

UNIVERSIDADE TIRADENTES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Thayssa Santos de Oliveira

**BENEFÍCIOS DA PLATAFORMA BIM NO DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE
ARACAJU/SE: ESTUDO DE CASOS**

Aracaju
2018

Thayssa Santos de Oliveira

**BENEFÍCIOS DA PLATAFORMA BIM NO DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE
ARACAJU/SE: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Tiradentes
como um dos pré-requisitos para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Bezerra de
Sant'Anna

Aracaju
2018

Thayssa Santos de Oliveira

**BENEFÍCIOS DA PLATAFORMA BIM NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS
NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE ARACAJU/SE: ESTUDO
DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Tiradentes como um dos pré-
requisitos para obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil.

Aprovado em: 05 de dezembro de 2018.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sergio Bezerra de Sant'Anna
Orientador

Prof. Me. Ricardo Porto Santos
Examinador

Prof. Me. Rodrigo Mendonça Salgado
Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

a Deus, pela sua existência em minha vida e por me propiciar capacidade e perseverança para concluir mais uma importante etapa com vitória;

aos meus pais, pela compreensão em todos os momentos em que estive ausente para o desenvolvimento das atividades acadêmicas, e pelo incentivo das palavras de afeto que nunca me deixou desanimar e desistir dos meus objetivos;

ao meu namorado, pela paciência, companheirismo, ajuda e estímulos no decorrer da elaboração desde trabalho, sendo imprescindível seu apoio em minha vida.

ao orientador, Prof. Dr. Sergio Bezerra de Sant'Anna, o apoio, o estímulo e a contribuição no desenvolvimento do trabalho;

aos amigos, pela parceria, compreensão, incentivos e o apoio diante da dessa jornada;

à Universidade Tiradentes (UNIT), a realização deste curso.

Acredito que as coisas podem ser feitas de outra maneira e que vale a pena tentar.

Zaha Hadid

RESUMO

A construção civil apresenta um mercado de crescente competitividade. Empresários, em busca de recursos para se sobressair em meio as dificuldades encontradas, procuram novas tecnologias para alavancar seus negócios, dentre elas, na construção civil, destaca-se o uso da tecnologia Building Information Modelling (BIM), que se traduz em português como, Modelagem da Informação da Construção. Esta ferramenta pode ser entendida como um diferencial empresarial, onde se busca aumentar a produtividade, obter mais precisão, rapidez, e segurança nos projetos e execução de obra. A tecnologia BIM representa uma nova geração de ferramentas CAD (Computer Aided Design ou Desenho Assistido por Computador, em português) inteligentes, orientadas ao objeto, que gerenciam a informação da construção no ciclo de vida do projeto. Inicia-se um novo caminho a ser explorado pelos profissionais que atuam na área de Arquitetura, Engenharia e Construção em direção a colaboração, interoperabilidade e reutilização da informação. A implantação do mesmo, pode proporcionar um avanço em termos de inovação, podendo também auxiliar a empresa a atingir suas metas de crescimento ao longo do tempo, atingindo um novo patamar, partindo do alinhamento das melhorias em que o uso da tecnologia BIM traz para a mesma.

Este trabalho irá mostrar os reais benefícios que a plataforma BIM é capaz de produzir, detectando se empresas no município de Aracaju fazem projetos e/ou gerenciamento de obras utilizando este sistema, como foi feito o processo de transição, quais as dificuldades encontradas em sua implantação, buscando sempre identificar suas vantagens.

Palavras-chave: Construção Civil, Tecnologia, Inovação, Projetos, BIM.

ABSTRACT

Civil construction presents a market of increasing competitiveness. Empresários, in search of resources to stand out amidst the difficulties encountered, seek new technologies to leverage their businesses, among them, in civil construction, the use of Building Information Modeling (BIM) technology stands out, which translates into Portuguese as, Modelagem da Informação da Construção. This tool can be understood as a business differential, where it is sought to increase productivity, obtain more precision, speed, and safety in projects and construction building execution. BIM technology represents a new generation of intelligent, object-oriented CAD (Computer Aided Design) tools that manage building information in the project lifecycle. A new path begins to be explored by professionals working in Architecture, Engineering and Construction area, towards collaboration, interoperability and re-use of information. Implementing it can provide a breakthrough in terms of innovation and can help the company to achieve its growth goals over time, reaching a new level, starting from the alignment of the improvements in the use of BIM technology can bring it.

This work will show the real benefits that the BIM platform is capable of producing, detecting if companies in the municipality of Aracaju do projects and /or construction building execution in BIM, how the transition process was done, what difficulties were encountered in its implementation, always seeking to identify his advantages.

Keywords: Civil Construction, Tecnology, Inovation, Projects, BIM

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i>	<i>Aqueduto de Segóvia.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2</i>	<i>Esquema de confecção de uma estrutura em arco.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 3</i>	<i>Disposição dos elementos de alvenaria e funcionamento do Arco Romano.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4</i>	<i>Catedral de Winchester</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5</i>	<i>Utilização do BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento.</i>	<i>35</i>
<i>Figura 6</i>	<i>Fluxo de trabalho com a interoperacionalidade BIM.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 7</i>	<i>Representação de Objetos com o BIM.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 8</i>	<i>Interface do NAVISWORKs: Simulação de execução de obra.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9</i>	<i>Análise dos esforços estruturais com BIM</i>	<i>44</i>
<i>Figura 10</i>	<i>Deteção de interferências de projetos em BIM.</i>	<i>45</i>

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Evolução histórica da construção civil.....	24
Quadro 2 Dimensões do sistema BIM.	37
Quadro 3 Objetivos do TCC.....	49
Quadro 4 Critérios para codificação dos entrevistados.....	51
Quadro 5 Softwares de compatibilização e suas características.....	58

LISTA DE SIGLAS

2D – Duas dimensões

3D – Três dimensões

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

BDS – Building Description System

BIM - Building Information Modeling

CAD – Computer Aided Design

GIS – Geographic Information System

IFC – Industry Foundation Classes

NBR – Norma Brasileira

OPUS – Sistema Unificado do Processo de Obras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Apresentação e Importância do Tema	12
1.2 Objetivo Geral.....	14
1.3 Objetivos Específicos	14
1.4 Justificativa	14
1.5 Metodologia	15
1.6 Estrutura do Trabalho.....	15
2 CONSTRUÇÃO CIVIL E EVOLUÇÃO HISTÓRICA.....	17
2.1 Execução de Projetos na Construção Civil: Antecedentes Históricos.....	17
2.2 Entraves da Construção Civil: Retrabalho, Tempo e Custo.	26
2.3 Racionalização de Processos na Construção Civil.....	29
3 PLATAFORMA BIM REVOLUCIONANDO O CONCEITO DE PROJETOS NA ENGENHARIA E ARQUITETURA	34
3.1 Plataforma BIM: Surgimento, Conceitos e Aplicações.	34
3.2 Os Benefícios da Plataforma BIM nos Projetos de Arquitetura e Engenharia	39
3.2.1 Precisão na Visualização em 3D	39
3.2.2 Ensaio de Execução de Obra	41
3.2.3 Extração Automática do Quantitativo de Materiais	43
3.2.4 Realização de Simulações e Ensaios Virtuais.....	43
3.2.5 Identificação Automática de Interferências de Projetos	44
3.3 Problemas Construtivos com a Plataforma BIM.....	46
4 A PESQUISA: METODOLOGIA E SUJEITOS.....	48
4.1. Metodologia	48
4.2. Sujeitos.....	50
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES: PLATAFORMA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SERGIPE.	53

5.1 Importância do Uso de Sistemas em BIM na Visão dos Proprietários Projetista da Construção Civil.	53
5.2 Soluções Encontradas com a Plataforma BIM	56
5.3 Futuro da Engenharia com a Plataforma BIM.....	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
INSERTES.....	68

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria da construção civil, está perante mudanças e desafios relevantes, quer sejam tecnológicos ou institucionais, onde se inclui a proliferação da informação, a necessidade de aplicação apropriada de práticas sustentáveis, as preocupações energéticas globais e a melhoria da produtividade. Esta indústria, usualmente tradicional e avessa à mudança, está progressivamente a optar por soluções de automatização e modernização.

Um das tendências emergentes que vem introduzir novas metodologias na elaboração do projeto de arquitetura e engenharia, e na gestão de obra, é o Building Information Modelling - BIM, através da construção virtual do edifício, onde um conjunto de políticas, processos e tecnologias inter-relacionadas, proporciona uma metodologia para gerir o projeto do edifício e os seus dados, num formato digital.

1.1 Apresentação e Importância do Tema

BIM é a sigla utilizada para Building Information Modelling, que de acordo com a Norma Brasileira NBR 12006-2 (ABNT, 2010), pode ser traduzida para português como, Modelagem da Informação da Construção. Segundo Eastman, 2011 apud, Cavalcanti, 2016, o BIM pode ser definido como um sistema que usa o raciocínio lógico para definir como e o que modelar através de uma tecnologia construtiva, incluindo todas as fases do ciclo de vida do empreendimento, ou seja, concepção, construção, uso e operação, manutenção, e vai até a fase de renovação da estrutura.

O que diferencia o BIM da plataforma CAD, é o fato desta última fazer a leitura apenas de linhas e uma simples representação gráfica, enquanto que o BIM contém informações associadas a cada um dos elementos construtivos, permitindo, projetar, compatibilizar, analisar logisticamente, quantificar materiais e mão de obra ao longo de todo processo construtivo, entre outras funcionalidades.

O uso dessa tecnologia tem-se ampliado pelo setor da construção civil com o recurso de compartilhamento de informação de uma edificação, configurando uma base confiável para apoiar decisões e melhorar os

processos no decorrer do projeto, baseado em uma representação digital de características físicas e funcionais dessa edificação (CAVALCANTI, 2016).

Essa evolução no modo de projetar, que traz consigo vários softwares que a suportam, vem causando mudanças, entretanto, de forma lenta e com um pouco de dificuldade, pelo fato dos usuários estarem acostumados a formas mais tradicionais de se projetar (CAD, por exemplo). Porém, mesmo com tal dificuldade de implantação, a plataforma vem ganhando espaço devido a uma de suas características mais forte, que é a prevenção de futuros erros na hora de execução e com isso otimizando tempo, reduzindo custos e ganhando clientes com a execução de trabalho bem feito.

Um aspecto fundamental considerado no processo BIM é capacidade de definir a forma como os elementos interagem entre si, como por exemplo, a forma como se ligam diversos elementos estruturais ou como se posicionam os elementos arquitetônicos relativamente aos elementos estruturais. Este tipo de informação permite a inclusão no processo BIM de modelos de cálculo de diversas áreas, desde a arquitetura, as estruturas, a térmica ou a mecânica, e a automatização do processo de alteração e ajuste.

Reconhecendo a importância estratégica do uso de BIM e seguindo a tendência internacional, grandes contratantes brasileiros começam a exigir esta tecnologia em seus editais de concorrência, assim como, em processos seletivos de estágios para estudantes de Arquitetura e Engenharia, onde exigem pelo menos um conhecimento sobre alguns dos softwares que dispõem dessa plataforma, como no caso do Revit, que se encontra em alta em muitos dos escritórios de engenharia e arquitetura no Brasil.

Contudo o processo de implantação e uso do BIM, pode encontrar algumas dificuldades, que podem vir dificultar ou mesmo impedir sua completa adoção no mercado brasileiro. Segundo Souza, Amorim e Lyrio (2009) alguns destes problemas de transição da tecnologia tradicional atual para novos sistemas de informação, BIM são: alto custo dos softwares, resistência à mudança pela equipe e falta de integração entre projetistas, dentre outros.

Segundo Souza, Amorim e Lyrio (2009), a transição de um processo tradicional bastante enraizado no 2D ou 3D em CAD para uma nova abordagem de modelos construtivos BIM requer mais do que a aquisição de

Software e formação. Ao permitir que o empreendimento seja representado por elementos "inteligentes", a alteração dos processos de planejamento, construção e operação/manutenção de qualquer infraestrutura ou empreendimento leva a alterações relevantes ao nível da própria estrutura organizacional das empresas.

Para que as mudanças possam ser implementadas com sucesso é necessário, além da maturidade organizacional, de ferramentas adequadas, técnicas e metodologias de trabalho que suportem a evolução do uso de ferramentas de desenho CAD para modelagem orientada ao objeto.

1.2 Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo geral buscar quais os reais benefícios que a plataforma BIM é capaz de produzir, fazendo uma análise em duas empresas da construção civil no município de Aracaju – Sergipe para detectar se fazem projetos e/ou gerenciamento de obras em BIM, como foi feito o processo de transição e, quais as dificuldades encontradas em sua implantação, buscando sempre identificar suas vantagens.

1.3 Objetivos Específicos

Especificamente, tem por objetivos: a) investigar quais os reais benefícios da plataforma; b) descrever como é feito o processo; c) levantar e analisar a visão dos projetistas e gestores sobre o uso da plataforma BIM.

1.4 Justificativa

Hoje em dia é necessário nos situar melhor no mercado, temos que evoluir junto com ele. Com o aumento na exigência de cumprimento de prazos e qualidade de serviço, o BIM permite atingir essas metas e com o uso dessa tecnologia, podemos ir além do que um simples projeto no AutoCAD é capaz de fazer. É possível atingir uma gestão e planejamento melhor do projeto e execução do empreendimento, abordando todo o ciclo do projeto, reduzindo a quantidade de erros, aumentando a produtividade, economia e alcançar prazos.

1.5 Metodologia

A metodologia para realização deste trabalho foi baseada em estudo de caso e pesquisa bibliográfica, que permitiu formar quadro de referência sobre os benefícios da plataforma BIM no desenvolvimento de projetos na construção civil. Paralelamente foram realizadas entrevistas a gestores de projetos das empresas estudadas e a partir dos dados obtidos, elaborou-se o estudo comparativo com o referencial teórico adotado.

1.6 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em 6 títulos: Introdução; Construção Civil e a evolução histórica; Plataforma BIM revolucionando o conceito de projetos na Engenharia e Arquitetura; A pesquisa: Metodologia e Sujeitos; Resultados e Discussões: Plataforma BIM na construção civil em Sergipe; Considerações Finais; Referências Bibliográficas e Anexo.

Na introdução foi relatado a forma como o trabalho seria dividido, os objetivos que se pretendiam alcançar, o motivo pela escolha do tema, assim como, um breve resumo do tema a ser estudado.

No título, Construção Civil e evolução histórica, relatou-se uma análise dos antecedentes históricos, demonstrou-se como eram feitos os projetos, os problemas enfrentados, sua evolução até os dias de hoje, a feitura atual de projetos e as dificuldades encontradas na construção civil atualmente.

No título, Plataforma BIM revolucionando o conceito de projetos na Engenharia e Arquitetura, explicou o surgimento da plataforma BIM e por qual motivo isso ocorreu, assim como os seus conceitos de uso e a sua aplicabilidade e, ainda, os projetos que podem estar envolvidos, os softwares que usufruem dessa ferramenta e seus reais benefícios, assim como vantagens e/ou desvantagens do uso do BIM.

Na metodologia e sujeitos foi abordado a forma como o trabalho foi realizado, dividindo-se em duas fases, a primeira uma pesquisa bibliográfica sobre o tema e a segunda, entrevista em empresas de projetos na cidade de Aracaju/SE, com intuito de comparar com referencial teórico. Os sujeitos foram os representantes, gestores e projetistas das empresas.

Nos resultados e discussões: Plataforma BIM na construção civil em Sergipe, foi possível mostrar os resultados alcançados por empresas que fazem gerenciamento e/ou projetos com o uso da ferramenta BIM, permitindo observar e relatar como as empresas de construção civil estão conduzindo a introdução do BIM dentre seus processos e quais são os primeiros impactos percebidos na organização da empresa e em seus processos de trabalho, como também estabelecer a importância que os projetistas e gestores sergipanos emprestam à utilização da plataforma BIM, colocando em evidência as dificuldades e problemas enfrentados especificamente em Aracaju. Finalizando com a discussão das soluções que esse sistema pode promover e, quais as perspectivas reservadas para o futuro da Engenharia com o uso do BIM.

