

Utilização de Softwares BIM na Construção Civil

Use of BIM softwares in Civil Construction

Márcio Costa (1); Nickolas Nicacio (2); Yago Merlino (3)

(1) *Graduando em Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi*

(2) *Graduando em Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi*

(3) *Graduando em Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi*

Resumo

Neste estudo, enfrenta-se os desafios da construção civil ao explorar o *Building Information Modeling (BIM)* como uma ferramenta abrangente que ultrapassa os *softwares* 3D convencionais. O *BIM* busca aprimorar a comunicação e reduzir erros em projetos, sendo crucial para a eficiência do setor. Contudo, sua implementação enfrenta desafios ao introduzir *softwares* em um mercado acostumado aos sistemas *CAD* e 3D, resultando em custos consideráveis. O estudo de caso com o Revit destaca melhorias nos processos de elaboração e gerenciamento de projetos na construção civil. A revisão bibliográfica contextualiza o surgimento do *BIM* desde os anos 80, destacando seu crescimento nos anos 2000 e a implementação no Brasil impulsionada por iniciativas governamentais. As funcionalidades do *BIM*, como Níveis de Desenvolvimento (*LOD*) e dimensões *BIM*, são exploradas, evidenciando a amplitude dessa metodologia. A interoperabilidade e compatibilização de projetos são abordadas como fatores críticos. O estudo ressalta a falta de interoperabilidade como fonte de custos adicionais na construção. A metodologia detalha a pesquisa, utilizando o Revit para criar um projeto hidrossanitário, mostrando como o *BIM* vai além da visualização 3D, fornecendo informações precisas e facilitando a detecção de incompatibilidades. Os resultados e discussões destacam a eficácia do *BIM* na redução de erros e controle de informações, utilizando o Revit para criar alternativas de projeto em tempo reduzido. O *BIM* é apresentado como resposta às demandas do mercado de construção, sendo crucial para empresas manterem-se competitivas na construção civil atual.

Palavras-Chave: BIM, CAD, REVIT.

Abstract

In this study, the challenges in the construction industry were addressed by exploring Building Information Modeling (BIM) as a comprehensive tool surpassing conventional 3D software. BIM aims to enhance communication and reduce errors in projects, proving crucial for the efficiency of the sector. However, its implementation faces challenges when introducing software to a market accustomed to CAD and 3D systems, resulting in considerable costs. The case study with Revit highlights improvements in the processes of drafting and project management in construction. The literature review contextualizes the emergence of BIM since the 80s, emphasizing its growth in the 2000s and its implementation in Brazil driven by governmental initiatives. BIM functionalities, including Levels of Development (LOD) and BIM dimensions, are explored, showcasing the breadth of this methodology. Interoperability and project compatibility are discussed as critical factors to avoid errors and rework. The study emphasizes the lack of interoperability as a source of additional costs in construction. The methodology details the research, using Revit to create a hydrosanitary project, demonstrating how BIM goes beyond 3D visualization, providing precise information and facilitating the detection of incompatibilities. Results and discussions highlight the effectiveness of BIM in reducing errors and controlling information, using Revit to create project alternatives in a shortened timeframe. BIM enables the automatic generation of documents and facilitates the identification and correction of errors, contributing to efficient team collaboration. In summary, BIM is presented as a response to the growing demands of the construction market. The versatility of BIM, exemplified by Revit, demonstrates its potential in streamlining work, reducing deadlines, and minimizing errors. The transition to BIM requires commitment, but its adoption is crucial for companies seeking to remain competitive in the current construction landscape.

Keywords: BIM, CAD, REVIT.

1. Introdução

A construção civil é a área que mais tem gerado empregos no Brasil no ano de 2023 devido à alta demanda do setor imobiliário e infraestrutura. Diante disso têm-se diversas áreas que atuam nesse ramo como a engenharia e arquitetura. Segundo o *BIM handbook*, 36% do volume das obras de construção vem de manutenções, reparos, alterações e reconstruções. Portanto, é fundamental que haja uma comunicação clara e concisa entre todas as partes para que se obtenha um melhor desempenho no desenvolvimento dos projetos.

