



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**JESSIKA SILVA VALDEVINO**

**RA00292119**

**MARIA EDUARDA BRITO DOS SANTOS**

**RA00292127**

**GERENCIAMENTO E USO DE BIM EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA:  
FORMAS E ARMADURA**

**São Paulo**

**2023**



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

JESSIKA SILVA VALDEVINO

RA00292119

MARIA EDUARDA BRITO DOS SANTOS

RA00292127

**GERENCIAMENTO E USO DE BIM EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA:  
FORMAS E ARMADURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca Examinadora da Pontifícia universidade Católica de São Paulo, como exigência para aprovação da disciplina de TCCII.

Orientador: Prof.Dr. Francisco Xavier Sevegnani.

São Paulo

2023



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

JESSIKA SILVA VALDEVINO

RA00292119

MARIA EDUARDA BRITO DOS SANTOS

RA00292127

**GERENCIAMENTO E USO DE BIM EM OBRAS DE INFRAESTRUTURA  
FORMAS E ARMADURA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca Examinadora da Pontifícia universidade Católica de São Paulo, como exigência para aprovação na disciplina de TCCII.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Xavier Sevegnani.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Francisco Xavier Sevegnani.

Orientador

---

Profa. Dra. Karen Niccoli Ramirez

Avaliador

---

Prof. Dr. Matheus Lorena Gonçalves Marquesi

Avaliador

São Paulo

2023



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**DEDICATÓRIA**

Dedicamos este trabalho a todos aqueles que nos apoiaram incansavelmente ao longo desta jornada acadêmica. Aos nossos queridos familiares, amigos e professores, que compartilharam conosco o peso dos desafios e as alegrias das conquistas. Cada palavra e cada conquista deste trabalho são reflexos do amor, apoio e incentivo que nos deram. Este TCC é dedicado a vocês, nossa fonte inesgotável de inspiração e força. Obrigado por fazerem parte desta importante realização em nossas vidas.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos sustentou até aqui, e continuará, agradecemos a nossos familiares que acreditaram em nós e no potencial que temos e que está sendo lapidado dia a dia e a nosso orientador que nos direcionou. Agradecemos genuinamente também a Eng. Susan Pessini Sato, que fomentou em nós o desejo de conhecer e se aprofundar mais na metodologia BIM.



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

PUC-SP

E, quanto fizerdes por palavras ou por obras, fazei tudo em nome do Senhor Jesus, dando por ele graças a Deus Pai.

Colossenses 3:17



## RESUMO

O uso do Building Information Modeling (BIM) na indústria da construção tem se mostrado altamente benéfico, especialmente no desenvolvimento de obras de infraestrutura. Comparativamente, as obras de infraestrutura que utilizam o BIM apresentam vantagens significativas em relação às que não o utilizam.

Quando comparadas com obras de infraestrutura sem o uso de BIM, as obras que empregam essa metodologia contam com uma modelagem tridimensional detalhada, permitindo uma visualização virtual precisa e facilitando o planejamento e a comunicação entre os diversos envolvidos no projeto. Com o BIM, é possível identificar e resolver antecipadamente problemas de projeto, evitando retrabalhos e atrasos no cronograma.

Adicionalmente, o BIM proporciona maior facilidade na gestão de informações durante todas as fases do projeto, desde a concepção até a entrega e a operação da infraestrutura. Isso inclui o gerenciamento de documentação, cronograma, custos, especificações técnicas e todas as informações relevantes do projeto em um ambiente centralizado e acessível a todos os envolvidos.

Em suma, o uso do BIM em obras de infraestrutura oferece benefícios como melhor visualização e planejamento, redução de erros e retrabalhos, otimização da coordenação de projetos, simulação de desempenho e facilitação da gestão de informações. Essas vantagens resultam em obras mais eficientes, econômicas e sustentáveis, com impactos positivos tanto durante a construção quanto ao longo do ciclo de vida da infraestrutura.

**Palavra-chave:** BIM, infraestrutura, armadura, forma, construção civil.



## **ABSTRACT**

*The use of Building Information Modeling (BIM) in the construction industry has been shown to be highly beneficial, especially in the development of infrastructure works. Comparatively, infrastructure works that use BIM have significant advantages over those that do not.*

*When compared with infrastructure works without the use of BIM, the works that employ this methodology rely on a detailed three-dimensional modeling, allowing an accurate virtual visualization and facilitating planning and communication between the various involved in the project. With BIM, it is possible to identify and solve project problems in advance, avoiding rework and schedule delays.*

*In addition, BIM provides greater ease in the management of information during all phases of the project, from the conception to the delivery and operation of the infrastructure. This includes managing documentation, schedule, costs, technical specifications and all relevant project information in a centralized environment that is accessible to everyone involved.*

*In short, the use of BIM in infrastructure works offers benefits such as better visualization and planning, reduction of errors and rework, optimization of project coordination, performance simulation and facilitation of information management. These advantages result in more efficient, economical and sustainable works, with positive impacts both during construction and throughout the life cycle of the infrastructure.*

**Keywords:** *BIM, infrastructure, armor, form, construction.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Colaboração entre as disciplinas de projeto.....	32
Figura 2A – BIM X CAD.....	33
Figura 2B – BIM X CAD.....	33
Figura 3 – Perspectiva 3D da forma do transformador - BIM .....	41
Figura 4 – Locação da forma do transformador – BIM.....	42
Figura 5 – Planta Sapata da forma do transformador – BIM.....	43
Figura 6 – Planta Sapata da armadura do transformador – BIM.....	44
Figura 7 – Planta vigas da forma do transformador – BIM.....	45
Figura 8 – Planta vigas da forma do transformador – CAD.....	46
Figura 9 – Corte da forma do transformador – BIM.....	47
Figura 10 – Corte da forma do transformador – CAD.....	48
Figura 11 – Corte da forma do transformador – BIM.....	49
Figura 12 – Corte da forma do transformador – CAD.....	50
Figura 13 – Corte da forma do transformador – BIM.....	51
Figura 14 – Corte da forma do transformador – CAD.....	52
Figura 15 – Corte da forma do transformador – BIM.....	53
Figura 16 – Corte da forma do transformador – CAD.....	54
Figura 17 – Corte da forma do transformador – BIM.....	55
Figura 18 – Corte da forma do transformador – CAD.....	56
Figura 19 – Tabela de matérias do transformador – BIM.....	57
Figura 20 – Perspectiva 3D da armadura do transformador – BIM.....	59
Figura 21 – corte da armadura do transformador - BIM .....	60
Figura 22 – corte da armadura do transformador – BIM.....	61
Figura 23 – corte da armadura do transformador – BIM.....	62



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Figura 24 – corte da armadura do transformador – BIM.....	63
Figura 25 – Planta da armadura do transformador – BIM.....	64
Figura 26 – corte da armadura do transformador – CAD.....	65
Figura 27 – corte da armadura do transformador – CAD.....	66
Figura 28 – tabela de aços do transformador – BIM.....	67
Figura 29 – tabela de aços do transformador – CAD .....	68
Figura 30 – tabela de aços – BIM.....	70
Figura 31 – Softwares BIM utilizados pelas emp. participantes do questionário.....	78
Figura 32 – Gráfico de idade.....	81
Figura 33 – Gráfico por atuação.....	82
Figura 34 – Questionário do Google Forms.....	83
Figura 35 – Questionário do Google Forms.....	84
Figura 36 – Gráfico do Google Forms.....	85
Figura 37 – Gráfico do Google Forms.....	87
Figura 38 – Gráfico do Google Forms.....	88
Figura 39 – Gráfico do Google Forms.....	89
Figura 40 – Gráfico do Google Forms.....	90



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>19</b>
1.1.1 Objetivo Específicos.....	19
<b>1.2 Justificativa.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3 Metodologia.....</b>	<b>21</b>
1.3.1 Técnica de coleta e análise dos dados.....	22
<b>2. O QUE É O BIM.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Transição histórica.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Dimensões BIM e LOD.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1 Níveis dimensionais do BIM.....</b>	<b>26</b>
2.2.1.2 BIM 3D.....	26
2.2.1.2 BIM 4D.....	27
2.2.1.3 BIM 5D.....	27
2.2.1.4 BIM 6D.....	27
2.2.1.5 BIM 7D.....	27
2.2.1.6 BIM 8D.....	27
2.2.1.7 BIM 9D.....	28
2.2.1.8 BIM 10D.....	28
2.2.2 Níveis de desenvolvimento (LOD).....	28
2.2.2.1 LOD 100.....	29
2.2.2.2 LOD 200.....	29
2.2.2.3 LOD 300.....	29
2.2.2.4 LOD 400.....	29
2.2.2.5 LOD 500.....	30
<b>2.3. Diferença entre o conceito CAD e o BIM.....</b>	<b>30</b>



<b>2.4. Uso do BIM.....</b>	<b>34</b>
<b>2.5. Modelagem BIM.....</b>	<b>34</b>
2.5.1 Autodesk Revit BIM.....	35
2.5.2 ArchiCAD.....	36
2.5.3 Eberick.....	38
2.5.4 TQS.....	39
2.5.5 Allplan.....	39
<b>3. ESTUDO DE CASO: COMPARAÇÃO DE UM PROJETO DE INFRAESTRUTURA USANDO A METODOLOGIA BIM NO REVIT E SEM A METODOLOGIA NO AUTOCAD.....</b>	<b>41</b>
<b>3.1 Comparativo e estudo de caso da forma do transformador.....</b>	<b>41</b>
<b>3.2 Comparativo e estudo de caso da armadura do transformador.....</b>	<b>59</b>
<b>4.BENEFÍCIOS E DESAFIOS DO BIM.....</b>	<b>73</b>
<b>4.1 Benefícios do BIM.....</b>	<b>73</b>
4.1.1. Aumento da produtividade.....	73
4.1.2 Redução de Custo.....	73
4.1.3 Redução de impactos ambientais.....	74
4.1.4 Controle eficaz de processos.....	75
4.1.5 Integração do trabalho em equipe.....	75
<b>4.2. Desafios do BIM.....</b>	<b>76</b>
<b>5. UTILIZAÇÃO DO BIM NAS EMPRESAS.....</b>	<b>78</b>
<b>6.FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO E DEPOIMENTOS COLETADOS.....</b>	<b>80</b>
<b>6.1. Formulário de pesquisa de campo.....</b>	<b>80</b>
<b>6.2 Depoimentos coletados.....</b>	<b>92</b>
<b>7. RESULTADOS OBITIDOS .....</b>	<b>96</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>97</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>100</b>



## LISTA DE SIGLAS E ABRVIATURAS

- BIM** Building Information Modeling
- IFC** Industry Foundation Classes: Classes Fundamentais da Indústria - Formato de arquivo neutro e aberto para interoperabilidade entre softwares BIM.
- COBie** Construction Operations Building information exchange: Troca de informações de operações de construção - Padrão para organizar dados de operações e manutenção para construções.
- LOD** Level of Development: Nível de Desenvolvimento - Indica o grau de detalhamento e precisão do modelo BIM em diferentes estágios do projeto.
- LOI** Level of Information: Nível de Informação - Similar ao LOD, mas com foco na informação em vez do desenvolvimento geométrico.
- GIS** Geographic Information System: Sistema de Informação Geográfica - Utilizado para coletar, gerenciar e analisar dados geoespaciais.
- DTM** Digital Terrain Model: Modelo Digital do Terreno - Representação digital da topografia do terreno.
- VDC** Virtual Design and Construction: Projeto e Construção Virtual - Utilização de ferramentas BIM para simular e planejar a construção.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

- FM** Facility Management: Gerenciamento de Instalações - Uso do BIM para facilitar a manutenção e operações após a construção.
- API** Application Programming Interface: Interface de Programação de Aplicações - Permite a interação entre diferentes softwares BIM.
- AE** Architecture and Engineering: Arquitetura e Engenharia - Setores envolvidos em projetos de construção.
- CAD** Computer-Aided Design: Desenho Assistido por Computador - Software para desenhos e modelagem.
- CAFM** Computer-Aided Facility Management: Gerenciamento de Instalações Assistido por Computador - Uso de software para gerenciar instalações.
- PIM** Project Information Model: Modelo de Informação do Projeto - Representação digital do projeto em um determinado momento.
- COI** Chain of Information: Sequência de Informações - Refere-se à organização e fluxo de informações ao longo do ciclo de vida do projeto de construção.
- CAM** Computer-Aided Manufacturing: Manufatura Assistida por Computador - Integração de softwares CAD com máquinas e processos de fabricação.
- CAE** Computer-Aided Engineering: Engenharia Assistida por Computador - Uso de software para análise e simulação de engenharia.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**CAFM** Computer-Aided Facility Management: Gerenciamento de Instalações Assistido por Computador - Uso de software para gerenciar instalações e espaços físicos.

**PLM** Product Lifecycle Management: Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto - Gestão de informações e processos associados a um produto desde a concepção até a disposição.

**PDM** Product Data Management: Gerenciamento de Dados do Produto - Controle e gerenciamento de dados relacionados a um produto durante todo o ciclo de vida.

**DWG** Drawing: Formato de arquivo proprietário do AutoCAD, um dos mais utilizados para desenhos técnicos.

**DXF** Drawing Exchange Format: Formato de arquivo para intercâmbio de dados de desenho entre diferentes softwares CAD.

**BOM** Bill of Materials: Lista de Materiais - Lista que detalha os componentes e materiais necessários para a fabricação de um produto.

**FCM** Feature Control Frame: Quadro de Controle de Elementos - Usado em desenhos de engenharia para especificar tolerâncias geométricas.

**ABNT** Associação Brasileira de Normas Técnicas: Organização responsável pelo estabelecimento de normas técnicas no Brasil.

**CPR** Concrete Products Regulations: Regulamentos de Produtos de Concreto Normas e regulamentações para produtos de concreto.



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**NR** Norma Regulamentadora: Normas de segurança e saúde no trabalho estabelecidas pelo Ministério do Trabalho no Brasil.

**NBR** Norma Brasileira Regulamentadora: Normas técnicas estabelecidas pela ABNT para diversas áreas, incluindo construção civil.

**CETESB** Companhia Ambiental do Estado de São Paulo: Órgão responsável pelo controle e proteção ambiental no estado de São Paulo, Brasil.

**CREA** Conselho Regional de Engenharia e Agronomia: Órgão responsável pelo registro e fiscalização dos profissionais de engenharia no Brasil.

**RCD** Resíduos da Construção e Demolição: Sigla referente aos resíduos provenientes de construções e demolições.

**IC** Índice de Construtibilidade: Medida que avalia a facilidade de execução de um projeto de construção.

**PMI** Project Management Institute: Instituto de Gerenciamento de Projetos - Organização que promove padrões e práticas em gerenciamento de projetos.

**PDI** Projeto de Drenagem Urbana: Projeto relacionado à infraestrutura de drenagem de águas pluviais em áreas urbanas.



## 1 INTRODUÇÃO

Segundo NASCIMENTO & SANTOS (2019),

A indústria da construção ainda está bastante atrasada em relação a outros setores industriais no uso das novas tecnologias de informação e comunicação. A globalização e o novo panorama mundial, bem como o atual cenário nacional, desestatizado e com escassez de financiamento, requer da construção civil urgente melhora de produtividade e competitividade.

A metodologia Building Information Modeling (BIM) tem se mostrado cada vez mais importante na execução de obras de infraestrutura. Essa abordagem revolucionária na indústria da construção civil tem o potencial de transformar a maneira como projetos são planejados, construídos e operados.

A infraestrutura é fundamental para o desenvolvimento de qualquer país. Compreende uma ampla gama de projetos, como rodovias, pontes, aeroportos, portos, sistemas de abastecimento de água e energia, entre outros. Essas obras são complexas e exigem uma coordenação eficiente entre várias disciplinas, equipes e stakeholders.

O BIM desempenha um papel crucial. Ele permite uma colaboração mais efetiva entre todos os envolvidos no projeto, desde arquitetos e engenheiros até empreiteiros e proprietários. Com a utilização da metodologia BIM, é possível criar um modelo virtual tridimensional que contém informações detalhadas sobre todos os componentes da infraestrutura, desde os elementos estruturais até os sistemas elétricos e hidráulicos.

Essa representação digital completa e precisa do projeto permite uma visualização aprimorada, facilitando a detecção de conflitos e erros antes mesmos do início da construção física. Com o BIM, é possível identificar problemas de design, incompatibilidades entre disciplinas e interferências entre sistemas. Isso evita retrabalhos e desperdícios de recursos, reduzindo custos e prazos de entrega.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Além disso, o BIM também permite uma melhor gestão da informação ao longo do ciclo de vida da infraestrutura. Desde a fase de concepção até a operação e manutenção, o modelo BIM serve como uma fonte centralizada de dados, fornecendo informações

atualizadas sobre cada componente da obra. Isso facilita a tomada de decisões informadas, otimizando a manutenção e prolongando a vida útil da infraestrutura.

A utilização do BIM na construção de obras de infraestrutura traz inúmeros benefícios. Além da redução de custos e prazos, o BIM também promove a sustentabilidade, uma vez que possibilita a simulação energética e a análise de impactos ambientais. Além disso, a documentação detalhada fornecida pelo BIM auxilia na conformidade regulatória e no cumprimento de normas técnicas.

No entanto, é importante ressaltar que a adoção do BIM requer uma mudança de cultura e uma maior integração entre os diversos agentes envolvidos na indústria da construção. É necessária uma capacitação adequada dos profissionais, bem como investimentos em tecnologia e infraestrutura.

A utilização da metodologia BIM nas obras de infraestrutura traz uma série de benefícios significativos, desde uma melhor colaboração entre as equipes até a redução de custos e prazos. O BIM oferece uma abordagem inovadora para o planejamento, construção e operação de infraestruturas, ajudando a impulsionar o desenvolvimento sustentável e a eficiência na indústria da construção civil.

Segundo RODRIGUES (2018),

O fato de que muitos tendem a usar o BIM como uma inovação tecnológica e não como um processo integrado e inteligente. As empresas e profissionais da área tendem ao uso de plataformas BIM apenas como uma substituição de softwares e programas, a exemplo de arquitetos, engenheiros e projetistas que, em sua rotina, substituíram a ferramenta CAD pelo Revit ou ArchiCAD apenas como ferramenta de desenho, não extraíndo do modelo suas reais potencialidades e nem o utilizando como colaboração multidisciplinar.



PUC-SP

## 1.1. Objetivo

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar, observar e comparar o gerenciamento e organização de projetos de infraestrutura com e sem o uso da metodologia BIM.

### 1.1.2 Objetivo específico

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo específico explicar o que o BIM é um conceito de virtualização, modelagem e gerenciamento das atividades relacionadas ao projeto e construção de obras de engenharia.

Com base em um modelo inteligente e habilitada por uma plataforma na nuvem, integrando dados estruturados e multidisciplinares para produzir uma representação digital de um recurso em todo seu ciclo de vida, desde o planejamento e o projeto até a construção e as operações e fazer um comparativo, usando como parâmetro formas e armaduras, serão analisados os benefícios ao utilizar a metodologia BIM e sem utilizar o mesmo, para execução projetos de infraestrutura.

## 1.2 Justificativa

O uso do Building Information Modeling (BIM) na indústria da construção civil e arquitetura é de extrema importância devido a diversos motivos.

Primeiramente, o BIM permite uma colaboração e coordenação mais eficientes entre os profissionais envolvidos no projeto. Ao compartilhar dados e informações em um modelo centralizado, é possível evitar erros, retrabalho e conflitos, resultando em economia de tempo e recursos.

Além disso, o BIM oferece uma visualização e simulação aprimoradas do projeto. Por meio de modelos tridimensionais detalhados, os envolvidos podem ter uma



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

compreensão mais clara e precisa do que será construído. Isso auxilia na tomada de decisões informadas e na identificação de problemas potenciais antes mesmo do início da construção.

O BIM também contribui para um melhor planejamento e gerenciamento de projetos. Com a capacidade de criar cronogramas e estimativas de custos baseados no modelo BIM, é possível obter uma visão mais precisa e confiável do projeto. Além disso, o acompanhamento e a gestão de mudanças são facilitados, garantindo a integridade das informações e agilizando a tomada de decisões.

Outro benefício do uso do BIM é a redução de custos e desperdícios. Por meio de um modelo BIM preciso, é possível realizar uma análise detalhada dos materiais necessários, evitando compras excessivas e reduzindo o desperdício durante a construção. Além disso, a detecção precoce de problemas e conflitos no modelo contribui para evitar retrabalho e alterações dispendiosas.

A importância de estarmos sempre atualizados com a evolução da tecnologia na construção civil reside em diversos aspectos. Primeiramente, as novas tecnologias trazem consigo inovações e ferramentas que podem revolucionar a forma como planejamos, projetamos, construímos e gerenciamos obras. Ao adotar essas tecnologias, podemos aumentar a produtividade, reduzir os custos, melhorar a qualidade e reduzir os prazos de entrega.

Além disso, a evolução da tecnologia na construção civil também tem um impacto significativo na segurança dos trabalhadores e na redução de riscos. Novos equipamentos, dispositivos de segurança e sistemas de monitoramento são desenvolvidos para proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro e prevenir acidentes.

A adoção de tecnologias como o Building Information Modeling (BIM) permite uma colaboração mais eficiente e integrada entre os profissionais envolvidos no projeto, promovendo a troca de informações em tempo real e a detecção antecipada de conflitos ou problemas. Isso resulta em uma melhor coordenação e maior qualidade do projeto.



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

A tecnologia também desempenha um papel importante na sustentabilidade ambiental. Novas soluções tecnológicas estão sendo desenvolvidas para melhorar a eficiência energética dos edifícios, reduzir o desperdício de recursos naturais e incorporar materiais e processos mais sustentáveis.

Além disso, estar atualizado com a evolução da tecnologia na construção civil é fundamental para se manter relevante no mercado. Os clientes estão cada vez mais exigentes e procuram por empresas que estejam utilizando as tecnologias mais avançadas. A capacidade de adotar e aplicar essas tecnologias é um diferencial competitivo que pode abrir portas para novos projetos e parcerias.

Por fim, o BIM não se limita apenas à fase de projeto e construção, mas também tem impacto na fase de operação e manutenção do edifício. As informações detalhadas armazenadas no modelo BIM são valiosas para a gestão de ativos, facilitando a manutenção preventiva, a substituição de componentes e a otimização do desempenho do edifício ao longo do tempo. Isso resulta em uma operação mais eficiente e em uma vida útil prolongada para o edifício.

Em suma, o uso do BIM traz benefícios significativos, como melhor colaboração, visualização aprimorada, planejamento e gerenciamento de projetos mais eficientes, redução de custos e desperdícios, além de operações mais eficientes e sustentáveis.

### **1.3 Metodologia**

A metodologia adotada consistirá em realizar uma revisão bibliográfica aprofundada sobre o tema, buscando artigos científicos, estudos de caso e pesquisas relevantes que abordem o uso do BIM em obras de infraestrutura. Serão considerados trabalhos que descrevam experiências práticas e dados comparativos entre projetos executados com e sem o BIM.

A fim de verificar a aplicabilidade do BIM, no estudo de caso será desenvolvido uma modelagem, da forma e armadura, de um transformador de energia renovável (fotovoltaica), utilizando o Revit (software BIM) e o Autocad (método tradicional).



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

A razão pela escolha deste estudo, se deve a comparação da execução da modelagem (forma e armadura) em cada um dos dois softwares. Desta forma os resultados obtidos serão apresentados de forma clara e concisa, evidenciando as vantagens proporcionadas pelo BIM em relação ao método tradicional.

Além disso, também serão coletados dados primários por meio de entrevistas e questionários com profissionais da construção civil e engenheiros envolvidos em obras de infraestrutura.

As perguntas abordarão questões como o nível de detalhamento do projeto, colaboração entre as equipes, identificação e resolução de conflitos, precisão das informações, impacto nos prazos e custos, entre outros aspectos relevantes.

Os dados coletados serão analisados qualitativamente, buscando identificar padrões, tendências e diferenças significativas entre as obras executadas com e sem o uso do BIM. Serão considerados fatores como eficiência na gestão do projeto, redução de retrabalho, impacto na qualidade da construção, precisão no controle de custos e prazos, bem como os benefícios relacionados à colaboração e coordenação entre as equipes envolvidas.