Nas referências bibliográficas, foram adotadas fontes de pesquisa como: artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado, sites e livros. E por fim, no Anexo foi apresentado um formulário com perguntas elaborado pelo autor.

2 CONSTRUÇÃO CIVIL E EVOLUÇÃO HISTÓRICA

2.1 Execução de Projetos na Construção Civil: Antecedentes Históricos

Desde os primórdios o homem vem buscando realizar construções para se abrigar da chuva, do sol, do vento e se proteger de animais. Desta forma, foi aprimorando o seu modo de construir edificações em geral. Entre a idade média e a idade moderna várias construções eram feitas de forma muito detalhada e cheia de detalhes, como por exemplo o estilo barroco.

De acordo com Lourenço e Branco (2012), a evolução das habitações não ocorreu apenas com o passar dos anos, sofreu influências de outras naturezas também, como o clima, modificação dos solos, a necessidade de proteção do homem diante de perigos externos. Segundo Bazzo e Pereira, (2016), o início dessa fase se deu logo após o Período Neolítico – período da pedra lascada, onde o homem começou a dedicar-se a novas descobertas e a realizar obras de maior porte, para manter um novo modo de vida e suas aspirações.

A arquitetura se desenvolveu conforme as necessidades climáticas e a disponibilidade dos materiais. Onde não existia pedra se desenvolveu a arquitetura de terra, onde tinha abundância de madeira a arquitetura de madeira, onde havia bambu a arquitetura de bambu, etc. Além desses, outros aspectos eram levados em conta, tais como, defesa contra inimigos, contra intempéries e etc.

Segundo Addis (2009), na Idade Antiga, na civilização que se desenvolveu na Mesopotâmia, a predominância do processo construtivo se deu através da arquitetura de terra, mesmo as grandes muralhas e palácios eram feitos utilizando grossas paredes de terra, a exceção dos portais e pórticos que eram construídos com alvenaria de pedra seca. Já no Egito antigo, a depender da importância, as construções eram feitas com paredes estruturais em blocos de pedra (arquitetura de pedra seca) principalmente utilizadas na construção de fortificações, templos pirâmides e palácios. Para construções mais simples, era utilizada a arquitetura de terra em duas versões, o adobe estrutural (blocos grandes, feitos com terra e fibras secas na sombra, assentados com fileiras de juntas amarradas) e o adobe suportado (tijolos pequenos feitos com terra e fibra, secos na sombra, assentados com fileiras de juntas amarradas, suportados por painéis de madeira).

Estas técnicas eram semelhantes, se distinguiam apenas por sua capacidade de suporte, pois, os tijolos eram feitos de terra crua, por este motivo, a

espessura da alvenaria definia sua estabilidade, assim sendo, as paredes de adobe estrutural eram muito mais espessas do que as executadas no adobe suportado, que utilizava uma estrutura de madeira para estabilizar a alvenaria.

Porém tão importante quanto os conhecimentos técnicos de mecânica necessários para construir as estruturas feitas com grandes blocos de pedra eram os conhecimentos de medição e topografia necessários à produção de pedras no formato adequado. Verifica-se que desde os primórdios da arquitetura a evolução traz a necessidade de um controle cada vez maior da qualidade e da segurança estrutural.

No Egito Antigo, segundo Addis (2009), os projetistas também tinham que ter grande conhecimento em geometria e técnicas de medição tridimensional, para poderem planejar a forma e a localização de inúmeras salas e túneis em seu interior, como também, ter noção de planejamento e gerenciamento consideráveis para organizar uma obra, como no caso das famosas pirâmides egípcias, que permanecem de pé até hoje. Esses conhecimentos permitiam aos antigos construtores planejar suas grandes obras antes de iniciar a execução.

Os construtores responsáveis por executar grandes obras, como as pirâmides e templos de grande envergadura, que exigiam uma grande quantidade de materiais, apresentavam um esboço ou uma maquete do que ia ser construído e também tinham que estimar o prazo de execução da obra, dar uma ideia da quantidade de matérias a ser empregado e de quanto estes custariam, além de fornecer instruções para que a mão-de-obra pudesse ser organizada e receber orientações precisas sobre o número e as dimensões dos blocos de pedras necessárias.

Os gregos por sua vez, não só aprenderam a projetar grandes edificações com os egípcios, como formalizaram os procedimentos de projeto, desenvolvendo muitas soluções criativas para melhoria dos processos construtivos e da qualidade dos prédios acabados. Nessa época, além da pedra, eles abusavam dos recursos naturais para suas construções, a exemplo da madeira, que eram utilizadas tanto para produção de estruturas quanto para equipamentos. Como estes não conheciam os arcos e as abobadas, e o único material resistente a flexão era a madeira que por sua vez só podiam suportar pequenas cargas, seus templos eram construídos com a utilização de muitas colunas e pequenos vãos que atrapalhavam a visibilidade e reduzia a funcionalidade do ambiente. (ADDIS, 2009)

Ainda segundo Addis (2009), pela primeira vez, detectou-se um paralelo entre a técnica construtiva e ciência, quando o cientista filósofo Arquimedes desenvolveu dentre outras invenções, um sistema de polia capaz de transportar água e cargas para diversas elevações, afirmando que dada a força suficiente, qualquer peso podia ser movido pelo seu sistema de polias.

Em Roma a evolução não se deu de forma diferente, ao conquistar todo mundo conhecido, os soldados/construtores romanos se apropriaram de toda tecnologia construtiva conhecida à época. Suas portentosas construções que a princípio eram semelhantes a dos gregos, tornaram-se referências mundiais pela pujança e tecnologia empregada, destaque se faz ao formato das estruturas utilizadas para transportar água, os famosos aquedutos que apresentavam arcos para vencer maiores vãos, tecnologia árabe que foi aperfeiçoada por estes grandes construtores do mundo antigo, um exemplo dentre vários que chegaram até os nossos dias é o aqueduto romano de Segóvia.

Figura 1 Aqueduto de Segóvia



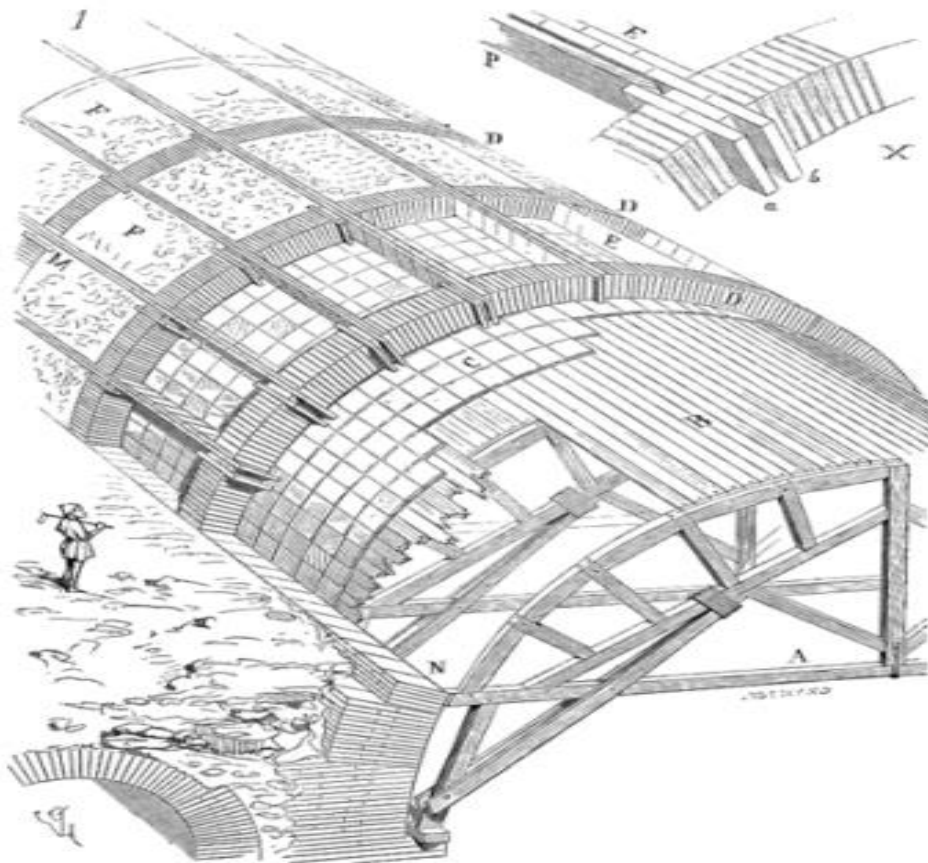
Fonte: Alamy, 2016

Os romanos se destacaram também pelo emprego do concreto, técnica que utilizava a lava vulcânica moída misturada com areia e pedra para formar um poderoso concreto que, foi aprendida com os etruscos (ancestrais dos romanos que habitavam a região hoje denominada Itália). Esta tecnologia deu uma vantagem enorme ao povo romano nas construções de grandes obras pois, fabricavam seus blocos de pedra em vez de transportá-los de grandes distancias como faziam os egípcios através do rio Nilo para construir suas famosas pirâmides e templos.

O arco romano, tecnologia que utilizava sucessivos arcos para vencer vãos e que devido a sua forma geométrica (blocos de pedra com formato de cunha ou trapézio invertidos) se encaixavam perfeitamente produzindo esforços de compressão que eram facilmente absorvidos pela resistência da pedra a este tipo de esforço. Esta técnica eliminava o uso de grandes e pesados blocos de pedras retilíneas utilizados para vencer pequenos vãos, visto que, este material não resistia bem ao esforço de flexão presente nesse tipo de estrutura.

Para Addis, 2009, cada arco e abóbada que os romanos fizeram exigiu uma estrutura de madeira, para sustentar o peso considerável das pedras, tijolos ou do concreto, até que os vãos estivessem fechados. Acredita-se que os construtores da época tinham capacidade de rivalizar com os edificadores das catedrais medievais, trazendo inovações que na época era desafiadora.

Figura 2 Esquema de confecção de uma estrutura em arco.

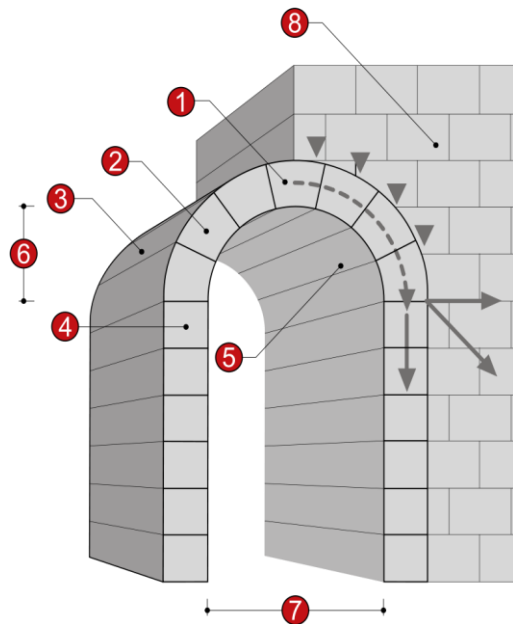


Fonte: Jáuregui, 2014.

A construção dos arcos e abobadas empregados em grandes obras já exigia um maior e mais detalhado planejamento, devido a maior quantidade e

diversificação de materiais e ferramentas que se traduziam em técnicas mais detalhadas e refinadas.

Figura 3 Disposição dos elementos de alvenaria e funcionamento do Arco Romano.



- 1. Chave:** Bloco superior ou aduela de topo que “fecha” ou trava a estrutura e pode ser decorada. Também designa o ponto de fecho de uma abóbada onde os arcos que a compõem se cruzam, geralmente em forma estilizada de flor.
- 2. Aduela:** Bloco em cunha que compõe a zona curva do arco e é colocada em sentido radial com a face côncava para o interior e a convexa para o exterior.
- 3. Extradorso:** Face exterior e convexa do arco.
- 4. Imposta:** Bloco superior do pilar que separa o pé-direito do bloco de onde começa a curva, a aduela de arranque. É sobre a imposta que assenta esta primeira aduela que tem pelo menos um dos lados (junta) horizontal.
- 5. Intradorso:** Face interior e côncava do arco.
- 6. Flecha:** Dimensão que se prolonga desde a linha de arranque (delimitada pela imposta e pela

aduela de arranque) até à face interior da chave. Esta área pode ser tapada dando lugar a um tímpano.

7. Luz: Vão, largura do arco, geralmente maior que a sua profundidade. A relação entre a flecha e a luz é geralmente traduzida numa fracção (ex: 1/2, 1/3, etc.)

8. Contraforte: Muro que suporta a impulsão do arco. Caso não exista uma parede esta impulsão pode ser recolhida por outro arco lateral e assim sucessivamente (arcada).

Fonte: Uel, 2010.

Durante a Idade Média (Séculos V e XV), as principais construções eram castelos, igrejas, templos, edificações religiosas em geral. Os mestres construtores ou Arquitetos deste período, eram responsáveis por todo o ciclo da construção, ao mesmo tempo que iam desenvolvendo o projeto, iam executando a obra. Os conhecimentos que eles tinham referentes a construção civil, baseava-se nas tradições, em regras generalizadas e na experiência adquirida com os erros do passado (CAMPOS, 2002).

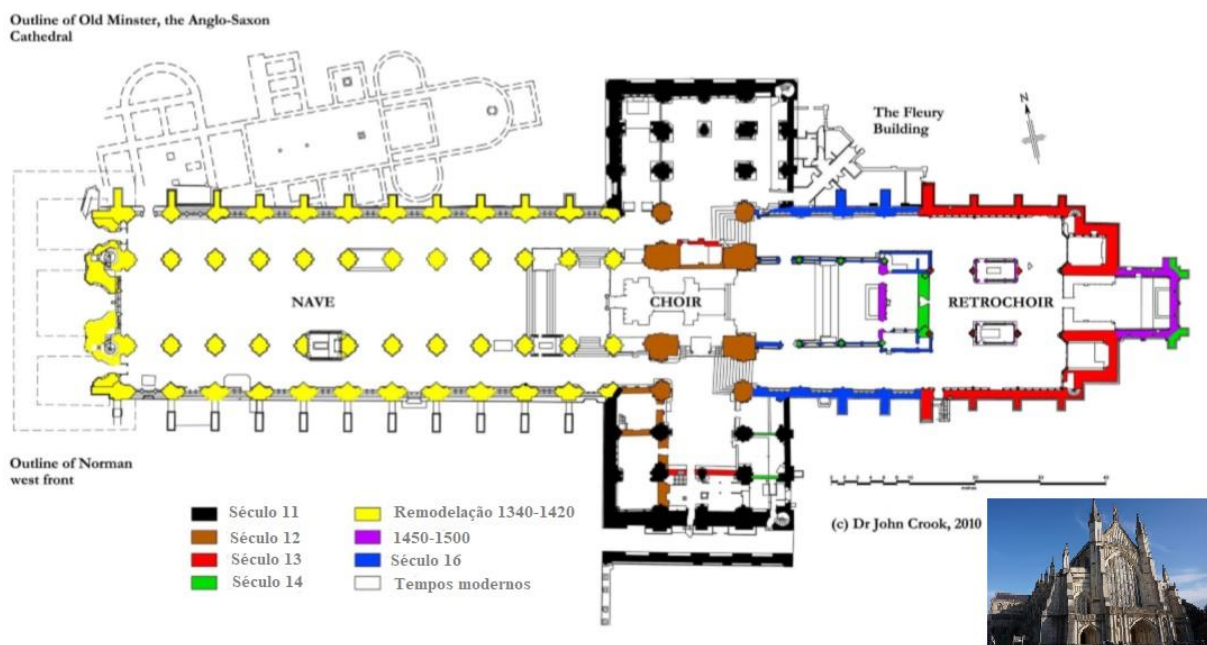
Um aspecto importante que não se pode olvidar com relação as grandes obras era o tempo que se levava para construir estas magníficas e complexas edificações, seja em virtude do grande volume de material de construção envolvido ou pela enorme quantidade de mão de obra necessária, o fato é que os prazos de construção adquiriam uma magnitude tal, que seria inimaginável aplicar estes prazos

nos dias de hoje. São inúmeros os registros de prazo longevos tais qual o exemplo da catedral de Salisbury e de Winchester na Inglaterra:

A catedral de Salisbury foi projetada num local virgem em prados de regadio e toda a estrutura assenta em alicerces de apenas 1,2 metros de profundidade. Como a catedral demorou apenas 38 anos a construir, o seu interior é coerente em termos de estilo e o melhor exemplo existente da primeira arquitetura inglesa gótica. Tem 365 janelas isoladas (número de dias num ano) e 8.760 pilares de mármore (o número de horas num ano). Construída com 60 mil toneladas de pedra de Chilmark e dez mil toneladas de mármore de Purbeck, mais de 420 toneladas de chumbo laminado cobrem os 16.000 metros quadrados do telhado. (QUEROSABER, 2018).

