

DANIEL HENRIQUE CARBINATTO BORIM

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM EM
ESCRITÓRIOS DE PROJETOS ESTRUTURAIS: ESTUDO DE
CASO EM SÃO CARLOS/SP**

SÃO CARLOS

2021

DANIEL HENRIQUE CARBINATTO BORIM

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM EM ESCRITÓRIOS DE
PROJETOS ESTRUTURAIS: ESTUDO DE CASO EM SÃO CARLOS/SP**

**Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
ao Curso de Graduação de Engenharia Civil do
Centro Universitário Central Paulista, como
requisito para a obtenção do título de bacharel
em Engenharia Civil.**

**Orientador: Prof. Dr. Victor José dos Santos
Baldan**

SÃO CARLOS

2021

Dedico este trabalho aos meus familiares, amigos e professores da faculdade Unicep por todo o auxílio, orientação e aprendizado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso, agradeço aos meus familiares, amigos e namorada por me incentivarem a continuar quando pensei em desistir, acreditando no meu potencial. Agradeço a todos os meus professores e orientador, por todo o ensinamento, paciência, dedicação e amizade.

“A imaginação é um ensaio para a ação”.
(Albert Einstein)

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VIII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	2
1.2 OBJETIVO	2
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS EMPREGADOS NO BRASIL	3
2.1.1 Alvenaria de vedação ou convencional	3
2.1.2 Alvenaria Estrutural	4
2.1.3 <i>Light Steel Framing (LSF)</i>	5
2.1.4 Wood frame.....	6
2.2 PROJETOS DE ESTRUTURAS NA ENGENHARIA CIVIL	7
2.2.1 Estrutura Organizacional Funcional	7
2.2.2 Estrutura Organizacional Projetizada	7
2.2.3 Estrutura Organizacional Matricial.....	7
2.3 O BUILDING INFORMATION MODELING.....	8
2.4 FLUXOS DE TRABALHO UTILIZANDO BIM	9
2.4.1 Representação de fluxos de trabalho.....	9
2.4.2 Fluxos de trabalho de planejamento BIM	9
2.4.3 Projeto.....	10
2.4.4 Dimensões do sistema	12
2.5 CICLO DE VIDA DA OBRA UTILIZANDO O SISTEMA BIM:	17
2.6 OS MOTIVOS QUE LEVAM O SISTEMA BIM A FAZER DIFERENÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	17
2.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA BIM	18
2.8 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA BIM NOS ESCRITÓRIOS:.....	19
2.8.1 Quanto menor seu escritório, mais fácil a implementação do BIM.....	19
2.8.2 Esteja consciente de que este é um processo que ocorre em etapas:	19
2.8.3 Transforme seu ambiente de trabalho:.....	19
2.8.4 Invista em treinamento e ferramentas:	19
2.8.5 Não crie restrições quanto ao tamanho dos projetos: Bim pode funcionar em qualquer escala:	20
2.8.6 Utilize um mesmo padrão de informações para cada etapa do projeto:.....	20
2.8.7 Utilizar Bim não impede a criatividade	20
2.9 NÍVEL DE CONHECIMENTO BIM	20

3	MATERIAIS E MÉTODO.....	22
3.1	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	22
3.2	PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	22
3.3	ESCRITÓRIOS ONDE O QUESTIONÁRIO FOI APLICADO	23
4	RESULTADOS.....ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
4.1	QUE TIPO DE PROJETO OU ATIVIDADE DE PROJETO SE DESENVOLVE?	25
4.2	COM QUAL FINALIDADE VOCÊ UTILIZA A TECNOLOGIA BIM ATUALMENTE?	25
4.3	COM QUAL FINALIDADE VOCÊ PRETENDE UTILIZAR A TECNOLOGIA BIM FUTURAMENTE?	25
4.4	NA SUA OPINIÃO, O QUE MOTIVA A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM?	25
4.5	O QUE NA SUA OPINIÃO E EXPERIÊNCIA INVIABILIZA A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM?	26
4.6	NA SUA OPINIÃO QUAIS MUDANÇAS O USO DO BIM TRAZ A UMA EMPRESA/ESCRITÓRIO?.....	26
4.7	VOCÊ CONHECE O PARADIGMA BUILDING INFORMATION MODELING (MODELAGEM DE INFORMAÇÕES NA CONSTRUÇÃO)?.....	26
4.8	VOCÊ UTILIZA OU CONHECE ESSAS FERRAMENTAS?.....	27
4.9	EM QUAIS ETAPAS DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO VOCÊ UTILIZA A TECNOLOGIA BIM?	27
4.10	NA SUA OPINIÃO, QUAL O NÍVEL DE BIM EM QUE VOCÊ SE ENCONTRA?	28
5	DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	29
	REFERÊNCIAS.....	31

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1A - PAREDE COM VEDAÇÃO DE TIJOLO	3
FIGURA 1B - PAREDE COM VEDAÇÃO COM BLOCO	3
FIGURA 2 - ALVENARIA ESTRUTURAL.....	4
FIGURA 3 - DESENHO ESQUEMATICO DE UMA ESTRUTURA EM LIGTH STELL FRAMING	6
FIGURA 4 - WOOD FRAME CONSTRUCTION	7
FIGURA 5 - PROCESSOS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM.....	9
FIGURA 6 - NIVEIS DO SISTEMA BIM.....	4
GRÁFICO 1 - CONHECIMENTO PARADIGMA BULDING INFORMATION MODELING	24
GRÁFICO 2 - CONHECIMENTO DAS FERRAMENTAS	25
GRÁFICO 3 - ETAPAS DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO	25
GRÁFICO 4 - NIVEL BIM DAS EMPRESAS	26

RESUMO

Visando compreender a aplicação das ferramentas do sistema BIM (Building Information Modeling – Modelagem de Informação da Construção) nos projetos de infraestrutura dentro de escritórios de construção civil, foi realizado um estudo de caso com escritórios da cidade de São Carlos/SP. O projeto foi desenvolvido com a colaboração de três escritórios de projeto de estruturas que responderam a um formulário que possibilitou o levantamento de dados sobre como o sistema BIM é utilizado desde sua fase de concepção e desenvolvimento até a parte de construção da logística e parte da manutenção. Essa pesquisa quantitativa, foi analisada e transformada em gráficos para a maior compreensão de como e em qual etapa das obras esse sistema é escolhido e o conhecimento das empresas sobre o Bim e suas ferramentas. Com esse estudo, foi possível analisar que o sistema BIM é utilizado em sua maioria nas etapas: de procedimentos básicos e implementação de projeto e que o conhecimento das empresas está em nível pré - BIM (prática tradicional).

Palavras-chave: BIM – Building Information Modeling, infraestrutura, utilização, escritórios, etapas, conhecimento.

1 INTRODUÇÃO

Desenhar, planejar e acompanhar o desenvolvimento tornou-se um desafio para os diversos agentes envolvidos em uma obra. Incidem projetos cada vez mais complexos, com grande volume de informação e diversos atores, entre os quais pode-se citar: engenheiros, arquitetos, projetistas, gestores, trabalhadores, proprietários, clientes, fornecedores e todo um leque de “*stakeholders*” (pessoas envolvidas no projeto). Levando em consideração essas características, é extremamente importante que o projeto seja desenvolvido com um alto nível de integração e coordenação, de forma que informações redundantes e conflitantes, ou mesmo erros que causem atrasos e perdas sejam evitados. (ESTMAN, 2014, p. 483).

É necessário verificar também as inúmeras interferências que podem surgir no projeto com antecedência, sendo necessário que as pessoas envolvidas no empreendimento estejam atentas à sequência de atividades para as questões logísticas da obra, além de controlar e atribuir tarefas a todos os trabalhadores de forma racional, otimizando a mão de obra, aproveitando melhor os recursos, acompanhando a execução e resolvendo os problemas que surgem durante o processo de construção.