Com o intuito de melhorar todo o processo construtivo e de elaboração de projetos é que surge o *BIM (Building Modeling Information)*, ferramenta que vai muito além dos então conhecidos softwares de modelagem em 3D. Com a alta competitividade do mercado e cada vez menos tempo para conclusão das obras é frequente a ocorrência de erros. Assim, o *BIM* entra nos processos construtivos com a ideia de melhorar os erros de projetos e a interação entre as variadas partes que atuam no mesmo.

O grande desafio está na implantação dos softwares no mercado. Pois, para isso necessita da adesão das empresas que já estão acostumadas a trabalhar utilizando apenas *softwares CAD* e 3D, e um custo considerável com máquinas apropriadas para implementação dos sistemas.

Desta maneira objetivo deste artigo é demonstrar como que ferramentas que dispõem do conceito *BIM* podem otimizar os processos de elaboração e gerenciamento de projetos na área da construção civil. A partir do software Revit foi realizado um estudo de caso, onde é demonstrado melhorias no processo.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Criação do BIM – Contexto Histórico

O Processo *BIM* existe desde fins da década de 80, quando Jerry Laiserin – um arquiteto da Universidade de Princeton (EUA), especialista em Tecnologia da Informação (TI) –, deu origem à *IAI (International Alliance for Interoperability, atual BuildingSMART)*, em razão de suas pesquisas na área de TI e interoperabilidade (ADDOR,2010).

O primeiro *software* com ferramentas *BIM* foi criado em 1987 na Hungria pela empresa *Graphisoft, o Archicad*. A partir de então, diversas iniciativas foram criadas na Europa, Ásia e América do Norte. A Finlândia por exemplo, foi pioneira na criação de *softwares BIM* e encontra-se em um estágio mais avançado de implantação. Em 1999, na Finlândia criou-se o *software Solibri* que oferece as soluções necessárias para se enquadrar nos modelos do *Building Modeling Information*.

O início dos anos 2000 marcou o crescimento significativo do *BIM*. Empresas de *software* e organizações da indústria da construção começaram a desenvolver plataformas de modelagem *BIM* mais avançadas e abrangentes. A criação do padrão *IFC (Industry Foundation Classes)* em 1997 também foi fundamental, pois permitiu que diferentes *softwares* de modelagem pudessem interagir e trocar informações de forma mais eficiente.

Peggy Yee aponta que companhias como a *Autodesk* e *Bentley*, tiveram papel fundamental na utilização de tecnologia *BIM* quando em 2003, em uma Conferência de Construção em Seattle, nos Estados Unidos, apresentaram à *GSA (General Services Administration – órgão máximo de gestão de edificações públicas nos EUA)*, formas de realizar a modelagem 3D integrando análises de prazos (cronograma) e análises energéticas. Este advento inspirou a criação de um plano de utilização do *BIM* na construção pública norte americana, fazendo com que o *BIM* fosse adotado em larga escala pelas construtoras, empresas de projetos e fornecedoras de material.

2.1.1 Utilização no mercado brasileiro

Tanto no Brasil quanto na maior parte do mundo o modelo processual tradicional da construção ainda é predominante, porém isto está mudando. A utilização do *CAD 2D* (*Computer Aided Design* em duas dimensões) é a segunda geração na representação técnica de um projeto a ser construído. A evolução em relação a primeira geração, neste caso, é apenas gráfica, onde o computador auxilia o usuário na criação do desenho. O resultado, no entanto, é o mesmo: linhas “burras” no plano representando objetos, sujeitos a interpretação.

