os softwares AutoCAD e *Builder* para o desenvolvimento de projetos elétricos. A metodologia consiste na criação de um projeto elétrico completo, desde o lançamento dos circuitos até o dimensionamento e cálculo de cargas, aplicados a uma edificação de caráter residencial. Os dois softwares foram escolhidos devido à sua ampla utilização na

indústria da construção e engenharia elétrica, sendo comparados com base em critérios de desempenho, automação e usabilidade.

7.1 Desenvolvimento do Projeto Elétrico

O projeto elétrico foi elaborado de forma independente em cada software, seguindo as normas técnicas vigentes, como a **NBR 5410**, que regulamenta instalações elétricas de baixa tensão. O processo incluiu:

- Lançamento de circuitos elétricos e pontos de iluminação;
- Dimensionamento de condutores, disjuntores e quadro de distribuição;
- Cálculo de carga elétrica e balanceamento de circuitos;
- Integração de componentes e validação de normas de segurança.

A utilização de ambos os softwares seguiu as mesmas especificações técnicas para garantir uma comparação justa. No AutoCAD, a modelagem foi realizada em 2D, com inserção manual dos cálculos e dimensionamentos. Já no *Builder*, os processos foram realizados em um ambiente tridimensional integrado, com maior automação e recursos avançados de análise de interferências.

Deve-se enfatizar o nível de experiência em cada software de cada integrante do grupo pois foi crucial para elaboração dos dois projetos. No AutoCAD o nível de domínio do software se apresentou com bastante facilidade pois o desenho técnico faz parte da grade de aprendizado da graduação em Engenharia Elétrica e o software utilizado em toda disciplina foi o AutoCAD. Já no software *Builder* a curva de aprendizado foi um pouco mais acentuada devido ao fato de ser o primeiro contato com o mesmo, porém, ao decorrer da modelagem os usuários demonstraram domínio da interface intuitiva do software, ocasionando uma fluidez em todo processo de construção do projeto.

7.2 Critérios de Avaliação

Os critérios de avaliação estabelecidos para a comparação incluíram aspectos como:

- **Usabilidade e Interface:** Avaliou-se a facilidade de uso de cada software, levando em conta a curva de aprendizado e a intuitividade das ferramentas disponíveis.
- **Automação de Processos:** Considerou-se a capacidade de cada software de automatizar etapas essenciais do projeto, como o cálculo de cargas e a geração de listas de materiais.
- **Precisão e Conformidade com Normas:** Analisou-se a precisão dos cálculos gerados automaticamente, bem como a conformidade com as normas técnicas aplicáveis, verificando-se a necessidade de ajustes manuais e a facilidade de aplicação dessas normas.
- **Integração Multidisciplinar:** Um dos fatores mais relevantes foi a capacidade de cada software de integrar diferentes disciplinas, como o projeto hidráulico e estrutural, especialmente no contexto de projetos que utilizam a metodologia BIM.

7.3 Processo de Comparação

Para realizar a comparação entre os softwares *AutoCAD* e *Builder*, o grupo seguiu um processo prático de elaboração de um projeto elétrico completo em ambos os softwares. Os critérios de avaliação foram definidos com base em: usabilidade e interface, precisão e conformidade com normas, automação de processos e integração multidisciplinar.

7.3.1 Usabilidade e Interface

No *AutoCAD*, o grupo observou que a interface flexível permitiu ajustes personalizados, mas exigiu maior esforço e tempo na execução manual de comandos e ferramentas. Embora os membros com experiência no software tenham encontrado fluidez, usuários menos familiarizados podem encontrar uma curva de aprendizado mais acentuada. A necessidade de trabalhar com um ambiente 2D também tornou a

visualização menos intuitiva, exigindo maior foco nos detalhes manuais, conforme figura 04.