A Catedral de Winchester, localizada em Winchester, capital do condado de Hampshire, é uma das maiores catedrais inglesas. Começou a ser construída no século XI, quando Winchester era a capital de Inglaterra, mas as obras de expansão prolongaram-se até ao século XVI. A sua base foi um mosteiro beneditino fundado 642. (MONTEIRO, 2008, pag.13).

Figura 4 Catedral de Winchester



Fonte: Adaptado de Crook, 2010 apud, Winchester Cathedral, 2010.

Projetar e executar monumentos como a catedral de Salisbury e de Winchester exigia uma estratégia de construção extremamente diversa daquela que seria adequada a prédios domésticos de pequena escala. O que na época não se tinha um bom planeamento diante a construções complexas, e ainda com utilização de grandes volumes de materiais, fez com durasse séculos até serem totalmente construídas.

Os egípcios em suas construções de templos, palácios e pirâmides, utilizavam a técnica de alvenaria de pedra seca regular. As pedras tinham formato retangular e eram arrumadas umas sobre as outras de forma que a primeira camada tivesse juntas não coincidentes com as camadas superiores estabilizando assim o maciço de pedra que devido a suas faces planas, mas não lisas se fixavam umas sobre as outras devido ao atrito. Desta forma o único material a ser contabilizado, produzido, transportado e aplicado era a pedra. Já o projeto tinha maior complexidade a depender do tipo da obra. Sendo uma pirâmide, seria mais simples, embora exigisse alguns conhecimentos de geometria e estabilidade, visto que teriam galerias e câmaras mortuárias em seu interior. Já os templos e palácios mesmo de pedra, requeriam projetos mais detalhados com uma maior variedade de materiais.

Com o passar dos anos, os mestres construtores conseguiram evoluir esse sistema construtivo, através das novas ferramentas que foram surgindo na época, com isso, passaram a usar tábuas de madeiras de secção retangular que permitiam uma maior estanqueidade e estabilidade as construções. E com o avanço do ensino acadêmico da arquitetura na França e Itália, adquiriram conhecimentos mais técnicos, o que fez com que eles comesçassem a separar a fase de concepção ou projeto e a fase da obra ou da construção da mesma. (CAMPOS, 2002).

No processo de construção das edificações brasileiras, Telles (1984) afirma que as primeiras construções feitas pelos colonizadores eram abrigos feitos com palhas, onde serviam não só como moradia, como também capelas e armazéns. Porém no Brasil-Colônia foi que realmente surgiram as grandes construções, como grandes templos, igrejas, conventos e outros, com obras projetadas e executadas por oficiais-engenheiros, arquitetos e construtores, como também pelos chamados de *mestre de risco* na época.

Ainda segundo Telles (1984), os *mestres de risco*, foram responsáveis pela maioria das construções até o Século XIX, eram licenciados para projetar e executar, assim como, traziam ousadas disposições arquitetônicas, unindo equilíbrios, solidez e estabilidade, o que era um desafio para a época.

Durante o período da Revolução Industrial, com o aparecimento de novos materiais, novos sistemas e métodos de construir, dá-se o aparecimento da Engenharia Moderna, onde devido as transformações tecnológicas econômicas e sociais foi possível viabilizar e realizar projetos que nunca antes foram alcançados. Assim como, datou-se nessa época, a criação de novas universidades e novos

cursos ligados a Engenharia, ampliando essa área de conhecimento e formando técnicos capazes de lidar com os novos materiais que surgiram nesse período. (CAMPOS, 2002).

Neste período, caracterizado pela Revolução Industrial, começou ocorrer a aplicação do método científico para apoiar a indústria. O ferro e posteriormente o aço é produzido em escala industrial e com isso surgem as construções em ferro e aço. O cálculo estrutural passa a ter um papel fundamental para a confecção das estruturas que passam a ser mais leves e esbeltas. Os processos construtivos passam a se tornarem cada vez mais rápidos e as soluções devem ser tomadas de imediato.

A era da revolução industrial serviu como uma divisão histórica, foi um período marcado pelo avanço da ciência e da tecnologia, que deu início ao sistema de produção em massa e à implantação de novos processos industriais. A utilização do ferro como elemento estrutural causou grandes mudanças, por conta da sua resistência, facilidade de montagem e capacidade de pré-fabricação, possibilitando que os engenheiros e arquitetos, pudessem inovar nos formatos dos prédios, assim como, agilizar sua construção. (MELHADO 1994, apud PORTO E KADLEC, 2018).

No século XX, segundo Melhado (1994), as construções passaram a ter características definidas e marcantes, elaborando novas geometrias e formas, tornando-as originais, tais resultados foram obtidos através de novas técnicas, como, por exemplo, concreto armado, concreto protendido, cascas de concreto e até mesmo estruturas leves de aço.

O quadro abaixo apresenta um esboço da evolução da construção civil, profissionais e técnicas, partindo do período pré-histórico (cerca de 3000 a.C.) e indo até a idade contemporânea após a 2ª revolução industrial (a partir de 1860).

Quadro 1 Evolução histórica da construção civil.

Períodos Históricos	Características
Pré-História (até aprox. 3000 a. C.)	Deu-se início as primeiras construções; O não existia uma pessoa para liderar o empreendimento, qualquer membro do grupo auxiliado pelos demais. assumia os papeis de todos os profissionais da construção civil que atuam nas construções modernas (mestre de obras, arquiteto e engenheiro).

<p>Antiguidade (3000 a. C. - 476 d. C.)</p>	<p>A construção de edifícios é instrumento de poder e aproxima-se das artes. Já havia um responsável formal pelo projeto e construção, formalmente denominado de construtor (também assumia todos os papéis) e já efetuava a escolha de seus subordinados mais graduados (os artesões).</p>
<p>Idade Média (476 - 1453)</p>	<p>O conhecimento das técnicas de projeto e construtivas torna-se fundamental na atividade que passa a formar um corpo teórico de conhecimento.</p> <p>O construtor é um mestre, o artesão que domina todas as técnicas e por isso lidera o processo construtivo, mantendo uma série de discípulos (contramestres) que dele absorvem os conhecimentos e o ajudam nas diversas fases do processo construtivos.</p> <p>Os mestres de ofícios após sua morte ou afastamento, deixava para o ou os seus principais discípulos o seu título de mestre e os credenciavam a formarem novas equipes.</p>
<p>Idade Moderna (1453 - 1789)</p>	<p>Avanço das ciências, influenciando a construção. Surgem as universidades voltadas a tecnologia e a formação dos profissionais construtores passa a ser regulamentada pelo Estado com cursos ministrado nas universidades. A partir deste período os cidadãos com título de formação obtido nas instituições de ensino passam a dividir a direção dos trabalhos com os profissionais mais experientes que herdaram o título de mestre de obras.</p>
<p>Idade Contemporânea da 1ª Revolução Industrial (1789) até 1860.</p>	<p>Com o imenso volume de descobertas científicas e tecnológicas, o conhecimento não pode ser mais absorvido por um único profissional. Dar-se início ao processo de pulverização das profissões ligas a construção civil. Mudanças no uso dos materiais estruturais na construção de edifícios;</p> <p>O Arquiteto que antes assumia todas as funções diretivas, passa a ser apenas o responsável pelo projeto arquitetura, com as outras funções sendo assumidas por engenheiros, que são profissionais especializados em diferentes processos tecnológicos utilizados nas construções (estrutura, hidráulica, mecânica, eletricidade etc.).</p>

<p>Idade Contemporânea após 2ª Revolução Industrial (1860 em diante).</p>	<p>Novas teorias da Arquitetura procuram mudar seu papel na sociedade; Mudança gradual nas características da mão de obra e posterior perda de tradição do ofício; Especialização crescente da Engenharia, aumentando as subdivisões na atuação profissional, gerando uma maior divisão de trabalho entre o profissional de Arquitetura e de Engenharia, devido à complexidade crescente dos conhecimentos empregados no projeto e construção de edifícios; Surgem os tecnólogos e técnicos como auxiliares graduados para auxiliar arquitetos e engenheiros, reduzindo ainda mais a influência dos mestres de obras que também passam a se especializar em setores da construção e são obrigados a obterem titulação em escolas profissionalizantes.</p>
---	--

Fonte: Adaptado de Melhado, 1994.

A partir do momento em que as inovações tecnológicas foram-se acentuando, teve início a divergência de ideias, onde alguns construtores optavam pelo método tradicional, outros eram mais ousados e investiam na tecnologia, especialmente após a Revolução Industrial.

2.2 Entraves da Construção Civil: Retrabalho, Tempo e Custo.

Nos últimos anos, o Brasil sofreu uma transformação na indústria, inclusive na construção civil. Essa mudança ocorreu com o surgimento de políticas de expansão de crédito e programas que facilitam o financiamento, ocasionando o aumento da demanda por novas habitações e infraestrutura.

Esse crescimento fez com que surgisse a necessidade do setor da construção civil desenvolver novas tecnologias, materiais e equipamentos, refletindo diretamente no processo de produção dos empreendimentos. Sendo que toda essa transformação no mercado gerou mudanças, seja no surgimento de inovações tecnológicas, no estabelecimento de novos marcos culturais ou, até mesmo as novas influências de mercado, gerando novas tendências na construção e execução dos projetos, atendendo assim, as exigências dos construtores, dos incorporadores e dos consumidores, não só em qualidade, mas também na eficiência e qualidade final. ÁVILA (2011).

Segundo Motteu e Cnudde (1989) apud, Ávila (2011), a elaboração de projetos no Brasil era tratada sem muita preocupação pelos empreendedores, onde desconsideravam questões fundamentais para o desenvolvimento do empreendimento, desvalorizando o projeto, fato este que dava origem a obras repletas de erros e lacunas, levando a grandes perdas de eficiência na sua execução. O que para Callegari (2007) apud, Ávila (2011) o projeto quanto bem planejado tem a autossuficiência para permitir eficientes planejamentos, orçamentos, controle de materiais, tempo, mão de obra e qualidade no projeto e na execução do mesmo.

A busca por melhorias nesses processos tornava-se essencial, visto que com o passar dos anos, o mercado fica cada vez mais exigente, quanto a prazos, qualidade e custos. A modelagem de produto surge, como uma importante ferramenta no auxílio na concepção, planejamento, execução e acompanhamento de projetos, garantindo aumento da produtividade, diminuição de retrabalhos, redução de custos, prazos de execução e problemas oriundos da falta de planejamento na execução de obras.

As construções passaram por uma padronização em sua elaboração arquitetônica, com a criação de pavimentos “tipos” e isso surgiu com a necessidade de mercado em tornar os produtos finais adequado ao maior número de pessoas possível. Diante dessa padronização construtiva, cada novo empreendimento permitia abordar uma especificação diferente que eram definidas por questões locais, de implantação e localização, ou imposições de mercado, criando características construtivas específicas que possibilitam um conjunto de projetos único, com diversas especialidades, necessárias para melhor execução da construção. ÁVILA (2011).

De acordo com Callegari e Barth, 2007 apud, Ávila, 2011, é importante saber que o projeto tem informações e nível de detalhamento relevantes, que são capazes de permitir um bom planejamento, orçamentação, controlar a entrada de materiais e evitar sobras. Uma boa elaboração do projeto permite também gerir um bom tempo de execução, ter uma mão de obra valorizada e principalmente a qualidade do serviço.

Os projetos, quando concebidos em um ambiente com vários profissionais da construção civil, onde envolve diversas áreas na produção da edificação exige que haja uma interação para que não haja retrabalho e problemas durante a

execução da obra. O uso pleno das ferramentas BIM, é um aparato tecnológico para viabilizar melhores interações entre esses profissionais, pois, a equipe de projeto e execução devem trabalhar em conjunto, desde da parte conceitual do projeto até a entrega da obra, reduzindo a falta de informações e evitando as interferências que via de regra conduzem à necessidade do retrabalhado.

De acordo com Callegari e Bart, (2007) apud, Ávila (2011), é essencial o planejamento em qualquer que seja área de atuação e não seria diferente quando se trata de engenharia e construção civil. Sem o devido planejamento e gerenciamento de projetos, fica inviável alcançar rendimento econômico satisfatório, respeitar prazos de entrega, manter controle dos custos, evitar desperdício de matéria-prima e mão de obra. Embora não seja possível modificar e controlar tudo que pode acontecer na execução, é possível prevê e tomar os devidos cuidados para não impactar a execução, como por exemplo, a previsão de eventos naturais (chuva, seca etc.).

Um fator importante no planejamento é estabelecer metas, ou seja, determinar o custo a ser atingido, a qualidade e o prazo. Tudo isso deve ser analisado previamente e de forma a não impactar na execução de projetos. A realização do planejamento detalhado é indispensável para garantir o cumprimento dos prazos, controle de qualidade e otimização de custos. Assim como, através do planejamento é possível gerar um cronograma confiável, tendo as datas de início e término dos serviços e processos e com isso, a ordenação a ser seguida para que o que foi planejado seja realmente executado.

Segundo Ávila (2011), é fácil perceber que um bom planejamento pode oferecer diversas vantagens, sendo uma delas a diminuição de desperdícios e imediata redução do custo com materiais. Além desse benefício, se faz necessário um planejamento dos equipamentos e ferramentas, de modo a evitar a compra de equipamentos em situações emergenciais, que geralmente são mais caros. O próprio cumprimento dos prazos estabelecidos pode ser decisivo para que os custos se mantenham controlados, não aumentando os gastos e trazendo prejuízos à empresa.

Na engenharia de custo a produtividade é o ponto chave para sempre promover ganhos e evitar atrasos devido a erros. A tendência de adoção tecnológica BIM em projeto de arquitetura e engenharia, traz consigo, melhoria na produtividade, proporcionando o aumento da qualidade do projeto. Assim como, a produtividade

também está ligada ao cronograma seja ela em concepção de projeto como na execução do mesmo. ÁVILA, (2011).

Para Ávila (2011), quando ocorrem atrasos em projetos, além de qualificar negativamente a imagem da empresa, gera-se prejuízo financeiro, uma vez que foi feita mobilização de pessoas e materiais para determinado espaço de tempo e serviço a ser executado. Quando se tem um planejamento detalhado e minucioso, não sobra espaço e oportunidade para imprevistos e falhas.

Para que um projeto seja sucesso, é importante que, no momento da finalização, ele seja contemplado com tudo que foi planejado inicialmente, que os controles tenham sido realizados em todas as etapas de projeto, garantindo ao gestor da obra certeza de que tudo está dentro do que foi colocado no papel. É o controle feito pelo gestor que minimiza os impactos que as possíveis mudanças podem trazer, e quando se faz do uso da tecnologia simulando todo o ciclo do projeto, esses impactos são drasticamente reduzidos.

No que foi planejado é também possível fazer modificações, o que, no entanto, não é interessante por gerar problemas na execução por mudanças não esperadas.

2.3 Racionalização de Processos na Construção Civil

Com a preocupação em aperfeiçoamento por parte da Indústria da Construção Civil, um dos pontos marcantes na competitividade entre as empresas, foi no processo construtivo, partindo de ações organizacionais que visam a racionalização nos projetos a serem executados. A construção civil teve aumento na produtividade, que implicou a necessidade de novas estruturas e melhoria das já existentes no país, buscando sempre, por meio de um bom planejamento, e tecnologias, maneiras de evitar problemas nos projetos e na execução das obras.

De acordo com Vaz (2014), a Racionalização Construtiva tem como finalidade manter a qualidade do serviço com custo baixo. Quando essa técnica é empregada de forma correta, é possível reduzir os problemas construtivos e ainda garantir rendimentos na produtividade e na qualidade do serviço prestado. E ainda segundo Franco (1992), a racionalização para ter os efeitos de grande impacto no custo e qualidade de obras, deve ser vista por uma perspectiva mais ampla.