O Governo Federal, com o intuito de promover a modernização e a transformação digital da construção, criou em junho de 2017 o Comitê Estratégico de Implementação do *Building Information Modelling* - *CE-BIM* - para formular uma estratégia que pudesse alinhar as ações e iniciativas do setor público e do privado, impulsionar a utilização do *BIM* no país, promover as mudanças necessárias e garantir um ambiente adequado para seu uso.

Buscando incentivar o desenvolvimento do setor de construção, trazer mais economicidade para as compras públicas e maior transparência aos processos licitatórios, além de contribuir para a otimização de processos de manutenção e gerenciamento de ativos, o Governo Federal lança a Estratégia Nacional de Disseminação do *BIM* – Estratégia *BIM BR*, que tem como objetivo:

- Difundir o *BIM* e seus benefícios;
- Coordenar a estruturação do setor público para a adoção do *BIM*;
- Criar condições favoráveis para o investimento, público e privado, em *BIM*;
- Estimular capacitação em *BIM*;
- Propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com o uso do *BIM*;
- Desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para a adoção do *BIM*;
- Desenvolver a plataforma e a biblioteca nacional *BIM*;
- Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao *BIM*;

- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade *BIM*.

2.2 Funcionalidades

2.2.1 Características gerais de utilização

Com relação ao *BIM*, não existe um consenso em sua definição. Cada autor irá definir de uma maneira. Segundo Ray Crotty (2012), “a modelagem *BIM* permite ao projetista construir o empreendimento em um mundo virtual antes deste ser construído no mundo real. Ele o cria utilizando componentes real no mundo físico.”, e “a abordagem *BIM* compreende a comunicação, a troca e dados, padrões e protocolos necessários para todos os sistemas equipes conversarem entre si.”

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) define *BIM* como “o conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, utilização e atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, servindo a todos os participantes do empreendimento, potencialmente durante todo o ciclo de vida da construção”

Segundo Steve Race (2014), o “M” pode significar *model* (modelo) ou *management* (gerenciamento), trazendo uma perspectiva diferente a sigla. Dando novas uma gama de novas possibilidades estáticas e dinâmicas, o que é aceitável quando pensamos em informação no ciclo de vida de um projeto. Tendo o “M” como *Management*, traz-se a ideia de planejamento, organização e controle de recursos e informações do projeto como um todo, quem o criou de forma combinada com a finalidade de construir o empreendimento como ele foi visionado.

O *BIM* caracteriza-se como um processo de trabalho que faz o uso de *softwares* integrados com o objetivo de servir como fonte de informação completa e em tempo real, alimentada pelos projetistas e disponível para todos envolvidos no projeto.

Building Modeling Information é uma metodologia que abrange desde a concepção do projeto, ou seja, fase de nascimento do projeto, passa por todos os processos construtivos, de manutenção e até uma eventual demolição.

2.2.2 Nível de Desenvolvimento (*LOD – Level of Development*)

Os níveis de desenvolvimento (*LOD*) são compostos por números em intervalos de 100 ou 50 para permitir aos usuários do sistema a flexibilidade definir *LODs* intermediários.

No Brasil, de acordo com o Caderno *BIM*, desenvolvido pelo Laboratório *BIM* de Santa Catarina, os níveis de desenvolvimento variam de 100 a 500. Cobrindo desde a concepção do projeto até o pós-obra.

Enfatiza-se ainda que um elemento só progrediu para um determinado *LOD* quando todos os requisitos declarados foram atendidos. Considera-se também que os requisitos são cumulativos, ou seja, seguir à um nível *LOD* superior deve ter atingidos todos os requisitos do anterior.