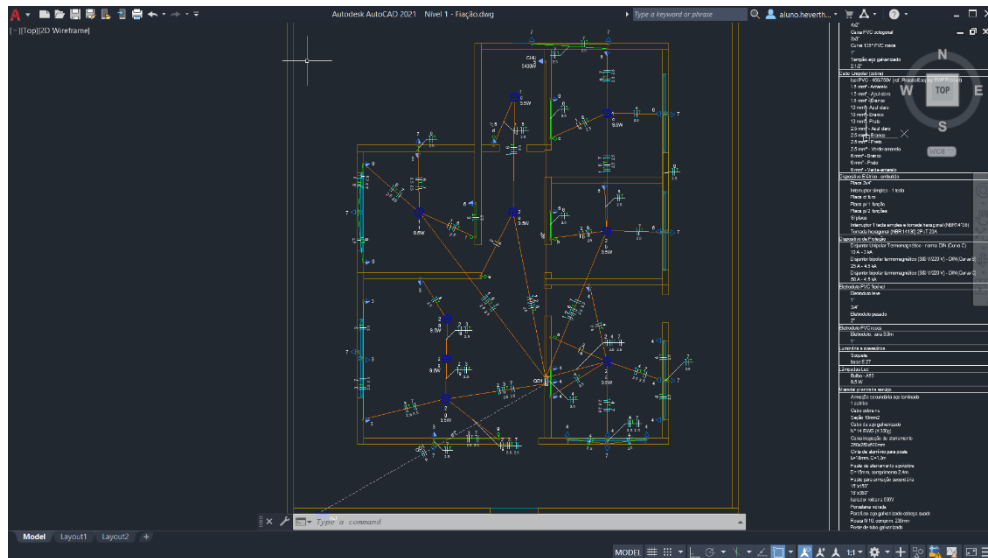


Figura 04: Projeto elétrico construído no software AutoCad para comparação com o *Builder*.

O *Builder*, por sua vez, proporcionou uma interface 3D integrada, facilitando a visualização dos componentes elétricos no contexto geral da edificação. Após uma breve fase de adaptação, a navegação no software se mostrou mais eficiente, com acesso rápido às ferramentas e comandos específicos para o desenvolvimento de projetos elétricos. A integração direta com outras disciplinas também contribuiu para uma experiência de usabilidade otimizada, conforme figura 05.

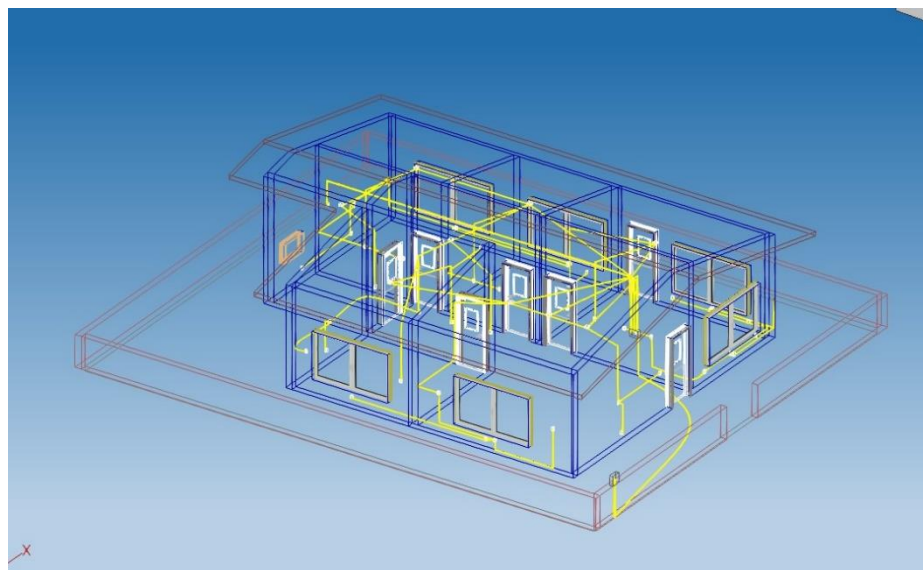


Figura 05: Projeto elétrico em exibição 3D no software *Builder*.

7.3.2 Precisão e Conformidade com Normas

Durante o uso do AutoCAD, os cálculos e dimensionamentos foram realizados de forma manual, o que exigiu maior atenção aos detalhes para garantir conformidade com normas técnicas, como a NBR 5410. A precisão dependia fortemente da experiência dos projetistas, com maior suscetibilidade a erros humanos devido à ausência de automação nos cálculos elétricos.

No *Builder*, a precisão foi garantida por meio da automação de cálculos e verificações automáticas de conformidade com as normas. O software gerou automaticamente listas de materiais e cálculos de dimensionamento, o que reduziu significativamente a possibilidade de erros. A utilização de bibliotecas integradas com componentes normatizados garantiu maior agilidade na execução do projeto e maior confiança nos resultados.

7.3.3 Automação de Processos

No AutoCAD, o grupo percebeu que o processo de desenvolvimento foi altamente manual, desde a criação dos diagramas até o dimensionamento dos circuitos. Isso resultou em um tempo maior de execução e na necessidade de revisar manualmente os cálculos e ajustes. Apesar do controle oferecido pelo software, a falta de automação exigiu um esforço adicional por parte do grupo.