No final do estudo, serão apresentadas as conclusões e recomendações, ressaltando a importância e os benefícios do uso do BIM na construção de obras de infraestrutura. Essas conclusões poderão servir como base para a adoção do BIM em futuros projetos e para subsidiar a tomada de decisão por parte dos profissionais envolvidos na indústria da construção civil e engenharia de infraestrutura.

### 1.3.1 Técnica de coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi feita através da vivência no mercado de trabalho, com profissionais especializados na Engenharia Civil e especializados em BIM. Na tentativa, que foi se desenvolvendo com muito êxito, de aplicar e aprimorar o uso do BIM dentro das empresas, em sua utilização ótima, ou seja, da forma correta e mais eficiente que o conceito BIM pode oferecer e com auxílio de softwares BIM.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

E através de longas pesquisas sobre o tema e comparações de informações. Busca por estudos verídicos e comprovados, um compilado enriquecedor de informações, e discursões longas a respeito do tema em comparação com seu uso prático no dia a dia de trabalho. E uma análise técnica de comparação, de um projeto de transformador (forma e armadura) de energia fotovoltaica, com a utilização da metodologia BIM, e sem a utilização dela.



## 2. O QUE É O BIM

BIM (Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção), é um conceito de virtualização, modelagem e gerenciamento das atividades relacionadas ao projeto e construção de obras de engenharia.

Com base em um modelo inteligente e habilitada por uma plataforma na nuvem, integrando dados estruturados e multidisciplinares para produzir uma representação digital de um recurso em todo seu ciclo de vida, desde o planejamento e o projeto até a construção e as operações.

“(…) um modelo digital do edifício que representa não só suas características geométricas, mas também o inter-relacionamento entre seus componentes e os inúmeros parâmetros e atributos destes, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão pelos diferentes agentes envolvidos no empreendimento, em todo o ciclo de vida da edificação. (TOLEDO, 2009 citado por SOUSA, 2013)

Segundo um dos pioneiros do conceito, o professor Charles Eastman, “BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção.

Esses modelos BIM contêm dados sobre a geometria, materiais, custos, prazos, desempenho energético, especificações dos componentes, entre outras informações. Essa abordagem colaborativa e integrada possibilita aos profissionais envolvidos no ciclo de vida de uma construção (arquitetos, engenheiros, construtores etc.) trabalharem de forma mais eficiente, reduzindo erros, melhorando a comunicação e permitindo uma melhor visualização do projeto como um todo, desde a concepção até a manutenção e demolição.



## 2.1 Transição histórica

Muito antigamente os projetos eram feitos a mão com auxílio de esquadros, folhas, canetas tinteiras e outros utensílios. Esses projetos levavam muitos meses para serem executados, e muitos, por sua complexidade deixavam passar alguns erros e não conseguiam ser, como um todo, eficientes. A série “Them”, exibida na plataforma Amazon Prime, ilustra de forma precisa como eram confeccionados os projetos há muito tempo: Engenheiros e Projetistas em grandes salas, debruçados sobre folhas imensas, elaborando manualmente os projetos.

No entanto, assim como tudo na vida, a evolução é inevitável e as metodologias de projetos não ficam para trás.

Em 1950 deu-se início ao desenvolvimento de aplicações de computadores em auxílio as engenharias, possibilitando a criação de gráficos monocromáticos a partir de um computador. Em 1951 o aparecimento dos primeiros terminais gráficos, em 1953 as primeiras impressoras, 1958 dispositivos de aquisição de dados, 1962 o primeiro trabalho gráfico em três dimensões.

E por fim em 1970 o mercado CAD como a padronização da linguagem gráfica e técnicas computacionais para 3D. Porém, somente a partir de 1990, é que se iniciou o desenvolvimento de sistemas que abrangiam a aplicação em operações de engenharia. Com a utilização do CAD (Computer Aided Design), que por tradução, Desenho Assistido por Computador possibilitou ao programador ou projetista, desenhar apenas, a princípio, em duas dimensões e posteriormente criar modelos tridimensionais (3D). É válido ressaltar que o termo CAD não se resume em AutoCad, como costuma-se confundir, AutoCad é um software que executa funções baseadas no conceito CAD.

Após a transição do papel e canetas para o computador, ainda assim observou-se que havia um déficit na eficiência de tempo, custo e na elaboração dos projetos. Foi então que o Professor do Instituto de tecnologia da Georgia, Charles Eastman, juntamente com sua equipe de estudiosos em 1952, publicaram um artigo abordando as múltiplas visões



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

de modelagem da construção e a ideia de que a modelagem de informações da construção é útil para fundamentar a estrutura de um modelo de construção, baseado nos diferentes pontos de vista dos diferentes participantes do projeto. Nesse contexto, firmou-se a primeira utilização do termo BIM.

### 2.2 Dimensões BIM e LOD

#### 2.2.1 Níveis dimensionais do BIM

A metodologia BIM desenvolvida por Charles Eastman é fundamentada na organização e integração de informações ao longo dos diferentes níveis dimensionais de um projeto de construção.

Esses níveis dimensionais são etapas que representam o progresso da modelagem do edifício, indo desde o esboço inicial até a construção e manutenção pós-ocupação.

A tecnologia BIM teve sua evolução de dimensões mais básicas (3D e 4D) para as mais aprimoradas (5D, 6D e 7D).

Atualmente, além das dimensões citadas acima, há discussões “novas dimensões do BIM”, sendo elas: 8D, 9D e 10D.

##### 2.2.1.1 BIM 3D

Neste nível o foco é o aspecto espacial, é aqui que todos os envolvidos no projeto poderão ver todas as alterações realizadas no exato momento em que elas são feitas.

Isso influi para que na atuação do time envolvido projeto os integrantes realizem-no colaborativamente, ou seja, com a integração dos dados de diversas áreas. Ou seja, aqui é onde a equipe se reúne, engenheiros, arquitetos e até mesmo os fornecedores de materiais.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**2.2.1.2 BIM 4D**

O segundo nível do BIM é focado na gestão de conflitos. Ou seja, aqui ele irá antecipar análises que de outra maneira seriam feitas apenas durante o momento da execução, permitindo assim uma visualização mais proativa do planejamento na construção.

**2.2.1.3 BIM 5D**

Este é o nível orçamentário, é aqui que as planilhas se tornam obsoletas, pois este nível irá lhe mostrar todo o impacto do custo da obra ao longo de todo seu período de duração, fazendo assim que você possa ter um melhor controle sobre os gastos.

**2.2.1.4 BIM 6D**

Neste nível todo o consumo de energia de sua obra será analisado, para que assim somente equipamentos de alto desempenho, e conseqüentemente que consumam uma menor quantidade de energia, possam ser escolhidos.

**2.2.1.5 BIM 7D**

Este nível foca na manutenção de todas as instalações, fazendo assim com que a substituição mais rápida das peças seja feita. É ideal quanto torna-se necessário gerenciar o tempo de vida de uma obra.

**2.2.1.6 BIM 8D**

No oitavo nível, é possível ter uma visão do canteiro de obras antes mesmo da construção, logo, pode-se antever riscos no processo de execução da construção. Com



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

isso, é viável identificar medidas a serem contempladas para a melhoria na segurança no trabalho, prevendo possíveis acidentes no decorrer da obra.

#### 2.2.1.7 BIM 9D

O nono nível é conhecido como Lean Construction (construção enxuta), o qual busca otimizar e agilizar as etapas fundamentais à execução de uma obra, através da digitalização de seus processos.

O Lean Construction é um método criado para diminuir os desperdícios e aumentar a produtividade da obra. A fim de contribuir para a criação de um produto sustentável.

#### 2.2.1.8 BIM 10D

Este nível, intenciona industrializar tornar o setor da construção mais produtivo, levando em consideração as novas tecnologias, juntamente com a integração de dados físicos, comerciais, ambientais e outros. Ou seja, através da utilização de ferramentas para digitalização da construção civil, pode-se permitir alinhar todos os envolvidos nas etapas da construção, otimizando cada fase.

### 2.2.2 Níveis de desenvolvimento (LOD)

LOD é uma sigla do inglês para Level of Detail (Nível de Detalhamento). O Nível de Detalhamento, basicamente trata de um conjunto de parâmetros que busca “identificar a quantidade de informação conhecida sobre um elemento do modelo em um determinado momento do projeto”.

A sigla LOD também se aplica à Level of Development (Nível de Desenvolvimento). Já o Nível de Desenvolvimento, surge como um aperfeiçoamento do conceito anterior e se refere ao grau em que a equipe de projetos pode confiar na informação ao fazer uso do modelo em determinado estágio.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Em outras palavras, LOD é a referência que permite aos participantes da indústria de arquitetura, engenharia e construção, especificar e articular com um alto nível de clareza o conteúdo e confiabilidade dos “componentes” do BIM nos vários estágios de projeto e construção.

Em síntese, o Nível de Detalhamento poderia ser considerado como “entrada”, e Nível de Desenvolvimento como sendo a “saída” da informação confiável do projeto.

O LOD está interligado diretamente às dimensões do BIM, pois em um dado momento do projeto, tem a capacidade de identificar as informações em questão de quantidade e confiabilidade. Estas informações são utilizadas para a análise do tempo e custo, execução e manutenção da construção.

#### 2.2.2.1 LOD 100

Este modelo oferece uma visão geral do projeto com indicação da área, altura, volume, localização e orientação. Essas informações podem ser modeladas em 3D ou representadas de outras formas.

#### 2.2.2.2 LOD 200

Neste modelo são desenvolvidos como um sistema generalizado com quantidades aproximadas, tamanho, formas, localização e orientação.

#### 2.2.2.3 LOD 300

Esta representação gráfica, apresenta elementos do modelo deverão ser desenvolvidos como um conjunto específico preciso em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Informação não-geométrica poderá também ser incluída aos elementos do modelo.

#### 2.2.2.4 LOD 400

Os elementos do modelo deverão ser desenvolvidos de forma coordenada e precisa em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com as especificações completas do fabricante.



2.2.2.5 LOD 500

Os elementos deste modelo representam a construção tal como será na realidade de forma precisa em termos de tamanho, forma, locação, quantidade e orientação.

### 2.3 Diferença entre CAD e o conceito BIM

O CAD (Computer-Aided Design) é uma tecnologia de desenho assistido por computador que historicamente se concentra na criação de representações bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D) de projetos de engenharia e arquitetura.

Enquanto é uma ferramenta útil para a geração de desenhos e representações visuais, sua funcionalidade tende a ser mais centrada na geometria e na apresentação gráfica dos projetos.

A princípio com objetos 2D (duas dimensões), até evoluir ao 3D (três dimensões), para construção de superfícies sólidas. E se comparar como eram feitos os projetos, houve uma evolução significativa, porém as ferramentas de desenho foram transferidas para o computador, diminuindo um pouco os erros e o tempo, mas o resultado manteve-se.

Segundo o autor Souza (2009), o CAD foi pensado, na sua criação original, como um software com a capacidade de hospedar dados relativos a diferentes disciplinas de projeto, assim permitiria uma colaboração de execução sincronizada de vários projetistas e uma integração de diversos tipos de informações. Mas, por ser uma época que os computadores desenvolvidos tinham baixa capacidade de processamento, não era possível suportar uma alta quantidade de informações que deveriam ser geradas. Com a tecnologia disponível na época, foi possível desenvolver a parte geométrica.

Atualmente, os desenhos produzidos pelo CAD são usados para representar visualmente o design de um edifício ou estrutura, mas geralmente não incluem informações detalhadas sobre os componentes individuais do projeto ou seus dados associados.



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

Nos sistemas CAD os elementos (linhas, pontos, textos etc.) são inseridos em um espaço virtual através de vetores de coordenadas com precisão matemática.

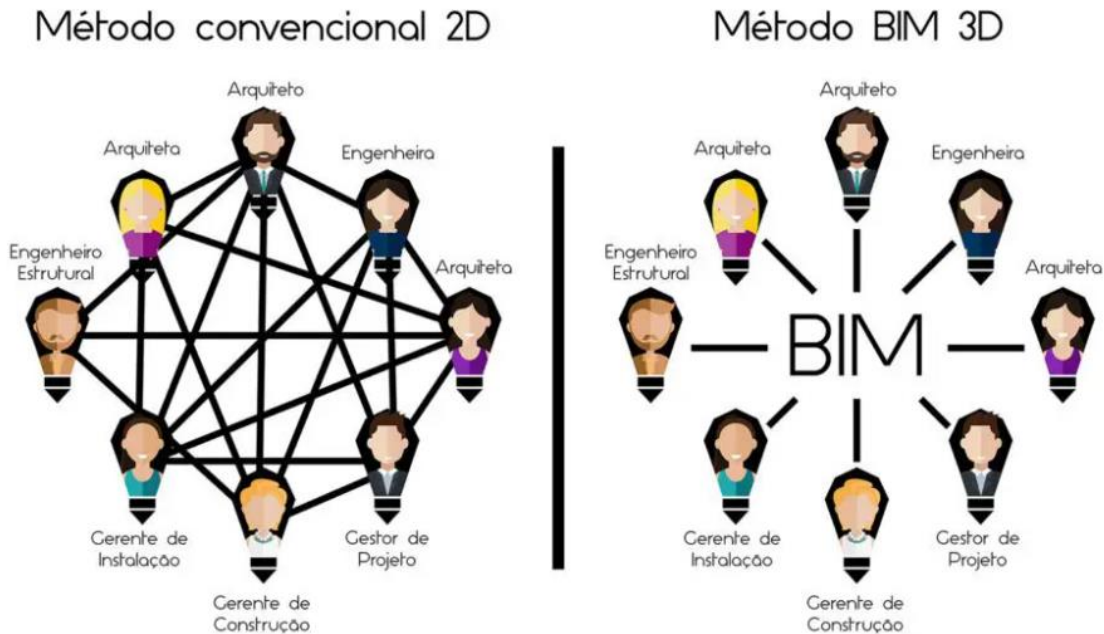
O conceito BIM prevê a construção em ambiente 3D virtual de objetos e não da sua representação (por objetos paramétricos). Possibilitando um banco de dados de informações dos objetos, alterações muito mais rápidas, uma fácil visualização e previsão de problemas futuros, visto que ele proporciona a construção da obra em 3D antes da execução verdadeira.

Além de ser usado para a concepção de projetos, o BIM é aplicado ao longo do ciclo de vida completo de um edifício, desde o projeto e construção até a operação e manutenção. Essa capacidade de integrar informações em um modelo central oferece oportunidades para análises avançadas, simulações, detecção de interferências e estudos de viabilidade que geralmente estão ausentes no CAD.

A mudança para o BIM representou uma transformação na maneira como a indústria da construção aborda os projetos, destacando a colaboração, a eficiência e a redução de erros por meio da integração de informações ao longo de todo o ciclo de vida do edifício.

Conforme representado na figura 1, a utilização da tecnologia BIM é possível reunir informações de forma cíclica e sincronizada, e desta forma facilita a colaboração entre as equipes, das diversas disciplinas envolvidas no projeto, otimizando a entrega das obras.

Figura 1 – Colaboração entre as disciplinas de projeto

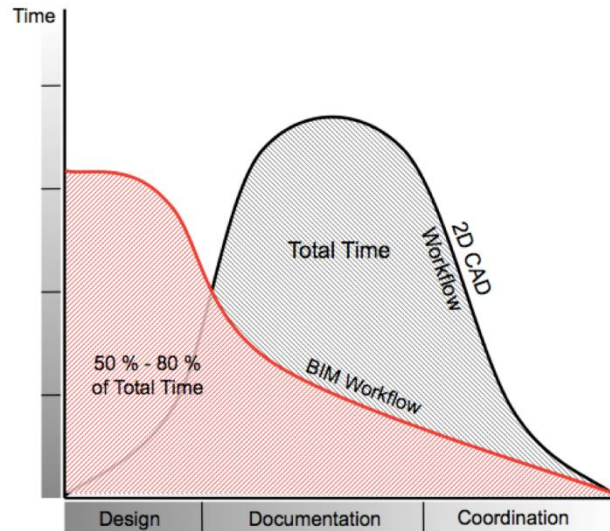


Fonte: SPBIM, 2021.

Com isso, é possível visualizar uma melhora não somente na produtividade, como também na redução de retrabalho durante a execução dos projetos e na construção da obra, proporcionando que haja facilidade nas alterações de projeto para correções, caso algum problema seja identificado.

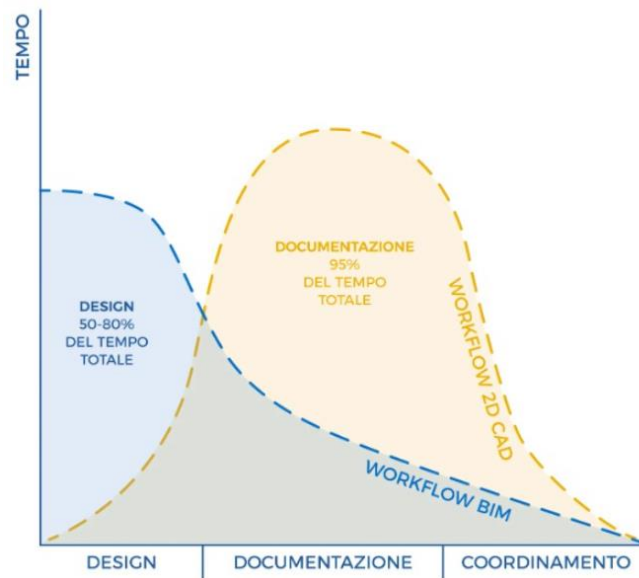
Os gráficos das figuras 2A e 2B, mostram o tempo gasto em um projeto realizado em BIM em comparado ao método tradicional (CAD). Com a tecnologia BIM, 50% a 80% do total de tempo, entre execução de projetos, documentações e execução da construção, é destinado a execução do projeto.

Figura 2A – BIM X CAD



Fonte – Infor (2013)

Figura 2B – BIM X CAD



Fonte – Infor (2013)



### 2.3.2 Uso de BIM

O uso do BIM, se tornou obrigatório a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras. Um Decreto Presidencial assinado para democratizar a plataforma no país.

Entre as metas estipuladas pelo MDIC (Ministério da Indústria, comércio Exterior e serviços), está a de aumentar em 10 vezes a implantação do BIM, de forma que 50% do PIB da construção Civil tenha adotado a metodologia até 2021.

- A partir de janeiro de 2021: a exigência de BIM se dará na elaboração de modelos para a Arquitetura e Engenharia nas disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica a partir desses modelos;
- A partir de janeiro de 2024: os modelos deverão contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução da obra, na orçamentação e na atualização dos modelos e de suas informações como construído (*“as built”*), além das exigências da primeira fase.
- A partir de janeiro de 2028: passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão.

## 2.4 Modelagem BIM

A Modelagem BIM (Building Information Modeling) é uma metodologia de trabalho que utiliza um modelo tridimensional inteligente para criar e gerenciar informações detalhadas ao longo do ciclo de vida de um empreendimento de construção. Em contraste com a abordagem tradicional em 2D, a Modelagem BIM permite a criação de modelos digitais 3D que representam não apenas a



geometria e a forma de um edifício, mas também incluem informações detalhadas sobre todos os seus componentes e aspectos.

Nesses modelos, são integradas informações relativas às características físicas e funcionais de um projeto, como materiais, geometria, custos, prazos, desempenho energético, especificações de componentes e outras informações relevantes. Essa abordagem permite uma representação mais precisa e completa do projeto, permitindo uma melhor compreensão de todas as fases do ciclo de vida do empreendimento, desde a concepção e construção até a manutenção e demolição.

A Modelagem BIM não se limita à representação estática de um edifício, mas é uma ferramenta dinâmica que permite a colaboração entre diferentes profissionais (arquitetos, engenheiros, empreiteiros, etc.) envolvidos no projeto, facilitando a detecção precoce de interferências, melhorando a eficiência, reduzindo erros e contribuindo para a tomada de decisões mais informadas ao longo de todo o processo de construção.

### 2.5.1 AUTODESK REVIT

O Revit, um software desenvolvido pela Autodesk, é uma ferramenta fundamental na indústria da arquitetura, engenharia e construção. Sua história remonta à sua criação inicial pela empresa Charles River Software em 1997, adquirida posteriormente pela Autodesk em 2002. Desde então, o Revit passou por diversas atualizações e evoluiu para se tornar uma das principais soluções de modelagem baseada em informações de construção (BIM).

Uma das características mais marcantes do Revit é sua capacidade de integrar várias disciplinas em um único modelo. Não se limitando apenas à arquitetura, o software permite a modelagem de elementos estruturais, elétricos, hidráulicos e



PUC-SP

mecânicos, promovendo a colaboração e coordenação entre equipes multidisciplinares que trabalham em um projeto.

A abordagem paramétrica do Revit é notável, pois permite a criação de elementos inteligentes e parametrizados. Essa funcionalidade possibilita ajustes e modificações no modelo, mantendo a integridade e a consistência do projeto. Além disso, o software oferece ferramentas avançadas para análises, simulações e visualizações realistas, auxiliando na compreensão do desempenho do edifício e na comunicação visual do projeto.

Por meio dessas características, o Revit se estabeleceu como uma ferramenta essencial para profissionais da construção, possibilitando a criação de projetos detalhados, aprimorando a colaboração entre equipes e melhorando significativamente a eficiência no desenvolvimento de empreendimentos.

O REVIT possui bibliotecas para arquitetura, mecânica, elétrica e outras áreas. O programa possui desenho 2D, modelagem 3D e pode ser usado para o desenvolvimento de praticamente todas as fases de um projeto.

O REVIT é o software BIM, mas conhecido é muito inclusive, acreditam que o BIM se limita a este software. O REVIT é o mais conhecido, por sua diversidade de uso em diversas etapas. Ele pode ser usado para estudos preliminares, estudos topográficos, estudos solares. Pode ser usado para projetos arquitetônicos, projetos de forma, projetos hidráulicos, projetos elétricos, projetos de estrutura metálica e projetos de armação.

Por isso grande diversidade ele se torna o mais conhecido, todavia, ele tem suas limitações quando em algumas áreas, quando o tamanho da obra evolui o porte.

#### 2.4.2 ARCHICAD

O ArchiCAD, desenvolvido pela Graphisoft, é um software pioneiro na área de modelagem de informações de construção (BIM) e possui uma história significativa na



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

PUC-SP

indústria da arquitetura e construção. Lançado em 1987, foi o primeiro software CAD a introduzir o conceito de BIM, estabelecendo padrões para muitas práticas subsequentes nesse campo.

Ao longo dos anos, o ArchiCAD passou por desenvolvimentos contínuos por meio de atualizações regulares, mantendo-se moderno e adaptado às necessidades dos profissionais da arquitetura e construção.

Uma de suas características marcantes é o Virtual Trace, uma funcionalidade exclusiva que possibilita a comparação simultânea de duas versões de um projeto. Essa ferramenta auxilia na identificação de alterações, melhora a colaboração entre equipes e agiliza o processo de revisão de projetos.

O ArchiCAD possui sua própria estrutura de objetos inteligentes, conhecidos como "GDL objects" (Geometric Description Language). Isso permite aos usuários criar e editar componentes paramétricos personalizados, atendendo a demandas específicas de projeto e ampliando a flexibilidade de modelagem.

Assim como o Revit, o ArchiCAD suporta fluxos de trabalho colaborativos, permitindo que equipes multidisciplinares trabalhem em um modelo compartilhado. Além disso, o software oferece integração com várias outras ferramentas de engenharia e design, ampliando suas funcionalidades e permitindo uma abordagem holística em projetos de construção.

Outro destaque são as poderosas ferramentas de visualização e renderização do ArchiCAD, possibilitando a criação de representações realistas de projetos, fundamentais para a comunicação com clientes e partes interessadas. Sua evolução, recursos robustos e foco na modelagem BIM o mantêm como uma escolha popular entre arquitetos e profissionais da construção, oferecendo um ambiente flexível e colaborativo para o desenvolvimento de projetos.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

**2.4.3 EBERICK**

O Eberick é um software para projeto estrutural em concreto armado moldado in-loco e concreto pré-moldado que engloba as etapas de lançamento, análise da estrutura, dimensionamento e o detalhamento final dos elementos.

Possui um poderoso sistema gráfico de entrada de dados, associado à análise da estrutura em um modelo de pórtico espacial, e a diversos recursos de dimensionamento e detalhamento dos elementos, de acordo com a NBR 6118:2014, além da visualização tridimensional da estrutura modelada e exportação de arquivos em formato .IFC (BIM), DWG, DXF, STL e .OBJ.