O conjunto de ações para a racionalização construtiva se baseia em otimizar o uso de todos os recursos disponíveis, diante de todas as fases do projeto,

ou seja, integrando todos os profissionais, projetistas, gestores e responsáveis pela execução do empreendimento, no qual, são utilizados desde a concepção, viabilização, planejamentos e projetos das construções. Para que dessa forma, a racionalização seja mais efetiva e de resultados mais expressivos, diferente de uma simples mudança de ferramenta e/ou técnicas no momento da execução da obra sem o seu planejamento prévio. FRANCO, (1992).

Segundo Vaz (2014), além da necessidade de as empresas se adaptarem a um sistema construtivo mais eficiente, é necessário mudar as formas de agir na empresa e setorizar os serviços para facilitar e não sobrecarregar demais uma única pessoa ou setor. Isso é o que acontece geralmente nas obras. É comum o engenheiro de produção assumir a responsabilidade e desempenhar todas as tarefas referentes, ao processo logístico, controle da execução, planejamento e gerenciamento, tarefas estas que sobrecarregam o profissional e obviamente reduz a sua produtividade.

A tecnologia deve-se adequar a esse processo de adaptação da execução tradicional para a racionalizada, sendo necessário que exista uma mudança e evolução na organização dos processos tradicionais de construção, para que se evite todo e qualquer tipo de desperdício, seja ele de material, de mão de obra ou até mesmo de tempo. (VAZ, 2014)

Para Vaz (2014), a racionalização deve ser planejada desde a fase de projeto. Até mesmo a falta de um documento ou algum projeto específico que não foi anteriormente previsto, compatibilizado e racionalizado, vai certamente ocasionar desperdícios, assim como falhas, retrabalho, postergação do prazo de entrega e aumento dos custos.

Acontece que o processo de racionalização nem sempre é praticado, às vezes ocorre de ser utilizado para minimizar ações de pequenos impactos e extensão, sendo que podem acontecer adaptações pontuais, como a mudança de uma ferramenta de trabalho ou até mesmo uma técnica, embora essas aplicações produzam resultados não tão significativos quanto uma ação generalizada de racionalização.

Todo tipo de obra pode ser objeto de racionalização construtiva, uma vez que independe do porte da empresa. No entanto, o plano a ser seguido vai de acordo com as características e particularidades de cada obra, que pode ser feito através da otimização do processo produtivo, a racionalização do uso de recursos

humanos, a racionalização dos materiais e do tempo, a unificação compatibilização dos projetos, a melhoria de novas tecnologias mecanizadas e elaboração de projetos de acordo com a necessidade do empreendimento.

A racionalização depende necessariamente do ambiente da construção que deve sofrer uma mudança cultural. Segundo Vaz (2014), que menciona Sabbatini, as indústrias brasileiras estão cada vez mais ligadas ao controle de qualidade de processos e produtos e tendo um controle rigoroso dos materiais e da produção. O setor da construção civil precisa rever os seus procedimentos e garantir análise e melhorias frente ao grande desperdício de recursos que vem ocorrendo nesse setor cuja produtividade é bastante inferior à de outros segmentos industriais.

É comum na construção civil associar perdas somente quando se trata de materiais, embora qualquer falta de uso ou perda de eficiência que seja relacionada ao uso de equipamentos, materiais, dimensionamento de estruturas, mão de obra e dinheiro, ou seja, qualquer recurso em quantidades superiores ao necessário deva ser considerado perda.

Segundo Gehbauer (2002), o desperdício surge em todas as etapas do processo de construção e não necessariamente dos materiais, podendo ser também na etapa de planejamento, de projeto, de fabricação de componentes, de execução e de manutenção. A racionalização é uma metodologia contínua de melhoria dos insumos e recursos dos processos disponíveis para a execução de um empreendimento, podendo ser somente uma parede ou uma edificação por inteira.

Para que os resultados de empresas se consolidem na cultura construtiva, a metodologia da sua racionalização consiste em 5 grandes pontos de atuação: Recursos Humanos, Suprimentos, Documentação, Controle do Processo e Projetos. Sendo o último o principal articulador e indutor de todas as ações, organizando e garantindo o emprego eficiente da tecnologia de racionalização. Essa importância pode ser entendida pela grande capacidade que as decisões de projeto têm em influenciar no planejamento, custos finais e execução do empreendimento. (BARROS (1996) apud, FRANCO (1992).

De acordo com Vaz (2014), na construção civil, o processo de racionalizar é fundamental para se ter sucesso, visto que a imagem desse segmento é negativada pela alta quantidade de resíduos sólidos produzidos e pela imagem de uma indústria agressora ao meio ambiente. As questões ambientais na construção civil podem ser otimizadas, assim como a qualidade, a segurança e a saúde dos

envolvidos no processo, por meio da racionalização dos procedimentos e geração de maior controle das etapas que compreendem os processos da construção, da manutenção e das alterações pós-ocupação.

Quanto mais simples os elementos e processos construtivos, maior será a chance de um trabalhador exercer outras funções. Desse modo, o operário responsável pela armação pode trabalhar em outros setores da obra, o que reduz seu custo. Mas para que esse operário possa trabalhar em outro setor, deve existir um treinamento antes, com o objetivo de manter o padrão e a qualidade VAZ, (2014).

A evolução das técnicas e dos meios vem sendo buscada ao longo de séculos e a racionalização é justamente isso, é promover uma gestão visando à qualidade do serviço. A racionalização também é considerada um sistema de gestão de qualidade, visto que o objetivo é otimizar os serviços prestados. A gestão não é restrita somente ao canteiro de obras, mas também pode ser aplicada a outros setores.

Cabe ao gestor coordenar e, principalmente, racionalizar todas as ações por meio de um esquema organizacional particular e temporário, direcionado a cada empreendimento, aliando às ferramentas gerenciais que a empresa deve desenvolver e fazer uso do conjunto de habilidades desenvolvidas para fazer o controle de eventos não repetitivos, únicos complexos, com tempo, custo e qualidade previstos e dimensionados para o sucesso do escritório gestor e, conseqüentemente, do empreendimento.

Com o surgimento de softwares foi possível gerenciar e ter um controle maior do processo de racionalização, assim como faz-lo também. De acordo com Macedo e Araújo (2017), com softwares cada vez mais avançados, a precisão acaba sendo cada vez maior, permitindo ao projetista, gestor, construtor ser mais fiel ao projeto e a execução do empreendimento, ou seja, chegar mais próximo do produto final real, fazendo com que a racionalização seja mais facilmente alcançada.

A inserção de softwares não é fácil, pois envolve barreiras culturais e financeiras. Barreira cultural é o fato de o trabalhador ter que adquirir novos conhecimentos e passar a realizar aquela tarefa por ele já conhecida e habitual, de uma outra forma, forma essa que traz muitas vezes velocidade e economia.

Quando falamos em barreira financeira, é o fato dos softwares por quase toda a sua maioria serem pagos e necessitar de licença, as vezes anual ou uma

única de caráter vitalício, e isso gera um investimento do proprietário, investimento esse sendo em softwares, máquinas e cursos aos seus empregados.

De acordo com Vivancos (2001), é comum notar resistência de funcionários em adotar novos procedimentos, o não conhecimento da relação custo-benefício também dificulta a aceitação do processo. Outros fatores, como baixo investimento em qualificação profissional e motivação da equipe gerencial e de operários, a falta de comunicação e trabalho coordenado e cooperativo com os fornecedores, dificultam a implantação de um sistema racional.

A plataforma BIM, é justamente uma plataforma que está presente em diversos softwares, ou seja, tem uma vasta possibilidade de utilização, não sendo restrito a um único software e com a sua utilização é possível integrar diversas fases de projeto, fazer uma racionalização mais rápida e com um grau de eficiência e qualidade maior.

3 PLATAFORMA BIM REVOLUCIONANDO O CONCEITO DE PROJETOS NA ENGENHARIA E ARQUITETURA

3.1 Plataforma BIM: Surgimento, Conceitos e Aplicações.

Os projetos sempre foram representados por meio de desenhos feitos a mão, porém na década de 70, surge o conceito CAD (Computer Aided Design), sendo utilizado em projetos de arquitetura e engenharia, aumentando produtividade dos projetistas. Porém, com o mercado cada vez mais exigente quanto a prazos, qualidade e custos, a busca pela melhoria de processos tornou-se essencial uma abordagem integrada relacionada a diferentes aspectos relacionado ao produto.

Segundo Souza, Amorim e Lyrio (2009), a modelagem de produtos surge então, como uma importante ferramenta para o auxílio na concepção de projeto, validação e execução do mesmo, com intuito de aumentar a produtividade, maior precisão em custos, melhor planejamento, e estudo de viabilidade e validação do projeto e sua execução, para sobressair perante as exigências do mercado.

O aumento da complexidade de projetos e seus processos construtivos ocasionou a necessidade de inserção de uma mentalidade industrial, que buscava aplicar soluções adotadas na indústria de manufatura, onde, diversos profissionais, inclusive de várias áreas de conhecimento, e empresas distintas trabalham na elaboração de um mesmo projeto. Com isso, o uso das ferramentas BIM (Building Information Modelling), tornaram-se fortes aliadas aos desenvolvedores e coordenadores de projeto, fazendo com que fosse possível uma integração de todas as partes relacionadas ao projeto. SOUZA, AMORIM e LYRIO, (2009).

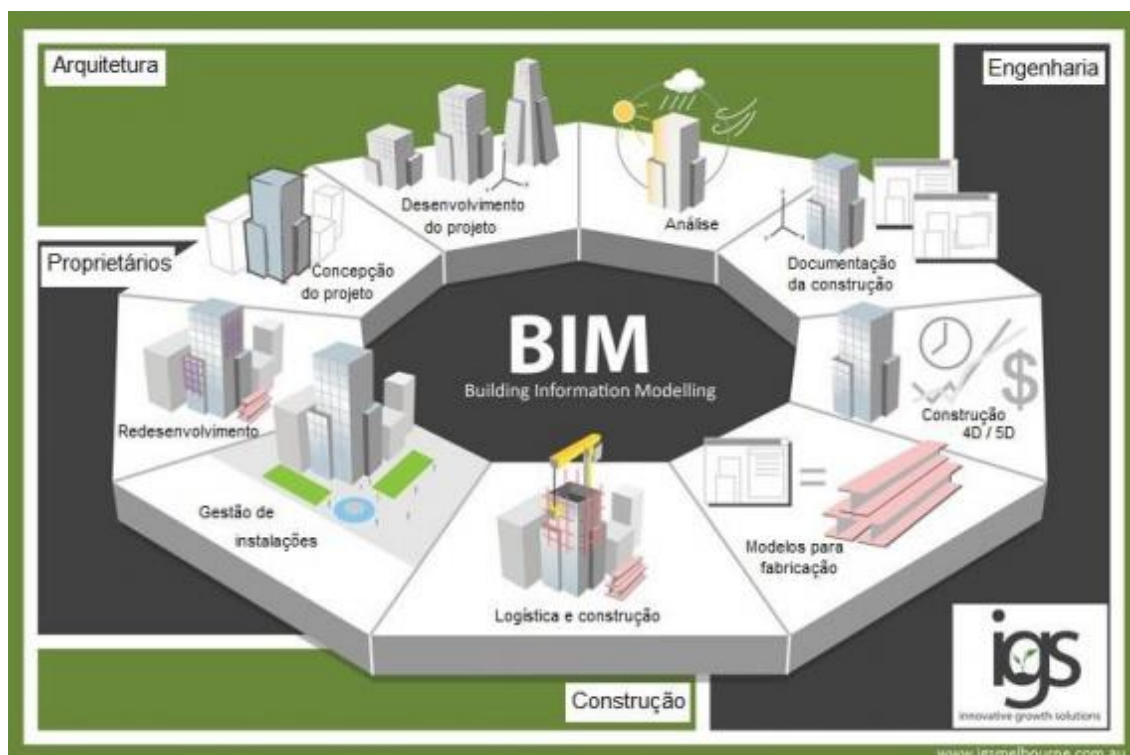
Um modelo BIM é um recurso para o compartilhamento de informações sobre uma instalação ou edificação constituindo uma base de informações organizada e confiável que pode suportar tomada de decisão durante o seu ciclo de vida; definido como o período desde as fases mais iniciais de sua concepção até a sua demolição. Uma das premissas básicas do BIM é a colaboração entre os diferentes agentes envolvidos nas diferentes fases do ciclo de vida de uma instalação ou edificação, para inserir, extrair, atualizar ou modificar informações de um modelo BIM para auxiliar e refletir os papéis

de cada um destes agentes envolvidos. (NBIMS (2009) apud, CATELANI, (2016), p.19).

Catelani (2016), afirma que o conceito de modelagem de informação foi originado através das pesquisas desenvolvidas por Chuck Eastman, denominado Building Description System (BDS) que se tratava de um sistema onde a representação dos elementos dos projetos era baseada em informações geométricas associadas a outros atributos. Resultando em um sistema onde além da concepção do projeto, permitia gerar relatórios e análises relacionados a quantitativos de materiais, conforto ambiental, estimativa de custos, compatibilização de projetos e entre outras funcionalidades em função da modelagem parametrizada.

Os sistemas baseados na tecnologia BIM permitem o gerenciamento da informação ao longo do ciclo de vida completo de uma edificação, através de um banco de dados, integrado à modelagem em três dimensões. A Figura 3 mostra um panorama da utilização do BIM ao longo do ciclo de vida de um empreendimento, que vai desde a concepção do projeto até sua construção e até mesmo estudos de desempenho após a execução da edificação.

Figura 5 Utilização do BIM ao longo do ciclo de vida do empreendimento.



Fonte: Pereira, 2014.

A parametrização de objetos faz com que a qualidade dos resultados do projeto aumente devido à maior qualidade das análises que se faz com o uso da ferramenta BIM. Quando bem feito, consegue obter um melhor planejamento, principalmente na questão multidisciplinar envolvendo não só vários tipos de projetos (arquitetônicos e de engenharia), como também integração de profissionais, melhorando a coordenação e gestão do projeto e execução do mesmo.

Essa mudança de paradigma só foi possível devido à evolução das ferramentas CAD orientadas a objeto. Codd (1970) apud, Papadopoulos (2014), afirma em seu trabalho que há uma hierarquia em forma de árvore onde os objetos possuem propriedades, comportamento e relações entre si. O BIM se baseia nesse conceito, no qual, pode-se instanciar um objeto atribuindo informações sobre o tipo de objeto, propriedades do material de acordo com a finalidade do objeto.

Toda a modelagem em sistemas de tecnologia BIM é realizada de forma paramétrica, ou seja, os elementos são representados por parâmetros associados a dados, que podem ser geométricos e não geométricos, como também podem ser relacionados uns aos outros. A parametrização permite a atualização dinâmica dos objetos, ao mesmo tempo em que ocorra alterações na base de dados do projeto.

Segundo Tobim (2008) apud, Silveira (2013), o Bim passou por três momentos: BIM 1.0, onde apenas o projetista participava dos processos; BIM 2.0, nessa fase a tecnologia passou a ser integrada com as demais disciplinas e profissionais, o uso da interoperabilidade tornou-se crucial, resultando em um troca correta de informações; BIM 3.0, passou-se a ter participação simultânea dos participantes do processo de projeto em um mesmo modelo de empreendimento, onde todos os problemas e soluções eram implementados em tempo real e também compatibilizados, evitando perdas.

Toda essa cadeia de evolução do BIM permitiu utilizar o potencial dos três pilares da tecnologia: modelagem paramétrica, interoperabilidade e gestão das informações do ciclo de vida, envolvendo diversos fatores como estética, planejamento, desempenho, custo, tempo, construtibilidade e entre outros.

De acordo com Cavalcanti (2016), um recurso do modelo paramétrico do sistema BIM é a utilização de famílias construtivas, que se compõe de informações como distancias, ângulos e relações entre os constituintes das famílias, sendo que existem diferentes possibilidades de configuração de um mesmo tipo de objeto, que vai de acordo com o usuário. Assim como, as próprias empresas fornecedoras de produtos e serviços tem a oportunidade de desenvolver seu próprio catalogo virtual de famílias, que por sua vez podem ser introduzidos na base de dados dos softwares BIM.