Atualmente, a maioria das tarefas de construção, principalmente na fase de planejamento, está desconectada da realidade da obra. Vive-se um cenário onde o setor de gestão de projetos está totalmente desvinculado da realidade diária da obra, onde muitas vezes uma referida etapa existe apenas para cumprir obrigações contratuais, sem ter uma participação verdadeiramente ativa, o que leva as empresas que assim agem, perderem grandes oportunidades, principalmente no sentido de evitar uma série de problemas, desperdícios, retrabalhos e possíveis atrasos. É imprescindível considerar novos estudos, conceitos, ferramentas de gestão, recursos de controle e computacionais já disponíveis no mercado. Porém, essa atitude ainda é pouco utilizada na construção civil nacional. Com isso, surge o BIM, plataforma desenvolvida em meados da década de 1980, mas que se popularizou e difundiu-se nos anos 2000. No Brasil, o BIM foi implementado a partir dos anos 2010.

O *Building Information Modeling* (BIM) ou Modelagem da Informação da Construção, como é conhecido no Brasil, não possui uma definição única amplamente

aceita pelo meio técnico. Segundo Eastman (2014) o BIM pode ser definido como uma tecnologia de modelagem com um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. É um conjunto de técnicas e estilos que sistematizam a maneira de se conduzir um projeto, desde o projeto conceito, projeto detalhado, simulação, documentação 2D, fabricação, logística da construção, construção 4D e 5D, operação e manutenção e renovação.

1.1 JUSTIFICATIVA

Muito mais que uma plataforma, o BIM é uma metodologia de trabalho para se realizar um projeto de infraestrutura (CRC Construction Innovation, 2007). Essa metodologia abrange desde a fase de concepção e desenvolvimento do projeto até a parte da construção da logística e manutenção no eventual condicionamento do mesmo, que serve para melhorar a qualidade e precisão da construção civil.

O modelo BIM define o pré-dimensionamento das vigas e colunas de acordo com os elementos arquitetônicos e sistemas (como espaços e paredes), reduzindo o prazo de entrega do projeto.

1.2 OBJETIVO

Analisar, por meio da aplicação de questionários estruturados, a aplicação das ferramentas BIM em três escritórios de projetos estruturais da cidade de São Carlos/SP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

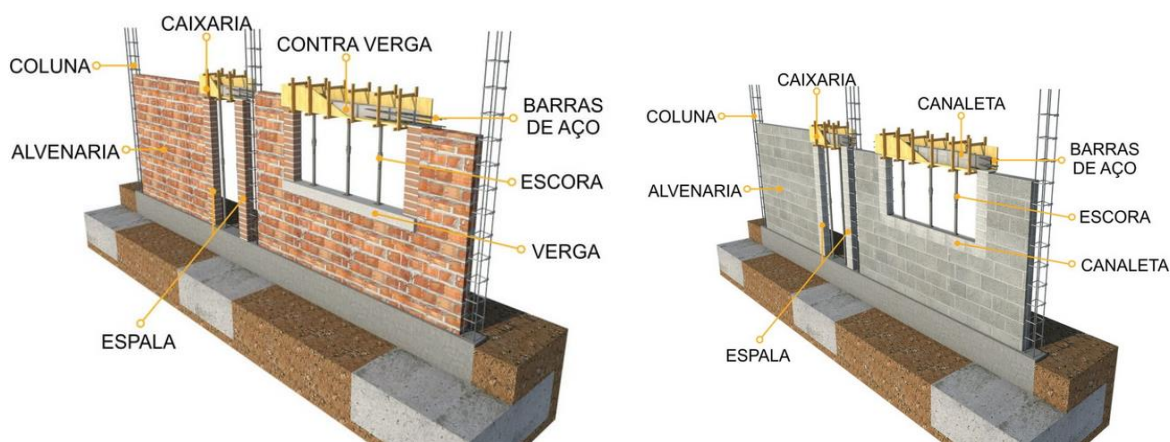
2.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS EMPREGADOS NO BRASIL

Atualmente, no setor da construção civil, existem vários sistemas construtivos para a execução de edifícios. No Brasil, o sistema mais utilizado é a alvenaria convencional, mas novas tecnologias estão sendo implementadas. Dentre os vários sistemas construtivos, podem ser citados a alvenaria convencional, alvenaria estrutural, *Steel Frame*, *Wood Frame* e parede de concreto moldadas *in loco*.

2.1.1 Alvenaria de vedação ou convencional

Edifícios convencionais de alvenaria consistem em vigas, pilares e lajes com concreto armado. Esses elementos fazem parte da estrutura de sustentação da edificação, e a alvenaria serve apenas para vedar e separar o ambiente. Para isso, costumam ser usados blocos de cerâmica. Devido à falta de mão de obra qualificada e profissional, o sistema é o mais utilizado no Brasil, mas isso vai causar muitos sintomas no processo de trabalho, levando a retrabalho e muito desperdício (Figuras 1.A e 1.B).

Figura 1A: Paredes de vedação com tijolo; **1.B:** Paredes de vedação com bloco.



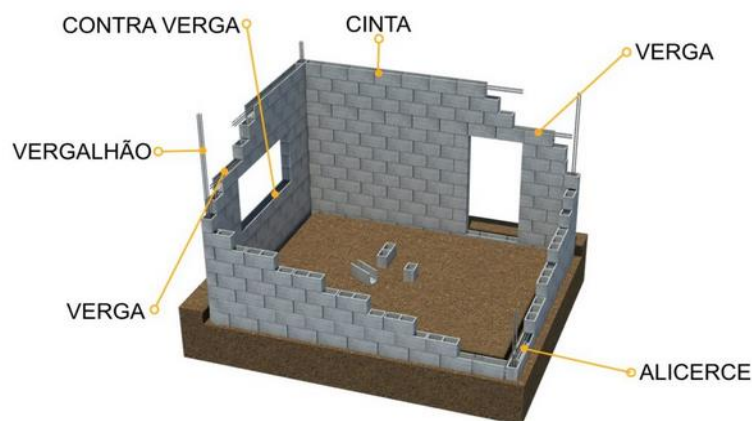
Fonte: <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/paredes/> Acessado em 24/07/21

2.1.2 Alvenaria Estrutural

Na alvenaria estrutural, os edifícios e os recintos são interligados por blocos de cerâmica ou concreto, ambos utilizados exclusivamente para esse fim. O projeto de alvenaria deve ser bastante detalhado e já compatível com projetos de elétrica e hidráulico. Deve-se também definir o vão da edificação de acordo com o método de modulação do bloco a ser utilizado. Alvenaria estrutural requer um trabalho mais especializado, se a parede for irregular e sem prumo podem ocorrer acidentes, pois a parede não tem apenas a função de vedação (dividir ambientes) ela desempenha também o papel de estrutura da edificação. Para edifícios com mais de 4 andares, as barras de aço devem ser usadas em conjunto com a alvenaria estrutural.

No sistema construtivo alvenaria estrutural ou autoportante, as paredes possuem função estrutural, ou seja, suportam os pesos (cargas) da casa toda, incluindo lajes, telhados e esquadrias, e distribuem para as fundações dispensando a construção de vigas e colunas. (Figura 2).