Aqui estão os níveis de *LOD* (apresentados na figura 1):

- ***LOD 0 – Concepção do projeto***: trata-se de um estudo inicial para o levantamento de dados, ou seja, é um esboço que permite a análise de viabilidade.
- ***LOD 100 – Estudo Preliminar (EP)***: é a definição do projeto, inclui o estudo de massa geral indicando área, altura, volume, localização e orientação. Pode ser modelada em três dimensões ou outra representação genérica e não atende aos requisitos do *LOD 200*.
- ***LOD 200 – Anteprojeto (AP)***: agora os elementos são espaços reservados genéricos para elementos e equipamentos. Eles podem ser objetos reconhecíveis ou alocações de espaço para coordenação entre as disciplinas.
- ***LOD 300 – Projeto Legal (PL)***: os elementos do projeto são modelados como montagens específicas precisas em termos de quantidade, tamanho, forma, localização, orientação e interfaces. Esse nível de desenvolvimento, já permite que o projeto passe por processos que envolvam disputa de preço e, até mesmo, licitações. Esses modelos serão usados para gerar documentos de construção e as medições nos modelos e desenhos, bem como, seus locais devem ser precisos.

- **LOD 350 – Projeto Básico (PB):** este nível define a coordenação adequada entre ambientes, articulações e demais elementos e incluirá conexões e interfaces entre disciplinas.
- **LOD 400 – Projeto Executivo (PE):** este nível suporta detalhamento, fabricação, instalação e montagem, culminando em um conjunto de especificações e dados técnicos completos e extremamente acurados sobre todos os elementos e composições do projeto.
- **LOD 500 – Obra concluída:** este nível terá informações e geometria adequadas para dar suporte às operações, manutenção e criações de manuais, focado no pós-obra. A geometria e os dados devem ser as built e verificados em campo.

BIM LEVELS OF DEVELOPMENT (LODs)					
	Conceptual Design Phase	Schematic Design Phase	Documentation/Tender/Planning Phase	Execution Phase	Operation and Maintenance Phase
	100	200	300/350	400	500
LEVEL OF GEOMETRY (LOG)	GIS Maps, Masses & 2D Symbols	Partially-defined Geometry; Size, Shape, Position, Orientation.	Specific/Precise Geometry; Size, Shape, Position, Orientation, Connections.	LOD 300/350 + supplementary geometry for fabrication eg. holes, welds, nails, nuts, bolts, and screw sizes.	LOD 400 + All objects As-built and installed.
+					
LEVEL OF INFORMATION (LOI)	<ul style="list-style-type: none"> • Name • Object Type • Area measurements • User Requirements • Owner's Brief • Municipal Data • Building Codes 	<ul style="list-style-type: none"> • LOI 100 • Measurements • Materials • Quantities • Coordination & Clashes 	<ul style="list-style-type: none"> • LOI 200 • Costs, Bids & Contracts • Schedules • Fire Rating • Technical Analysis • Energy Analysis • Environmental Impact Assessment 	<ul style="list-style-type: none"> • LOI 300/350 • Fabrication/Production • Delivery • Installation/Assembly • Health and Safety • QA/QC 	<ul style="list-style-type: none"> • LOI 400 • Handover • Maintenance • Asset Performance • Occupancy data • End of Use
	Owners, Architects, Engineers	Architects, Engineers	Architects, Engineers, Specialists (LEED, Fire, Fluid Dynamics, etc), Contractors	Contractors, Sub-contractors	Contractors, Owners

Figura 1 - Níveis de desenvolvimento (LOD). MEDIUM, Level of Development: Looking at BIM Data across the Building Lifecycle

2.2.3 Dimensões BIM

O BIM possui diversas camadas de informação, conhecidas como dimensões. Um modelo pode ser 4D, 5D, 6D, 7D, até nD. De acordo com de Neil Calvert (2013), podemos classificar as 7 principais dimensões do BIM como:

- **2D Gráfico:** Representação gráficas de plantas do projeto em plano

- **3D Modelo:** Atualização da dimensão espacial, sendo possível observar objetos de forma dinâmica. Podendo ser utilizado na visualização de perspectivas de uma edificação de um traçado rodoviário, pré-fabricação de peças e obras de arte, teste de iluminação e etc. cada componente do 3D possui

atributos de parametrização o que faz de fato serem parte da construção virtual e não só apenas visualmente representativo

- **4D Planejamento:** Adiciona Cronograma, sequência de obra e fases de implantação, definindo quando cada elemento quem compõem a obra será adquirido armazenado, preparado, instalado, utilizado. Utilizado também para organizar o canteiro de obras, a manutenção, trabalho das equipes, utilização de ferramentas e máquinas e qualquer outro aspecto ligado ao tempo.