O BIM não se limita apenas ao 3D, a inteligência paramétrica que nele é utilizada, permite associar atributos, como custo, tempo de execução, sustentabilidade, manutenção o que é integrado na utilização dos níveis de BIM 4D, 5D, 6D e 7D. O quadro abaixo apresenta as características desses níveis.

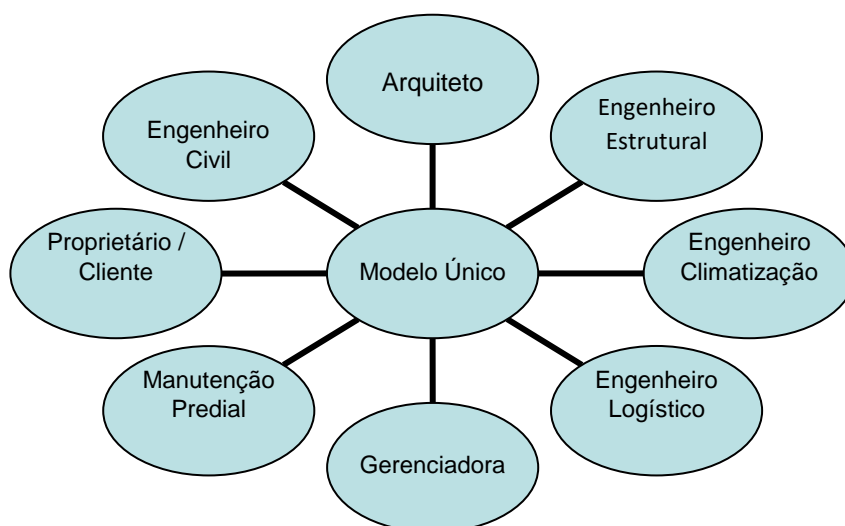
Quadro 2 Dimensões do sistema BIM.

BIM	Características
3D	Na 3ª dimensão (BIM 3D) temos a consolidação dos projetos da edificação em um mesmo ambiente virtual, em três dimensões e com todos os elementos necessários para sua caracterização e posicionamento espacial.
4D	Na 4ª dimensão (BIM 4D) temos a adição do componente “tempo” ao modelo 3D, possibilitando a visualização do modelo em diferentes estágios da construção e a simulação das etapas construtivas, entre outras aplicações.
5D	Na 5ª dimensão (BIM 5D) temos a adição do componente “custo” que possibilita criar estimativas de custos, planejar e gerenciar os desembolsos durante a obra e trabalhar aspectos financeiros e econômicos durante o desenvolvimento dos empreendimentos.
6D	Na 6ª dimensão (BIM 6D) temos a utilização do modelo durante a fase de uso da edificação, auxiliando os serviços de manutenção.
7D	Na 7ª dimensão (BIM 7D) temos a adição do componente “sustentabilidade” que permite a realização de análises energéticas da edificação, considerando os materiais utilizados.

Fonte: Adaptado de Cavalcanti, 2016.

A troca de dados e informações entre softwares utilizados no processo de projeto e a capacidade de identificação, é denominado como interoperabilidade, que diferente do processo tradicional, onde cada disciplina (estrutural, hidráulica, elétrica, arquitetura) realiza seu projeto de forma independente, a tecnologia BIM trabalha com um modelo único permite aos profissionais envolvidos terem acesso e que possam alterar os dados da edificação de acordo com o projeto específico de cada um de maneira integrada e ágil (Figura 6) (SILVEIRA, 2013).

Figura 6 Fluxo de trabalho com a interoperacionalidade BIM.



Fonte: Adaptado de Motter e Campelo, 2014.

Para que ocorra essa troca de informações entres os profissionais envolvidos são utilizados um protocolo específico chamado de Industry Foundation Classes (IFC), que de acordo com Motter e Campelo (2014), essa ferramenta permite facilitar a detecção de incompatibilidades no projeto e essencial para que a produtividade e a competitividade sejam alcançadas. Eles ainda relatam que o BIM não é apenas aplicável a edificações, pode ser implantando, em setores da Infraestrutura e indústrias, embora os fluxos de trabalho sejam bastante distintos entre os segmentos, o BIM tem a capacidade de abranger todos eles.

No Brasil o Exército Brasileiro, foi pioneiro na implantação bem-sucedida da tecnologia BIM, onde a instituição utiliza a tecnologia, integrada com Geographic Information System (GIS) ou Sistema de Informações

Geográficas, por meio do Sistema OPUS, com o objetivo de elaborar projetos em uma única plataforma. Para viabilizar essa implantação necessitaram adaptar todos os departamentos envolvidos nos serviços e obra, para fazerem com todos trabalhassem de forma integrada. FERREIRA e BUENO, (2014) apud, FERREIRA (2017).

Empresas desenvolvedoras de softwares como Autodesk, Tekla, Bentley e outras promovem no Brasil a adoção do BIM através de seminários, cursos, distribuição de versões de avaliação dos softwares gratuitamente, parcerias com Universidades, com no setor público e privado. Com isso, muitas construtoras brasileiras, enxergam os benefícios do BIM e adotam-no naturalmente, sabendo do ganho que a implantação da mesma pode trazer.

3.2 Os Benefícios da Plataforma BIM nos Projetos de Arquitetura e Engenharia

Segundo Eastman et. al, (2013) apud, Mariano, (2017), a utilização de softwares BIM, amplia a capacidade dos profissionais envolvidos em associar informações do projeto, resultado para o investidor agilidade e uma maior economia com um retorno financeiro devido a melhoria dos processos perante o ciclo de vida da edificação. Na fase de projeto exige-se mais do BIM, por passar por um maior detalhamento, o que faz das funções do BIM, dar apoio em teses com soluções inovadores, para os arquitetos, engenheiros e construtores

Os principais benefícios que as empresas podem alcançar com o BIM são: Visualização em 3D mais precisa, Ensaio de execução de obra, Extração automática do quantitativo de materiais, realizações de simulações, ensaios virtuais e Identificação automática de interferências de projetos. CATELANI, (2016).

3.2.1 Precisão na Visualização em 3D

De acordo com Motter e Campelo, (2014), o software BIM apresenta o uso do 3D de forma única, permitindo uma correta visualização e a perfeita compreensão do que está sendo projetado, diferentemente do que acontece com os projetos desenvolvidos no CAD.

Figura 7 Representação de Objetos com o BIM

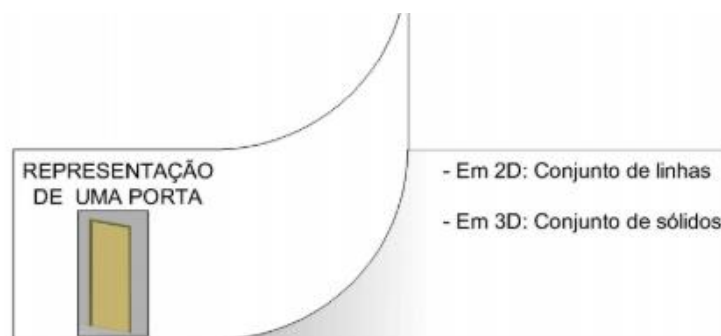
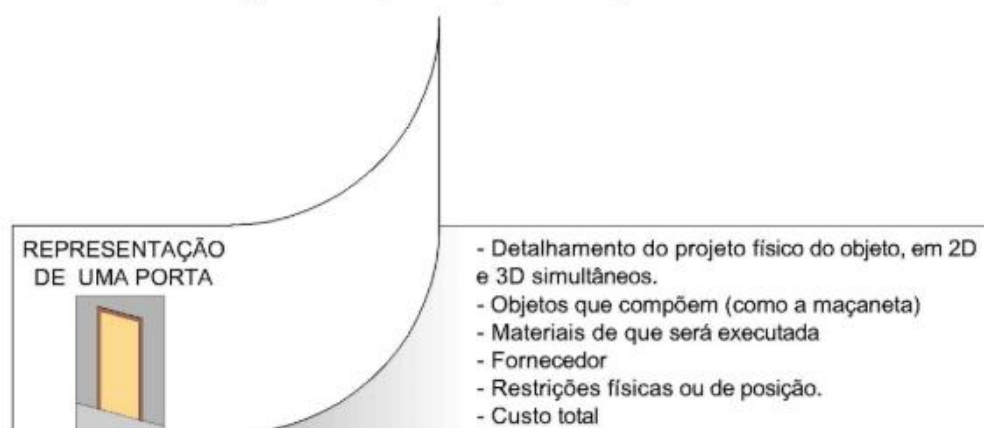


Figura 2 - Representação de Objetos sem o BIM



Fonte: Hippert e Araújo, 2010.

A tecnologia CAD é apenas baseada em plantas, cortes, vistas e alguns tipos de perspectivas 3D, porém sem informações mais detalhadas sobre o objeto no qual está sendo desenhado. Diferente do que acontece com o uso do BIM onde, pode-se incluir informações e dados paramétricos relacionados, a composição do material, preço, tipo, medidas, entre outros. Facilitando a representação, entendimento e planejamento do projeto. Toda modelagem BIM é 3D, porém nem todas as soluções de modelagem em 3D são BIM.

O modo de soluções em 3D na plataforma BIM, com a utilização de banco de dados, diminui o tempo de projeto com retrabalhos, no qual, qualquer alteração ou revisão feita em qualquer parte do modelo de objeto de estudo, será automaticamente alterada em todas as formas de visualização do projeto, seja tabelas, relatórios ou desenhos. CATELANI, (2016).

Para Catelani, (2016), somente uma visualização clara e precisa do que está sendo projetado garante a eficácia no processo de comunicação e alinhamento entre todos os participantes da construção do empreendimento,

sejam eles os incorporadores, orçamentista, construtores e projetista, inclusive nas fases iniciais do projeto. As visualizações 3D através da plataforma BIM favorecem até os proprietários e investidores, ou aqueles que não tem conhecimento técnicos, onde conseguem entender perfeitamente o projeto, sem a dificuldade de percepção do que está sendo feito, facilitando interpretação de projeções.

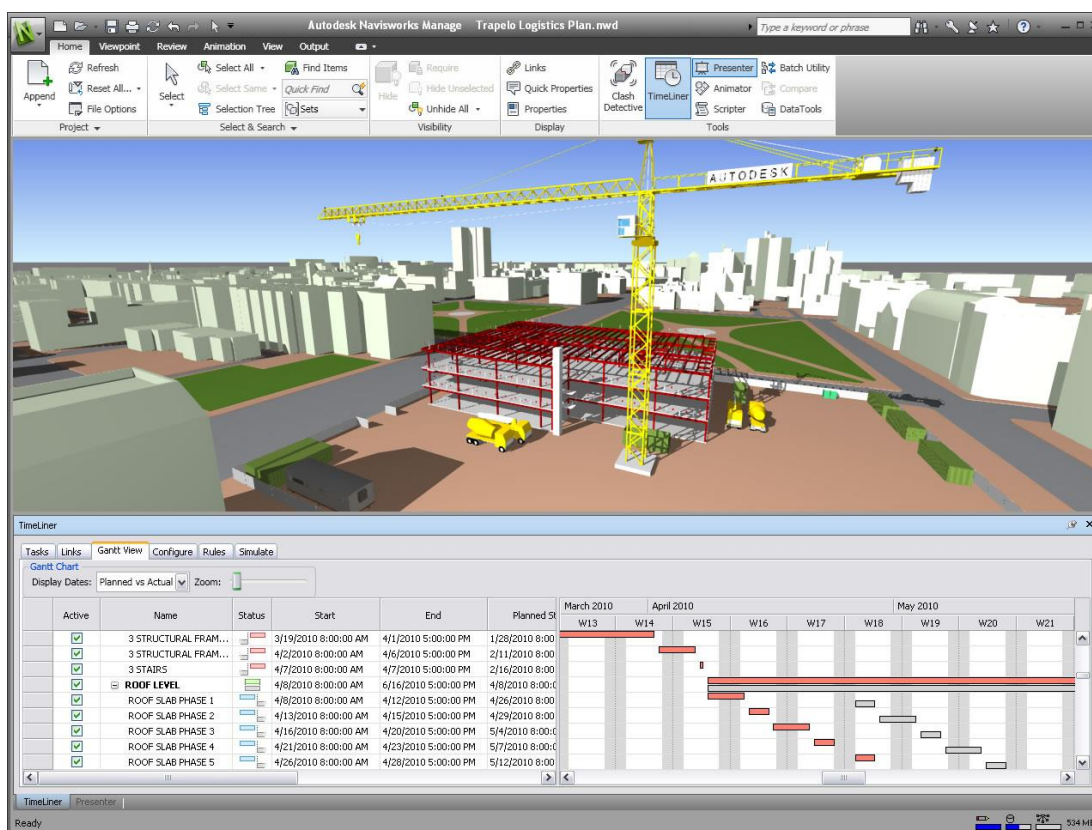
Por mais complexa que a edificação seja, a plataforma BIM oferece funções no qual, os profissionais têm um menor desgaste, evitando retrabalhos e diminuição da quantidade de problemas durante a fase de execução.

3.2.2 Ensaio de Execução de Obra

É comum que ocorra várias mudanças do decorrer da obra, ocasionadas por fatores que antes não se tinham previsto, como também em relação ao projeto e planejamento originais. De acordo com Catelani (2016), o BIM pode minimizar essa incidência de alterações, assim como o seu impacto na construção. Segundo ele, a modelagem de informações possibilita a geração automática de análises de projetos, relatórios, planejamentos, simulações, gestão de instalações, entre outros. Com isso, permite que a equipe de projeto esteja mais bem informada, para tomar decisões adequadas.

O BIM 4D faz todo esse estudo de dados da edificação, o Planejamento 4D, como também é chamado, permite que se estude detalhadamente, todas as etapas e atividades previstas para a execução de uma obra. O software NavisWorks é o principal elemento deste planejamento, nele é possível fazer a exportação de modelos originados ne qualquer outra plataforma BIM, e atrela-los a softwares de planejamento como o Primavera e o Ms Project, que o mesmo vai realiza simulações da construção, considerando durações e datas planejadas, simulando atrasos e reprogramações CAVALCANTI, (2016).

Figura 8 Interface do NAVISWORKS: Simulação de execução de obra.



Fonte: KeepCad, 2015.

No processo de planejamento da obra é possível simular a utilização de áreas de montagem, entregas de material e instalações temporárias para todas as fases da construção. Podendo escolher a posição mais viável para o canteiro de obras diminuindo os custos com mobilização das instalações e podendo aproveitar o terreno da melhor forma.

Segundo Catelani (2016), minimizar conflitos e problemas específicos da fase de construção, ajuda a reduzir incertezas e riscos que com o BIM podem ser analisados e contornados previamente. Todo esse estudo reflete em uma melhor integração do que vai ser ou está sendo executado na obra com o orçamento, tanto no que foi planejado, como no cumprimento de prazos definidos. Ele ainda afirma que este tipo de análise, feita antes de partir para a execução da obra planejamento do canteiro de obras, torna-se algo realmente valioso para a indústria da construção civil, elevando a qualidade do planejamento e seu nível de assertividade.

3.2.3 Extração Automática do Quantitativo de Materiais

Esta funcionalidade é uma das mais usadas para quem começa a utilizar a plataforma BIM. De acordo com Catelani (2016), essa atribuição garante consistência, precisão e agilidade de acesso às informações no levantamento de quantitativos, onde no sistema poderão ser divididas e organizadas de acordo com as fases definidas no planejamento e na programação de execução dos serviços.

Atrelado ao levantamento de quantitativo de todos os elementos do projeto, com a técnica do BIM 5D, os softwares que suportam essa dimensão, vinculam o quantitativo com os gastos, onde todas as alterações de projeto automaticamente atualizam os custos do empreendimento. Softwares como, Revit, possibilita a inserção de dados referentes a custos durante o processo de criação do projeto, e os softwares, como NavisWorks, de planejamento, são responsáveis pela projeção do custo total no tempo. CAVALCANTI, (2016).