Figura 2: Alvenaria estrutural



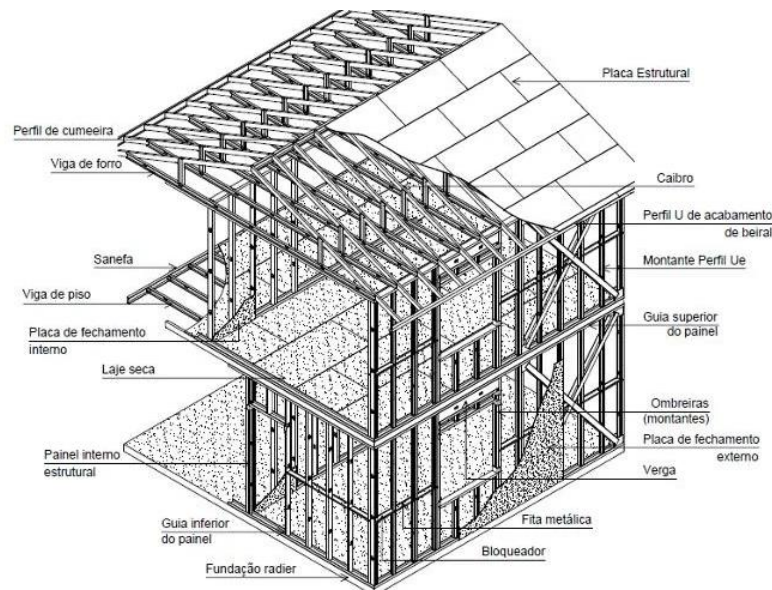
Fonte: <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/alvenaria-estrutural/> Acessado em 24/07/21

2.1.3 *Light Steel Framing (LSF)*

A estrutura de aço é um sistema de construção industrializado e racionalizado. Sua estrutura é formada por perfis de aço galvanizado, e seu fechamento é feito com painéis de cimento, madeira ou drywall. A principal diferença da estrutura de aço para outros sistemas é a limpeza do canteiro de obras, pois há muito pouco resíduos gerados e pouca água é necessária.

Pode ser definido como *Light Steel Frame (LSF)*, que é um método de construção utilizando perfis leves de aço galvanizado, produzidos por processos a frio, para fins estruturais, suportando cargas de construção, e ao mesmo tempo, são organizados como base para elementos de fechamento. (SWEDEN,1998, p12). (Figura 3).

Figura 3: Desenho esquemático de uma estrutura em Steel Framing



Fonte: Manual Steel Framing: Arquitetura (2012)

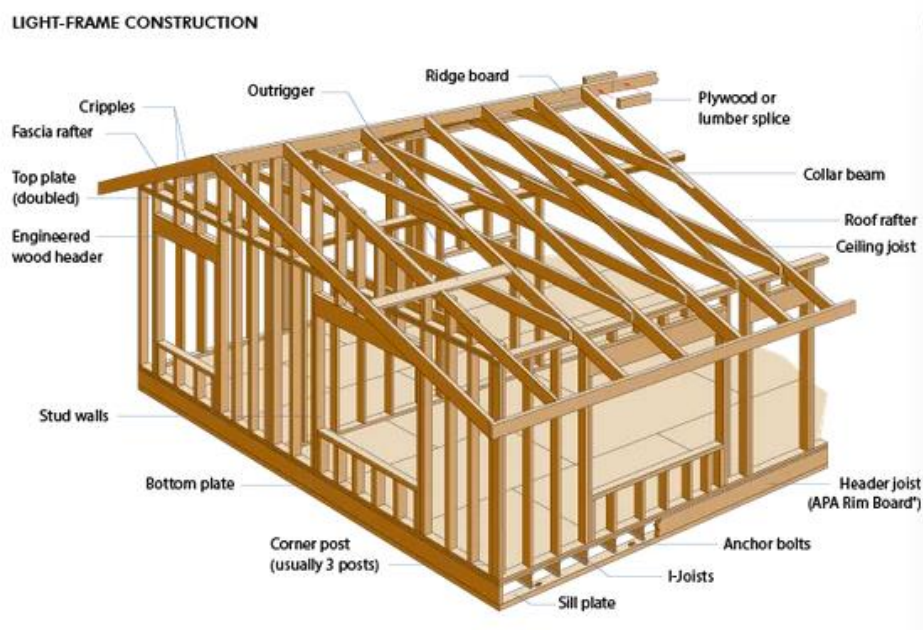
A origem do termo vem do inglês, que pode ser traduzido literalmente como estrutura de aço leve. Aço define a principal matéria-prima utilizada no sistema. A luz, convertida em luz, decorre das principais características deste sistema estrutural, nomeadamente leveza e flexibilidade, pois são utilizados perfis de aço leves em chapas de aço de espessura reduzida. Por fim, o termo moldura refere-se ao

"esqueleto estrutural", que é formado por outros elementos estruturais e / ou de vedação que atuam em conjunto para apoiar o trabalho mecânico do projeto a ser executado. (BORTOLOTTI, 2015).

2.1.4 Wood Frame

O método de construção da estrutura de madeira é muito semelhante ao da estrutura de aço. A diferença é que os perfis de madeira feitos de madeira reflorestada (como pinus) são geralmente usados em vez de perfis de aço galvanizado. O sistema construtivo é composto por perfis de madeira maciça, suporte de placa OSB e estrutura de madeira autoclavada, que tem a função de proteger a edificação de cupins e umidade. (Figura 4).

Figura 4: Wood Frame Construction



Fonte: <https://www.twbrazil.com.br/arquivos/catalogo/wood-frame> Acessado 24/07/21

2.2 PROJETOS DE ESTRUTURAS NA ENGENHARIA CIVIL

O método de distribuição de divisão do pessoal por departamentos, cargos e tarefas dentro da empresa é denominado estrutura organizacional. Indo além, a estrutura organizacional terá um papel na hierarquia e determinará o relacionamento entre o líder e seus seguidores. Entre eles há três tipos: matricial, funcional e projetizada, conforme PMI (2013)

2.2.1 Estrutura Organizacional Funcional

Em relação à estrutura funcional, Cury (2000) relata que esta é fundamentado na técnica de supervisão funcional, tendo larga aplicação na base da organização.

2.2.2 Estrutura Organizacional Projetizada

Na estrutura projetizada tem-se equipes que são reunidas por projeto. A autoridade do gerente de projeto e a disponibilidade de recursos para projetos é alta ou total. Ele cuida do orçamento do projeto e tem dedicação integral (PMI, 2013).

2.2.3 Estrutura Organizacional Matricial

Neste tipo de estrutura há a mescla entre a estrutura funcional e projetada. Aqui, a autoridade, a disponibilidade de recursos, a responsabilidade pelo gerenciamento do orçamento e a dedicação do gerente de projetos são percebidas (PMI, 2013).

Tabela 1: Influência da estrutura organizacional

Estrutura Organizacional Características do projeto	Funcional	Matricial			Projetizada
		Matricial Fraca	Matricial Balanceada	Matricial Forte	
Autoridade do Gerente de Projeto	Pouco ou Nenhum	Baixa	Baixa a Moderada	Moderada a Alta	Alta Quase Completa
Disponibilidade de Recursos	Pouco ou Nenhum	Baixa	Baixa a Moderada	Moderada a Alta	Alta Quase Completa
Quem gerencia o orçamento do projeto	Gerente Funcional	Gerente Funcional	Gerente funcional e Gerente de Projeto	Gerente de Projeto	Gerente de Projeto
Papel do Gerente de Projeto	Parcial	Parcial	Tempo Integral	Tempo Integral	Tempo Integral
Staff Administrativo	Tempo Parcial	Tempo Parcial	Tempo Parcial	Tempo Integral	Tempo Integral

Fonte: <http://repositorio.uninove.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/648/21.pdf?sequence=1>

Acessado 24/07/21

2.3 O BUILDING INFORMATION MODELING

A utilização de ferramentas do *Buildig Information Modeling* (BIM) pelo setor da construção civil oferece vantagens que economizam tempo e dinheiro. O BIM permite um melhor planejamento dos processos construtivos, reduzindo tempos e economizando recursos. Ele também reduz as chances de erros e conflitos (ESTERMAN,2014).