- **5D Orçamento:** Estimativa de custos, integração de empreiteiros e contratantes, determina quanto cada etapa da obra irá custar, a alocação de recursos a cada fase do projeto e seu impacto no orçamento, o controle de metas da obra de acordo com os custos.

- **6D Gestão de Instalações:** Operação e manutenção do edifício, nesta dimensão o usuário final extrai informações sobre funcionamento e particularidades da obra e seus procedimentos de manutenção.

- **7D Sustentabilidade:** leva em consideração a quantidade e o tipo de energia utilizado na obra, estando diretamente ligado ao impacto que o projeto irá causar no local onde for inserido. Se houver a necessidade de outras análises podem ser acrescentadas dependendo do contexto, como por exemplo:

- **8D Segurança e prevenção de acidentes:** Identificar os riscos do modelo gerado, promover sugestões para controles de perfis de risco, ou seja, pode ser adicionado esta dimensão prevendo possíveis riscos no processo de construção e operação, adicionando parâmetros de segurança.

2.3 Compatibilização de Projetos e Interoperabilidade

Um dos maiores motivos para erros na execução de uma construção é a incompatibilidade. O significado do verbo “compatibilizar”, segundo *Oxford Languages*, é nada mais do que ‘tornar algo ou alguém compatível com outrem’. Trazendo isso para a área da construção civil, o ato de compatibilizar os projetos nada mais é do que sobrepor os desenhos com o intuito de mitigar possíveis interferências não vistas anteriormente.

Seguindo neste raciocínio, têm-se também a ideia da interoperabilidade que é “a habilidade de trocar dados entre aplicativos, o que facilita os fluxos de trabalho e, às vezes, facilita sua automação” (EASTMAN, et al.,2011).

A falta de interoperabilidade, isto é, a defasagem na comunicação e troca de informações das partes envolvidas em todas as fases de uma construção acarreta erros. Erros estes que geram retrabalhos, reforços nas estruturas, desperdício de insumos, aumento no prazo de entrega e aumento do custo da construção como um todo.

3. Metodologia

As noções acerca de compatibilização de projetos, interoperabilidade, gerenciamento de projetos e utilização de *softwares BIM* foram obtidas através de pesquisas à artigos específicos do tema abordado. Para complementar esta pesquisa foi elaborada através do software Revit, da empresa americana *Autodesk*, um projeto de instalações hidrossanitárias de uma residência. Projeto este capaz de demonstrar que os *softwares* que detêm a metodologia *BIM* vão muito além da visualização 3D, podendo fornecer dados de incompatibilidade em desníveis de tubulações, fornece também, tabelas com quantitativos exatos referentes à materiais necessários para elaboração da infraestrutura hidráulica, entre outras diversas funções.

4. Resultados e Discussões

Ao utilizar o *software* Revit para o projeto, é possível realizar estudos de maneira consideravelmente mais rápida em comparação com o uso do *CAD*. No estudo do projeto de instalações hidrossanitárias, se fez necessário cerca de 10 horas para criar diversas alternativas solucionando problemas encontrados, cada uma com parâmetros distintos que afetaram diretamente os custos. Por outro lado, se fosse optado pelo *CAD*, um processo manual, isso poderia levar dias, ou até mesmo semanas, para solucionar problemas semelhantes.

Além disso, o Revit gera automaticamente documentos como memoriais e planilhas de custo, bastando extrair as informações inseridas. No método tradicional, esses documentos são gerados manualmente ou com a ajuda de

planilhas eletrônicas, onde os dados são inseridos à mão, abrindo precedentes para erros humanos.