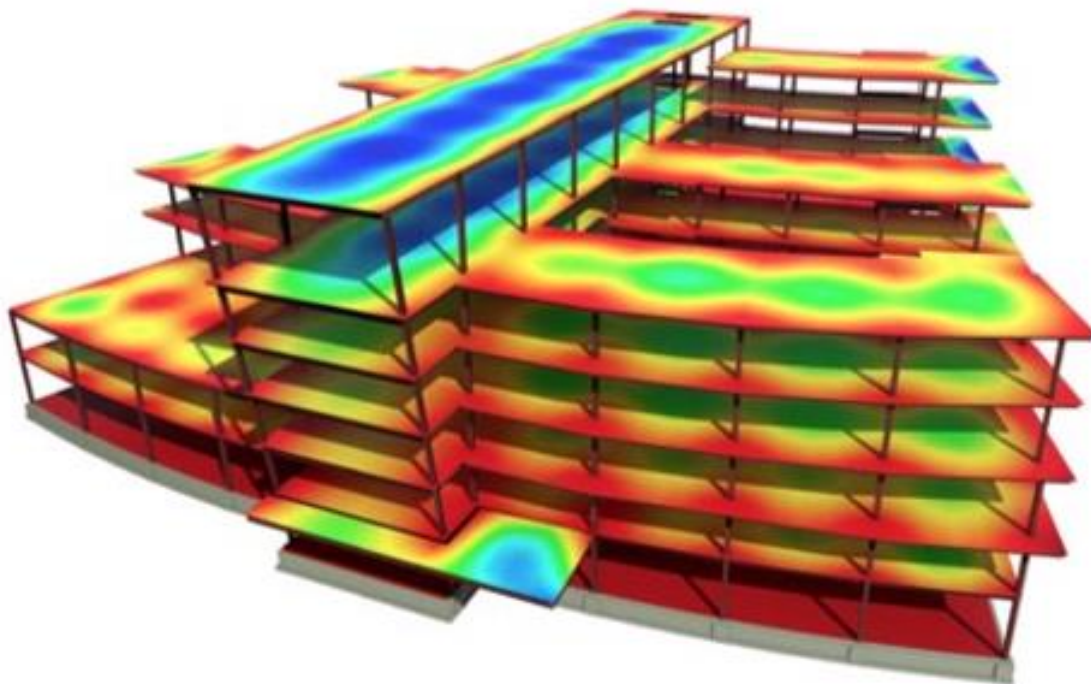
Para Cavalcanti (2016), apesar do BIM ser um grande facilitador no processo de orçamentação devido a modelagem através de catálogos de fabricantes e do automatizado processo de levantamento de quantitativos, a principal vantagem do uso dessa plataforma reside justamente na facilidade de integração dos softwares BIM, integrando o quantitativo com outros programas no mercado, como o Project, o Primavera e outros.

Desta forma, as extrações automáticas de quantidades dos modelos BIM, baseados nas fases planejadas, podem agilizar e garantir a precisão das comparações entre serviços previstos e efetivamente realizados.

3.2.4 Realização de Simulações e Ensaio Virtuais

De acordo com Catelani (2016), no Bim é possível fazer: Análises estruturais, análises energéticas (simulações do consumo de energia), estudos térmicos, estudo de ventilação natural, estudo de níveis de emissão de CO₂, estudos luminotécnicos e estudos de insolação e sombreamento. Ou seja, ele abrange simulações do comportamento e do desempenho de edifícios e instalações, como também de suas partes e sistemas componentes.

Figura 9 Análise dos esforços estruturais com BIM



Fonte: Catelani, 2016.

A Figura acima, representa um estudo estrutural, feito no software Revit, onde é possível ver através de um código de cores, como a estrutura está se comportando diante aos esforços estruturais suportados pelas lajes da edificação.

Estas funcionalidades, como análises energéticas, são novas, com o surgimento das dimensões 6D e 7D que antes não se conseguiam ser executadas, principalmente com utilização de processos baseados apenas em documentos (CAD), hoje com o BIM é possível ser previamente estudado, coisa no método tradicional muitas vezes acontece somente ao final do processo de projeto. Catelani (2016), afirma que essas áreas que levam para o setor de sustentabilidade, são as que mais recebe investimentos dos desenvolvedores de softwares.

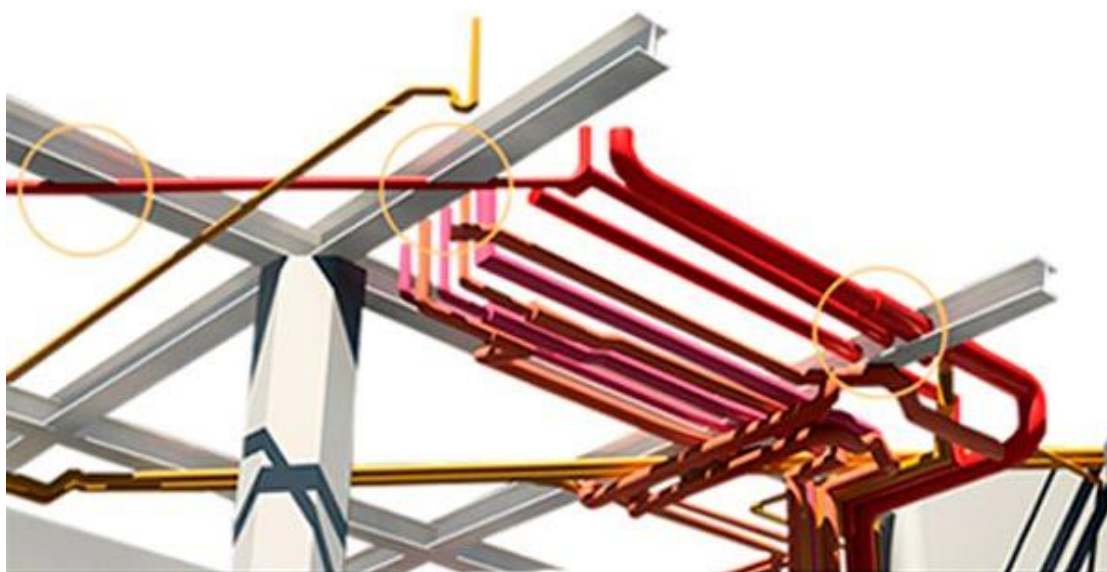
3.2.5 Identificação Automática de Interferências de Projetos

Tradicionalmente a detecção de interferências é feita manualmente por meio de desenhos sobrepostos seja no papel ou no CAD, esse tipo de detecção segundo Costa (2016), é muito lenta, susceptível a erros, caras e

dependem que todos os desenhos estejam com sua última revisão até aquele momento.

O Construtor deve ter certeza de que o projeto modelado contenha bastante detalhes para que todas as interferências sejam detectadas antecipadamente, pois se o detalhamento não for preciso os conflitos de projetos só serão detectados durante a construção, demorando e encarecendo a obra. Nas ferramentas de detecção baseadas em BIM, as detecções são automáticas, no qual essas interferências geométricas são combinadas com análises baseadas em semântica e regras para identificar conflitos qualificados e estruturados COSTA, (2016).

Figura 10 Detecção de interferências de projetos em BIM.



Fonte: Concretale, 2018.

A Figura acima, mostra o software BIM identificando uma interferência física (clash) entre as tubulações de incêndio com a estrutura da edificação. O BIM também tem a capacidade de classifica as interferências de tubulações como leves, moderadas ou críticas, onde, uma interferência leve seria o caso de uma interferência de fácil solução em que, uma tubulação de pequeno diâmetro interfere com outra também de pequeno diâmetro, já no caso de uma tubulação de grande diâmetro com um componente estrutural é considerada como crítica.

Catelani (2016), afirma que os relatórios das interferências localizadas gerados em BIM, partido de um modelo do mesmo, podem ser

extraídos automaticamente, e compartilhados com todos os profissionais envolvidos e responsáveis por cada uma das diferentes disciplinas. A depender do software BIM utilizado, são oferecidos formatos padronizados de listas de interferências que já incluem a imagem do problema, e referências da sua localização no modelo, facilitando a compatibilização dos projetos, que é um dos itens que se mais tem retrabalhos e custos.

3.3 Problemas Construtivos com a Plataforma BIM.

O BIM apresenta grandes mudanças no processo de sua implantação e concepção de um empreendimento é normal que haja resistência na sua implantação. Segundo Justi (2008) apud, Ferreira (2017), a cultura de utilização de softwares tradicionais como “Autocad” apresenta uma barreira para a utilização de novos “softwares”. Sendo que esta mudança requer alteração no modo em que a empresa trabalha, visto que precisa de uma capacitação estudo, configuração e personalização para o seu uso.

Uma pesquisa realizada em Hong Kong apontou as principais dificuldades para a utilização do BIM, que consiste na falta de bibliotecas, processo de modelagem complicado e demorado, falta de treinamento, custos e indisponibilidade de uma versão de software gratuita para testes. TSE et al. (2005) apud, MOTTER e CAMPELO (2014).

Silveira (2013), afirma que com a popularização da plataforma BIM, para que os projetos possam de fato a representar a realidade de uma obra, a criação de bibliotecas é elemento fundamental, no qual, os blocos devem ser detalhados com as medidas padrões dos fabricantes, com características físicas e desempenho, ou até mesmo referir a manutenção e aplicabilidade do material, assim como a interação entre fornecedores, arquitetos e engenheiros.

A singularidade e a complexidade que caracterizam o setor da construção civil, podem ser consideradas causas para a dificuldade de implantação de novas tecnologias, devido as equipes trabalharem individualmente, de acordo com suas especialidades, dificultando a coordenação do processo. O que muitas vezes está ligado fatores culturais, relacionados às crenças dos envolvidos. MOTTER e CAMPELO (2014).

Para Masotti (2014), a mudança cultura na forma de projetar talvez seja o maior desafio na implementação plena da plataforma BIM nos escritórios

de Engenharia e Arquitetura no Brasil. É de grande importância também o comprometimento do proprietário ao prover suporte a equipe durante a fase de adaptação, onde a empresa poderá passar por períodos de baixa produtividade, enquanto os mesmos não se adaptam.

O processo de implantação do BIM no mercado de edificação residencial e comercial está em desenvolvimento e precisa de melhorias para que possa de fato propiciar avanços à construção civil brasileira. Conciliando as questões tecnológicas e interesses comerciais com a qualificação de profissionais, que se torna essencial para o melhor aproveitamento do potencial da ferramenta. BARONI (2011), apud, SILVEIRA (2013).

4 A PESQUISA: METODOLOGIA E SUJEITOS

Este capítulo apresenta a metodologia de pesquisa aplicada e os sujeitos, pessoas jurídicas e físicas, com quem se interagiu.

4.1. Metodologia

A metodologia para realização deste trabalho foi baseada em pesquisa bibliográfica, que permitiu formar quadro de referência sobre os benefícios da plataforma BIM no desenvolvimento de projetos na construção civil; foram analisadas as aplicações, o método produtivo e as técnicas utilizadas no objeto de estudo; e foi feito estudo sobre a plataforma BIM no âmbito de projetos: características e benefícios.

A abordagem qualitativa foi adotada como método científico nas questões apresentadas neste trabalho, pois a participação dos proprietários das empresas serviu de base para que pudesse ser desenvolvida uma análise dos benefícios e dificuldades na implantação da plataforma BIM. A escolha pelo qualitativo foi porque permite aspecto subjetivo, planejamento não rígido, alterações e redimensionamento ao longo da execução. Algumas informações foram obtidas a partir de entrevistas.

As orientações de análise e de conteúdo foram utilizadas para estudar os dados obtidos, considerando os documentos, os testes e os discursos individuais dos proprietários das empresas, com as etapas seguintes:

- pré-análise;
- entrevista;
- interpretação dos resultados que possibilitaram inúmeras compreensões sobre estudo.

Na **pré-análise**, foram feitas as entrevistas nos escritórios de arquitetura e engenharia, buscando conhecer os benefícios e dificuldades na implantação da plataforma BIM nos projetos no setor da construção civil.

Na **investigação**, buscou-se analisar as características técnicas que a plataforma BIM oferece.

Na **interpretação dos resultados**, fez-se análise a partir dos dados obtidos em entrevistas, para comparação com o referencial teórico adotado.

Observa-se que, na análise / testes e verificação dos resultados, esteve presente a subjetividade, aspecto próprio, aliás, das análises

qualitativas, tanto por parte dos discentes nos testes realizados quanto dos entrevistados. O Quadro 3 relaciona os objetivos fixados para a realização deste trabalho

Quadro 3 Objetivos do TCC

Objetivo Geral	Buscar quais os reais benefícios que a plataforma BIM é capaz de produzir, fazendo uma análise em duas empresas da construção civil no município de Aracaju – Sergipe para detectar se fazem projetos e/ou gerenciamento de obras em BIM, como foi feito o processo de transição, quais as dificuldades encontradas em sua implantação, buscando sempre identificar suas vantagens	
Objetivo Específico 1	Investigar	Quais os reais benefícios da plataforma
	Fundamentação teórica	Dissertações, teses e artigos.
	Instrumento de coleta de dados Documental	Análise do referencial teórico.
	Sujeitos	Discentes
Objetivo Específico 2	Descrever	Como é feito o processo
	Fundamentação teórica	Dissertações, teses e artigos.
	Instrumento de coleta de dados Documental	Análise do referencial teórico.
	Sujeitos	Discentes
Objetivo Específico 3	Analisar	A visão dos projetistas e gestores sobre o uso da plataforma BIM
	Fundamentação teórica	
	Instrumento de coleta de dados Documental	Como conheceu e passou a utilizar a tecnologia BIM?
		A equipe da empresa fez algum curso? Qual? Como foi processo de treinamento?
		Qual o tipo de projeto com o uso da tecnologia BIM que a empresa desenvolve?
		Qual a sua percepção sobre a importância da implantação do sistema BIM no setor construção civil?
		Quais motivos pelo qual implantaram o sistema BIM na empresa?
		Na sua visão, em que o uso da tecnologia BIM em projetos e/ou execução de obras pode contribuir?
		Quais as dificuldades encontradas na implantação da tecnologia BIM na empresa?
		A empresa tem algum retorno de benefícios/ganhos com a utilização do BIM em seus projetos?
		Quais softwares a empresa utiliza? Qual deles são BIM, e em que, são utilizados?
		Que nível de BIM a empresa considera que utiliza hoje?
		Pretende aperfeiçoar-se e aprender mais sobre a tecnologia?
		Qual a perspectiva de futuro da construção civil com o uso do BIM?
Existem muitas empresas em Aracaju/Sergipe que fazem projetos, gerenciamento, orçamentos e execução de obra com o uso da tecnologia BIM?		
Sujeitos	Proprietários	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

4.2. Sujeitos

O “*locus*” deste projeto é constituído por três empresas do ramo de construção civil localizadas em Aracaju, Estado de Sergipe.

A escolha de Aracaju se deu pelo fato de o município ser a capital do estado e apresentar um crescimento de popularidade do uso da tecnologia BIM nos escritórios de engenharia e arquitetura.

A capital dispõe de várias construtoras e empresas no setor de projetos e execução de obra, entretanto, com base na procura dos sujeitos, notou-se que a maioria utiliza a plataforma BIM somente em projetos, caracterizando que a implantação está em fase inicial. Sendo assim as empresas escolhidas para a coleta foram:

Empresa 1:

A sua localização é no bairro Coroa do Meio e desenvolve projetos arquitetônicos, complementares e compatibilizações com o uso da plataforma BIM. Foi fundada em 30 de julho de 2015 e tem experiência na elaboração e execução de projetos arquitetônicos e complementares em edificações residenciais e comerciais. Atualmente possui 3 sócios que são projetistas, e se envolvem em diversas áreas da construção civil. No currículo dos arquitetos engenheiro, com apenas 3 anos de empresa, já apresentam vários projetos, consultorias e execuções realizados.

A missão da empresa é oferecer projetos com excelência e desenvolvidos em tecnologia BIM.

Empresa 2:

A sua localização é no bairro Siqueira Campos desenvolve projetos arquitetônicos, urbanísticos e interiores com o uso da plataforma BIM. Foi fundada em 07 de março de 2016 e apesar do pouco tempo de empresa tem experiência na elaboração e execução de projetos arquitetônicos. Atualmente possui 2 sócios projetistas. No currículo dos arquitetos, apresentam vários projetos, consultorias e execuções.