A organização do projeto é um dos maiores desafios. Profissionais como engenheiros, arquitetos e designers estão comprometidos em atender às necessidades, requisitos e padrões. Isso causará alguns conflitos de projetos, que devem ser analisados expondo a solução de maneira consistente para a execução do projeto.

Portanto, como apontando por Souza (2013), o sistema BIM tem a capacidade de armazenar as informações exigidas pelo sistema ao longo do ciclo de vida do projeto, podendo considerar aspectos relacionados ao projeto, operação, manutenção e gerenciamento da edificação, proporcionando assim uma melhor organização.

O principal objetivo do BIM é melhorar a gestão, reduzindo a jornada de trabalho, desperdícios, retrabalho, melhorando a qualidade e aumentando a produtividade.

2.4 FLUXOS DE TRABALHO UTILIZANDO BIM

2.4.1 Representação de fluxos de trabalho

Os fluxos dos processos em obras são agrupamento de atividades funcionais, distribuídas sequencialmente, sendo mais bem compreendido na forma de diagrama, onde normalmente lhe é inerente os procedimentos, suas respectivas atividades componentes, inclusive indicadas a relação entre elas.

Na análise dos fluxos de processos é possível obter-se a caracterização de todos os seus componentes, como a identificação dos elementos, a ordem de ocorrência das ações, suas prioridades e suas performances.

Os processos são definidos por um conjunto de regras específicas, que permitem tratar as atividades, sob um controle de movimentação das instruções qualitativas e quantitativas, para um racional dimensionamento dos recursos ou de tarefas.

No âmbito da formação do preço, é fundamental que haja o conhecimento da acuracidade da estrutura do processo e a perfeita acuidade na seleção das performances das atividades.

2.4.2 Fluxos de trabalho de planejamento BIM

A implantação do sistema BIM está dividida em projeto, construção e manutenção, conforme é apresentado na Figura 5.

Figura 5: Processos de implantação do BIM



Fonte: CET-0169 - REVIT - USANDO A FERRAMENTA DE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) <https://www.ft.unicamp.br/pt-br/cursos/cet-0169-revit-usando-ferramenta-de-building-information-modeling-bim> acessado 29/05/21

O projeto é etapa do processo que visa coletar todas as informações relacionadas à implantação do BIM, segue um planejamento de análise e localidade onde terá informações de instalações hidráulicas e elétricas. Depois, tendo a concepção seguindo a NBR 15575 (ABNT, 2013), realiza-se o desenho arquitetônico com uma revisão detalhada.

Após a elaboração do projeto, é possível aplicar o método de construção visando a fabricação e logística da construção planejando orçamentos de equipamentos e materiais usados por último faz operação e manutenção da estrutura realizada.

2.4.3 Projeto

O projeto estrutural BIM é um planejamento feito em conjunto com o arquitetônico, cujo objetivo é detalhar todo o dimensionamento estrutural da construção, como, por exemplo, o melhor local para posicionar vigas, pilares, coberturas, lajes, fundações etc.

2.4.3.1 Etapas do projeto

No projeto segue-se as seguintes etapas:

- a) **Análise do local e levantamento de informações:** Um projeto de construção, seja ele arquitetônico, estrutural, de instalações elétricas ou hidráulicas, deve sempre considerar as informações de campo, como dados e aspectos do terreno e seus arredores. Caso contrário, problemas podem ocorrer durante a execução da edificação.
- b) **Concepção do projeto arquitetônico:** Nesta fase, contato direto com o arquiteto responsável para chegar a um consenso sobre os desejos e possibilidades dentro do orçamento estabelecido. Normalmente, as soluções são criadas para os requisitos existentes, explicando quaisquer diferenças entre o que é solicitado e o que realmente pode ser projetado. O projeto de construção não deve apenas estar de acordo com os desejos do cliente, mas também deve estar em conformidade com as leis locais e planos diretores. Nesse sentido, devem ser atendidos os requisitos do usuário especificados na NBR 15575 (ABNT, 2013), os quais envolvem os seguintes fatores:
 - Estanqueidade da água;
 - Desempenho térmico;
 - Acústico e lumínico;
 - Saúde;
 - Higiene;
 - Qualidade do ar;
 - Funcionalidade e acessibilidade;
 - Conforto tátil e antropodinâmico.
- c) **Elaboração dos desenhos:** Após a concepção, o projeto de construção deve ser montado com o auxílio de ferramentas de cálculo de acordo com as escolhas do cliente, do arquiteto e da pessoa que executa a obra. A construção deve ser sempre considerada na elaboração dos desenhos, incluindo o máximo

de detalhes e informações possíveis, para que o acordo alcançado entre o arquiteto e o proprietário possa ser seguido, não deixando margem para dúvidas e erros. Os projetos de construção também devem fornecer materiais descritivos, incluindo todos os projetos que devem ser utilizados na execução. O documento pode conter dados básicos, como especificar quais salas devem ter paredes brancas, e informações mais detalhadas, como marca e cor da tinta a ser utilizada

- d) **Revisão e aprovação:** Antes de iniciar as obras, podem ser necessárias modificações no projeto de construção para eliminar dúvidas e corrigir erros ou imperfeições. Isso também pode acontecer quando dois projetos se opõem, por exemplo, quando a estrutura e o projeto de construção não estão alinhados com o canteiro de obras do pilar. É importante analisar todos os itens em conjunto para evitar erros que podem até danificar a integridade estrutural do edifício, como tubos que passam no meio de vigas.

2.4.4 Dimensões do sistema

Essas dimensões aprimoram os dados associados ao modelo para compartilhar um nível mais alto de compreensão do projeto de construção. Nos tempos modernos, a tecnologia BIM evoluiu das dimensões básicas em 3D e 4D para dimensões mais complexas em 5D, 6D e 7D, preparando-se para mudar o futuro da indústria de arquitetura, engenharia e construção (AEC). (figura 6). (BIBLUS. As 7 dimensões da metodologia BIM)

2.4.4.1 Dimensão 3D: Modelagem Paramétrica

O BIM 3D é provavelmente a forma mais familiar do uso do BIM, sendo o processo de reunir informações gráficas e não gráficas para criar modelos 3D e distribuir essas informações em um ambiente de compartilhamento de dados acessível, rastreável, transparente, confidencial e seguro, no qual todos os sujeitos credenciados podem compartilhar as informações produzidas, de acordo com regras

pré-estabelecidas, para o gerenciamento digital das informações do projeto. (BIBLUS. As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D).

Podem ser citados como benefícios da dimensão 3D a visualização 3D otimizada de todo o projeto, comunicação e compartilhamento simplificados das expectativas e etapas do projeto, auxiliar a logística, fácil colaboração entre equipes multidisciplinares, redução de retrabalho e revisões face à transparência do projeto desde o objetivo de sua concepção.

2.4.4.2 Dimensão 4D: Planejamento

A quarta dimensão está relacionada ao planejamento do canteiro de obras, adicionando um novo elemento: o tempo. A programação de dados ajuda a descrever quanto tempo estará envolvido na conclusão do projeto e como o projeto evoluirá. As informações podem fornecer detalhes sobre o tempo necessário para instalação ou construção, o tempo necessário para tornar o projeto operacional e a sequência de instalação de vários componentes. (BIBLUS. As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D).

A administração do tempo representa um aspecto fundamental no planejamento da construção. Alguns dos métodos tradicionais empregados neste setor (como gráficos de Gantt e o diagrama Pert), quando utilizados no canteiro de obras ou para o gerenciamento de tempo do projeto, têm certos limites e questões críticas: como perda de dados entre as equipes, falta de comunicação entre a gerência de obras e os fornecedores, necessidade da colocação precisa de materiais no canteiro e o preciso andamento da execução do trabalho.