Trata-se de um programa diferenciado, com diversos recursos que proporcionam alta produtividade na elaboração dos projetos e no estudo de diferentes soluções para um mesmo projeto.

Funcionalidades do software Eberick:

- Exportação de arquivos em DWG, DXF, IFC e para impressão 3D;
- Lançamento de vigas e pilares;
- Lançamento de lajes maciças e pré-moldadas;
- Lançamento de escadas;
- Fundações do tipo sapata e blocos sobre estacas;
- Plantas de formas, corte e planta de locação;
- Análise dos esforços e deslocamentos da estrutura;
- Dimensionamento e detalhamento dos elementos;
- -Resumo de materiais do projeto;
- Pórticos 3D.



#### 2.5.4. TQS

O software TQS é uma ferramenta de engenharia que utiliza a metodologia BIM (Building Information Modeling) para o cálculo estrutural de edificações. Ele oferece uma abordagem integrada para o projeto, análise e dimensionamento de estruturas, permitindo aos engenheiros trabalhar de maneira eficiente e precisa.

Por meio do TQS, é possível criar modelos tridimensionais detalhados de edifícios, que contêm informações completas sobre os elementos estruturais e suas interações.

Esses modelos são usados para realizar análises estruturais avançadas, simulações e cálculos de cargas, permitindo a visualização e verificação do comportamento da estrutura antes da construção.

O software TQS facilita a integração entre arquitetos, engenheiros estruturais e outros profissionais envolvidos no processo de construção, possibilitando uma colaboração mais eficaz e uma comunicação mais fluida entre as diferentes disciplinas.

Com suas capacidades BIM, o TQS agiliza o processo de projeto, minimiza erros, permite a otimização de estruturas e contribui para a tomada de decisões mais informadas ao longo do ciclo de vida do projeto, desde a concepção até a execução da obra.

#### 2.4.4 ALLPLAN

O Allplan, desenvolvido pela empresa alemã Nemetschek, é um software completo de arquitetura e engenharia que se destaca por oferecer uma plataforma integrada para a modelagem de informações de construção (BIM) e o design arquitetônico.

Desde seus primórdios, no início dos anos 1980, o programa evoluiu significativamente: inicialmente concentrado na produção de desenhos técnicos, cresceu para se tornar uma solução BIM abrangente, mantendo-se como uma das principais ferramentas de design e modelagem na indústria da construção.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

O Allplan permite a criação de modelos 3D detalhados, possibilitando a visualização e colaboração entre as diferentes disciplinas envolvidas em um projeto de construção, como arquitetura, engenharia estrutural e instalações.

Além disso, oferece recursos avançados, incluindo um módulo de renderização integrado para visualização realista de projetos e a capacidade de gerenciar e analisar grandes quantidades de dados. Essa capacidade de lidar eficientemente com informações complexas permite um controle mais preciso do projeto.

Sua interface intuitiva e adaptabilidade para atender às necessidades específicas de diversos tipos de projetos são aspectos notáveis do software. Além disso, o Allplan se destaca por sua capacidade de integração e colaboração entre equipes multidisciplinares, permitindo uma abordagem holística no desenvolvimento de empreendimentos. Com todas essas características, o Allplan se solidifica como uma ferramenta poderosa e flexível para profissionais do ramo da arquitetura e engenharia, oferecendo uma solução completa para o ciclo de vida de um projeto de construção.

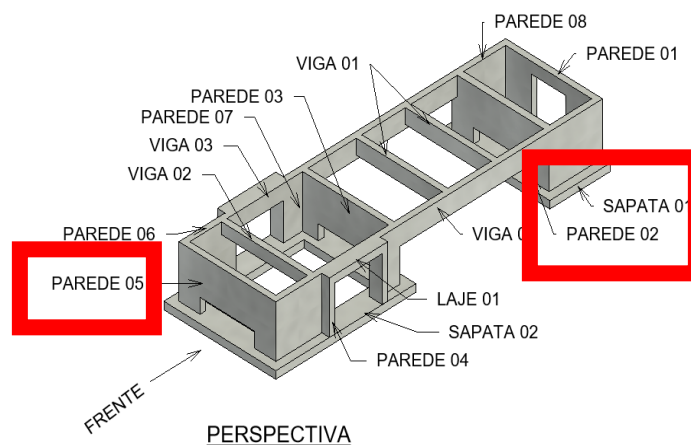
### 3. ESTUDO DE CASO: COMPARAÇÃO DE UM PROJETO DE INFRAESTRUTURA USANDO A METODOLOGIA BIM NO REVIT E SEM A METODOLOGIA NO AUTOCAD.

Foi feito uma modelagem e detalhamento de um transformador de usina fotovoltaica, em um software BIM e uma modelagem em software CAD, após a modelagem em ambos, foi feito uma estudo comparativo de tempo, vantagens e desvantagens.

#### 3.1 Comparativo e estudo de caso da forma do transformador

A imagem a seguir é a perspectiva do transformador modelo no REVIT, para que nas próximas figuras fique claro quais os elementos estão sendo falados. Como mostra nas indicações em vermelho.

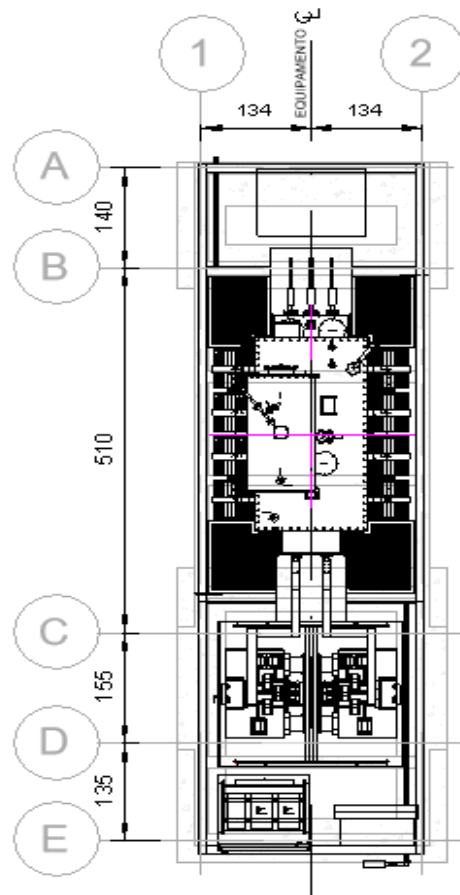
Figura 3 – Perspectiva 3D da forma do transformador - BIM



Fonte Autor.

A modelagem que usamos como referência é um transformador para suporte de equipamentos elétricos, como estamos falando sobre usinas fotovoltaicas, grande parte das estruturas de concreto armado são bases para diversos equipamentos.

Figura 4 – Locação da forma do transformador - BIM

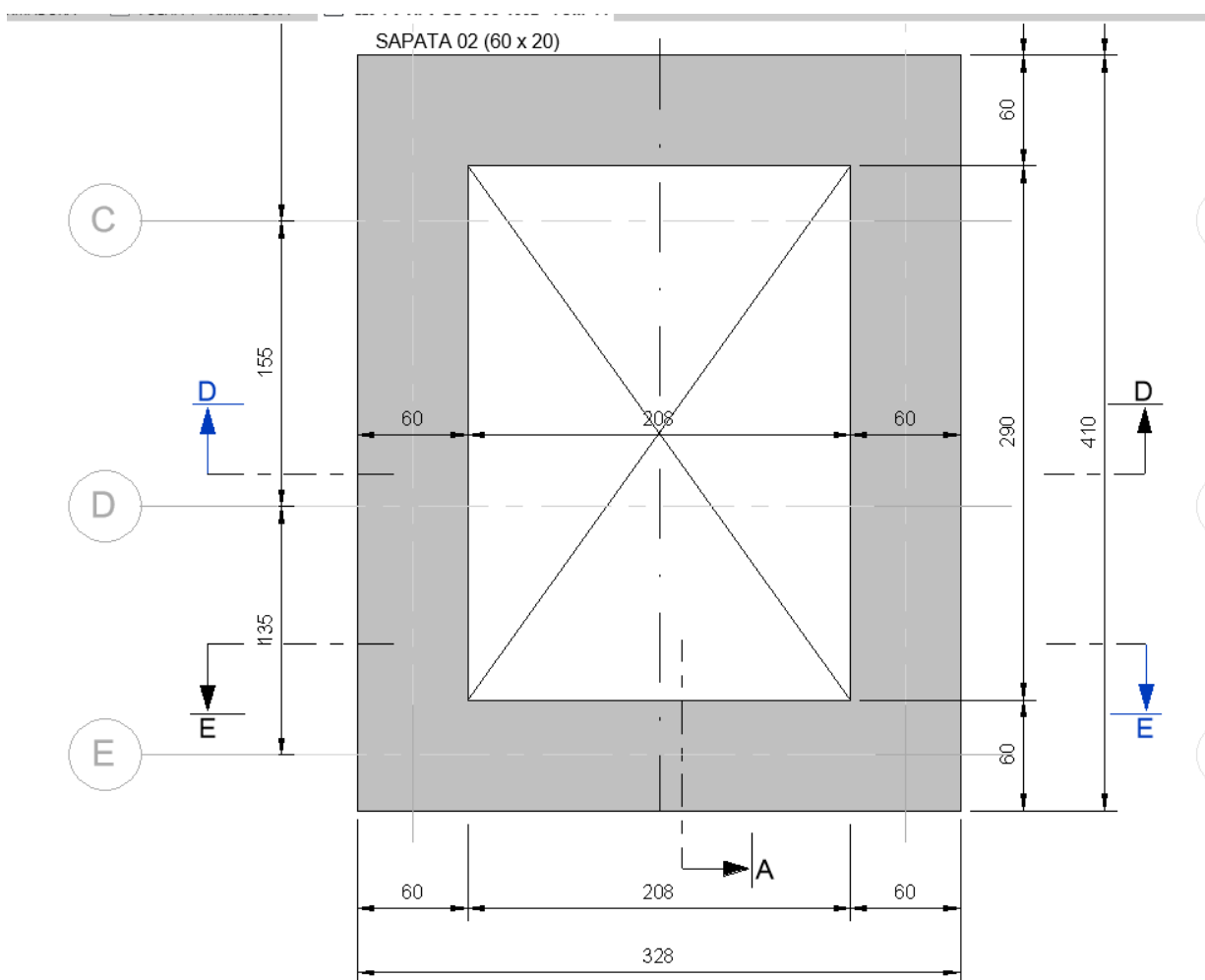


LOCAÇÃO DO EQUIPAMENTO  
ESCALA 1 : 80

Fonte Autor.

A figura 5 é o detalhamento da planta da forma da sapata feita no REVIT, mostrando as cotas, cortes e eixos da estrutura.

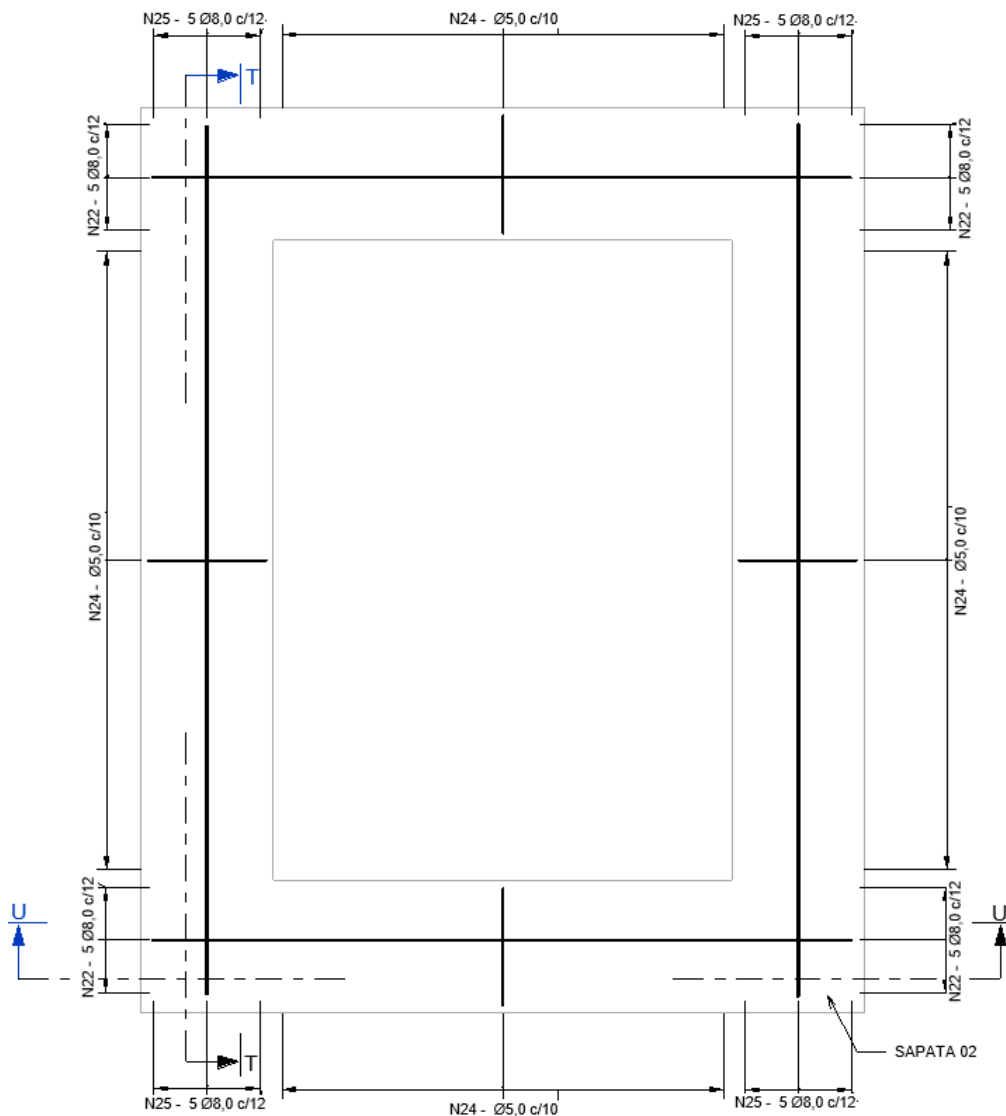
Figura 5 – Planta Sapata da forma do transformador - BIM



Fonte Autor.

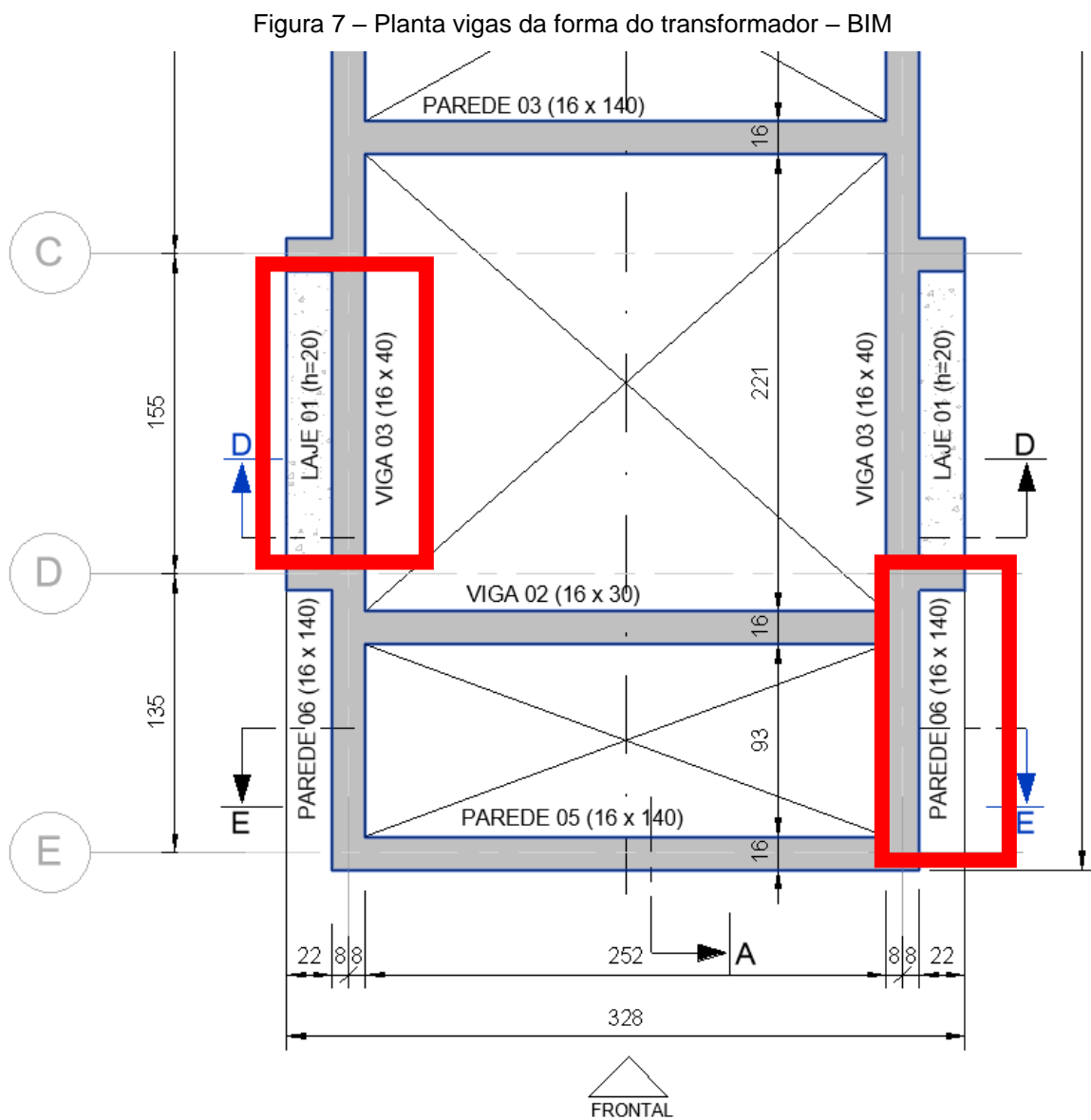
Na figura 6, está sendo mostrado a planta assim como na figura 5, porém a planta de armadura feita no REVIT, nela contém a quantidade de ferros, a numeração da barra e a bitola do ferro.

Figura 6 – Planta Sapata da armadura do transformador – REVIT



Fonte Autor.

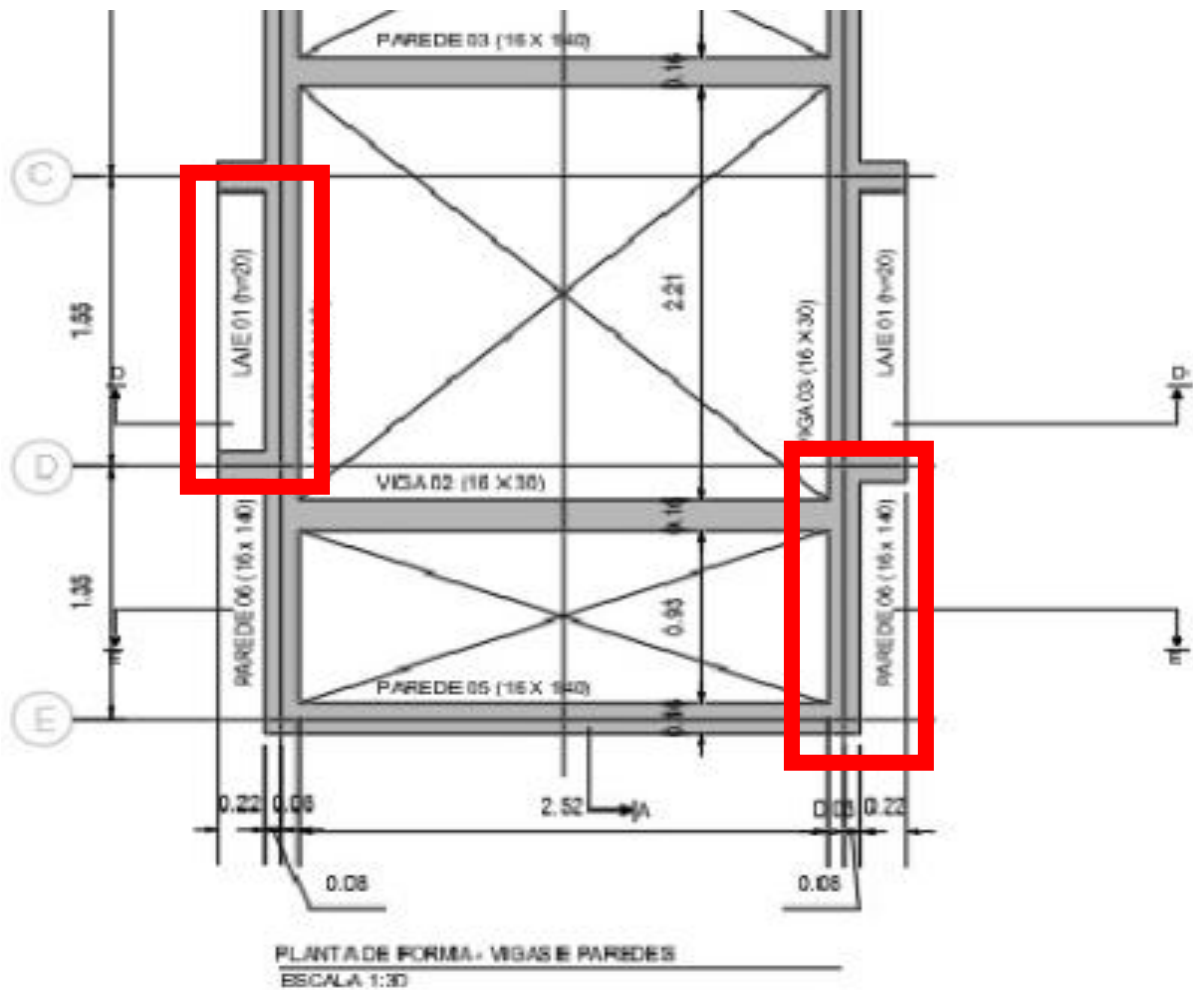
A figura 7, é o detalhamento das vigas do transformador, com a dimensão das seções, cortes, eixos e nomenclaturas no REVIT. As indicações em vermelho são extraídas do REVIT de forma automática o que facilitam quando há necessidade de trocar de nomenclatura ou mudanças nas dimensões.



Fonte Autor.

A figura 8 é também a forma do transformador, porém foi feita no software autocad. As indicações em vermelho foram feitas manualmente, caso tenha mudanças, de forma manual o projetista, engenheiro ou tecnólogo será que procurar no projeto onde aparecem essas indicações e mudar uma por uma.