A Figura 2, apresentada logo abaixo, mostra uma visualização 3D do projeto desenvolvido. Nela é possível visualizar a modelagem das peças hidrossanitárias, bem como identificar uma prévia de como será o resultado após a montagem das tubulações.



Figura 2: Projeto de Hidráulica no Revit. Autores (2023).

Já na tabela 1 têm-se um quantitativo exato referente às peças hidrossanitárias presentes no projeto.

<Tabela de peças hidrossanitárias>	
A	B
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
4	Antiespuma 100 mm, Esgoto - TIGRE
2	Bacia sanitária com caixa acoplada
2	Caixa de Inspeção/Interligação - DN 100, Esgoto - TIGRE
2	Caixa de Inspeção/Interligação - DN 100, Esgoto - TIGRE
4	Corpo Caixa Sifonada com 3 Entradas 100 x 150 x 50mm, Esgoto - TIGRE
2	Chuveiro
1	Caixa d'água de polietileno, 100 litros - FortLev
2	Assento Termofixo para as linhas Quadra e Plano com Slow Close e Easy Clean
2	Caixa acoplada para bacia sanitária com duplo acionamento
2	Prolongador DN300, Esgoto - TIGRE
1	
1	Torneira bóia 1/2", Fortlev

Tabela 1: Tabela de Peças Hidrossanitárias. Revit autores (2023).

A tabela 2 traz um quantitativo de conexões de tubo. Nela é possível identificar exatamente quais peças são necessárias para execução do projeto, bem como o tipo de sistema; água fria ou esgoto. Disponibiliza também na descrição do produto o grau de curvatura das conexões, os diâmetros, materiais e até mesmo o fabricante.

<Tabela de conexão de tubo>	
A	B
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
Água Fria	
6	Joelho 90° Roscável 3/4", PVC Branco, Água Fria - TIGRE
16	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
2	Produto Inexistente
4	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE
Esgoto	
1	Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
8	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
8	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
4	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
2	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
9	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
14	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE
3	Produto Inexistente
1	Redução Excêntrica 100x75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE

Tabela 2: Tabela de Conexão de Tubo. Revit autores (2023).

Por fim a tabela 3 traz a relação de tubos que será utilizado. Separada por sistema de tubulação, esgoto ou água fria, a tabela traz a quantidade em metros necessária para que seja executado toda a instalação e separa-os por seus respectivos diâmetros.

<Tabela de tubos>		
A	B	C
COMPRIMENTO	DESCRIÇÃO	DIÂMETRO
Tubo - Esgoto - Série Normal		
5,76	Tubo - Esgoto - Série Normal	40,0 mm
6,36	Tubo - Esgoto - Série Normal	50,0 mm
0,24	Tubo - Esgoto - Série Normal	75,0 mm
20,03	Tubo - Esgoto - Série Normal	100,0 mm
Tubo Marrom - Água Fria - Soldável		
33,02	Tubo Marrom - Água Fria - Soldável	25,0 mm

Tabela 3: Tabela de Tubos. Revit autores (2023).

Outra vantagem do Revit é a facilidade de identificar e corrigir erros, uma vez que o modelo completo do projeto está contido em um único arquivo, tornando a detecção de problemas de compatibilidade muito mais simples.

A principal dificuldade no uso do Revit é a inserção de informações, uma vez que o *BIM*, em geral, requer um grande volume de dados desde o início do projeto, muitos dos quais nem sempre estão disponíveis ou certos nessa fase inicial. Isso inclui informações sobre custos de materiais e detalhes estruturais, para os quais foram usados dados preexistentes no programa devido à falta de informações detalhadas.

Uma das grandes vantagens do *BIM* é a colaboração das equipes, permitindo que participem de todo o processo de modelagem. Isso resulta em um maior número de informações disponíveis desde o início do projeto, facilitando a compatibilização e simulações, o que ajuda na tomada de decisões e na realização de alterações durante a fase de concepção do projeto. Isso, por sua vez, reduz significativamente a necessidade de retrabalho devido à falta de informações durante a criação do projeto.