2.4.4.3 Dimensão 5D: Orçamentação

O orçamento é um dos elementos mais importantes associados a um projeto. Essa dimensão permite que todos os envolvidos no projeto analisem os custos que serão incorridos ao longo do tempo em relação às atividades do projeto.

Esses cálculos podem ser feitos com base nos dados e informações associadas, vinculadas a componentes específicos dentro do modelo gráfico. Tais dados permitem que os orçamentistas extraiam com maior facilidade as quantidades de um determinado componente, alcançando assim, com maior precisão, o custo geral para o desenvolvimento de um projeto.

Essa dimensão contribui para uma maior precisão dos requisitos orçamentários e um maior controle sobre possíveis mudanças no escopo, material, mão de obra ou equipamentos.

Assumindo que o projeto traga dados da dimensão 4D e uma compreensão clara do valor de um contrato, você pode acompanhar facilmente os gastos previstos e reais ao longo de um projeto. Isso permite relatórios e orçamentos regulares de custos para garantir ganho de eficiência e que o projeto permaneça dentro dos limites orçamentários.

Imprescindível ressaltar que, a precisão de qualquer cálculo de custo depende, é claro, dos dados produzidos e compartilhados pelas várias equipes que cooperam com o projeto. Caso essas informações sejam imprecisas, os custos também o serão.

Nesse aspecto, o uso do BIM para estimativa de custo não difere das formas mais tradicionais de trabalho. É por esse motivo que os orçamentistas mantêm um trabalho muito importante a performar, não apenas na verificação da precisão das informações, mas também na ajuda a interpretar e preencher as “lacunas” de informações.

Isso ocorre porque muitos elementos de um projeto ainda serão modelados em 2D ou sequer são modelados ou exibidos. Pode ainda haver diferenças entre os modelos na forma como os elementos ou composições são classificados.

As consequências do emprego da dimensão 5D envolvem a visualização de custos em tempo real em 3D com notificação de alterações, contagem automática de componentes associados a um projeto, análise simplificada de custos e análise orçamentária com gastos previstos e reais ao longo do tempo e minimização de inconsistências orçamentárias devido a relatórios e orçamentos regulares de custos. (BIBLUS. As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D).

2.4.4.4 Dimensão 6D: Sustentabilidade

A indústria da construção tradicionalmente se concentra nos custos iniciais da construção. Mudar esse foco para uma melhor compreensão do custo de toda a vida útil dos ativos, no qual a maior parte do dinheiro é gasto proporcionalmente, deve motivar uma tomada de decisão mais precisa em termos de custos e sustentabilidade. É aqui que entra a dimensão 6D.

Também chamada de iBIM ou BIM integrado, essa dimensão compreende a inclusão de informações que ofereçam suporte ao gerenciamento e operação das instalações, a fim de obter melhores resultados nos negócios.

O 6D BIM está focado na sustentabilidade de um ativo. Os dados extraídos nessa dimensão podem incluir informações sobre o fabricante, cronogramas de manutenção, detalhes de como o item deve ser configurado e operado para se obter um desempenho ideal, vida útil esperada e dados de desativação. É possível tomar melhores decisões, por exemplo, em ativos com vida útil mais longa e com maior sentido econômico. Com esse nível de dados em um modelo, você pode planejar as atividades de manutenção com bastante antecedência.

Nem sempre é fácil adaptar esse conceito a um tipo de design sustentável, especialmente em termos de inovação, pois projetar de maneira sustentável impacta em grande monta nos aspectos de qualidade e custos. A adoção de uma metodologia que exija planejamento de processos e gerenciamento de obra permitirá que os processos analíticos envolvidos na avaliação da sustentabilidade de um edifício tenham um desempenho melhor.

A adição desse tipo de detalhe ao seu modelo de informações permite que decisões sejam tomadas durante todo o processo de modelagem – uma caldeira com vida útil de 5 anos pode ser substituída por uma que deve durar 10 anos, por exemplo, se fizer sentido econômico ou operacional fazê-lo. No entanto, é importante, que esse tipo de informação realmente agregue valor ao usuário final.

Essa abordagem mais planejada e proativa oferece benefícios significativos, principalmente em termos de custos, além de permitir um pré-planejamento das atividades de manutenção com anos de antecedência e o desenvolvimento de perfis

de gastos durante a vida útil de um ativo construído, evitando que os reparos se tornem dispendiosos ou os sistemas ineficientes. (BIBLUS. As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D)

2.4.4.5 Dimensão 7D: Gestão e Manutenção

A dimensão 7D é uma abordagem única, na qual tudo relacionado ao processo de gerenciamento de instalações é agrupado em um único local no modelo de informações da construção. Essa tática ajuda a melhorar a qualidade da prestação de serviços durante todo o ciclo de vida de um projeto.

O uso do 7D BIM garante que tudo em um projeto permaneça em sua melhor forma desde o primeiro dia até à demolição de uma estrutura.

Um dos objetivos da metodologia BIM é criar um modelo virtual (tridimensional e informativo) mais fiel ao que foi realmente alcançado. Um modelo definido como as built inclui, de fato, não apenas o que foi projetado, mas também o que está sendo construído durante a fase de construção.

O que é concebido durante a elaboração do projeto é tradicionalmente revisado e modificado no canteiro de obras para lidar com possíveis variações durante a construção ou para resolver conflitos geométricos ou operacionais que não são levados em consideração no estágio inicial da construção.

Ao falar sobre o ciclo de vida da construção, certamente não se pode desconsiderar os aspectos de manutenção e desmontagem ou a renovação do trabalho de construção.

O 7D BIM tem tudo a ver com operações e gerenciamento de instalações. Essa dimensão é usada para rastrear dados importantes do ativo, como status, manuais de manutenção ou de operação, informações sobre garantia e especificações técnicas, para serem utilizados em um estágio futuro.

Os principais benefícios no uso dessa dimensão envolvem a substituição simplificada e fácil de peças e reparos a qualquer momento durante toda a vida útil de um edifício e o processo de manutenção simplificado para empreiteiros e subcontratados, por exemplo. (BIBLUS. As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D).

2.5 CICLO DE VIDA DA OBRA UTILIZANDO O SISTEMA BIM

O sistema BIM pode ser utilizado em qualquer etapa de ciclo de vida da obra, entretanto alguns escritórios dão mais preferência para uma determinada etapa. O ciclo de vida de uma obra é um conjunto de todas as fases da gestão de projetos, cada uma delas inclui um conjunto de resultados específicos, cujo objetivo é permitir algum tipo de controle gerencial. Na construção civil, o ciclo de vida começa com a concepção do projeto pelo arquiteto. Na primeira etapa, são adotados procedimentos básicos, como estudo de viabilidade do projeto, aprovação do plano e da documentação e verificação junto aos clientes. A próxima etapa é implantar o projeto, preparar o canteiro de obras, contratar mão de obra, adquirir insumos e matérias-primas e adquirir equipamentos. Na terceira fase, inicia-se a fase de construção com obras de fundação, estrutura, alvenaria e revestimento. Quando o projeto é entregue, todos os sistemas são testados e aprovados - iluminação, elétrica, encanamento, equipamentos. Desta forma, pode-se compreender em qual fase ele é mais utilizado e otimizar a sua execução focando na etapa indicada.