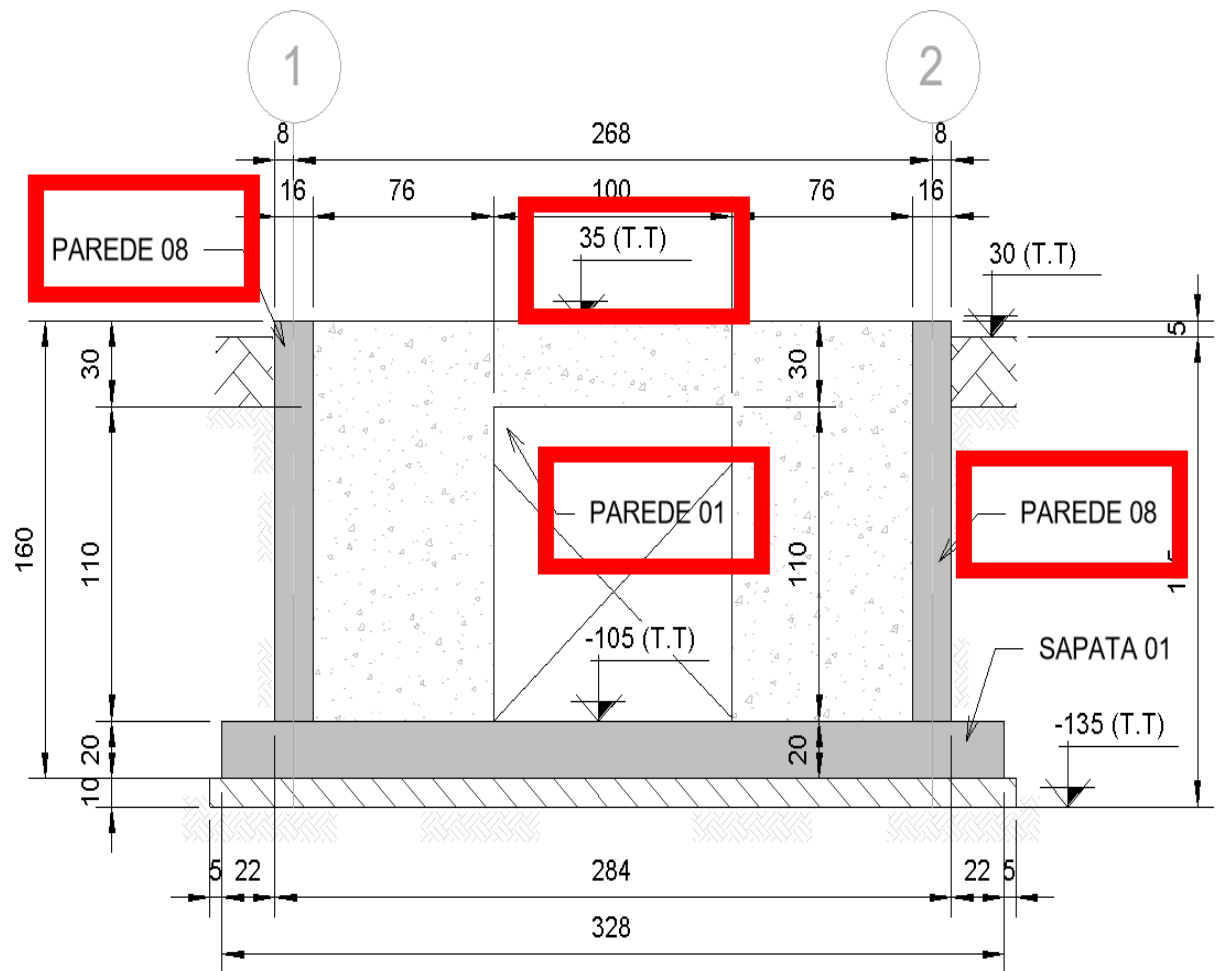
Figura 8 – Planta vigas da forma do transformador – CAD



Fonte Autor:

A figura 9 está mostrando um corte da forma do transformador feita no REVIT, cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são extraídas de forma automática no REVIT facilitando qualquer alteração. E os elementos são reais e não linhas.

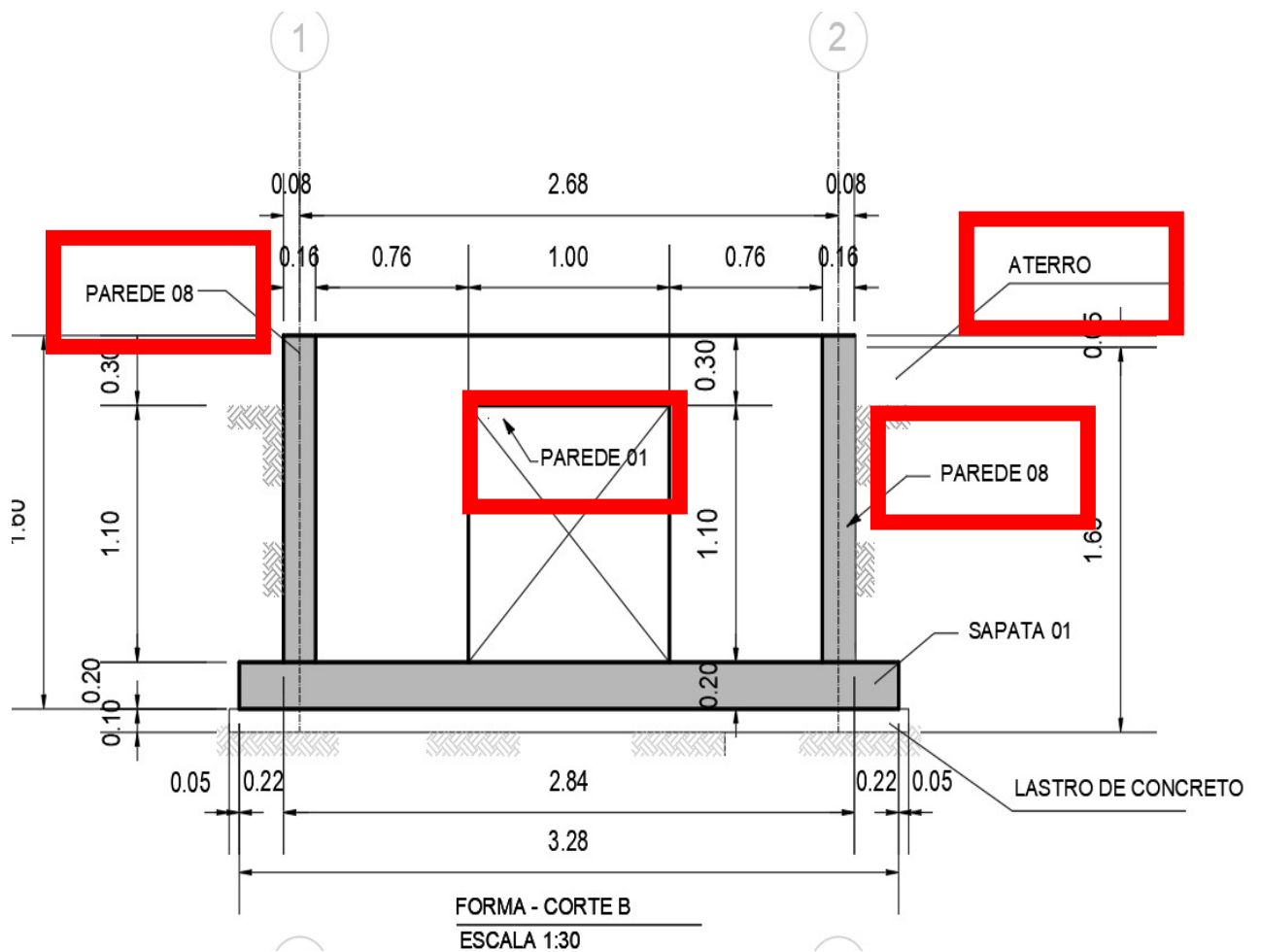
Figura 9 – Corte da forma do transformador – BIM



Fonte Autor.

A figura 10 está mostrando um corte da forma do transformador feita no Autocad , cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são feitas manualmente assim como as hachuras, o que dificulta as alterações que sempre surgem.

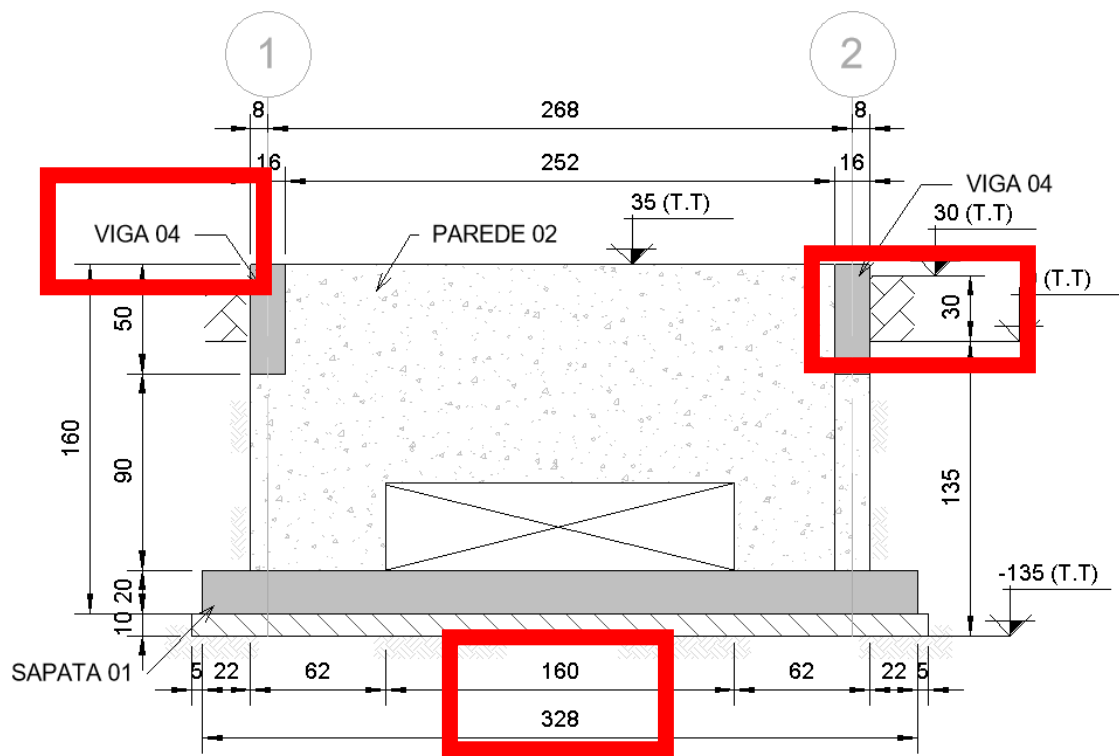
Figura 10 – Corte da forma do transformador - CAD



Fonte Autor.

A figura 11 está mostrando um corte da forma do transformador feita no REVIT, cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução do mesmo. As indicações em vermelho são extraídas de forma automática no REVIT facilitando qualquer alteração. E os elementos são reais e não linhas.

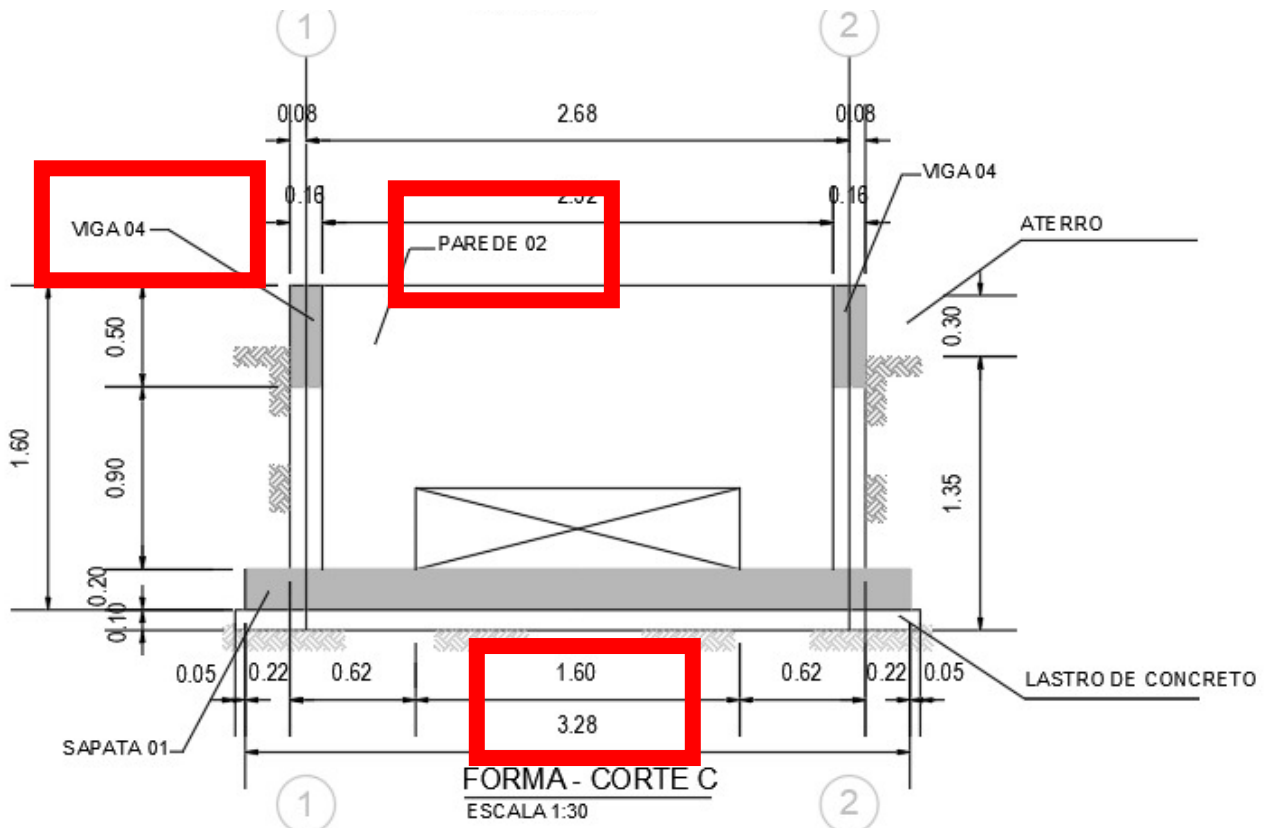
Figura 11 – Corte da forma do transformador – BIM



Fonte Autor.

A figura 12 está mostrando um corte da forma do transformador feita no Autocad , cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são feitas manualmente assim como as hachuras, o que dificulta as alterações que sempre surgem.

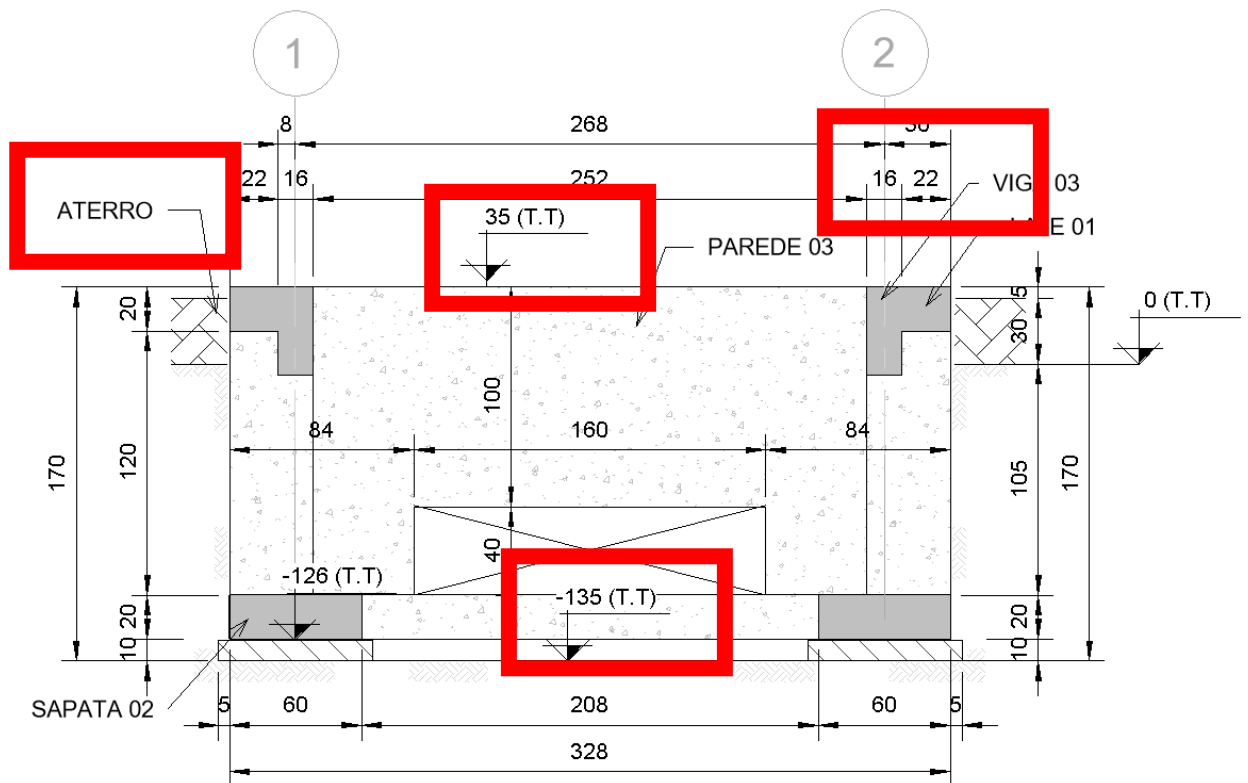
Figura 12 – Corte da forma do transformador – CAD



Fonte Autor.

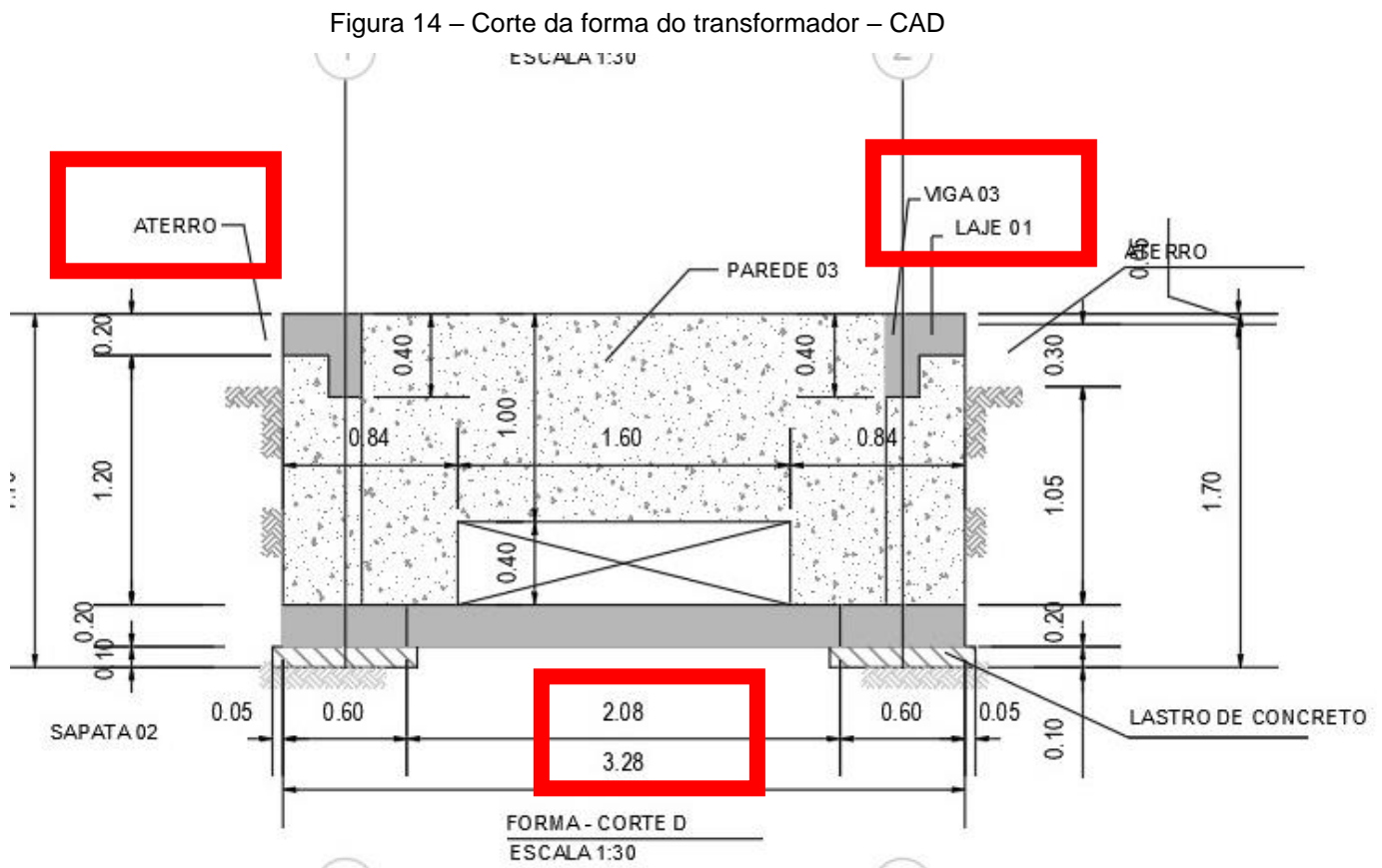
A figura 13 está mostrando um corte da forma do transformador feita no REVIT, cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são extraídas de forma automática no REVIT facilitando qualquer alteração. E os elementos são reais e não linhas.

Figura 13 – Corte da forma do transformador – BIM



Fonte Autor.

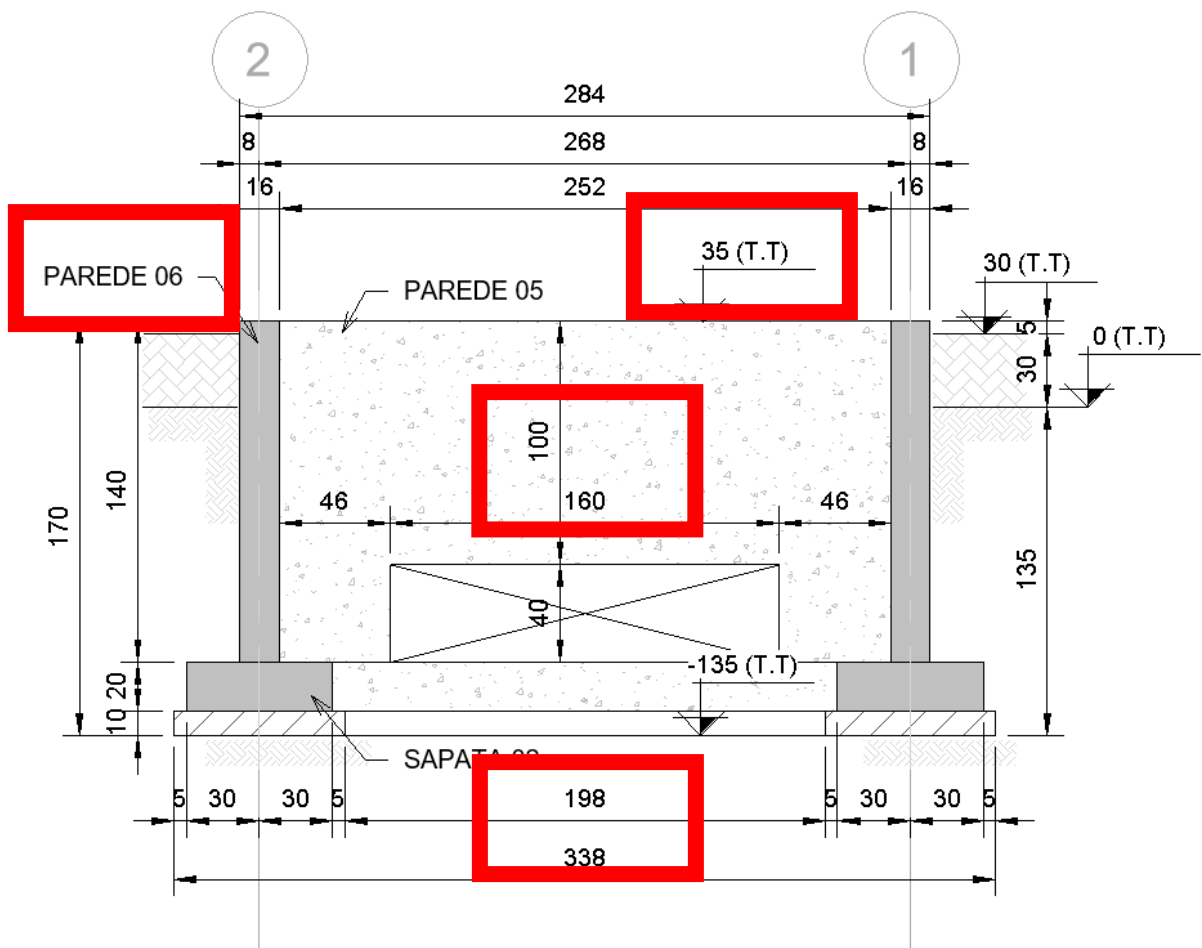
A figura 14 está mostrando um corte da forma do transformador feita no Autocad , cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são feitas manualmente assim como as hachuras, o que dificulta as alterações que sempre surgem.



Fonte Autor.

A figura 15 está mostrando um corte da forma do transformador feita no REVIT , cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são extraídas de forma automática no REVIT facilitando qualquer alteração. E os elementos são reais e não linhas.