A missão da empresa é melhorar a qualidade de vida da sociedade através de soluções de arquitetura.

Empresa 3:

Empresa com escritório online, oferece serviço de consultoria BIM e desenvolve projetos de engenharia, arquitetura, e interiores com o uso da plataforma BIM. Foi fundada em 13 de junho de 2016 e apesar do pouco tempo de empresa tem experiência na elaboração e execução de projetos de engenharia e arquitetura. Atualmente possui 3 sócios projetistas. No currículo, apresentam especialidades em BIM, modelagem, planejamento e orçamento, e realização de vários projetos, consultorias e execuções.

O objetivo principal da empresa é a satisfação dos clientes, trabalhando de forma a atender as necessidades reais e particulares de cada um com soluções criativas e funcionais, aliadas a viabilidade técnica e financeira. Com a missão de levar produtos de qualidade e fácil entendimento.

O envolvimento dos proprietários projetistas foi fundamental para a pesquisa, para o que foi solicitada autorização, com consentimos deles, para divulgação dos resultados fornecidos na pesquisa.

No quesito coleta de dados, entrevistou-se um dos proprietários projetistas da empresa pesquisa. As questões foram abertas, o que possibilitou a flexibilidade de elaborar outros questionamentos não contemplados no roteiro original. Lembrando que as entrevistas foram realizadas com o objetivo de entender os benefícios que a plataforma BIM vem proporcionando nas empresas do setor da Construção Civil.

De modo geral, nas entrevistas, foram utilizadas mídias de comunicação a distância. Mesmo estando cientes de sua reprodução para fins acadêmicos, optou-se por codificá-los¹ (Quadro 4) com os seguintes critérios:

Quadro 4 Critérios para codificação dos entrevistados.

Exemplos	Códigos	Descrições
Entrevistado PE_AJU 01	PE	PE – Proprietário da empresa
	AJU	Cidade - Local das empresas
	M	Sexo masculino (F → Feminino)
Entrevistado PE_AJU 02	PE	PE – Proprietário da empresa
	AJU	Cidade - Local das empresas
	M	Sexo masculino (F → Feminino)
Entrevistado PE_AJU 03	PE	PE – Proprietário da empresa
	AJU	Cidade - Local das empresas
	M	Sexo masculino (F → Feminino)

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2018.

¹ Essa medida tem por objetivo preservar a identidade dos sujeitos entrevistados.

Como mostra o Quadro 4, foram feitas três entrevistas e em três locais distintos, onde um foi denominado de PE_AJU 01 e o outro local chamado de PE_AJU 02 e um último por PE_AJU 03, tudo isso servindo para manter o sigilo a identidade dos envolvidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES: PLATAFORMA BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SERGIPE.

5.1 Importância do Uso de Sistemas em BIM na Visão dos Proprietários Projetista da Construção Civil.

O uso da tecnologia BIM na construção civil vem começando a receber a devida importância no município de Aracaju, este fato pode ser percebido a partir de entrevistas com proprietários de empresas que realizam projetos com o uso dessa plataforma, aqui denominada PE_AJU 01, PE_AJU 02 e PE_AJU 03. Perguntados inicialmente sobre quando e como conheceram a tecnologia BIM?

A primeira empresa, PE_AJU 01, respondeu: “Sempre estive buscando por novas tecnologias e buscando na internet encontrei o BIM, antes de fundar a empresa já pensei na implantação do conceito BIM nela”. Já PE_AJU 02 e PE_AJU 03, ambas relataram que conheceu ainda na faculdade. Em especial a PE_AJU 03 informou que:

Tanto eu quanto a arquiteta que trabalha comigo, já conhecíamos o BIM da faculdade, na verdade ela que me apresentou o programa Revit, e daí fui pesquisando e me arriscando fazendo projeto da faculdade nele, porém, só realmente conheci de fato o BIM quando fiz especialização na área. Foi quando eu tive uma maior noção da capacidade que os programas BIM pode fazer. (PE_AJU 03).

Quando perguntados se a equipe da empresa fez algum curso e como foi processo de treinamento. Todos relataram que fizeram cursos e a PE_AJU 03 ainda chegou a se especializar na plataforma. A PE_AJU 02 relatou que: “Fizemos o curso de Revit, porém ainda sentimos dificuldades em manuseio total do programa e ainda estamos trabalhando para a completa implantação do programa na empresa.”. PE_AJU 03 comenta também que: “O processo de treinamento foi tranquilo, por trabalhar com pessoas que já tem noção da ferramenta, então o que fazemos é só agregar mais conhecimento sobre a plataforma, e melhorar cada vez mais nossos projetos.”

O BIM é uma plataforma um pouco complexa, para uns pode ser mais fácil seu entendimento em como ele trabalha, como para outros, pode ter mais dificuldades prolongando seu tempo de aprendizado, o que sem um

planejamento e tempo para se aperfeiçoar na plataforma pode acarretar em uma perda de produtividade no início do treinamento, visto que ainda está se adequando a ferramentas e a nova forma de projetar.

Com relação ao tipo de projeto desenvolvido pela empresa com o uso da tecnologia BIM. A primeira empresa, PE_AJU 01, respondeu: “Arquitetônicos e complementares, desde concepção e desenvolvimento de projeto, elétrico, hidráulico/sanitário, paisagísticos, mobiliário, estrutural e dentre outros, menos projeto de combate a incêndio”. A PE_AJU 02 relatou que: “Projetos de arquitetura, interiores, paisagístico e com pretensão de expandir para projetos complementares.” Enquanto a PE_AJU 03 mencionou: “Projetos de engenharia, arquitetura, consultoria e treinamentos.”

Como já mencionado, o uso da tecnologia BIM no desenvolvimentos de projetos tem importância significativa na construção civil, principalmente quando se trata de obter, maior produtividade, diminuir custos, maior lucro, evitar atrasos e desperdícios, o que para PE_AJU 01: “Evita erros de compatibilização e melhora a eficiência de do desenvolvimento do projeto. Quando você faz a compatibilização correta, ela gera uma economia, evita retrabalho quando projeto acaba retornando por conta de algum conflito não visto anteriormente, custando a depender da situação uma obra parada”. Como também se pode depreender do relato do PE_AJU 02 e PE_AJU 03:

A importância do sistema BIM está na coordenação de todas as frentes na construção civil: arquitetura, engenharia, logística, administração e etc. Inclusive o envolvimento de todas as etapas de projetos até mesmo execução.” (PE_AJU 02).

Os ganhos diversos a curto a longo prazo do BIM na construção, melhor qualidade de projetos, maior interação entre os projetistas e o cliente, compatibilização mais eficiente, orçamento mais eficientes, acompanhamento mais eficiente das obras através da visualização 4D do planejamento, dentre outros.” (PE_AJU 03).

Na plataforma BIM, é possível acompanhar todo o processo do projeto, até a construção final da edificação, garantindo um acompanhamento melhor não só projetual, mas a forma como aquele empreendimento está relacionado as outros quesitos, como, custo, sua performance durante a obra através de simulações, colisões coma estrutura, entre outras coisas, tudo isso

proporcionando melhor análises com os resultados obtidos, transformando isso em um melhor planejamento aliado a produtividade.

De acordo com os entrevistados, os motivos para o quais decidiram usar a plataforma BIM foi: “Eficiência no desenvolvimento de projetos” (PE_AJU 01). O PE_AJU 02 relatou que: “Apesar da implantação não está totalmente completa, o que mais vem nos mostrando para fazermos sua completa implantação é sua precisão no resultado final dos processos projetuais e construtivos, sua praticidade em fazer relatórios, quantitativo, quadros e o grau detalhamento que podemos fazer “. Enquanto o PE_AJU 03 comenta que: “Devido aos ganhos que vimos na plataforma, além do que buscávamos um diferencial que conseguimos através do uso do BIM”.

O uso da tecnologia BIM no desenvolvimento de projetos tem uma contribuição significativa no projetos e execuções de obra, interferindo em uma melhora na produtividade dos projetistas, na concepção de projeto, gerenciamento, e na sua execução, como diz a PE_AJU 01:

Antes a empresa realizava projetos apenas em 2D no programa AutoCAD, mas agora, com a necessidade de ser um diferencial no mercado, nós implantamos o BIM e com ele tivemos a possibilidade de fazer projetos mais detalhados e mais rápidos, e resolveu um problema que acontecia com a questão da compatibilização de projetos, os choques dos projeto complementares com a arquitetura, acontecia muito de uma tubulação se chocar com outras e com a estrutura também. Fazemos isso com o software Revit, esses conflitos ou choque que chamamos de *cash*, no programa tem-se uma ferramenta para encontrar conflitos, o que vem nos ajudando muito, o que no Autocad, além de demorado, era mais complicado encontrar todos os conflitos presente entre projetos, sendo que isso influencia em muito na execução da obra. (PE_AJU 01).

O uso do BIM no setor de compatibilização de projetos é um processo que deve ser feito ainda na fase de projetos para garantir que, ao chegar na execução, não exista mais nenhum tipo ou quase nenhum conflito, que ocasione problemas e obras paradas. PE_AJU 02 relata que: “O BIM facilita no gerenciamento de obras, permitindo um controle melhor das etapas dos serviços, diminuído bastante o número de erros, e retrabalhos com alterações de projeto e na compatibilização”.

As empresas que realizam projetos com o BIM conseguem assegurar um melhor planejamento, melhor projeto proporcionando uma

melhor execução, além de permitir um gerenciamento geral em todas as áreas em que o projeto se envolve, indo desde a concepção do projeto, passando pelo projetos complementares, compatibilização e indo até a execução, e ainda com possíveis análise de manutenção após a execução, que seria o ciclo de vida do empreendimento. Com dito pela PE_AJU 03:

Melhor qualidade nos projetos, maior interação entre os projetistas e cliente, compatibilização, acompanhamento mais eficiente com o uso do 4D. Além disso conseguimos colocar o modelo na obra através do tablete ou celular, isso permite que as decisões devido a dúvidas nos detalhamentos dos projetos sejam reduzidas significativamente. (PE_AJU 03).

Os proprietários projetistas também relataram suas dificuldades encontradas na implantação do sistema BIM: “Mão de obra capacitada, estamos com um pouco de dificuldade com terceirizadas, onde a maioria só utiliza o Autocad para fazer projetos.” (PE_AJU 01). A PE_AJU 03 relata que: “Mudança de cultura das pessoas, que nem sempre estão dispostas a mudar a forma de trabalhar, por mais que você mostre a infinitas vantagens do BIM. Enquanto que PE_AJU 02 informou que:

Nossa maior dificuldade está no tempo pra implantação do sistema, estamos a 1 ano tentando fazer a implantação completa do BIM. Fizemos curso de Revit e acontece que além de aprender como usar o programa, precisamos fazer personalizações nele de acordo com o padrão que a nossa empresa utiliza nas elaborações de projetos, e isso demanda um tempo extra, o que não temos muito com a correria do dia-a-dia, porem aos poucos vamos implantando por completo o BIM, acreditamos que hoje em dia é essencial essa mudança para se atualizar no mercado. (PE_AJU 02).

As dificuldades encontradas por eles, mostra que não é fácil a implantação da plataforma BIM nas empresas, o que remete claramente no receio das empresas na inserção do BIM como uma nova forma de projetar e gerenciar projetos.

5.2 Soluções Encontradas com a Plataforma BIM

Os proprietários projetistas relatam que apesar das dificuldades que encontraram os benefícios que o BIM proporciona, faz valer sua implantação. O que depreender do relato do PE_AJU 01: “O Bim nos trouxe ganho de tempo, com a produtividade que foi aumentando conforme íamos nos capacitando

mais ainda sobre o uso da plataforma BIM”. Enquanto que PE_AJU 02 relatou que:

Apesar da não implantação por completo, o BIM vem nos ajudando com os quantitativos, tabelas, principalmente, além de nele conseguimos simular várias opções de fachadas por exemplos e alterar projetos com facilidade. Se eu mudar algo na fachada de uma casa, automaticamente ele muda em todas as plantas, como, cortes, quantitativo, planta baixa, etc. (PE_AJU 02).

O que desprendesse também do relato da PE_AJU 03:

Perdemos menos tempo tirando dúvidas dos clientes pelo fato dos projetos serem de fácil entendimento, e por conseguirmos gerar uma série de detalhes que deixam de ser genéricos e passam a ser extraídos do próprio modelo. (PE_AJU 03).

Vemos que para as empresas se beneficiarem da plataforma é preciso não só quebrar uma barreira cultural, como também fazer investimento e capacitação dos profissionais envolvidos em projetos e execução de obra. O que, o resultado desse investimento, valerá em muito no crescimento da empresa, com o aumento de produtividade, redução de retrabalhos, facilidade na compatibilização de projetos, gerenciamento do projeto e sua execução, gerando um projeto mais qualificado e com uma redução de custo. O que já faz jus sua implantação, diante da competitividade em que o mercado se encontra.

A plataforma BIM tem diversos *softwares* que usam de sua tecnologia e atualmente vem sendo o melhor recurso utilizado para se ter um bom planejamento. Quando perguntados sobre os programas BIM que eles utilizavam e de forma eram utilizaram, PE_AJU 01 afirmou que:

Existem vários programas no mercado, Revit, Navisworks, Archcad, na nossa empresa utilizamos apenas o Revit, nele fazemos os projetos arquitetônicos e complementares, quantitativos, mas também estamos estudando o Navisworks, que serve para simulações de obra. (PE_AJU 01).

Semelhante ao PE_AJU 01, o PE_AJU 02 relatou que: “Com o sistema BIM utilizamos o Revit para os projetos arquitetônicos, quantitativos, estudo de concepção arquitetônica e principalmente detalhamentos”. Já o PE_AJU 03 informou que: “Utilizamos o AltoQI builder, Eberic, e com a plataforma BIM utilizamos o Revit”. O quadro abaixo apresenta os softwares

que usam plataforma BIM e suas características que foram mencionados pelas empresas entrevistadas:

Quadro 5 Softwares de compatibilização e suas características.

Softwares	Características
Revit	Oferece recursos de BIM para os projetos de arquitetura, engenharia estrutural, mecânica, elétrica e hidráulica permitindo que os profissionais modelem componentes de construção, analise e simule sistemas e estruturas e integre projetos; gera documentação de projeto pra fabricação ou construção; oferece serviços em nuvem conectados, ou seja, é possível criar, editar, analisar e compartilhar trabalhos na nuvem;
ArchiCad	Software com sistema BIM focado na arquitetura, design e criatividade; permite que os projetistas criem seus modelos no ambiente BIM onde suas formas livres e diferenciadas geram plantas, elevações e cortes, como também planilhas; oferece o sistema TeamWork, no qual lhes permite enviar e receber alterações no projeto simultaneamente em várias vertentes do mesmo projeto;
Naviswork	Permite que os profissionais façam uma análise completa com os interessados para controlar melhor os resultados do projeto, como Simulação de execução de obra; detecta conflitos e verifica interferências; realiza simulação e evita potenciais conflitos e problemas de interferência antes da construção, minimizando atrasos e reparos dispendiosos; é possível combinar dados de projeto e construção em um único modelo; revisa os detalhes do projeto através da simulação e análise 5D.

Fonte: Adaptado de Autodesk, Graphisoft.

O Revit é um *software* que vem ganhando destaque nele é possível, criar projetos com mais facilidade, auto compatibiliza-los, auto quantifica-los, estuda-los de maneira energética, estrutural e sustentável. Atualmente vem ganhando destaque principalmente por sua produtora ser a Autodesk, a mesma que produz o AutoCAD. Além disto, a Autodesk desenvolveu um auxiliar ao software, denominado MEP, para a criação de projetos de instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, SPDA, climatização, que já possui o cadastro de elementos de diversos fabricantes.

Como concorrente do Revit, há o ArchiCad cuja a produtora é a Graphisoft, que realiza atividades semelhantes às do concorrente, porém o programa é voltado mais para o desenvolvimento de projetos de arquitetura tendo como ponto forte criar desenhos com mais curvas, como escadas curvas ou qualquer outro objeto e forma mais complexos. O ArchiCad também conta com a opção de importação de objetos na 3D Warehouse, uma das maiores bibliotecas de objetos 3D e também da maior biblioteca de objetos BIM, BimObetct.