2.6 OS MOTIVOS QUE LEVAM O SISTEMA BIM A FAZER DIFERENÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O engenheiro do futuro, como a maioria dos profissionais, deve ser um excelente administrador, por isso deve absorver informações e solucionar problemas. A modelagem de informações de construção pode ser o caminho a seguir. BIM é uma inovação, uma nova forma de trabalhar. Ele não é apenas o futuro, mas também o presente. Porque é realidade de múltiplos escritórios no Brasil e no mundo. Embora o setor da construção civil ainda seja muito tradicional e resistente a mudanças, é notável o crescimento e a rápida integração desse processo. Os programas CAD ainda são amplamente utilizados na indústria da construção. Apesar desse progresso, eles não irão desaparecer, mas terão um papel secundário para adicionar todos os recursos do BIM, que terão um papel importante. Além de clientes cada vez mais exigentes, também é preciso agilidade e redução de custos e desperdícios, ou seja,

não há margem para erros. Portanto, se você não quer ficar para trás, deve se atualizar e começar a aplicar o BIM.

2.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA BIM

Vantagens:

- Redução no retrabalho dos projetos em plataforma BIM;
- Menos litígios de sinistros;
- Redução de erros em documentos;
- Redução no tempo do fluxo de trabalho;
- Redução na duração do projeto;
- Redução no custo da construção.

Desvantagens:

- **Incompatibilidade com parceiros de projetos:** Não é todo mundo que utiliza o BIM (infelizmente!). Sempre existirá o risco de algumas das empresas que você precisará envolver-se, não trabalharem;
- **Falta de profissionais qualificados:** Como uma tendência da construção relativamente nova, existem poucos profissionais aptos no mercado. Assim o empresário da construção precisa investir em consultorias e treinamentos;
- **Interoperabilidade:** A integração do BIM com outros softwares pode ocasionar problemas. Inclusive podem tornar impossível sua utilização no projeto de construção;
- **Investimento:** Será necessário comprar um novo software especializado na tecnologia BIM;
- **Problemas jurídicos:** há em trâmite na Câmara dos Deputados e no Ministros do Planejamento, leis que tragam uma segurança legal aos prestadores de serviço de BIM.

2.8 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA BIM NOS ESCRITÓRIOS:

2.8.1 Quanto menor seu escritório, mais fácil a implementação do BIM

Implementar a tecnologia BIM em seu escritório tem pouco a ver com o *software* em si, e mais com uma mudança na forma de trabalhar. Por isso, é muito mais fácil gerir este processo em um grupo menor.

2.8.2 Esteja consciente de que este é um processo que ocorre em etapas:

É normal passar por uma série de etapas. O primeiro estágio é o que pode ser chamado de "solidão" (apenas o seu escritório está usando o sistema BIM e todas as outras empresas com as quais você trabalha ainda não migraram para o sistema). Em seguida, passamos pela fase "informal" (quando o BIM foi implementado informalmente) e a etapa final ou fase de "contrato" (na qual pelo menos 60% dos projetos de escritório são obrigatórios para usar o BIM). Em cada etapa, você pode ver o efeito imediato da eficiência do escritório, que aumenta exponencialmente à medida que os custos caem.

2.8.3 Transforme seu ambiente de trabalho

É fundamental adaptar o ambiente de trabalho para um sistema mais colaborativo, é extremamente necessário compartilhar dados e informações com facilidade para que seja possível projetar de forma mais rápida e eficiente, em paralelo e simultaneamente. Para isso o espaço de trabalho precisa estar integrado e orientado para uma melhor comunicação entre as pessoas.

2.8.4 Invista em treinamento e ferramentas

O investimento para a implementação do sistema Bim em seu escritório pode ser dividido em: *hardware* (20%), *software* (30%) e treinamento do pessoal (50%). Este custo humano não se refere apenas a formação em si, mas também para manter o colaborador trabalhando em seu escritório:

2.8.5 Não crie restrições quanto ao tamanho dos projetos: Bim pode funcionar em qualquer escala

Não são necessários grandes contratos para que seu escritório passe a utilizar a tecnologia Bim, tampouco ela deve ser utilizada apenas em projetos não iniciados.

2.8.6 Utilize um mesmo padrão de informações para cada etapa do projeto:

Utilização de um único manual BIM (ou, pelo menos, que se sigam sempre as mesmas regras). É importante coordenar o sistema de trabalho para garantir um mesmo padrão de informações necessárias para cada etapa do projeto.

2.8.7 Utilizar BIM não impede a criatividade

É necessário incorporar uma certa flexibilidade em cada elemento para que seja possível adaptar este mesmo modelo para diferentes projetos. Assim, projetando elementos modulares é possível gerar distintas tipologias facilmente adaptáveis a cada projeto específico, ainda que possam incorporar os mesmos detalhes e informações complementares.

2.9 NÍVEL DE CONHECIMENTO BIM

a) Pré BIM

Se refere as práticas tradicionais 2D (AutoCAD), ainda com ineficiência e barreiras significativas. A maioria da informação é armazenada em documentos escritos, pranchas e detalhes 2D. Existe grande possibilidade de existirem erros humanos e problemas entre diferentes versões de projeto (KHOSROUSHAHI; ARAYICI, 2012).

b) BIM level 1

Se refere à transição de 2D para o 3D, onde o modelo passa a ser construído com elementos arquitetônicos reais. Nessa fase, as disciplinas ainda são tratadas

separadamente e a documentação final ainda é composta, majoritariamente, por desenhos 2D (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

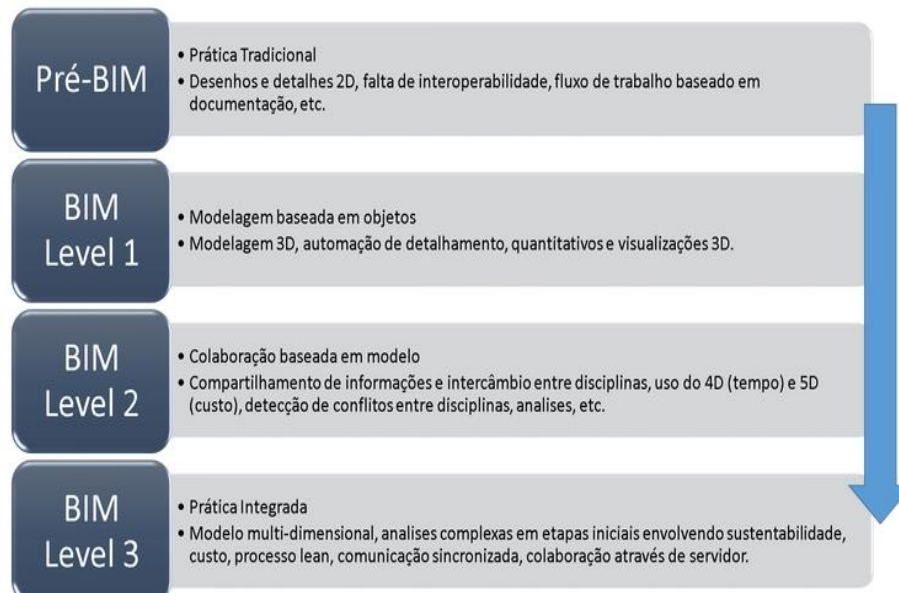
c) BIM level 2

Existe um progresso da modelagem 3d para a colaboração e interoperabilidade. Tal level requer um compartilhamento integrado de dados entre as partes envolvidas com a finalidade de suprir a abordagem colaborativa (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

d) BIM level 3

O estágio 3 já passa da colaboração para a integração, refletindo a filosofia BIM. Nesse nível de maturidade os envolvidos no projeto interagem em tempo real permitindo análises complexas nas fases iniciais de projeto. O produto final inclui, além da documentação 2D, propriedades semânticas de objetos, princípios de construção enxuta e políticas sustentáveis, por exemplo (KHOSROWSHAHI; ARAYICI, 2012).