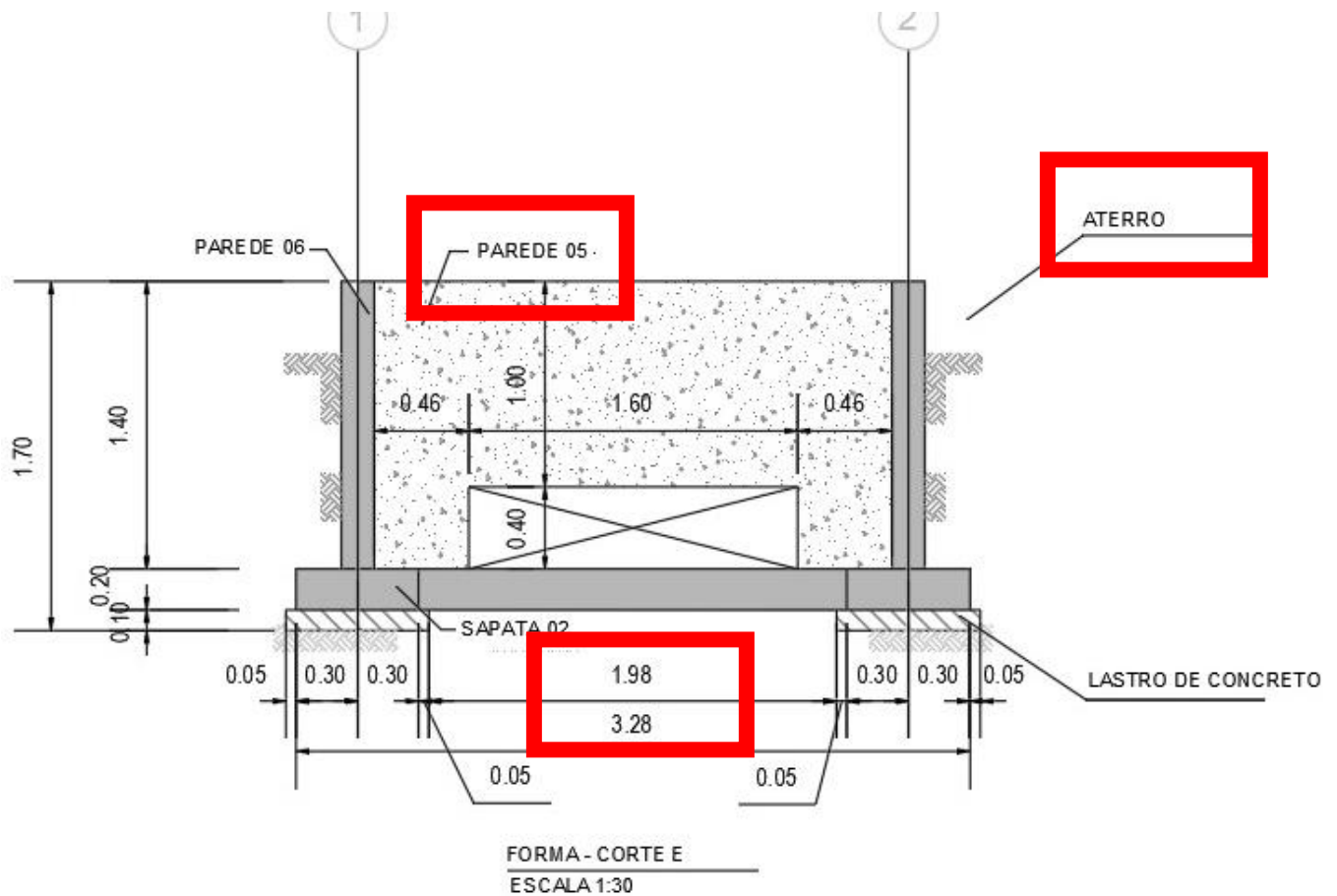
Figura 15 – Corte da forma do transformador – BIM



Fonte Autor.

A figura 16 está mostrando um corte da forma do transformador feita no Autocad , cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução o mesmo. As indicações em vermelho são feitas manualmente assim como as hachuras, o que dificulta as alterações que sempre surgem.

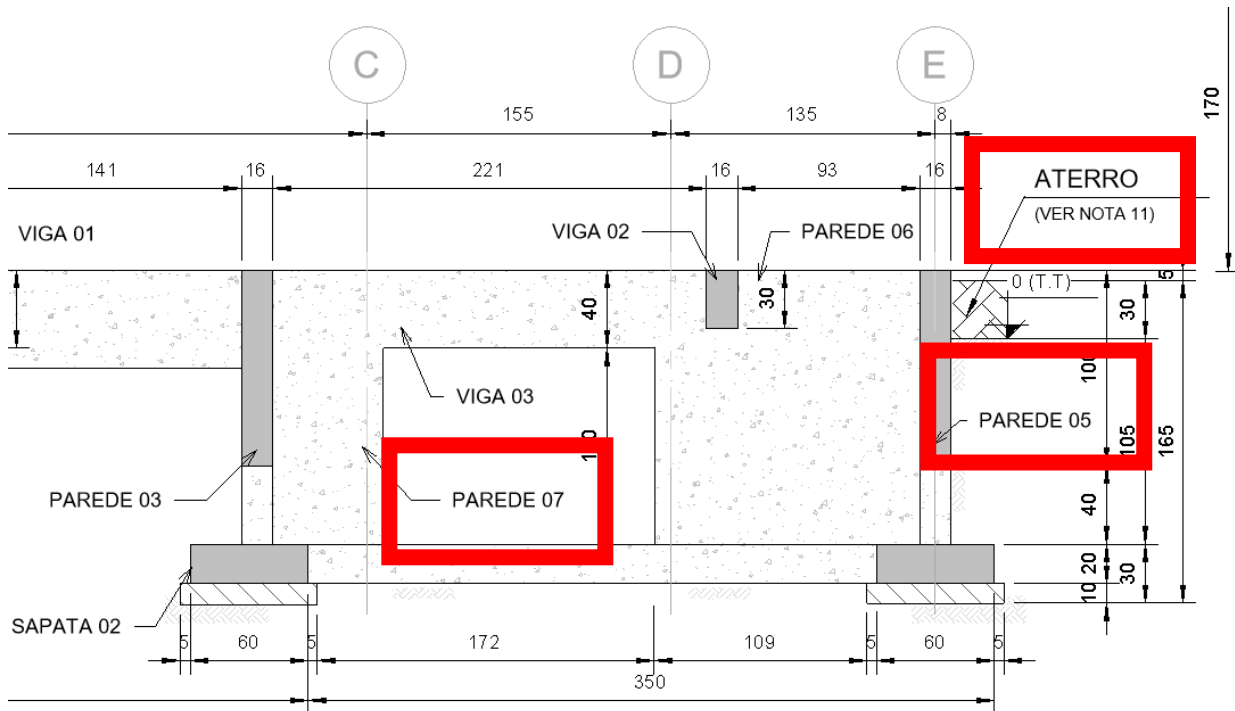
Figura 16 – Corte da forma do transformador – CAD



Fonte Autor.

A figura 17 está mostrando um corte da forma do transformador feita no REVIT, cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução do mesmo. As indicações em vermelho são extraídas de forma automática no REVIT facilitando qualquer alteração. E os elementos são reais e não linhas.

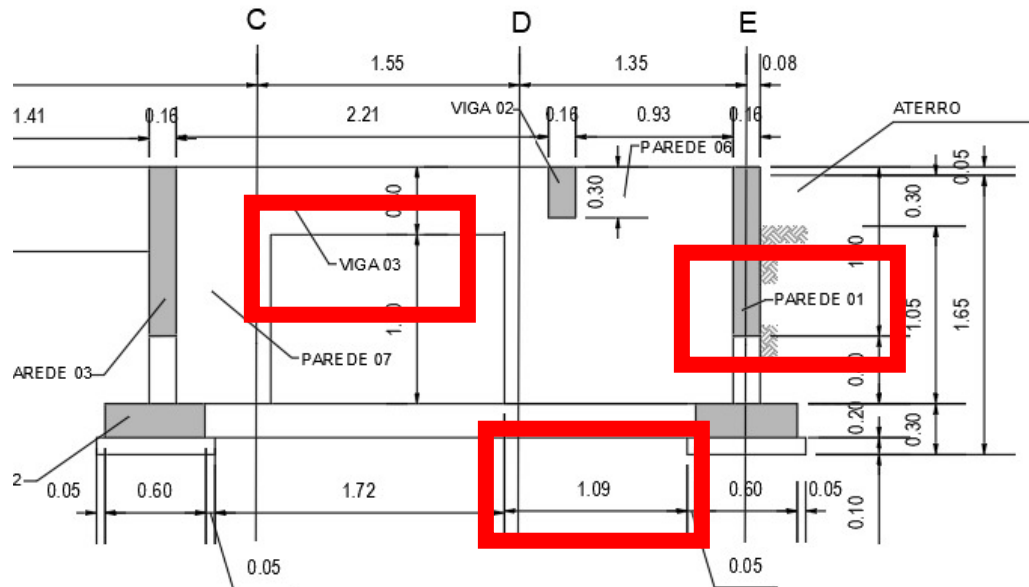
Figura 17 – Corte da forma do transformador – BIM



Fonte Autor.

A figura 10 está mostrando um corte da forma do transformador feita no Autocad, cotando eixos e dimensões fundamentais para a execução do mesmo. As indicações em vermelho são feitas manualmente assim como as hachuras, o que dificulta as alterações que sempre surgem.

Figura 18 – Corte da forma do transformador – CAD



Fonte Autor.

A figura 19 está mostra a tabela que o REVIT gera de forma automática, quando é feita a modelagem de forma correta aplicando os materiais necessários.

Figura 19 – Tabela de matérias do transformador – BIM

TABELA DE MATERIAIS*	
MATERIAL	QTD
Concreto, Moldado no local - C30	7,59 m <sup>3</sup>
Lastro de Concreto - C10	1,41 m <sup>3</sup>
Forma	135 m <sup>2</sup>

\* Quantidades para uma fundação

MOVIMENTAÇÃO DE TERRA **	
CORTE	45,46 m <sup>3</sup>
ATERRO	27,04 m <sup>3</sup>

\*\* volume calculado para TS01, o mesmo pode variar conforme topografia.

Fonte Autor.

Conforme as imagens acima mostram, foi feito uma modelagem de um transformador de energia fotovoltaica no software BIM, Revit e no Autocad. Ao realizar as comparações, foi possível analisar diversos fatores.

O primeiro ponto que ficou evidente, foi que a visualização do projeto em si se assemelha entre o uso ou não da metodologia BIM. Porém essa é uma das únicas semelhanças.

Foi contabilizado o tempo de execução do mesmo projeto, o projeto feito através da metodologia BIM, apresentou o tempo de execução sessenta por cento menor. Devido a possibilidade de compartilhar o arquivo na nuvem, integrando assim todas as disciplinas.

Facilitando a colaboração entre os membros da equipe de projeto. Diferentes disciplinas, como arquitetura, engenharia estrutural, engenharia mecânica, elétrica e hidráulica, podem trabalhar juntas no mesmo modelo, compartilhando informações e coordenando suas atividades. Isso reduz conflitos e incompatibilidades entre os projetos individuais, economizando tempo e evitando erros durante a fase de construção.

O compartilhamento na nuvem, possibilita também, diversas pessoas trabalharem no mesmo projeto, mesmo sendo da mesma disciplina. Por exemplo, um projetista pode fazer as sapatas do transformador, enquanto outro projetista, pode ir modelando as vigas,



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

pilares e lajes. Com o BIM, é possível identificar e resolver conflitos entre os diferentes elementos do projeto antes mesmo do início da construção.

O modelo 3D permite uma visualização clara e precisa do projeto, auxiliando na detecção de problemas como sobreposição, interferências e incompatibilidades entre sistemas, evitando erros e retrabalho no canteiro de obras.

E possibilita a realização de análises e simulações avançadas para avaliar o desempenho do projeto. Por exemplo, é possível realizar análises de energia, análises estruturais, simulações de fluxo de ar, entre outras. Essas análises auxiliam na tomada de decisões informadas, otimizando o projeto e melhorando a eficiência energética, a sustentabilidade e o desempenho geral da construção.

O projeto feito através da metodologia BIM no Revit, por ser associativo, facilita a mudança de dimensionamento de algum elemento da estrutura, o que acontece corriqueiramente no dia a dia dos projetos de infraestrutura é mudar a dimensão de algum elemento, seja altura, espessura ou largura, e o Revit, acompanha a mudança em seu detalhamento, sendo assim eliminando o retrabalho. Isso acontece porque cada elemento cotado ou especificado carrega consigo informações e não são apenas linhas, como no CAD.

Nas figuras 5, 7, 9, 11, 15, 17 e 18 é possível identificar que o BIM permite a criação de um modelo digital detalhado e integrado que contém informações sobre a geometria do projeto, elementos construtivos, propriedades físicas, informações de custo, prazos, desempenho energético, manutenção e muito mais.

Essas informações são armazenadas em um único arquivo, possibilitando que todas as partes interessadas tenham acesso a informações precisas e atualizadas, evitando inconsistências e retrabalho.

Como mostra na figura 19, todos os softwares BIM, por carregarem consigo informações, geram tabelas automáticas, com as informações desejadas para determinadas frentes de disciplinas. Isso evita erros, pois se a modelagem foi feita corretamente, o volume de concreto, forma e até a movimentação de terra sairá automaticamente, quando gerar a tabela.



PUC-SP

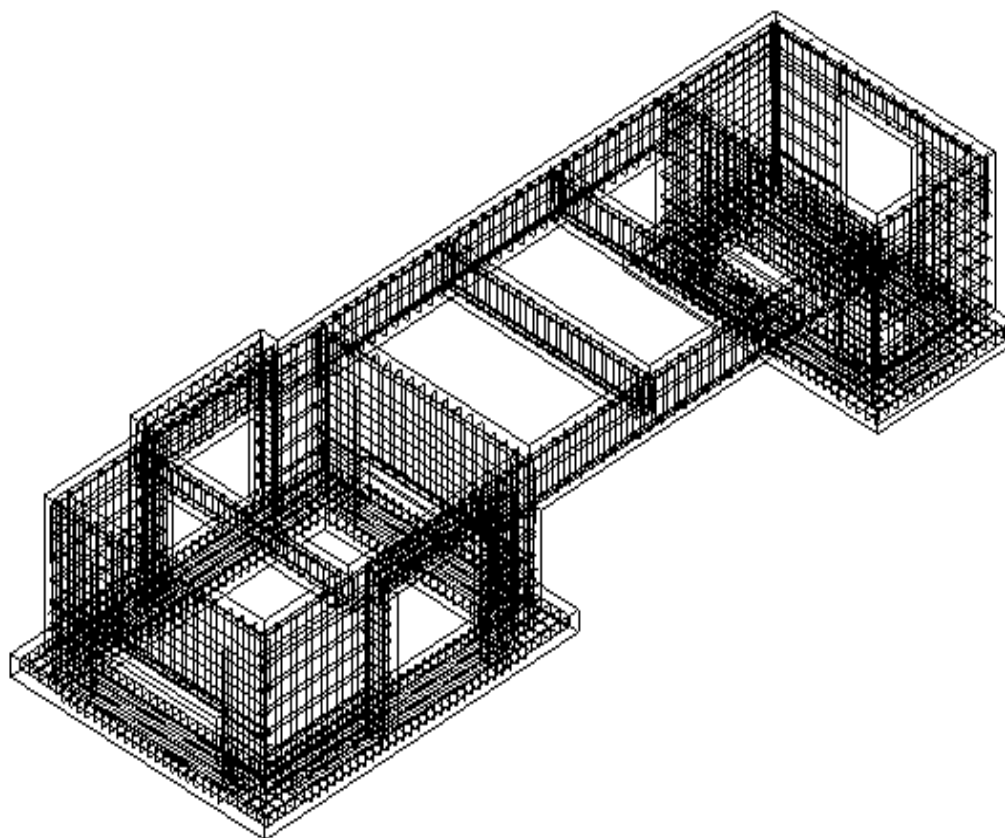
## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

Com base na comparação entre a metodologia BIM e a CAD, foi possível considerar que o BIM é mais eficiente, devido as suas capacidades avançadas de modelagem e gerenciamento de informações. Ao permitir uma colaboração aprimorada, detecção antecipada de conflitos, análises avançadas e gerenciamento de mudanças mais eficiente, o BIM tem o potencial de melhorar a produtividade, reduzir custos e aumentar a qualidade dos projetos de construção.

### 3.2 Comparativo e estudo de caso da armadura do transformador

A figura 20 é uma perspectiva das armaduras modelas no REVIT do transformador.

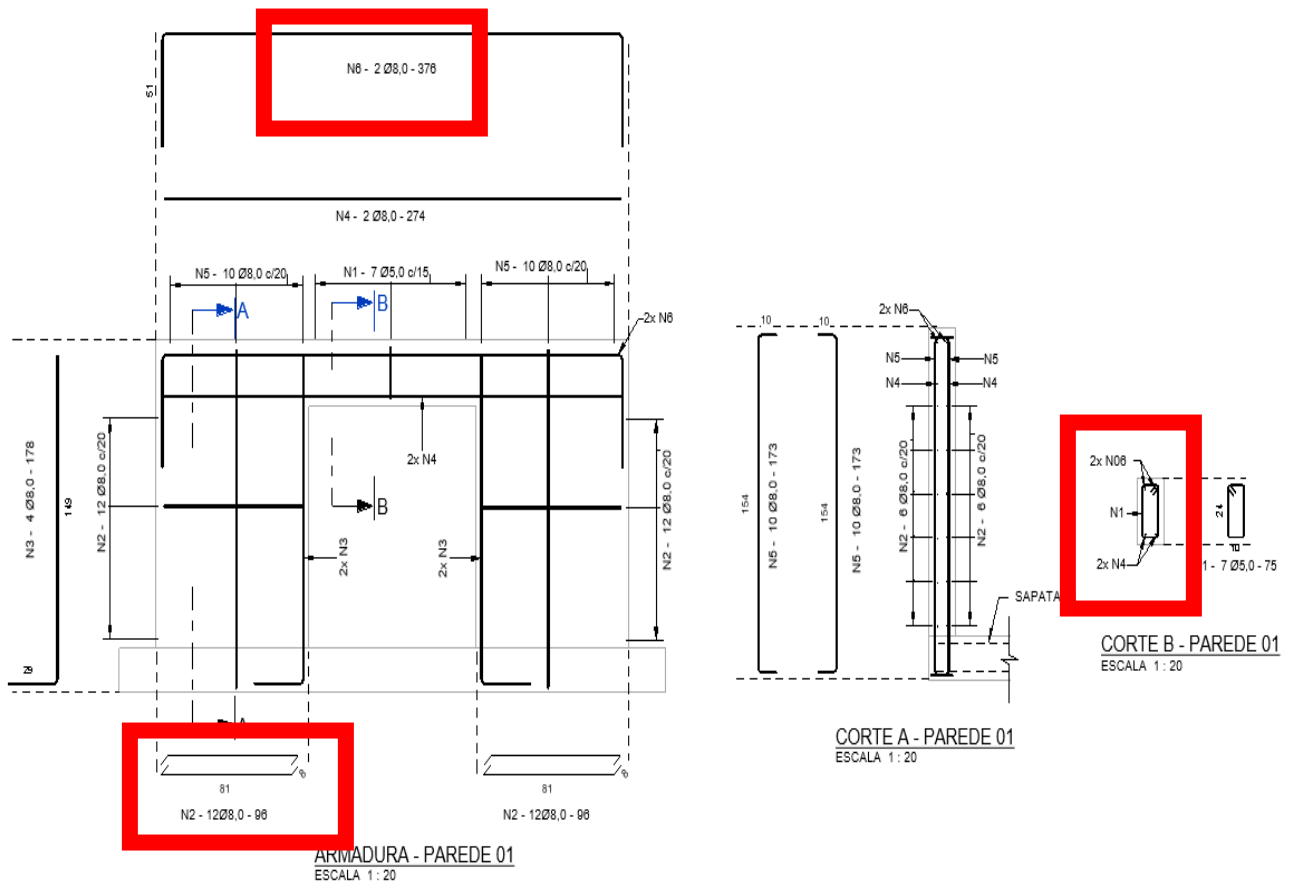
Figura 20 – Perspectiva 3D da armadura do transformador - BIM



Fonte Autor.

A figura 21 é um corte da modelagem de armadura do REVIT, e todas as indicações em vermelho são extraídas de forma automática, facilitando as alterações ou mudanças necessárias.

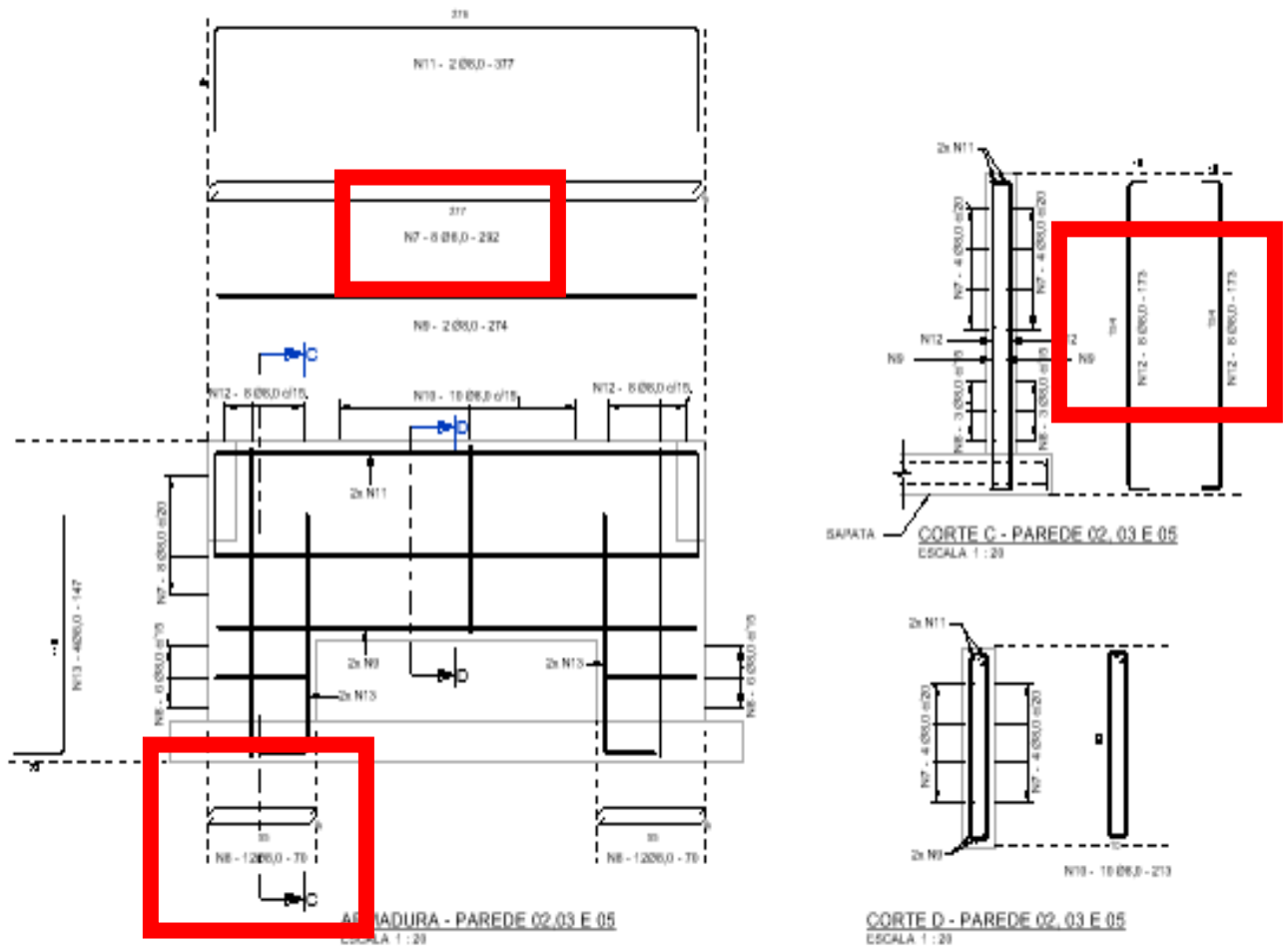
Figura 21 – corte da armadura do transformador - BIM



Fonte Autor.

A figura 22 é um corte da modelagem de armadura do REVIT, e todas as indicações em vermelho são extraídas de forma automática, facilitando as alterações ou mudanças necessárias.

Figura 22 – corte da armadura do transformador - BIM



Fonte Autor.