Por outro lado, o *Builder* apresentou um nível elevado de automação. O software automatizou várias etapas, como o dimensionamento de componentes e a geração de relatórios, o que reduziu o tempo necessário para a conclusão do projeto.

7.3.4 Integração Multidisciplinar

A integração com outras disciplinas foi outro ponto de destaque na comparação. No AutoCAD, a compatibilização entre os sistemas foi feita de forma manual, exigindo mais tempo e esforço para garantir que os sistemas elétricos não interferissem nos outros componentes da edificação. A detecção de conflitos foi uma tarefa trabalhosa e realizada de forma visual.

No *Builder*, a compatibilização foi automática, com o modelo BIM oferecendo uma visão integrada do projeto em 3D. O software detectou automaticamente

possíveis interferências entre os sistemas elétrico, hidráulico e arquitetônico, o que acelerou o processo de verificação e garantiu maior sincronia entre as diferentes áreas do projeto. Essa integração foi um dos pontos mais valorizados pelo grupo durante a execução do projeto.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 Introdução à comparação

A elaboração de projetos elétricos é uma atividade fundamental na engenharia elétrica, e a escolha do software adequado pode influenciar diretamente a eficiência e a qualidade do trabalho final. Este estudo comparou a criação de um projeto elétrico utilizando o software AutoCAD e o *Builder*, destacando as funcionalidades, a facilidade de uso, e os desafios enfrentados em cada plataforma.

8.2 Facilidade de Uso

A curva de aprendizado do AutoCAD é geralmente considerada mais acentuada, especialmente para usuários sem experiência anterior. Embora ofereça uma personalização robusta, isso pode se tornar uma desvantagem para novos usuários que buscam uma solução rápida e eficaz.

Em contraste, o *Builder* apresenta uma interface mais amigável, com menus contextualizados e tutoriais integrados, o que facilita a adaptação de novos usuários. A abordagem voltada para o projeto elétrico permite uma compreensão mais rápida das ferramentas necessárias para a execução do trabalho.

8.3 Desafios Encontrados

Durante a comparação, diversos desafios foram identificados:

- **Integração de Dados:** No AutoCAD, a integração de dados provenientes de outras ferramentas e sistemas foi um grande desafio. A necessidade de exportar e importar arquivos entre diferentes formatos levou a inconsistência e perda de tempo.

- **Cálculos Automáticos:** O *Builder* se destacou na automação de cálculos elétricos, o que não é uma função nativa no AutoCAD. Isso se traduziu em uma carga de trabalho maior ao usar o AutoCAD, pois muitos cálculos precisaram ser realizados manualmente ou com o uso de planilhas externas.
- **Documentação:** A geração de documentação técnica no AutoCAD é um processo que requer passos adicionais e pode ser propenso a erros. Em comparação, o *Builder* gerou relatórios e documentação de forma automatizada, reduzindo o risco de inconsistências e aumentando a eficiência do processo.
- **Tempo:** para realizar a construção da planta baixa levou cerca de 2 horas utilizando o AutoCAD, incluindo a inserção de dimensões e anotações, em contrapartida, a mesma planta foi construída no *Builder* em apenas 30 minutos, devido à sua interface mais intuitiva e ferramentas específicas para design de plantas. A inserção manual de símbolos e componentes no AutoCAD levou em média 3 minutos por símbolo, no *Builder*, a inserção de componentes predefinidos foi realizada em média 20 segundos por componente. A geração de relatórios e listas de materiais no AutoCAD levou em média 2 horas, já no *Builder*, essa tarefa foi completada em cerca de 15 minutos, devido à automação de processos e relatórios pré-formatados.

8.4 Discussão

A escolha entre AutoCAD e o *Builder* depende das necessidades específicas de cada projeto e da experiência do usuário. Enquanto o AutoCAD oferece uma plataforma poderosa e versátil para desenhos em geral, sua aplicação em projetos elétricos é limitada sem a implementação de soluções adicionais.

Por outro lado, o *Builder*, com seu foco específico em projetos elétricos, se mostrou mais eficiente para engenheiros que buscam uma solução integrada. A automação de cálculos e a facilidade na geração de documentação são vantagens significativas que não podem ser ignoradas.

Adicionalmente, a colaboração em equipe pode ser mais facilitada no *Builder*, uma vez que as ferramentas de compartilhamento e edição são mais adequadas para o trabalho em conjunto, algo que pode ser um desafio no AutoCAD.