Figura 6: Níveis do sistema BIM



Fonte: N. B. Feitosa, Artur (2016). <https://www.bimexperts.com.br/post/niveis-de-maturidade-bim-2> - acessado 25/09/2021

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para o desenvolvimento da pesquisa em questão, foi elaborado um questionário estruturado com base em Eastman (2014), de forma a coletar dados que exemplificaram a aplicação das ferramentas BIM e do conhecimento da aplicação dessas ferramentas por projetistas de estruturas contratados por escritórios especializados nessa área na cidade de São Carlos/SP.

Os questionários foram enviados por e-mail e as respostas dos mesmos foram aguardadas para análises e discussões.

3.2 PROCESSOS DE ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Os questionários foram elaborados de acordo com Eastman (2014), abordando os seguintes tópicos de interesse:

- As características gerais da amostra: caracterizar profissionalmente as informações do participante;
- Prática do processo BIM: resolver o problema do uso de ferramentas BIM em todo o processo de design.

Para obter uma amostra satisfatória e uma cobertura mais ampla, o questionário foi hospedado na plataforma Google Forms, que além de fornecer serviços gratuitos, também ofereceu os resultados. Por fins apresentados na forma de gráficos, o que permitiu filtrar as respostas em um tempo relativamente curto.

O questionário elaborado inclui um total de 12 questões, porém no estudo de caso foi utilizado somente 10 pois algumas questões as respostas seriam as mesmas praticamente visando essa situação a maioria foi mais objetiva, mas há uma opção “informação adicional”. O tempo médio de resposta (estimado) é de 12 minutos.

De acordo com Eastman (2014) usa-se o questionário:

1. Que tipo de projeto ou atividade de projeto desenvolve?
2. Você conhece o paradigma Building Information Modeling (Modelagem de Informações na Construção)?

3. Como você conheceu o BIM?
4. Você utiliza (U) ou conhece (C) essas ferramentas?
5. Em quais etapas do ciclo de vida da edificação você utiliza a tecnologia BIM?
6. Com qual finalidade você utiliza a tecnologia BIM atualmente?
7. Com qual finalidade você pretende utilizar a tecnologia BIM futuramente?
8. Na sua opinião, o que motiva a implementação de BIM?
9. O que na sua opinião e experiência inviabiliza a implementação de BIM?
10. O que já foi feito para se implementar BIM em seu escritório?
11. Na sua opinião quais mudanças o uso do BIM traz a uma empresa/escritório?
12. Na sua opinião, qual o nível de BIM em que você se encontra?

3.3 ESCRITÓRIOS ONDE O QUESTIONÁRIO FOI APLICADO

O questionário desenvolvido foi aplicado em cinco escritórios de projeto de estruturas localizado na cidade de São Carlos/SP, a saber:

- Fragalli Engenharia;
- BZX Soluções em Engenharia;
- Engenharia e Comércio Bandeirantes;
- EBM Engenharia;
- Stamade;
- Ipê Amarelo Engenharia;
- Aelous Engenharia.

Entretanto, somente três deles retornaram com as respostas:

- Fragalli Engenharia;
- EBM Engenharia;
- Engenharia e Comércio Bandeirantes.

Ainda cabe ressaltar que as empresas que responderam ao questionário atuam no desenvolvimento de projetos estruturais de sistemas construtivos como alvenaria convencional, alvenaria estrutural, Steel Frame e Wood Frame. De acordo com Eastman (2014), esses sistemas construtivos são os que mais utilizam ferramentas da plataforma BIM.

4 RESULTADOS

Ao todo, foram obtidas 3 respostas válidas, com predominância de participantes os demais não se obtiveram resposta.

Neste capítulo, procedendo dos resultados obtidos no decorrer da análise de aplicação do sistema BIM no levantamento dos quantitativos de insumos, será exibido de maneira consistente em forma de gráficos:

Como definição do estudo, o nível de detalhamento a ser apresentado pelos escritórios estava limitado às exigências impostas pela pesquisa:

4.1 TIPO DE PROJETO OU ATIVIDADE DE PROJETO SE DESENVOLVE?

Na pesquisa foi possível observar que as empresas desenvolvem, obras de construção civil, construções de rodovias, infraestrutura e na utilização de leitura de projetos.

4.2 FINALIDADE PARA UTILIZAR A TECNOLOGIA BIM ATUALMENTE?

Utiliza-se com a finalidade de converter os projetos arquitetônicos e estruturais.

4.3 FINALIDADE QUE PRETENDE UTILIZAR A TECNOLOGIA BIM FUTURAMENTE?

Além de facilitar a compatibilização dos projetos, utiliza-se na integração de projetos, cruzamento de informações e planejamento mais assertivo.

4.4 NA SUA OPINIÃO, O QUE MOTIVA A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM?

O que motiva a implementação é o avanço da tecnologia, a redução de tempo, de custos, juntamente a facilidade e agilidade com que o mesmo proporciona.

4.5 O QUE NA SUA OPINIÃO E EXPERIÊNCIA INVIABILIZA A IMPLEMENTAÇÃO DE BIM?

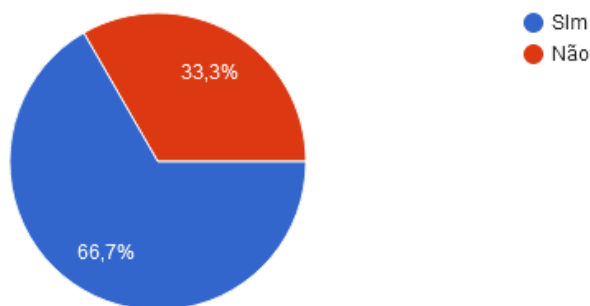
A falta de conhecimento dos produtos, a não popularização no mercado, juntamente com custo alto em qualificação inicial e softwares.

4.6 NA SUA OPINIÃO QUAIS MUDANÇAS O USO DO BIM TRAZ A UMA EMPRESA/ESCRITÓRIO?

O uso do BIM traz a conversão de projetos, benefícios administrativos e de produção, resultando em ganho financeiro e de tempo, além da redução de retrabalhos e menor tempo e custo.

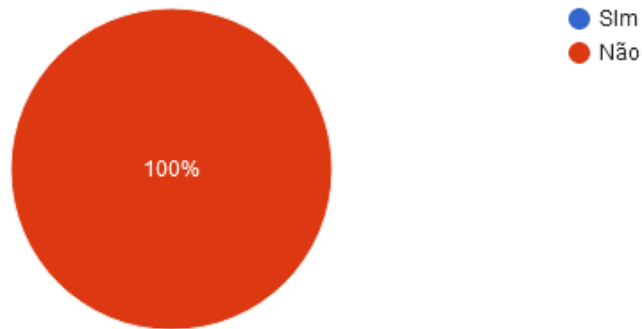
4.7 VOCÊ CONHECE O PARADIGMA BUILDING INFORMATION MODELING (MODELAGEM DE INFORMAÇÕES NA CONSTRUÇÃO)?

Grafico 1: Conhecimento paradigma Building Information Modeling (%)



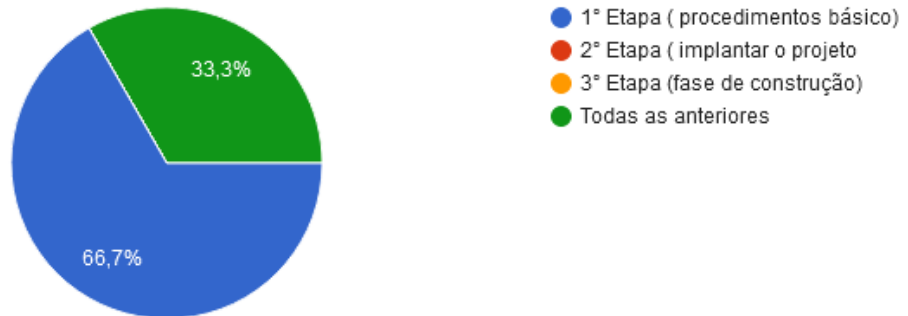
4.8 VOCÊ UTILIZA OU CONHECE ESSAS FERRAMENTAS?