O Navisworks é de produção também da Autodesk é um software auxiliar ao Revit e Archicad, onde faz simulação de execução de obra, análise de compatibilizações, ele funciona de maneira que, cada item da Estrutura Analítica de Projeto é vinculado aos seus respectivos componentes no modelo, tanto os modelos, oriundos do Revit ou Archicad, quanto o planejamento, do Microsoft Project. Ou seja, qualquer modificação nos arquivos originais é sincronizada automaticamente no Navisworks.

Com ele é possível fazer simulação, detalhar os projetos através de análise 5D e 6D, ou seja, conflitos e interferências e simulações com intuito de promover rapidez no desenvolvimento de projetos, melhor gerenciamento e redução de custos na execução.

As inúmeras ferramentas que os *softwares* BIM apresenta, mostra que pode ser utilizados, em diversas formas, até mesmo simultânea, acompanhando todo os ciclo de projeto, como também a variedade de opções em que podem ser utilizados, proporciona um maior atendimento as necessidades de quem irá utilizar esses recursos, pelo seu sistema avançado de assimilar todas as etapas de do projeto em um mesmo modelo de edificação.

Quando perguntado do nível de BIM que a empresa utiliza a PE_AJU 01 e PE_AJU 02 informaram que utilizam até o 3D. Já a PE_AJU 03 comentou que: “4D”.

Apesar da gama de dimensões que compõe o BIM, as empresas ainda não têm conhecimento total das dimensões consideradas mais novas, que é o 6D e 7D, principalmente o 7D, que envolve a sustentabilidade, sendo um dos componentes de projeto muito importante nos tempos atuais. O que implica a empresas como a PE_AJU 03 informa: “Sempre estamos em buscar

de aprimoramento, sabemos que toda hora aparece uma novidade, o 7D, que ainda é desconhecido por aqui, mas já vi sendo aplicado na especialização, é um dos nossos planos atuais”. A PE_AJU 01 e PE_AJU 02 ambas comentam de que precisam aprender mais sobre todas as ferramentas que o sistema oferece.

5.3 Futuro da Engenharia com a Plataforma BIM

Como foi dito, a Engenharia, assim como a Arquitetura, vem buscando sempre o aperfeiçoamento e a melhoria das formas de projetar e executar, buscando celeridade e mantendo a qualidade do serviço, o que, segundo A PE_AJU 01: “O que vejo para o futuro da construção civil é a substituição completa da ferramenta CAD pelo BIM, o que aos poucos vejo acontecendo em algumas empresas, porém poucas. “. Enquanto o PE_AJU 02 e PE_AJU 03 afirmam que:

A perspectiva é de que a construção civil empregue definitivamente essa tecnologia para uma otimização cada vez maior de tempo, planejamento, concepção de projetos, materiais, mão de obra e recursos financeiros. (PE_AJU 02).

Obras mais enxutas, menos desperdício de materiais, menos erros de orçamentos, e quem sabe automatização de alguns serviços. (PE_AJU 03).

Hoje em dia, o uso do BIM é uma ferramenta importante no auxílio em desenvolvimentos de projetos e análises, para uma boa execução, e otimização dos processos. Todos os entrevistados comentaram que existem poucas empresas no mercado sergipano que fazem projetos, compatibilizações e gerenciamento de obras em plataforma BIM.

São poucas a empresas que fazem tudo, mas existem algumas que fazem esse serviço de forma separas, para engenharia de custos a BC engenharia é uma delas. (PE_AJU 03).

Conheço algumas empresas, mas ainda acho que o número é bastante baixo. Imagino que a questão financeira influencie o receio do uso do BIM, principalmente pequenas empresas com o mercado de trabalho cada vez mais concorrido, confesso ficamos com um pé atrás quando soubemos do valor de licenças, são bem caras. A licença do Revit quando compramos girou em torno de 6mil reais, e ainda existem

outros *softwares* que tem licenças bem mais caras ainda. (PE_AJU 02).

O mercado brasileiro sofre ainda de barreiras culturais que impedem a realização do uso do BIM. Entre os fatores restritivos à implantação do sistema em seu custo de investimento, encontram-se o pouco valor dado ao planejamento, a falta de profissionais capacitados ao manuseio da ferramenta BIM, a crença na eficácia das soluções rápidas e baratas e, em geral, pouco interesse pelo trabalho colaborativo que a plataforma BIM proporciona.

Entretanto, apesar das dificuldades, as poucas empresas que vem implantando a plataforma BIM, percebem os benefícios que o sistema traz para elas, superando tais dificuldades e evoluindo o modo de projetar, se tornando um diferencial no mercado de trabalho aliado a cumprimento de prazos e outras exigências que o mercado implementa na construção civil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como meta mostrar os reais benefícios do uso da tecnologia BIM no município de Aracaju em Sergipe, buscando relatar a percepção de empresários acerca do tema e não somente analisar o conhecimento sobre o assunto, mas, também, identificar as ferramentas utilizadas para essa tecnologia.

De modo geral, notou-se que a plataforma BIM é utilizada como ferramenta para criação de projetos arquitetônicos e complementares, e principalmente como uma ferramenta auxiliar na compatibilização de projetos, tendo como exemplo os softwares: Revit e Archicad.

Projetos que são desenvolvidos sem a utilização dessa plataforma costumam ter uma produtividade menor, ocasionando mais custo devido ao retrabalho com alterações de projetos e estão sujeitos a atrasos na entrega de projeto, assim como na execução da obra. Com a realização da pesquisa, a visão sobre os benefícios da plataforma BIM em projetos pôde ser mais clara e determinante em perceber a sua real importância e também suas principais dificuldades na sua implantação.

Levando em consideração a bibliografia estudada e os depoimentos dos proprietários projetistas entrevistados, infere-se que a utilização do BIM é importante para garantir um projeto com mais qualidade, boa execução e organização de qualquer empreendimento, independentemente de ser privado ou público. No entanto, essa plataforma demanda investimento em capacitação, programas e quebra de barreira cultural.

É importante destacar a necessidade da mudança cultural e passar a adotar a tecnologia BIM, começando na graduação nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, além da implantação do conhecimento ainda na graduação, é importante que os profissionais atuais invistam na sua capacitação e entendam o real benefício do uso da plataforma BIM, capaz de aumentar a produtividade, maior grau de detalhamento, reduzir interferências com projetos, capacidade de integração de todos os profissionais envolvidos, trazendo consigo uma execução mais eficiente, sendo melhor planejada.

Atualmente, em Aracaju/Sergipe, existem poucas empresas que utilizam o sistema BIM no desenvolvimento de projetos de Engenharia e

Arquitetura, este fato foi possível comprovar após entrevista a três gestores de empresas diferentes, em que relataram que tal mudança requer investimentos em capacitações de profissionais, aquisição de licenças de softwares e isto acaba desestimulando outros empresários, fazendo com que opte por gastar menos no planejamento e mais tempo executando, ou seja, não fazendo o uso da plataforma BIM. Apesar das dificuldades na implantação da plataforma em que os entrevistados relataram, ainda assim faz o seu uso, porém pode-se perceber que todos os entrevistados não usufruem de todos os recursos que a plataforma pode oferecer, que vão além de projetos arquitetônicos, complementares e compatibilização, como percebe-se com a falta de uso ou desconhecimento dos níveis de 4D,5D, 6D e 7D do Bim, principalmente esses dois últimos, que quase não foram mencionados.

Outro aspecto relevante que foi detectado neste trabalho é que praticamente nenhuma empresa explora os recursos da tecnologia BIM em relação ao acompanhamento da execução do projeto, ficando bastante restrito o seu uso a elaboração de projetos. Esse restrição evidência que a tecnologia ainda está em crescimento no Estado e com isso os usuários ainda se encontram em fase de adaptação e implementação das demais ferramentas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADDIS, Bill. **Edificação: 3000 Anos de Projeto, Engenharia e Arquitetura:** Capítulo 1 Construção e Engenharia na Antiguidade 1000 a.C. a 500 d.C. Brasil, 2009.

ALAMY. **O Aqueduto Romano de Segóvia**. Publicado em 24 de agosto de 2016. Disponível em: < <https://www.alamy.pt/foto-imagem-o-aqueduto-romano-de-segovia-unesco-castilla-y-leon-espanha-131230339.html>>. Acessado em 01 de novembro de 2018.

AUTODESK. **Revit**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview/>>. Acessado em 11 de novembro de 2018.

AVILA, Vinícius Martins. **Compatibilização de projetos na Construção Civil: Estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da UFMG – Belo Horizonte, julho de 2011.

BAZZO, Walter Antônio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia: Conceitos, Ferramentas e Comportamentos**. Editora da UFFSC, Florianópolis, 2006.

CAMPOS, M. H. A. C. **A construtibilidade em projetos de edifícios para o ensino superior público em Portugal**. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil na Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2002.

CARVALHO, Cláudio Pinto. **A metodologia BIM – Building Information Modelling na Gestão da Manutenção das infraestruturas do Campus 2 do Instituto Politécnico de Leiria**. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de mestre em Ciência e Sistema de Informação Geográfica, 2016.

CATELANI, Silva Wilton. **Fundamentos BIM – Parte 1: Implantação BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Brasília: CBIC, 2016.

CAVALCANTI, Mariah Nabuco de Araújo. **A Utilização do Sistema Bim (Building Information Modelling) no Planejamento de Custos Da Construção Civil**. Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro, 2016.

CONCRETALÉ. **Detecção de interferências de projetos em BIM**. Publicado em 2 de Janeiro de 2018. Disponível em: < <http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/imagens/i457728.jpg>>. Acessado em 08 de novembro de 2018.

COSTA, Luciano Rodrigues. **O Uso Do Bim Como Ferramenta Na Gestão Da Construção Civil**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2016.

FERREIRA, Júlia Borges Pires. **Análise Do Cenário De Implantação Do Bim Em Obras E Projetos De Arquitetura, Engenharia, Construção E Operação No Governo Brasileiro E Estrangeiro.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2017.

FRANCO, Luís Sérgio. **Racionalização Construtiva.** Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1992.

GEHBAUER, F. **Planejamento e gestão de obras:** um resultado prático da cooperação técnica, Brasil – Alemanha. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

GRAPHISOFT. **Tudo sobre ArchiCad.** Disponível em: <
<http://archicad.com/pt/category/generic/archicad-is-bim/>>. Acessado em 11 de novembro de 2018.

HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz; ARAÚJO, Thiago Thielmann. **A contribuição do BIM para a representação do ambiente construído.** I Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Rio e Janeiro, 2010.

JÁUREGUI, Juan Paz. **Diseño De Un Sistema De Encofrados Metálicos Para La Fundición De Los Pilares De Un Puente Empleando Software CAD/CAE.** Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Piura – Peru, 2014.

KEEPCAD. **Interface do NavisWorks - Simulação de execução de obra.** Publicado em 7 de Julho de 2015. Disponível em: <
<http://www.keepcad.com.br/admin/ckeditor/kcfinder/upload/images/BIM%204D.jpg>>. Acessado em 08 de novembro de 2018.

LOURENÇO, Paulo B.; BRANCO, Jorge M. **Dos Abrigos Da Pré-História Aos Edifícios De Madeira Do Século XXI.** CITCEM. Dept. Engenharia Civil, Universidade do Minho, Guimarães, 2012.

MACEDO, Jefferson P. S.; ARAÚJO, Danilo S. **Gestão E Racionalização De Projetos Com Uso Da Plataforma Bim.** V Seminário Ibero-americano Arquitetura E Documentação, Belo Horizonte, 2017

MARIANO, Luanna Rodrigues. **Aplicação E Utilização Do Conceito Bim Pelos Profissionais Da Construção Civil Em Minas Gerais.** Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Especialista em Construção Civil no departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, 2017.

MASOTTI, Luís Felipe Cardoso. **Análise Da Implementação E Do Impacto do Bim No Brasil.** Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, 2014.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: Aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Engenharia pela EPUS. Agosto de 1994.

MONTEIRO, Cândido Guilherme. **Comparação Entre A Acústica Em Igrejas Católicas E Em Mesquitas.** Dissertação submetida para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil - Especialização Em Construções na Faculdade De Engenharia da Universidade do Porto – Portugal, 2008.

MOTTER, Alexia Gassenferth; CAMPELO, Heloísa Queiroz. **Implantação Da Tecnologia Bim Em Escritórios De Projetos Na Região De Curitiba - Estudo De Casos.** Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba, 2014.

PADADOPOULOS, Nicolas Alexandros. **Avaliação Da Metodologia BIM Através Da Modelagem Paramétrica 3D De Um Projeto Convencional.** Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil do Departamento de Engenharia Civil da PUC-Rio. Rio de Janeiro, 2014.

PEREIRA, Priscila Pacheco Kanashiro. **Implementação Do Bim No Setor De Planejamento E Controle De Uma Construtora.** Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

PORTO, Gabriele de Bonis Patekoski; KADLEC, Thalita Malucelli de Moraes. **Mapeamento De Estudos Prospectivos De Tecnologias Na Revolução 4.0: Um Olhar Para A Indústria Da Construção Civil.** Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba, 2018.

QUEROSABER. **Catedral de Salisbury - a catedral inglesa perfeita.** Publicado em 21 de outubro de 2018. Disponível em: <<http://www.querosaber.com.pt/historia/catedral-de-salisbury-a-catedral-inglesa-perfeita>>. Acessado em 08 de novembro de 2018.

SILVEIRA, Naiara Ariana Nogueira Costa. **O Papel Do Bim Para A Qualidade Do Projeto: Avaliação Da técnica Em Escritório De Arquitetura.** Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2013.

SOUZA, Livia L. Alves; AMORIM, Sérgio R. Leusin; LYRIO, Arnaldo de Magalhães. **Impactos Do Uso Do Bim Em Escritórios De Arquitetura: Oportunidades No Mercado Imobiliário.** Rio de Janeiro, 2009.

TELLES, Pedro Carlos da Silva. **História da Engenharia no Brasil.** Livros Técnicos e Científicos Editora S.A, 1984.

UEL. **Arcos**. Publicado em 23 de novembro de 2010. Disponível em: < http://www.uel.br/cce/mat/geometrica/php/dg/dg_8t.php>. Acessado em 23 de novembro de 2018.

VAZ, Priscila Fernandes Lage. **Estudo sobre a racionalização na construção civil**. Trabalho de conclusão de curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da UTFPR – Campo Mourão, 2014.

VIVANCOS, Adriano Gameiro. **Estruturas organizacionais de empresas construtoras de edifícios em processo de implementação de sistemas de gestão da qualidade**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001.

WINCHESTER CATHEDRAL. **Building the Cathedral**. Publicado em 7 de Fevereiro de 2015. Disponível em: < <http://www.winchester-cathedral.org.uk/our-heritage/our-history/building-the-cathedral/>>. Acessado em 28 de novembro de 2018.

INSERTES

Nº 01 – Roteiro da Entrevista

Como conheceu e passou a utilizar a tecnologia BIM?

A equipe da empresa fez algum curso? Qual? Como foi processo de treinamento?

Qual o tipo de projeto com o uso da tecnologia BIM que a empresa desenvolve?

Qual a sua percepção sobre a importância da implantação do sistema BIM no setor construção civil?

Quais motivos pelo qual implantaram o sistema BIM na empresa?

Na sua visão, em que o uso da tecnologia BIM em projetos e/ou execução de obras pode contribuir?

Quais as dificuldades encontradas na implantação da tecnologia BIM na empresa?

A empresa tem algum retorno de benefícios/ganhos com a utilização do BIM em seus projetos?

Quais softwares a empresa utiliza? Qual deles são BIM, e em que, são utilizados?

Que nível de BIM a empresa considera que utiliza hoje?

Pretende aperfeiçoar-se e aprender mais sobre a tecnologia?

Qual a perspectiva de futuro da construção civil com o uso do BIM?

Existem muitas empresas em Aracaju/Sergipe que fazem projetos, gerenciamento, orçamentos e execução de obra com o uso da tecnologia BIM?