8.5 Considerações sobre a Integração entre BIM e Software Builder

A utilização do BIM (*Building Information Modeling*) em projetos elétricos com o software *Builder* tem se mostrado uma poderosa ferramenta, especialmente pela capacidade de integrar diferentes áreas de um projeto de construção. O BIM possibilita que projetistas de instalações elétricas trabalhem em conjunto com arquitetos, engenheiros civis e outros especialistas, evitando conflitos e problemas na compatibilização dos diversos projetos que compõem uma obra. O *Builder*, sendo uma ferramenta desenvolvida para integrar-se ao BIM, permite não apenas a criação de diagramas elétricos precisos, mas também o acompanhamento detalhado de cada fase do projeto, otimizando a gestão e o controle.

Outro aspecto positivo da integração entre BIM e *Builder* é a capacidade de simular o desempenho do sistema elétrico em um ambiente virtual antes da execução física. Isso permite que possíveis erros sejam detectados previamente, resultando em uma economia significativa de tempo e recursos.

A adoção da tecnologia BIM em projetos elétricos também oferece a vantagem de melhorar a comunicação entre as equipes envolvidas no projeto. A visualização tridimensional dos sistemas elétricos e a possibilidade de simulações antecipadas garantem que todos os profissionais tenham uma visão clara e precisa do que será executado.

9. CONCLUSÃO

A modelagem de projetos elétricos utilizando a tecnologia BIM com o software *Builder* revela-se uma abordagem eficaz e inovadora para a realização de projetos de construção. A integração entre o BIM e o *Builder* não apenas melhora a eficiência dos projetos elétricos, como também facilita a compatibilidade entre os diferentes subsistemas de uma edificação, como os projetos hidráulicos, estruturais e arquitetônicos.

O BIM, por ser uma plataforma de modelagem colaborativa, permite que todos os profissionais envolvidos no projeto tenham acesso a um ambiente integrado, onde alterações e ajustes podem ser feitos de maneira instantânea e visualizados em tempo real. Já o *software Builder* oferece um suporte técnico robusto para a criação de

projetos elétricos, garantindo que as normas e regulamentações sejam seguidas rigorosamente.

Além disso, o uso deste software não se limita apenas em projetos elétricos, como por exemplo pode ser utilizado em obras de maior complexidade como obras de construção civil, como estruturas de edificações, pontes e estradas, o software pode ser testado não apenas para gerenciar a parte elétrica, mas, sistemas hidráulicos e estruturais. Outras funcionalidades do software incluem criação de projetos sustentáveis, focando em sistemas de energia renovável, como painéis solares e sistemas de iluminação inteligente, funcionalidades específicas para outros setores da construção, como AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado) e sistemas de segurança.

O BIM possibilita a previsão e simulação de problemas antes da fase de execução, evitando desperdícios e garantindo uma maior precisão na obra. Dessa forma, conclui-se que a aplicação do BIM com o *software Builder* em projetos não apenas representa uma evolução tecnológica no setor, como também se consolida como uma metodologia capaz de promover a eficiência, sustentabilidade e qualidade em construções de diferentes portes.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, Carlos R.; **TAKII**, Tiago. Modelagem de projetos elétricos usando a tecnologia BIM. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

FENSTERSEIFER, Victor Lopes. Estudo comparativo entre um projeto elétrico convencional e um projeto elétrico de alto padrão e seu impacto no orçamento da obra. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2024.

GUERRA FILHO, Elder dos Santos. Compatibilização de projetos complementares de uma residência através do BIM. Anápolis: Instituto Federal de Goiás, 2022.

PIMENTEL, Amanda Carolina et al. Gerenciamento e compatibilização de projetos simples aplicada em AutoCAD. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 2020.

BUSS, A.; **CARNEIRO**, M.; **LÉDO**, C. O Uso da Tecnologia BIM no Planejamento e Compatibilização de Projetos Elétricos: Um Estudo de Caso com o *Software Builder*. Revista de Engenharia Elétrica, vol. 8, 2020.

EASTMAN, Charles M. et al. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers*. 2^a ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.

AUTODESK. Revit MEP User Manual. Autodesk, 2013.

SOUZA, Lucas R. Aplicação do BIM em projetos elétricos: um estudo de caso. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2020.

AZHAR, Salman et al. *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*. *Automation in Construction*, v. 20, n. 2, p. 216-224, 2011.

LIMA, Paulo Sérgio de. BIM e a Integração de Projetos Elétricos na Construção Civil. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2019.