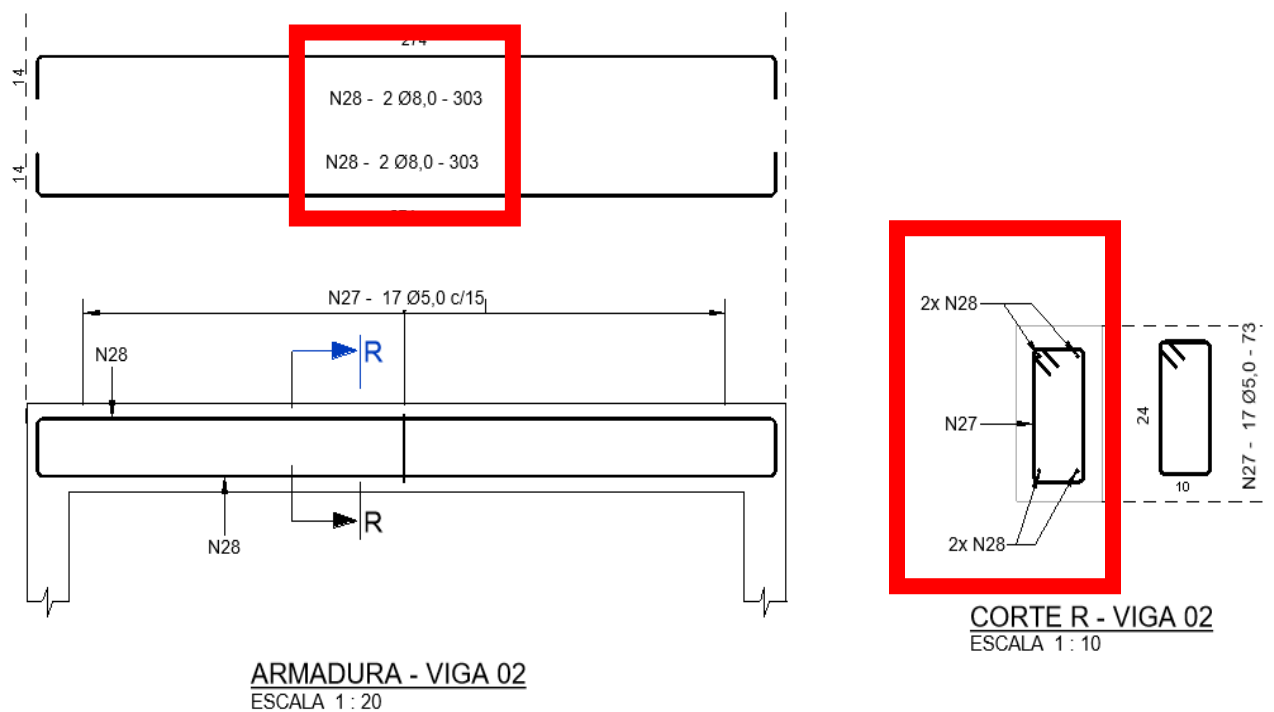


PUC-SP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

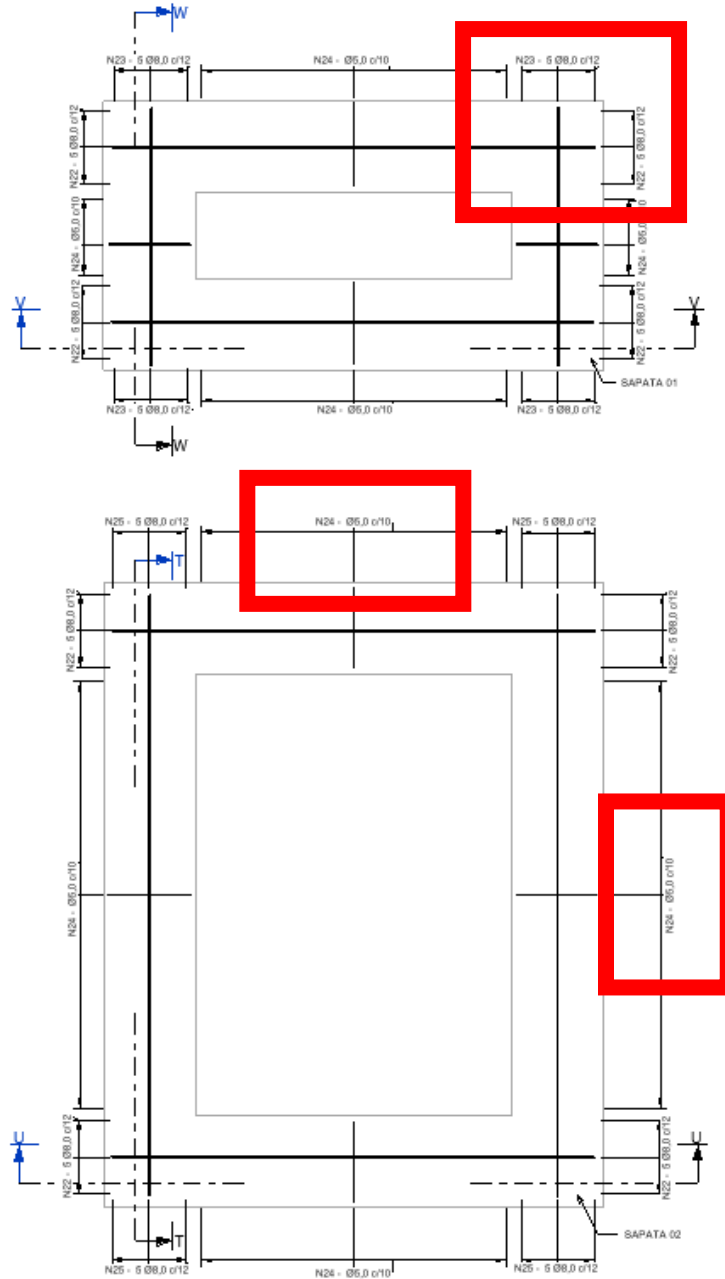
A figura 24 e 25 são cortes da modelagem de armadura do REVIT, e todas as indicações em vermelho são extraídas de forma automática, facilitando as alterações ou mudanças necessárias.

Figura 24 – corte da armadura do transformador - BIM



Fonte Autor.

Figura 25 – Planta da armadura do transformador - BIM



Fonte Autor.

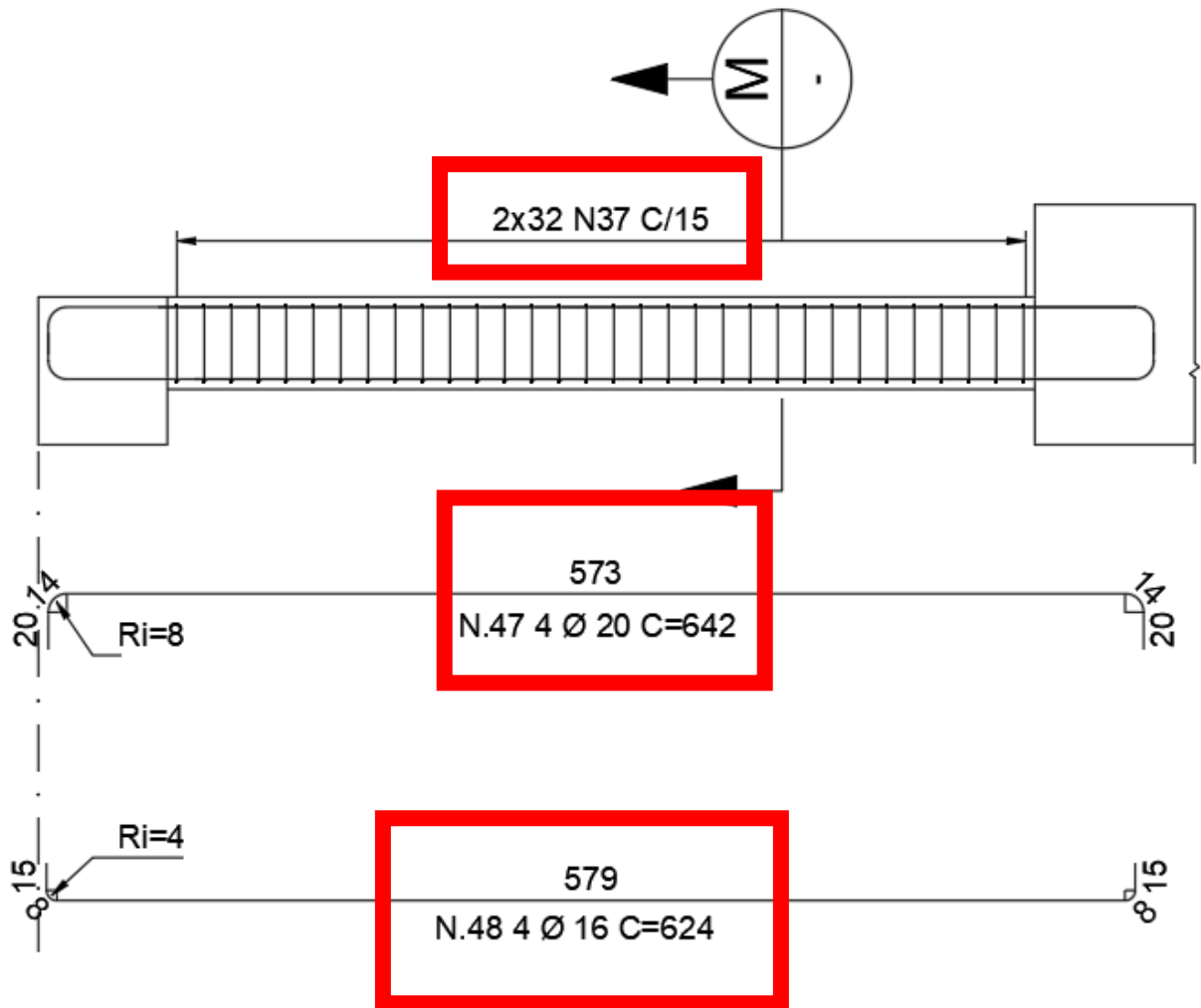


PUC-SP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

A figura 26 é um corte da armadura do transformador feita no Autocad, e as indicações feitas em vermelhos, são feitas de forma manual, caso tenha a necessidade de fazer alteração na quantidade, nomenclaturou bitolas, precisar ser feito de forma manual.

Figura 26 – corte da armadura do transformador - CAD



Fonte Autor.

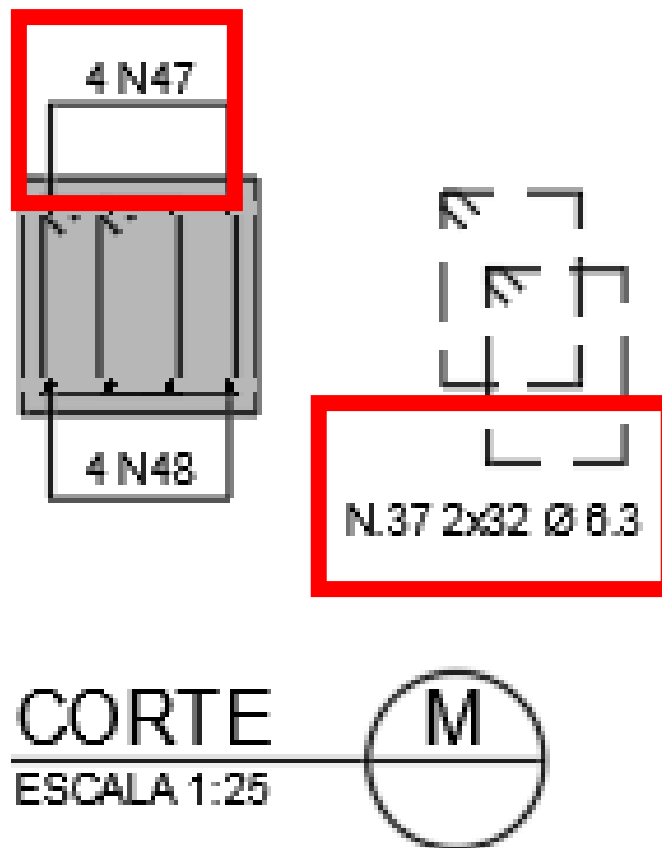


PUC-SP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

A figura 27 é um corte da armadura do transformador feita no Autocad, e as indicações feitas em vermelhos, são feitas de forma manual, caso tenha a necessidade de fazer alteração na quantidade, nomenclaturou bitolas, precisar ser feito de forma manual.

Figura 27 – corte da armadura do transformador - CAD



Fonte Autor.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

A figura 28 está mostrando uma tabela de aço retirada do REVIT e a indicação feita em vermelho, é extraída de forma automática.

Figura 28 – tabela de aços do transformador - BIM

LISTA DE AÇO *						
N	QT	Ø (mm)	COMP. UNIT. (cm)	TOTAL (m)	AÇO	PESO TOTAL (Kg)
1	7	5,0	75	5,29	AÇO CA-60	0,81
2	27	8,0	80	21,79	AÇO CA-50	8,29
3	4	8,0	178	7,12	AÇO CA-50	2,85
4	2	8,0	274	5,49	AÇO CA-50	2,20
5	20	8,0	173	34,70	AÇO CA-50	13,88
6	2	8,0	376	7,53	AÇO CA-50	3,01
7	24	8,0	292	70,08	AÇO CA-50	28,03
8	36	8,0	70	25,38	AÇO CA-50	10,15
9	6	8,0	274	16,44	AÇO CA-50	6,58
10	30	8,0	213	64,05	AÇO CA-50	25,62
11	6	8,0	377	22,65	AÇO CA-50	9,06
12	48	8,0	173	83,04	AÇO CA-50	33,22
13	12	8,0	147	17,64	AÇO CA-50	7,06
14	32	8,0	166	53,28	AÇO CA-50	21,31
15	24	8,0	158	37,92	AÇO CA-50	15,17
16	24	8,0	164	39,36	AÇO CA-50	15,74
17	32	8,0	169	54,24	AÇO CA-50	21,70
18	32	5,0	87	27,84	AÇO CA-60	4,29
19	24	8,0	169	40,56	AÇO CA-50	16,22
20	20	8,0	76	15,20	AÇO CA-50	6,08
21	16	8,0	169	27,12	AÇO CA-50	10,85
22	40	8,0	334	133,60	AÇO CA-50	53,44
23	20	8,0	186	37,20	AÇO CA-50	14,88
24	154	5,0	143	220,99	AÇO CA-60	34,03
25	20	8,0	413	82,70	AÇO CA-50	33,08
26	4	8,0	331	13,26	AÇO CA-50	5,30
27	17	5,0	73	12,50	AÇO CA-60	1,92
28	4	8,0	303	12,14	AÇO CA-50	4,86
29	18	5,0	94	17,01	AÇO CA-60	2,62
30	58	5,0	118	68,73	AÇO CA-60	10,58
31	6	12,5	571	34,26	AÇO CA-50	32,99
32	2	12,5	283	5,66	AÇO CA-50	5,45
33	4	8,0	213	8,52	AÇO CA-50	3,41
34	8	12,5	548	43,88	AÇO CA-50	42,26
35	36	5,0	95	34,38	AÇO CA-60	5,29
36	4	8,0	273	10,92	AÇO CA-50	4,37
37	8	10,0	288	23,04	AÇO CA-50	14,22
38	20	5,0	98	19,60	AÇO CA-60	3,02
39	8	8,0	185	14,80	AÇO CA-50	5,92
40	4	8,0	658	26,32	AÇO CA-50	10,53
860				1497,59		551,26

Fonte Autor.



PUC-SP

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

A figura 29 foi extraída do autocad, e a indicação feita em vermelho foi gerada a partir de uma lisp, que extrai comprimento e quantidades que são colocados de forma manual nas barras.

Figura 29 – tabela de aços do transformador – CAD

LISTA DE AÇO				
N	QUANT.	COMPRIMENTOS (cm)		TOTAL
		UNITÁRIOS	TOTAL	
1				
2	20	6	1200	7200
3	20	3	541	1623
4	20	1	600	600
5	20	2	859	1718
6	20	4	1200	4800
7	20	2	719	1438
8	6.3	350	127	44450
9	25	7	650	4550
10	12.5	18	576	10368
11	25	6	650	3900
12	12.5	56	350	19600
13	20	3	231	693
14	12.5	2	208	416
15	20	3	349	1047
16	20	1	337	337
17	20	1	337	337
18	20	3	349	1047
19	20	3	374	1122
20	20	1	362	362
21	20	1	362	362
22	20	3	374	1122
23	8	44	129	5676
24	20	2	567	1134
25	16	2	552	1104
26	20	3	1200	3600
27	20	3	473	1419
28	20	1	400	400
29	20	2	900	1800
30	20	2	719	1438
31	20	4	1200	4800
32	20	4	900	3600
33	20	4	432	1728
34	16	4	600	2400
35	16	4	1200	4800
36	16	4	570	2280
37	6.3	292	153	44676
38	25	7	713	4991
39	25	7	703	4921
40	12.5	18	639	11502
41	25	7	713	4991
42	12.5	68	350	23100
43	20	3	600	1800
44	20	3	567	1701
45	20	2	500	1000
46	20	2	613	1226
47	20	4	642	2568
48	16	4	624	2496

RESUMO AÇO CA 50			
#	kg/m	COMPR. (m)	PESO (kg)
6.3	0.243	891.26	218
8	0.395	96.76	22
10	0.617		
12.5	0.963	649.86	626
16	1.578	130.8	206
20	2.466	596.22	1372
25	3.853	233.53	900
32	6.313		
40	9.865		
PESO TOTAL			3344

Fonte Autor.



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Como citado acima, os projetos foram feitos na metodologia BIM e CAD, observando as figuras acima de armadura, pode-se observar, assim como na forma, que a estética do projeto não sofre alterações significativas, pela mudança de metodologia ou softwares.

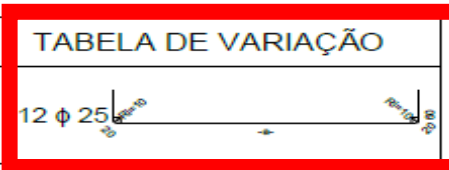
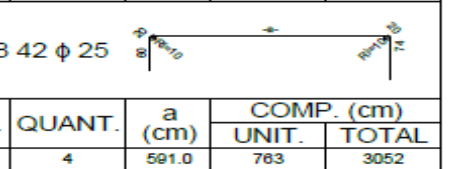
A modelagem da armadura no contexto do Building Information Modeling (BIM) oferece uma série de vantagens significativas na indústria da construção. Ao permitir uma representação detalhada e precisa das estruturas de aço em um modelo tridimensional, o BIM integra informações sobre quantidade, tipo e posicionamento das barras de aço, evitando erros e retrabalho.

Essa abordagem facilita a colaboração entre equipes multidisciplinares, como engenheiros estruturais, arquitetos e empreiteiros, possibilitando a detecção e resolução de conflitos antes da construção. Além disso, o BIM permite a extração automática de dados para gerenciamento de custos, análise de interferências entre diferentes sistemas e, posteriormente, é uma fonte valiosa de informações para operações de manutenção. Em resumo, a modelagem de armadura no BIM resulta em maior eficiência, redução de erros e melhoria significativa em todas as fases do ciclo de vida do projeto de construção.

Quanto a armadura, na metodologia BIM, existe um ganho muito destoante, em comparação ao CAD. O BIM permite criar modelos virtuais detalhados da armadura, fornecendo informações precisas sobre dimensões, posicionamento e quantidades de materiais. Isso reduz erros e retrabalho, resultando em uma armadura de maior qualidade e conformidade com as especificações do projeto.

Um outro exemplo que facilita a armação de projetos de infraestrutura em BIM a precisão da tabela de ferros quando há variações nelas, como mostra a figura 30 abaixo:

Figura 30 – tabela de aços - BIM

TABELA DE VARIAÇÃO				
				
POS.	QUANT.	a (cm)	COMP. (cm)	
			UNIT.	TOTAL
6.01	4	619.0	777	3108
6.02	4	617.0	775	3100
6.03	4	614.0	772	3088
6.04	4	612.0	770	3080
6.05	4	609.0	767	3088
6.06	4	607.0	765	3060
6.07	4	605.0	763	3052
6.08	4	603.0	761	3044
6.09	4	601.0	759	3036
6.10	4	599.0	757	3028
6.11	4	597.0	755	3020
6.12	4	595.0	753	3012
6.13	4	593.0	751	3004
6.14	4	592.0	750	3000
6.15	4	590.0	748	2992
6.16	4	589.0	747	2988
6.17	4	588.0	746	2984
6.18	4	587.0	745	2980
6.19	4	586.0	744	2976
6.20	4	585.0	743	2972
6.21	4	584.0	742	2968
6.22	8	583.0	741	5928
6.23	8	582.0	740	5920
6.24	12	581.0	739	8868
				
POS.	QUANT.	a (cm)	COMP. (cm)	
			UNIT.	TOTAL
18.1	4	591.0	763	3052
18.2	4	590.0	762	3048
18.3	4	589.0	761	3044
18.4	4	588.0	760	3040
18.5	4	587.0	759	3036
18.6	4	586.0	759	3036
18.7	4	586.0	758	3032
18.8	8	585.0	758	6064
18.9	6	585.0	757	4542

Fonte Autor.

É sabido que as obras de infraestrutura são projetos complexos que envolvem a construção e melhoria de estruturas essenciais para o funcionamento de uma sociedade.



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Essas obras abrangem uma ampla gama de setores, como transporte, energia, água, saneamento, telecomunicações e muito mais. No entanto, a complexidade envolvida na execução desses projetos é um desafio significativo que exige uma abordagem cuidadosa e planejamento adequado.

Uma das principais razões para a complexidade das obras de infraestrutura está na sua própria natureza.

Esses projetos geralmente envolvem uma combinação de atividades multidisciplinares, como engenharia civil, estrutural, elétrica e mecânica. Integrar essas diferentes disciplinas em um único projeto requer uma coordenação cuidadosa para garantir que todas as partes funcionem de maneira harmoniosa e eficiente.

Além disso, a complexidade das obras de infraestrutura também está relacionada às características específicas do local onde a obra será realizada. Fatores como a topografia, as condições do solo, a presença de água subterrânea e a existência de infraestruturas existentes podem adicionar desafios adicionais ao projeto.

A necessidade de lidar com essas condições geotécnicas complexas exige um planejamento detalhado e o uso de técnicas adequadas de construção.

Outro fator que contribui para a complexidade é a gestão de riscos. As obras de infraestrutura estão sujeitas a uma variedade de riscos, incluindo atrasos, mudanças nas condições do local, flutuações de custos, questões regulatórias e problemas de segurança. Gerenciar esses riscos de maneira eficaz requer um processo contínuo de identificação, avaliação e mitigação, visando minimizar os impactos negativos e garantir o progresso suave do projeto.

Além disso, a complexidade é amplificada pelas interfaces com outras infraestruturas existentes. Muitas vezes, as obras de infraestrutura precisam se conectar ou interagir com redes de transporte, energia, água e outras infraestruturas já existentes. Isso requer um planejamento cuidadoso para garantir a compatibilidade e a integração adequada, a fim de evitar interrupções nas operações existentes.

No entanto, apesar dos desafios associados à complexidade das obras de infraestrutura, elas são essenciais para o desenvolvimento e progresso de uma



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

sociedade. Essas obras proporcionam melhorias significativas na qualidade de vida das pessoas, fornecendo serviços essenciais e criando condições para o crescimento econômico. Portanto, superar a complexidade é um objetivo fundamental para garantir o sucesso e a sustentabilidade desses projetos.

Em conclusão, as obras de infraestrutura são projetos complexos devido à natureza multidisciplinar, às características do local, à gestão de riscos e às interfaces com infraestruturas existentes. Lidar com essa complexidade requer planejamento cuidadoso, coordenação eficaz e gerenciamento adequado dos riscos. Ao superar esses desafios, é possível construir infraestruturas duradouras que impulsionam o desenvolvimento e melhoram a vida.

Levando isso em consideração a metodologia BIM, é fundamental para um desempenho pleno e efetivo das obras de infraestrutura. E cada dia mas será necessário o uso da metodologia BIM, independente do software usado, pois facilita muito todos os processos.



## 4 BENEFÍCIOS E DESAFIOS DO BIM

### 4.1 Benefícios

#### 4.1.1 Aumento da produtividade

A utilização do conceito BIM no dia a dia do trabalho promove para os profissionais uma produtividade em diversas tarefas. Isso acontece pela elevada eficiência de bando de dados, pela facilidade de inserção e alteração de informação e por ter uma excelente precisão (através de mapeamentos de imagens e 3D).