O Instituto Nacional de Padrões e Tecnologias (*NIST – National Institute of Standards and Technology*) realizou um estudo onde incluiu construções comerciais, industriais e institucionais em 2002. Este estudo mostra que devido à falta de interoperabilidade houve um aumento de U\$ 6,12 por pé quadrado em novas construções e U\$0,23 para operações e manutenções naquele ano, gerando um total de U\$ 15,8 bilhões (vide tabela 4).

Tabela 4 Custos da interoperabilidade inadequada por grupo de partes interessadas, por ciclo de vida

Fase (em \$ milhões)

Grupo de Partes Interessadas	Fase de planejamento, engenharia e design	Fase de construção	Fase de Operações e Manutenção	Total
Arquitetos e Engenheiros	1007,2	147,0	15,7	1169,8
Empreiteiros Gerais	485,9	1265,3	50,4	1801,6
Fabricantes e fornecedores especializados	442,4	1762,2	--	2204,6
Proprietários e Operadores	722,8	898,0	9027,2	10648,0
Total	2658,3	4072,4	9093,3	15824

Tabela 4 – Custos de interoperabilidade inadequada por grupo de partes interessadas, by Life-Cycle Phase

Portanto, o uso do *BIM* implica em um esforço adicional na fase de projeto, que envolve a integração de todas as informações e a resolução de problemas de compatibilização. No entanto, esse esforço inicial ajuda a evitar modificações significativas na fase de construção e operação, onde as alterações são mais difíceis e custosas.

Analisando o gráfico de processos (Figura 3) em relação aos métodos convencionais e o *BIM*, pode-se concluir o seguinte:

A linha 1 do gráfico demonstra que, quanto mais preliminar for o projeto, maior é a capacidade de influenciar os custos e o desempenho final da obra. À medida que o projeto avança para as fases finais (construção e operação), a flexibilidade para realizar alterações diminui, refletindo-se em custos mais elevados, conforme indicado na linha 2.

A partir do ponto de interseção entre as linhas 1 e 2, as modificações no projeto se tornam excessivamente custosas, e as oportunidades de alterações ficam limitadas.

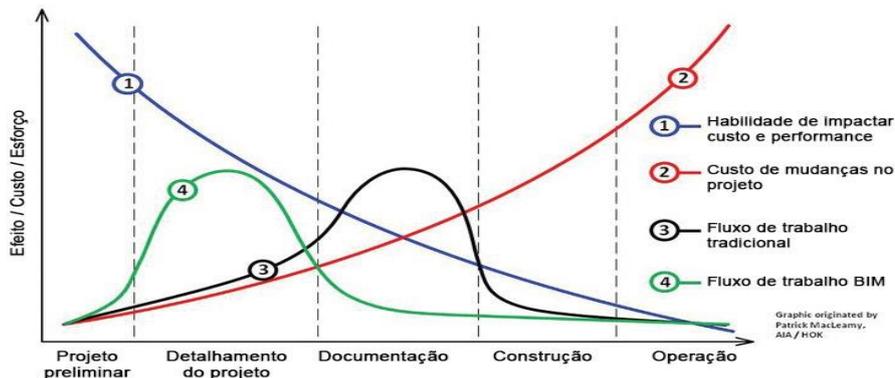


Figura 3 - Curva de MacLeamy. BIM na Engenharia

Em projetos tradicionais, a ênfase está principalmente na documentação. Se não forem feitas verificações oportunas dos potenciais problemas durante a construção e operação, as possibilidades de realizar mudanças no projeto se tornam mínimas, uma vez que, a partir desse ponto, as alterações não são viáveis.

5. Conclusões

O mercado de projetos está se tornando mais exigente, com tolerância reduzida a erros e prazos cada vez mais curtos. Isso demanda inovação para manter a competitividade. O *BIM* surge como uma solução, assim como o *CAD* fez no passado em relação aos desenhos manuais.