Grafico 2: Conhecimento das ferramnetas (%)



4.9 EM QUAIS ETAPAS DO CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO VOCÊ UTILIZA A TECNOLOGIA BIM?

Grafico 3: Etapas do ciclo de vida da edificação utiliza (%)



4.10 NA SUA OPINIÃO, QUAL O NÍVEL DE BIM EM QUE VOCÊ SE ENCONTRA?

Gráfico 4: Nivel BIM das empresas (%)



5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As mudanças de paradigmas na elaboração de projetos têm sido aceleradas na necessidade de aprimorar os escassos e caros recursos naturais disponíveis para desenvolver empreendimentos, sejam estes comerciais, industriais ou ainda, habitacionais.

Nessa direção o uso de BIM tem demonstrado em vários países ser uma alternativa importante, não só para o desenvolvimento do projeto, assim como seu planejamento para fabricação, transporte, montagem, assim como a fase de vida de uso útil com a devida manutenção, e o reuso se tal destino é previsto.

Diversas pesquisas apontam que a utilização do BIM possibilita capturar as informações necessárias para o projeto, abrangendo desde a concepção até a operação e manutenção, possibilitando uma alternativa para o processo linear da construção civil. O BIM também auxilia no detalhamento de preços, reduzindo o conflito entre o projetista e o cliente. Outro fator relevante é possibilitar a análise da sustentabilidade nas construções, em que, a diminuição na quantidade de papel é significativa, pois, todos os arquivos são mantidos em formato eletrônico, reduzindo em até 98% do uso de papéis.

Entretanto, quando falamos em BIM, falamos em conceito, ou seja, na modelagem de informações, e não em um software específico. O tratamento adequado das ferramentas BIM nas diversas áreas não é realizado por um único software, mas por vários, e depende da comunicação entre eles.

Várias experiências indicam que a utilização do BIM em escritórios de projetos estruturais, proporciona a redução do ciclo de desenvolvimento de projetos, diminuição em cerca de 70% do número de reuniões de projetos, além de buscar a solução otimizada através da integração das disciplinas de projetos, possibilitar a identificação online de interferências críticas e garantir a compatibilização das disciplinas de engenharia.

Os resultados obtidos nos questionários aplicados neste trabalho de conclusão de curso e suas comparações, apontou que a aplicação da ferramenta BIM ainda está muito limitada na grande maioria das empresas, por causa do custo da sua

Análise da aplicação de ferramentas BIM em escritórios de projetos estruturais:
estudo de caso em São Carlos/SP

implementação. Entretanto, as mesmas, já estão focando no futuro utilizarem em desenvolvimento de projetos e controles de orçamentos da obra. Em vista do conhecimento Pré – BIM que foi apresentado na pesquisa, tendem a investir em cursos.

Por fim, cabe ao arquiteto e ao engenheiro projetista, encorajar sua equipe a desenvolver projetos de forma mais colaborativa, como na configuração de metas e na melhoria de atividades coordenadas. Os projetistas que utilizam o BIM têm condições de participar de toda a cadeia de produção do projeto, recebendo e transmitindo informações de modelagem do edifício, e colaborando efetivamente no processo da construção.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. D. C.; PINA, A. C. A evolução do Cad e sua aplicação em projetos de engenharia. IN: SIMPÓSIO DE MECÂNICA COMPUTACIONAL, 9.,2010, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro: UFRJ, p. 1-6, 2010.

AYRES, C. **Acesso ao Modelo Integrado do Edifício. 2009.** 162f. Monografia (Especialização em teste) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2009.

BIBLUS. **As 7 dimensões da metodologia BIM.** Disponível em: <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-7-dimensoes-da-metodologia-bim/> . Acesso em 13 jun. 2021

BIBLUS. **As dimensões do BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D.** Disponível em: < <https://biblus.accasoftware.com/ptb/as-dimensoes-do-bim-3d-4d-5d-6d-7d/>>. Acesso em 13 de jun. 2021

BIMEXPERTS.Níveis de maturidade BIM Disponível em: <<https://www.bimexperts.com.br/post/niveis-de-maturidade-bim-2>> . Acesso em 25 de set. 2021

BRASIL. Secretaria de Planejamento SC. **Caderno de Apresentação de Projetos BIM.** Santa Catarina, p. 89, 2010.

CALLEGARI, S. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares.** 2007. 145f. Dissertação (Mestrado em teste) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

CAMARGO, Renata.A importância dos Tipos de Estrutura Organizacional para um negócio de sucesso. **Treasy**, Santa Catarina, 12, novembro.

CURY, Antônio. **Organização e métodos:** uma visão holística. 7.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

EASTMAN et al. **Manual de BIM.** 1. ed. Porto Alegre: Bookman, p. 483, 2014. Tradução do BIM Handbook.

FELLER, Vinícius. **BIM: do 3D ao 7D.** Disponível em: < <https://blog.render.com.br/cad-e-cae/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso 13 de jun. 2021

HAMMED, Luciano. **BIM do 3D ao 7D.** Disponível em: < <https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso 13 de jun. 2021

HARTMANN, T.; GAO, J; FISCHER, M. **Areas of application for 3D and 4D models on construction projects.** Journal of Construction Engineering and Management, ed. 134, vol. 10, pag 776-78, 2007.

INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL. **Projetar e construir em Light Steel Framing**. Disponível em: < <http://www.iab.org.br/agenda/curso-projetar-e-construir-em-light-steel-frame-0>> Acesso em: 13 jun. 2021.

INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. **Produção em larga escala de habitação: Uma visão qualitativa a partir do sistema lighth steel frame**. Institute of Steel Construction – SBI. 12 p. Stockholm. Sweden. 1998. – SBI.

KEASTE, Robyn; HAMPSON, Keith. Building Constructive innovation Networks. **Role of relationship management**, Sydney, v. 133 n. 5, p. 12. May.2007.

PEREIRA, Caio. **Principais tipos de sistemas construtivos utilizados na construção civil**. Escola Engenharia, 2018. Disponível em: < <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-sistemas-construtivos/>>. Acesso em 20 de maio 2021.

Project Management Institute - **PMI (2013)**. A guide to the project management body of knowledge – PMBOK® Guide Fifth Edition, Pennsylvania-USA. Disponível em: <http://repositorio.uninove.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/648/21.pdf?sequence=1> >. Acesso em 18 de junho 2021.

SCHEER, S. **BIM Modelagem da Informação da Construção – Panoramas de Potencialidades e Desafios**. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SILVA, F. A. C. **As Lições de Singapura**. 2015. Disponível em: < <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/171/aslicoes-de-singapura-364801-1.aspx> > Acesso em: 10 abr. 2021.

SINDUSCON-SP, **Academia BIM 2015**, São Paulo - SP, curso, 2015.

SOUSA, O. K; MEIRIÑO, M. J. **Aspectos da implantação de ferramentas BIM em empresas de projetos relacionados à Construção Civil**. Artigo aceito em 2013, pelo IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão.

SOUZA, L. L. A. **Diagnóstico do uso do BIM em empresas de Projeto de Arquitetura**. 2009. 107f. Dissertação (Mestrado em teste) - Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ, 2009.

TISAKA, M. **Orçamento na Construção Civil. Consultoria, Projeto e Execução**. 1. ed. São Paulo - SP: Pini, 2006 26. 367p.

UNICAMP. **Faculdade de Tecnologia**, Campinas-SP, CET-0169 - REVIT - USANDO A FERRAMENTA DE BUILDING INFORMATION MODELING (BIM), 2021.