O aumento da produtividade no trabalho é importante porque permite que as empresas sejam mais eficientes, competitivas e capazes de atender às demandas dos clientes de forma rápida e eficiente.

Há também uma grande facilidade de localização de dados e uma fluidez entre comunicações de equipes.

#### 4.1.2 Redução de custo

Esse benefício, ou vantagem é o que mais atrai os profissionais que estão na linha de frente dos custos de planejamento e execução de obras independente do porte. É possível prevê riscos e problemas e possibilita a visualização real em 3D ou 4D. Essas características reduzem o custo, pois se nos estudos prévios é possível ver os possíveis problemas, no mesmo é possível ver soluções com menores custos e diminuir muito a probabilidade de retrabalho.

A redução de custos nos projetos de obras de infraestrutura é de extrema importância, pois traz diversos benefícios para as empresas e para a economia como um todo. Ao reduzir os custos, as empresas podem alcançar maior viabilidade financeira em



PUC-SP

seus projetos, otimizar a alocação de recursos e aumentar sua competitividade no mercado.

Além disso, a redução de custos contribui para tornar os projetos mais acessíveis e sustentáveis, permitindo que mais pessoas e comunidades se beneficiem dessas melhorias na infraestrutura.

#### 4.1.3 Redução de impactos ambientais

A capacidade de fornecer uma gama muito elevada de dados refinados e altamente precisos, possibilita reduzir impactos ao meio ambiente.

Como por exemplo, em um projeto de parques solares ou usinas fotovoltaicas, através do conceito BIM é possível traçar a melhor inclinação e pode-se fazer um acompanhamento real de como se comportara a placa, encontrando assim o ângulo correto.

Isso não só traz benefícios para a eficiência das placas e no desempenho das usinas, mas promove também um impacto menos no ambiente, pois é possível prevê os impactos antes de acontecerem, e assim evitá-los ou encontrar uma maneira de contorná-los.

A importância dos impactos ambientais reside na preservação e sustentabilidade do nosso planeta. Entender e mitigar os impactos ambientais é essencial para garantir a saúde dos ecossistemas, a biodiversidade e a qualidade de vida das futuras gerações.

Ao considerar os impactos ambientais em todas as atividades humanas, podemos trabalhar para minimizar danos, promover práticas sustentáveis e preservar os recursos naturais. Isso resulta em um equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a proteção ambiental, permitindo que desfrutemos dos benefícios da natureza enquanto garantimos sua conservação a longo prazo.



#### 4.1.4 Controle eficaz de processos

O BIM permite que seja feito um mapeamento completo e altamente coerente dos processos da empresa em diversas áreas, não só na execução, ou nos projetos, mas no custo e na gestão de tarefas.

Visando aprimorar a eficiência, reduzir erros, minimizar retrabalho e garantir a entrega de um projeto de alta qualidade. Isso é alcançado por meio da integração e gestão cuidadosa de informações ao longo de todas as fases do empreendimento.

Podem assim ser feito um dimensionamento realista e correto de equipe, um planejamento que pode ser acompanhado em tempo real e prever possíveis erros, suporte eficaz para os profissionais que estão em campo, integração das diversas etapas e como dito anteriormente a facilidade de localização de dados.

#### 4.1.5 Integração do trabalho em equipe

A equipe que faz o uso do conceito BIM, consegue trabalhar simultaneamente, possibilitando desta forma, que cada profissional envolvido no processo de um projeto, esteja atualizado ao desenvolvimento, podendo assim, se necessário, alterar processos que envolvam a sua parte no desenvolvimento.

A integração do trabalho em equipe é de extrema importância, pois permite combinar habilidades, conhecimentos e perspectivas diferentes para alcançar resultados maiores.

O aprimoramento dos processos em cada etapa do projeto e da construção terá como resultado a redução tanto em quantidade quanto em gravidade dos problemas frequentemente associados às práticas tradicionais. No entanto, é importante reconhecer que a adoção inteligente do BIM também implicará mudanças substanciais nos



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

relacionamentos entre os diversos participantes do projeto e nos acordos contratuais entre eles. Isso ocorre porque os contratos tradicionais foram originalmente desenvolvidos para atender a práticas baseadas em documentos em papel, enquanto o BIM introduz uma abordagem mais colaborativa e baseada em modelos digitais. Outrossim, é fundamental promover uma colaboração mais precoce entre arquitetos, empreiteiros e outras disciplinas de projeto, visto que o conhecimento especializado desses profissionais é cada vez mais essencial durante a fase de concepção do projeto. (EASTMAN, 2019).

Trabalhar em equipe promove uma melhor tomada de decisão, aumenta a eficiência, engaja e motiva os membros, fortalece as relações interpessoais e contribui para um ambiente de trabalho mais produtivo e agradável. Ao unir forças e trabalhar em conjunto, as equipes podem superar desafios e alcançar resultados excepcionais. Além de integrar processos entre a equipe de projetos, integra também todas as etapas de um projeto. Como orçamento, contratos, qualidade e execução.

### **4.2 Desafios do BIM**

O BIM, possui também algumas desvantagens, que ao se comparar com as vantagens são muito menos em número, sendo muito pontuais e significativas.

A maior restrição ou barreira é o fato desse conceito ainda ser algo muito novo para engenheiros, arquitetos e profissionais da construção civil.

Pois muito ainda tem receio de experimentar esse avanço. Isso acaba gerando uma demanda cada vez maior por profissionais que saibam e estejam dispostos a passar por essa transição necessária e gradativa.

Ainda há também algumas incompatibilidades entre alguns softwares BIM. Por fim, uma desvantagem que é recompensada certamente com o tempo, o gasto inicial com softwares BIM e até mesmo com profissionais especializados.

## 5 UTILIZAÇÃO DO BIM NAS EMPRESAS

Em um estudo feito por alunos da universidade de Uberlândia em 2019, com o intuito de analisar o uso atual do BIM em empresas e construtoras, foi observado que, das empresas que fazem o uso do BIM, 39% utilizam programas BIM a menos de 2 anos, 5% utilizam de 2 a 5 anos e apenas 6% utilizam a mais de 5 anos. Outro resultado pertinente é sobre quais softwares BIM estão sendo mais usados, como mostra a figura a seguir:

Figura 31 – Softwares BIM utilizados pelas empresas participantes do questionário

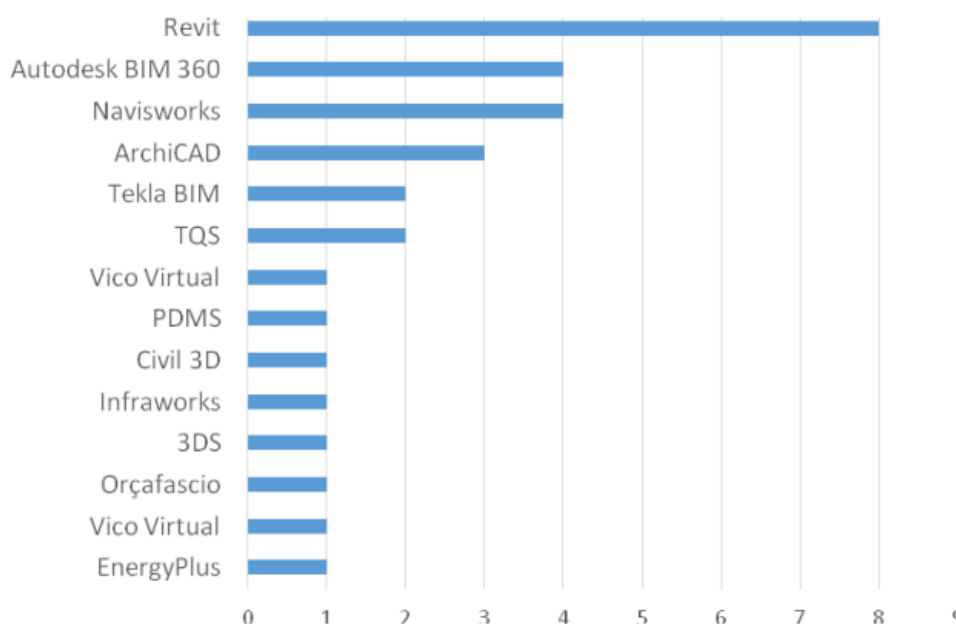


Figura 2 – Softwares BIM utilizados pelas empresas participantes do questionário -  
Fonte: Elaborado pelas autoras (2019)

Embora não seja possível fornecer uma lista exaustiva de todas as empresas de engenharia que utilizam 100% o BIM, as empresas a seguir são conhecidas



mundialmente e têm uma vasta experiência na implementação do BIM em projetos de engenharia civil de grande escala:

-Arup: A Arup é uma empresa global de consultoria e projetos de engenharia com uma longa história de utilização do BIM em seus empreendimentos. Eles são conhecidos por seu compromisso com a inovação e têm sido líderes na implementação do BIM em projetos complexos e de grande escala.

-AECOM: A AECOM é outra empresa multinacional de engenharia que adotou o BIM como parte integrante de seus processos de projeto e construção. Eles têm uma ampla gama de serviços, desde infraestrutura até planejamento urbano, e utilizam o BIM para melhorar a colaboração e a eficiência em seus projetos.

-Atkins: A Atkins é uma renomada empresa de engenharia e design que utiliza amplamente o BIM em seus projetos. Eles têm uma abordagem integrada para o BIM, buscando maximizar os benefícios em termos de coordenação, análise e visualização para seus clientes.

-Jacobs: A Jacobs é uma empresa global de serviços técnicos profissionais que implementa o BIM em muitos de seus projetos. Eles são conhecidos por sua experiência em setores como infraestrutura, transporte, energia e meio ambiente, e usam o BIM para melhorar a eficiência e a qualidade de seus projetos.

Essas são apenas algumas empresas conhecidas por seu uso extensivo do BIM. Vale ressaltar que a adoção do BIM varia de empresa para empresa e pode depender de vários fatores, como o tipo de projeto, recursos disponíveis e estratégias de implementação.

É sempre importante realizar pesquisas atualizadas sobre as empresas específicas para obter informações precisas sobre sua adoção do BIM.



## 6 FORMULÁRIO DE PESQUISA DE CAMPO E DEPOIMENTOS COLETADOS

### 6.1. Formulário de pesquisa de campo

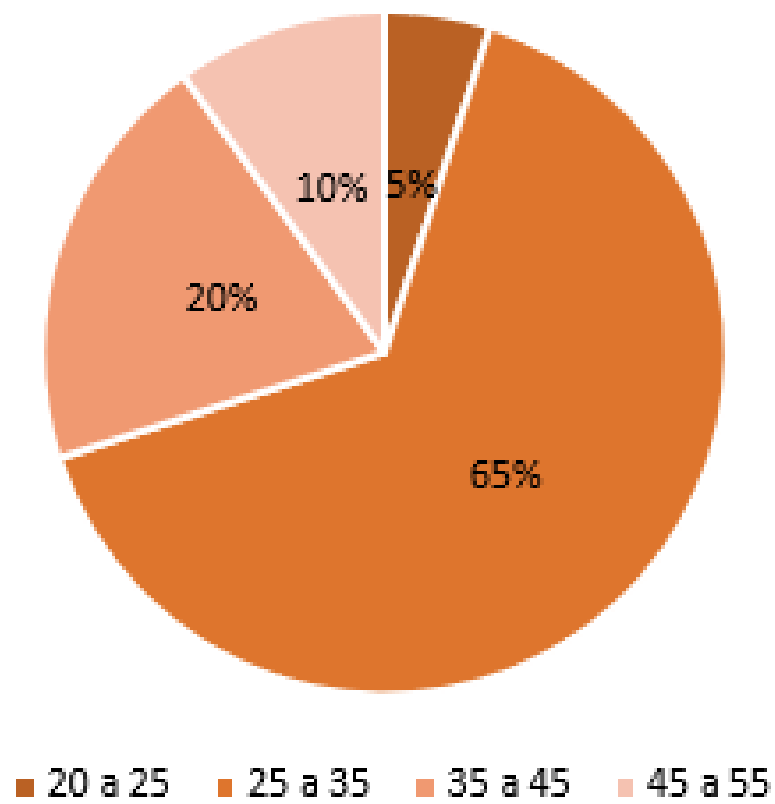
A pesquisa de campo desempenha um papel fundamental em várias áreas de estudo. Sua importância reside no fato de que ela permite a coleta de dados diretamente da fonte, fornecendo informações específicas e atualizadas sobre o objeto de estudo.

Além disso, a pesquisa de campo é essencial para testar teorias, hipóteses e modelos, garantindo que as ideias teóricas sejam validadas na prática.

Foi feito um formulário com sete perguntas sobre o tema no ano de dois mil e vinte e três. Foram colhidas em média trinta depoimentos de forma anônima de pessoas que moram em São Paulo, capital. Pessoas que são da área da construção civil, desde estudantes a profissionais formados.

A seguir, um gráfico com a média de idade das pessoas que responderam ao questionário.

Figura 32 – Gráfico de idade



Fonte Autor.

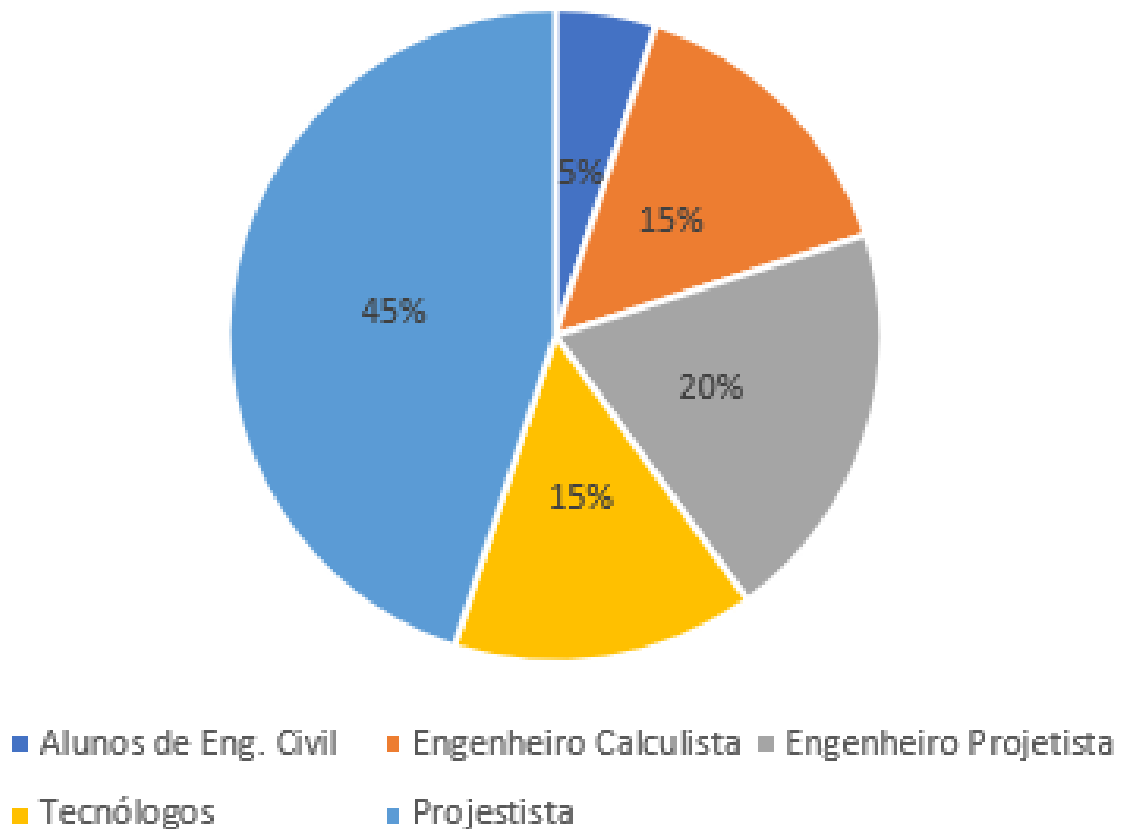


PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

Mais de 95% das pessoas que responderam ao questionário trabalham na área da construção civil, como engenheiros, projetistas e tecnólogos, especificamente com obras de infraestrutura, os outros 5% são estudantes da área, como mostra os gráficos a seguir:

Figura 33– Gráfico por atuação



Fonte Autor.



Figura 34 – Questionário do Google Forms.

Você teve dificuldades ao iniciar ou se adequar ao uso de BIM no seu contexto?

- Sim
- Não

---

Quais as suas principais experiências no uso de softwares e metodologia BIM?

Sua resposta

---

---

Qual dos seguintes softwares BIM você utiliza ou já utilizou?

- Revit
- AutoCad
- AllPlan
- NavisWork
- Eberic

Fonte Autor.



Figura 35 – Questionário do Google Forms.

Na sua opinião, o(s) software(s) são compatíveis com os requisitos dos projetos em que atuou?

- Sim, atendem perfeitamente
- Não, deixam a desejar

---

Em que cenários ou tarefas você mais utilizou softwares BIM?

Sua resposta

---

Você julga interessante utilizar a metodologia CAD?

- Sim, em algumas ocasiões
- Não

---

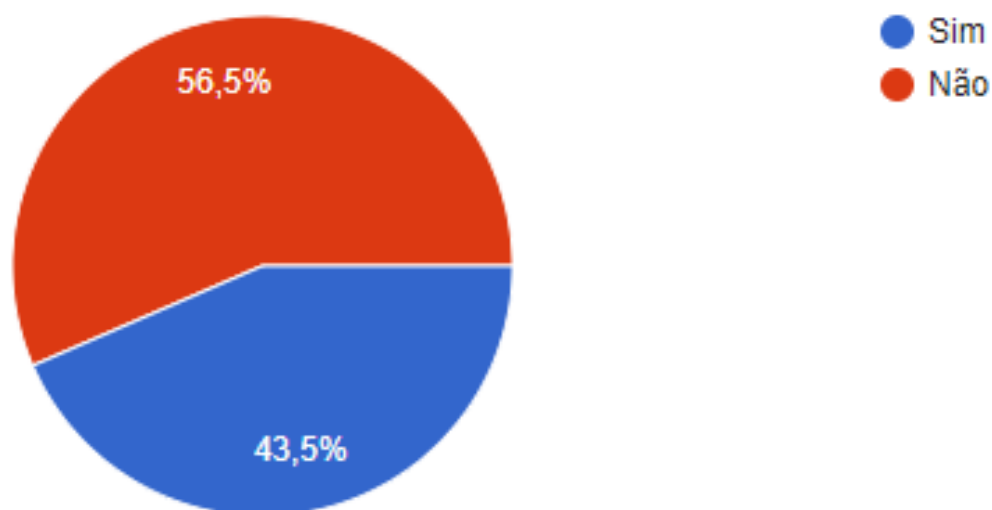
Você já utilizou programação em conjunto a softwares BIM em algum cenário?

- Sim
- Nunca utilizei

Fonte Autor.

A primeira pergunta foi se eles tiveram dificuldades ao iniciar ou se adequar ao uso do BIM no seu contexto. Com base nas respostas colhidas mais da metade das pessoas não tiveram dificuldades de adequar a metodologia BIM em seu contexto de trabalho.

Figura 36 – Gráfico do Google Forms.



Fonte Autor.

A próxima pergunta feita foi em quais situações cotidianas eles utilizaram o BIM no seu ambiente de trabalho, segue abaixo as principais áreas de atuação, com a utilização da metodologia:

- Obras industriais
- Obras do metrô



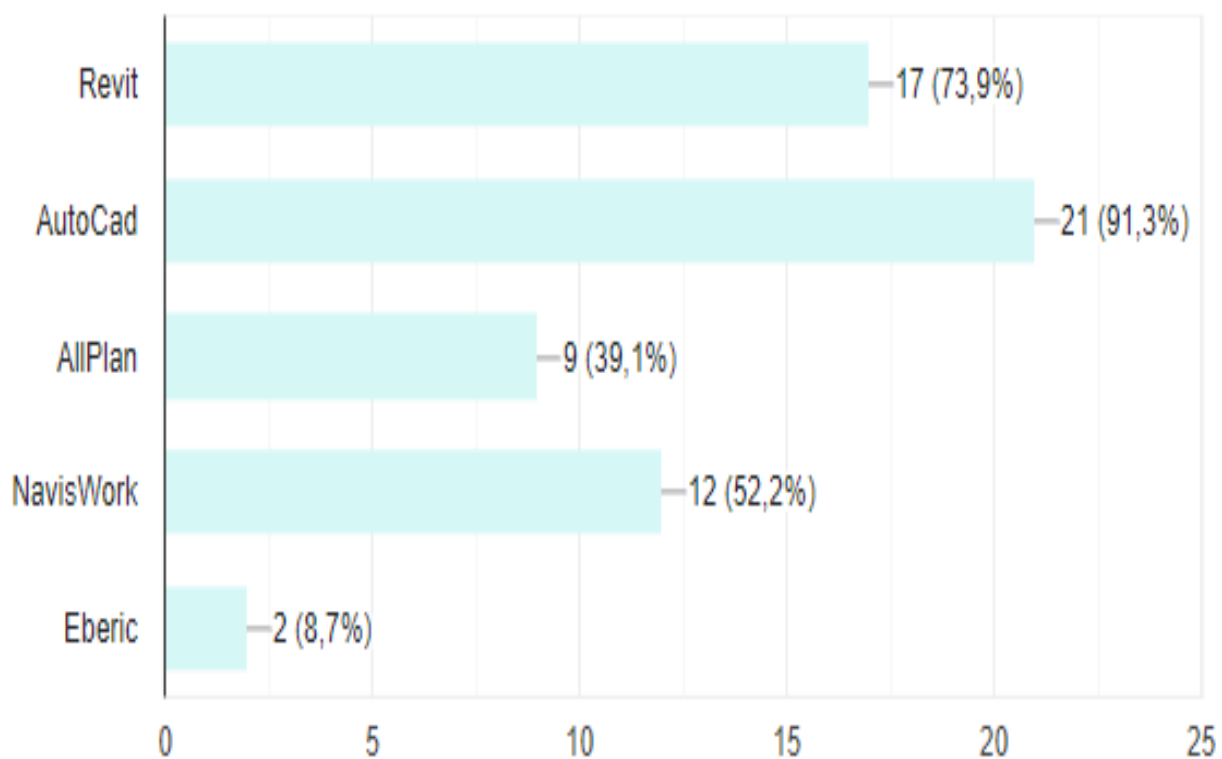
**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

- Criação de projetos básicos
- Poços e tuneis
- Aeroportos
- Usinas hidroelétricas
- Edificações

Foi dado uma lista com cinco softwares dentre eles, softwares da metodologia BIM e metodologia CAD. O REVIT, AUTOCAD, ALLPLAN, NAVISWORKS e EBERICK. E foi questionado quais mais são utilizados, levando em consideração o contexto em sua área de trabalho e vivências passadas.

E foi possível observar que a metodologia CAD ainda é muito usado e se sobrepõe o uso a metodologia BIM.

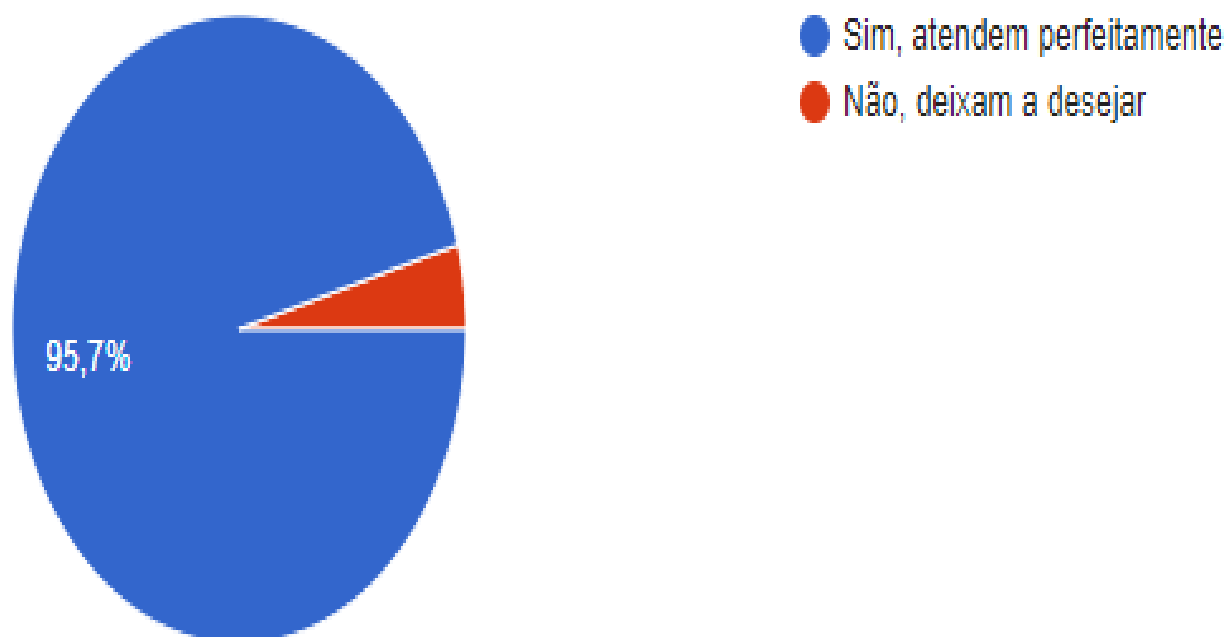
Figura 37 – Gráfico do Google Forms.