O uso do Revit, uma ferramenta *BIM*, demonstra a versatilidade do *BIM*, permitindo a criação, modificação e controle contínuo do modelo, mesmo após a conclusão da obra. Ele simplifica o trabalho, reduzindo prazos e erros. Em um estudo de caso, o projeto foi concluído em horas, em comparação a dias que seriam necessários em programas *CAD*.

O *BIM* fornece informações detalhadas de cada elemento do modelo, facilitando a geração de relatórios técnicos. Ele evita retrabalho nas fases finais do projeto (construção e operação), onde as modificações são caras e demoradas. Tudo é resolvido antes do início da obra.

O *BIM* permite que estudos sejam feitos em fases iniciais, com custos e prazos menores em comparação com o método tradicional, que tende a realizar mudanças nas fases finais, aumentando custos e prazos.

No entanto, a transição para o *BIM* requer o comprometimento de toda a equipe, pois exige informações completas e problemas dentro do modelo devem ser resolvidos adequadamente. Além disso, são necessários computadores mais potentes para executar *softwares BIM*.

Estudos futuros, podem se aprofundar ainda mais no tema abordado, tal como, a investigação de custos totais ao longo da vida útil de um projeto após a implementação do BIM dentro da organização, assim como a otimização do processo de construção e otimização de determinado projeto. Sabe-se que tais mudanças geram custos e normalmente sofrem resistência de colaboradores com a implementação de uma nova metodologia, porém, para que seja comprovado tal eficiência em todos os fatores, estudos pré realizados em outras regiões, organizações e até mesmo países, podem ser utilizados para encorajar uma mudança promissora.

Em resumo, o *BIM* já é uma realidade, com empresas privadas e públicas exigindo seu uso em projetos. Empresas que não se adaptarem correm o risco de ficar para trás, assim como aquelas que não adotaram o *CAD* no passado.

Referências

ADDOR, M. R. A. ET AL. **Colocando o “i” no BIM**. *Revista Acadêmica Arq.Urb*, nº4. Universidade São Judas Tadeu, São Paulo. 2010.

CROTTY, RAY. **The Impact of Building Information Modelling**. Spon press. Nova Iorque, 2012.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Bim Handbook**. 2ª Edição. Estados Unidos: John Wiley & Sons, inc., 2011

Estratégia nacional de disseminação do Building Information Modelling – BIM. [s. L.], 17 nov. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim>. Acesso em: 8 out. 2023.

GOMES, LORRAN NUNES; DE ALMEDIA, DIEGO HENRIQUE. **Impacto da Ausência de Compatibilização de Projetos na Execução de uma Obra Residencial**. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, Universidade Federal de Rondônia, 30 mar. 2021.

MATTEI, PIER LUIZ DE RESENDE. **Bim e a Informação no Subsetor de Edificações da Indústria da Construção Civil**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 1-67, 9 dez. 2008.

MORAIS, ANTONIO HENRIQUE BRANDAO; RODRIGUES, EMANUEL AUGUSTO OLIVEIRA. **Implementação do BIM no Brasil**. *BIM*, [s. L.]. 1 dez. 2022.

NÓBREGA, UGO RAFAEL GONÇALVES. **A Importância da Compatibilização de Projetos das Edificações para Minimizar as Falhas na Execução, Reduzir Custos e Garantir um Maior Controle de Qualidade.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Paraíba-UFPB Centro de Tecnologia Curso de Graduação em Engenharia Civil, 7 jun. 2017.

RACE, STEVE. **BIMDEMISTIFIED.** Riba publishing ltd, london 2013. 159 p

YEE, PEGGY; MATTA, CHARLES; KAM, CALVIN; HAGAN, STEPHEN; VALDIMARSSON, OSKAR. **The GSA BIM Story.** Journal of building information modeling, 2009.