Fonte Autor.

Com base nos softwares citados acima, foi questionado se eles foram compatíveis com os requisitos dos projetos que as pessoas atuaram. E cerca de noventa e seis por cento das pessoas entendem que os 5 softwares citados são compatíveis com os projetos e com o mercado de trabalho.

Figura 38 – Gráfico do Google Forms.



Fonte Autor.

Visto que a metodologia CAD ainda é bastante usada, foi questionada se as pessoas julgam interessante a utilização da mesma hoje em dia. E cerca de 92% das

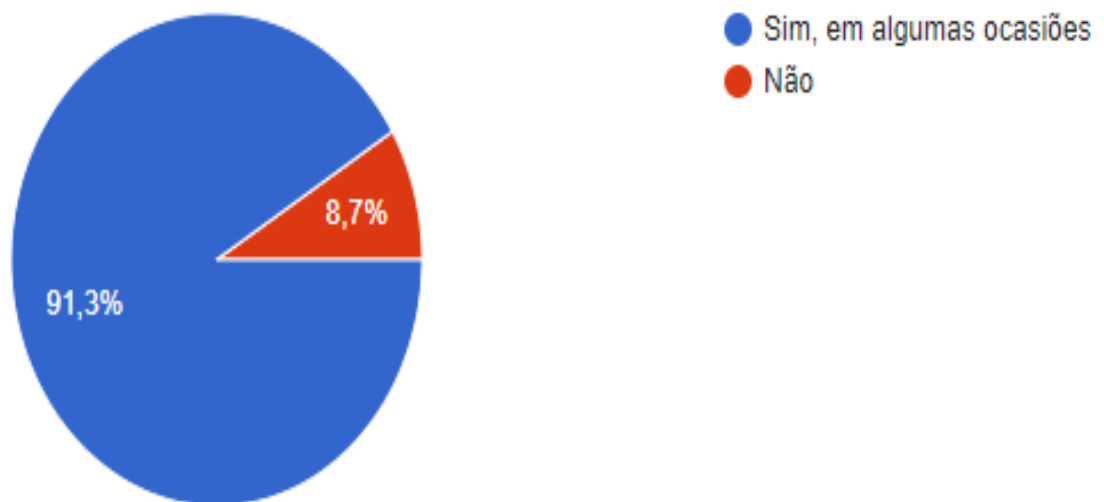


PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

As pessoas acreditam que a metodologia CAD ainda é importante, mesmo com o avanço do BIM.

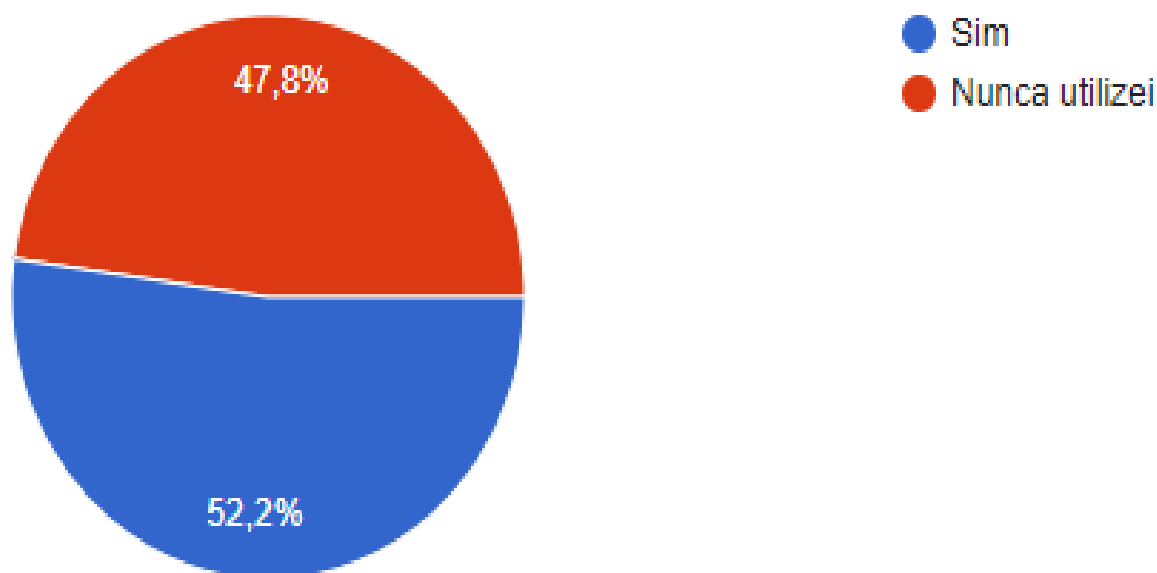
Figura 39 – Gráfico do Google Forms.



Fonte Autor.

A programação em conjunto ao BIM está sendo cada vez mais utilizada, levando isso em consideração foi questionado dentre as pessoas que responderam ao questionário quantas delas já utilizou a programação em conjunto a softwares BIM. E o resultado ficou equilibrado, mas um pouco mais da metade das pessoas já fez essa junção em algum cenário.

Figura 40 – Gráfico do Google Forms.



Fonte Autor.

Ao finalizar essa pesquisa de campo foi possível visualizar que a mitologia BIM já está sendo usado e disseminada por profissionais da área da construção, engenharia e arquitetura, porém o uso da metodologia CAD ainda se sobrepõe ao BIM.

Isso pode estar ocorrendo ainda nos dias de hoje, devido aos custos iniciais e treinamento pois a transição para o BIM geralmente envolve custos iniciais significativos em termos de software, hardware e treinamento.

Muitas empresas, especialmente as menores, podem hesitar em fazer esse investimento imediato. Outro fator que pode implicar nisso é a compatibilidade, onde



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

alguns projetos ou parceiros de projeto podem não estar preparados para usar o BIM, o que pode levar a situações em que o CAD é a opção mais prática para a colaboração.

O tamanho e complexidade do projeto, para projetos de menor escala e simplicidade, o CAD pode ser suficiente. O BIM é mais vantajoso em projetos complexos e multidisciplinares, nos quais a coordenação de informações é crítica.

Dentre as diversas situações que ocorrem a resistência à mudança é um dos fatores mais agravantes, a indústria da construção muitas vezes é resistente à mudança. As práticas tradicionais, como o uso do CAD, são profundamente enraizadas e podem levar tempo para evoluir.

Em algumas regiões, as regulamentações e padrões podem não estar atualizados para acomodar o BIM, o que pode tornar o CAD uma opção mais prática e compatível. Por isso a cultura da empresa e a filosofia desempenham um papel importante na escolha entre CAD e BIM. Algumas empresas podem preferir manter suas práticas existentes por razões culturais ou de histórico.

Ainda que tenham alguns motivos para essa adaptação do CAD para o BIM, a adoção do BIM sempre será vantajosa por inúmeras razões, dentre elas está a melhoria na eficiência, a redução de custo, a qualidade e precisão, sustentabilidade, o melhor gerenciamento de ativos, colaboração aprimorada, conformidade com regulamentos, competitividade, inovação e tecnologia e visão de futuro.

É importante notar que o uso do BIM continua a crescer e é amplamente adotado em projetos complexos e em muitas partes do mundo. Conforme as vantagens do BIM se tornam mais evidentes, é provável que sua adoção continue a aumentar, especialmente à medida que os custos diminuem e a conscientização sobre os benefícios do BIM se expande na indústria.

No entanto, a transição completa de CAD para BIM pode levar tempo e variar dependendo da região e do tipo de projeto.

O BIM é o futuro da construção, e está revolucionando a maneira como projetamos e construímos, muitos especialistas destacaram como o BIM mudou a abordagem



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

tradicional para o projeto e construção, permitindo uma colaboração mais eficaz e um gerenciamento de dados mais robusto.

## **6.2. Depoimentos coletados**

Foi colhido dois depoimentos de profissionais que estão a mais de 15 anos trabalhando com a metodologia CAD e pegaram a transição para o BIM e já fazem o uso do mesmo em diversas vertentes da área da construção civil e de um estudante de engenharia civil.

O primeiro depoimento colhido:

Lucas Malta, Engenheiro Civil formado pela Uninove, com especialização em gestão de projetos de sistemas estruturais pela escola politécnica da USP. Começou sua vida profissional como estagiário em projetos de instalação hidráulica, elétrica e prevenção a combate de incêndio, depois estagiou em elaboração de projetos de infraestrutura e foi promovido a desenhista civil e atualmente trabalha como engenheiro projetista. Está no mercado de trabalho na área de projetos a cerca de 15 anos.

Segundo Lucas Malta:

*“Eu tive uma trajetória longa em projetos, fiz técnico em desenhos técnicos, tecnólogo em construção civil, o bacharel em engenharia civil, e pós-graduação, em experiencia de projetos já vivenciei diversos senários e momentos da área de projetos. Vivenciei e vivencio até hoje a transição da metodologia CAD para metodologia BIM. Sinceramente no início eu pensei que seria uma transição rápida, porém ela está se estendendo muito mais do que eu imaginei e acredito que muito mais que os coordenadores de projetos. Isso na minha experiencia por exemplo, tem acontecido muito por que muitos profissionais que são referência ainda são muito adeptos a metodologia CAD e por conta da experiencia e agilidade com o mesmo, acabam sendo mais rápidos e eficientes do*



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

*que os novos profissionais que usam o BIM mas as empresas estão entendendo que BIM é o futuro, só acredito que essa transição ainda vai se estender um pouco além do esperado, mas o necessário para ter uma transição sem muito impactos nas entregas dos projetos e serviços vinculados aos mesmos.*

*No meu dia a dia de serviço, o BIM sempre aparece, o uso dele na execução de projeto facilita na colaboração entre pessoas e disciplinas ou de diversas frente, por exemplo, posso estar modelando e detalhando uma elevação no REVIT e outra pessoa pode estar modelando e detalhar outras elevações ou até mesmo outras partes, isso acontece porque o REVIT colaborado na nuvem no BIM 360 permite que diversas pessoas de diversas disciplinas ou até mesmo das mesmas disciplinas podem trabalhar simultaneamente.*

*Os projetos feitos em BIM, são mais fáceis de serem alterados quando tem alteração de algo, porque ele trabalha com famílias. Por conta do 3D e de poder colocar vínculos no REVIT conseguimos visualizar inúmeros conflitos e resolvê-los antes de ir para obra.*

*As informações que o REVIT gera são altamente precisar, porque usando tabelas ele já calcula volume, concreto, corte e aterro e até mesmo a forma, porém para isso, tem que possuir habilidade com ele.”*

O segundo depoimento colhido:

Susan Pessini Sato, Engenheira Civil, formada pelo instituto de Mauá de tecnologia, com MBA em Obras de infraestruturas, Bim para estrutura pela ZIGURAT e mestre em gerenciamento de construção civil pela universidade federam do Paraná.

Começou sua carreira profissional em projetos de automação industrial, migrou para planejamento e controle e posteriormente para projetos de infraestrutura como BIM MANAGER, com mais de 25 anos de experiência em projetos e vivência.



Segundo Susan Sato:

*“A minha trajetória começou com o meu pai que já trabalhava em projetos em uma multinacional e eu acompanhei a evolução das lapiseiras, esquadros para o CAD, o que pareceu muito desafiador na época e levou bons anos até acontecer a substituição completa, anos depois fui fazer faculdade de engenharia e comecei a trabalhar com projetos assim como meu pai, porém voltado sempre a parte civil. Assim como grande parte dos profissionais o que mais era utilizado na minha época de faculdade era a metodologia CAD, mas os anos foram se passando e começou a ser falado sobre a metodologia BIM, e como sempre foi dito que seria o futuro comecei a me especializar até chegar a ser bim manager, e ocupando essa posição e levando em consideração os anos de experiência, a jornada ainda está longe de acabar. Muitos profissionais extremamente qualificados tecnicamente ainda têm muita resistência de migrar 100% para a metodologia BIM, então acredito que por bons anos ainda a metodologia CAD e BIM andaram lado a lado até que consiga treinar muitas pessoas e fazer todas as partes de um projeto em BIM.*

*Tenho uma vasta experiência em projetos em BIM, e consigo afirmar que com o uso dele é possível reduzir prazos e até mesmo custos, devido a forma de colaboração através do BIM360, que apesar de precisar de uma licença específica e diferente da do REVIT, agrega muito no dia a dia dos serviços. No REVIT 2024, foi feita algumas atualizações que o deixou muito prático para poder fazer além da forma a armadura sem precisa fazer o uso de plugins. O nível de detalhamento é bem preciso e coerente com o esperado, assim como a modelagem.”*



O terceiro depoimento colhido:

Marcus Vinicius formado em técnico de edificações e estudante de engenharia civil da escola politécnica USP, nunca atuou diretamente na área da construção civil, e atualmente é concursado publico de uma área que não está relacionada a engenharia civil e construção.

Segundo Marcus:

*“Na faculdade estamos tendo bastante contato com a metodologia BIM, através de softwares e programações, devido a minha formação como técnico em Edificações e mais fácil visualizar algumas coisas, porém o que falta na minha opinião é a exemplificação do BIM no dia a dia do mercado de trabalho, vemos muitas coisas teóricas ou surreais demais para serem reais, são apenas exemplos didáticos para compreensão, mas falta a realidade vivida no mercado de trabalho. A verdade é que saímos muito despreparados para o mercado de trabalho, e é lá que acabamos aprendendo de fato a utilização deles. Como ainda não estou atuando no mercado de trabalho da construção civil me sinto desatualizado, mesmo estando na faculdade.*

*Entendo que o CAD está cada vez mais se tornando arcaico e o que será o futuro é o BIM, mas ainda não faço a utilização deles de forma clara”.*



## 7 RESULTADOS OBITIDOS

Ao término desse TCC, chegamos à conclusão de que o BIM é uma metodologia crucial na indústria da construção, revolucionando a maneira como os projetos são concebidos, executados e mantidos.

Essa abordagem permite a criação de modelos digitais detalhados que não só representam a geometria e forma de um edifício, mas também integram informações essenciais sobre todos os componentes e processos envolvidos em todas as fases do ciclo de vida do projeto. Isso resulta em benefícios substanciais, tais como redução de erros, melhor colaboração entre equipes, economia de custos e tempo, além de facilitar decisões informadas ao longo de todo o processo.

Com a capacidade de visualizar, analisar e simular informações em um ambiente virtual, o BIM promove a criação de edifícios mais sustentáveis, aumenta a eficiência operacional e melhora a comunicação entre todas as partes envolvidas. Essencialmente, o BIM desempenha um papel fundamental na transformação e na melhoria contínua da indústria da construção, permitindo projetos mais precisos, econômicos e sustentáveis.

Quanto aos resultados obtidos foi notório ver que ainda é necessário mais incentivo das universidades a metodologia BIM para que os profissionais saiam de suas universidades mais aptos ao mercado de trabalho, e não enfrentem grandes retalhações e dificuldades. Quanto aos profissionais que já atuam na área é de suma importância que eles tenham incentivos das empresas e que compreendam que essa implementação se faz cada vez mais necessária.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**



## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um mundo em constante transformação, a tecnologia se tornou uma força motriz que impulsiona o progresso em todas as áreas da sociedade. Para as empresas, andar junto com a tecnologia é mais do que uma escolha inteligente - é uma necessidade imperativa para se manterem relevantes e competitivas no mercado atual.

Investir no BIM (Building Information Modeling) é um passo crucial para as empresas que desejam abraçar o futuro da construção e alcançar novos patamares de excelência. O BIM oferece uma abordagem revolucionária para o projeto, construção e operação de edifícios, baseada em um modelo de informação integrado.

Ao adotar o BIM, as empresas ganham acesso a uma série de benefícios significativos. Primeiramente, o BIM possibilita a colaboração e coordenação eficientes entre todas as partes envolvidas em um projeto. Engenheiros, arquitetos, construtores e fornecedores podem trabalhar juntos em um ambiente virtual compartilhado, compartilhando informações e atualizações em tempo real. Isso reduz conflitos, melhora a comunicação e evita erros dispendiosos durante a construção.

Além disso, o BIM permite a detecção antecipada de conflitos e problemas de design. Com a visualização em 3D do projeto, é possível identificar sobreposições, interferências e incompatibilidades antes que a construção comece. Isso leva a uma economia significativa de tempo e recursos, eliminando retrabalho e atrasos no canteiro de obras.

Outro ponto crucial é que o BIM oferece uma análise e simulação abrangente do desempenho do edifício. Através de ferramentas avançadas, é possível avaliar o consumo de energia, o conforto térmico, a sustentabilidade e outros aspectos-chave. Isso permite que as empresas tomem decisões informadas e otimizem seus projetos para maximizar eficiência e reduzir custos operacionais ao longo do ciclo de vida do edifício.

Além disso, o BIM facilita o gerenciamento de mudanças e a manutenção de registros precisos. As atualizações feitas no modelo BIM são refletidas automaticamente



PUC-SP

## PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

em todos os documentos relacionados, garantindo a consistência e a precisão dos dados em todos os estágios do projeto. Isso ajuda as empresas a responderem rapidamente às mudanças, manterem-se ágeis e atualizadas e garantir uma documentação completa e confiável.

Investir no BIM é investir no futuro. É uma demonstração de comprometimento com a excelência, a inovação e a liderança em sua área de atuação. As empresas que abraçam o BIM estão se posicionando à frente da concorrência, demonstrando sua capacidade de adotar práticas avançadas e atender às demandas crescentes por eficiência, qualidade e sustentabilidade.

Ao final desse trabalho foi possível concluir, através de pesquisas, estudos de caso, depoimentos de pessoas que atuam na área de infraestrutura e utilizam a tecnologia BIM. Esta metodologia ainda é o futuro da construção civil, arquitetura e engenharia, porém a resistência a adesão dessa tecnologia, como o previsto, tem sofrido resistências pelos profissionais da área. E essa luta tende a se perdurar por alguns anos, até que os profissionais antigos se acostumem e os novos profissionais adquiram experiência. Apesar da resistência, esse é o caminho para ser trilhado pela indústria da construção e afins. Toda grande mudança precisa de tempo para a adaptação dela.

Portanto, é hora de as empresas abraçarem a tecnologia e investirem no BIM. Ao fazê-lo, elas construirão um futuro de sucesso, impulsionado pela colaboração, inovação e excelência. Não fiquem para trás - caminhem junto com a tecnologia e abram as portas para um novo mundo de oportunidades e conquistas. O futuro está ao alcance de suas mãos.

Para trabalhos futuros foi pensado na criação de ebooks explicativos, para serem distribuídos em universidades, e vendidos com o custo significativo apenas para pagar a execução, a fim de que todos tenham os conhecimentos básicos essenciais sobre o BIM. Contendo as principais informações sobre o BIM, as principais áreas em que são mais usados, os principais desafios, os programas mais conhecidos e experiências de pessoas que atuam.



PUC-SP

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**

Posteriormente seria muito enriquecedor fazer um estudo por região do Brasil e por áreas de engenharia, para entender através de dados, se essa transição está sendo mais desafiadora para obras de infraestruturas ou se é em todos os setores da engenharia civil e arquitetura.

Bem como fazer um estudo sobre quais países mais usam o BIM e ranquear, quais estão sendo os principais desafios em cada país e entender se em algum ponto os países se conectam em desafios. Colher depoimentos de pessoas desses países e categorizar, dessa forma as soluções para os desafios encontrados serão mais filtradas e esmiuçadas, contribuindo para uma solução mais eficaz e direcionada. E talvez tenha que ter uma solução para cada país levando em consideração o que cada um apresentou como desafios. Esse é um tema em ascensão e cabe diversos trabalhos futuros que podem agregar muito na solução de alguns desafios e entender melhor o cenário.



## REFERÊNCIAS

ALVES, C.; COSTA, C. **Plataforma BIM na construção civil**. São Paulo: Vozes, 2020.

PINHEIRO, J. **Estado de Adoção do Building Information Modeling (BIM) em Empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção de Fortaleza-CE**. VII Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Recife, 2015.

EASTMAN, C. M.; LISTON, K.; SACKS, R.; TEICHOLZ, P. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Tradução de C. G. Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014.

MASOTTI, L. **Análise da implementação e do impacto do BIM no brasil**. 2014. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2014.

NUNES, M. **Funcionalidades do software Eberick**. São Paulo: Editora Fiocruz, 2016. Disponível em: <https://portaldoprojetista.com.br/funcionalidades-do-software-eberick/pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

AZHAR, S. **Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry**. Leadership and Management in Engineering, v. 11, p. 241-252, 2011. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127). Acesso em: 20 fev. 2023

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção**. Porto Alegre: Bookman, 2014.

CHECCUCCI, E. **Ensino-aprendizagem de BIM nos Cursos de Graduação em Arquitetura e Engenharia Civil**. Arquitetura, Cidade e Projeto: Uma Construção Coletiva. Anais. In: III Encontro Da Associação Nacional De Pesquisa E Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo. São Paulo, 2010.

PEREIRA, P. A. I.; RIBEIRO, R. A. **A Inserção de BIM no curso de graduação em Engenharia Civil**. Revista Eletrônica Engenharia Viva, v. 1, n. 2, p. 17–30, 2014.



RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M. L. V. X. DE; MORAIS, M. DE. **O ensino de BIM no Brasil: Onde Estamos?** Ambiente Construído, v. 13, n. 2, p. 151–165. 2013.

RUSCHEL, R. C. **Ensino de BIM na UNICAMP.** Revista Estrutura, São Paulo, 2018, n. 2, ed. 5, p. 55-59. 2018.

SOUZA, L.; AMORIM, R.; LYRIO, A. **Impactos do uso do bim e escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário.** Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50958/55043>>. Acesso: 22 mar. 2023.

RODRIGUES, Ana Raquel Silvério. **Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo.** 182 f. Monografia - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018

CARDOSO, Andreia. et al. **BIM: O que é?.** 2011-2013. Disponível em: <[https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12\\_13/files/REL\\_12MC08\\_01.PDF](https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/bestof/12_13/files/REL_12MC08_01.PDF)>. Acesso em: 10 abr. 2023.

PINHO, Sérgio Miguel Ferreira. **O Modelo Ifc Como Agente De Interoperabilidade.** Tese de Mestrado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2021.

OLIVEIRA, A.; GODENY, B.; MANZIONE, L.; **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM),** Secretaria de Estado do Planejamento – Santa Catarina, 2021.

HARDIN, B.; AIA, L. Ap. **BIM and Construction Management: proven tools, methods, and workflows.** Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2019.

KAMARDEEN, Imriyas. **8D BIM Modelling tool for accident prevention through design.** Faculty of Build Enviroment, University of New South Wales, Australia, 2020.

BIBLUS, F. **As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D.** Disponível em: <<http://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>>. Acesso em: 28 de setembro de 2023.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

CHECCUCCI, D. Érica de S. **Teses e dissertações brasileiras sobre BIM:** uma análise do período de 2013 a 2018. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019008, 2019.

INGRAM, J. **Understand BIM:** The Past, Present, Future. Routledge, junho, 2020.

HOLZER, D. **The BIM Manager's Handbook:** Guidance for Professionals in Architecture, Engineering, and Construction. Wiley, 2016.

HARDIN, B.; MCCOOL, D. **BIM and Construction Management:** Proven Tools, Methods, and Workflows. Wiley, 2016.