



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS - CMPF
CURSO DE BACHARELADO ENGENHARIA CIVIL

ANTONIO CARLOS GARDEL DE FREITAS CASTRO

**O CENÁRIO ATUAL DA TECNOLOGIA BIM EM EMPRESAS DE
ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO
NA CIDADE DE PAU DOS FERROS - RN**

PAU DOS FERROS - RN

2019

ANTONIO CARLOS GARDEL DE FREITAS CASTRO

**O CENÁRIO ATUAL DA TECNOLOGIA BIM EM EMPRESAS DE
ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO
NA CIDADE DE PAU DOS FERROS - RN**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
ENGENHARIA CIVIL.

Orientador: Eduardo Raimundo Dias Nunes,
Prof. Dr.

PAU DOS FERROS - RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

FC355 Freitas Castro, Antonio Carlos Gardel.
O CENÁRIO ATUAL DA TECNOLOGIA BIM EM EMPRESAS
DE ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO: UM
ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PAU DOS FERROS - RN /
Antonio Carlos Gardel Freitas Castro. - 2019.
39 f. : il.

Orientador: Eduardo Raimundo Dias Nunes.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2019.

1. Construção Civil.. 2. BIM.. 3.
Compatibilização.. I. Dias Nunes, Eduardo
Raimundo, orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

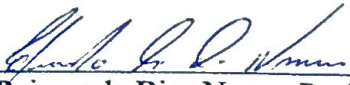
ANTONIO CARLOS GARDEL DE FREITAS CASTRO

**O CENÁRIO ATUAL DA TECNOLOGIA BIM EM EMPRESAS DE ARQUITETURA,
ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE PAU
DOS FERROS - RN**

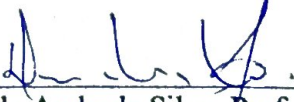
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
ENGENHARIA CIVIL.

Defendida em: 22 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA


Eduardo Raimundo Dias Nunes, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente


Rafaela Santana Balbi, Prof. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador


Daniel Paulo de Andrade Silva, Prof. Me. (UFERSA)
Membro Examinador

“Troque suas folhas, mas não perca suas raízes. Mude suas opiniões, mas não perca seus princípios.”

(Autor desconhecido)

RESUMO

Sendo o setor da Construção Civil um segmento que está diretamente ligado com a situação econômica de um país, é primordial que exista um nível alto na qualidade de gerenciamento e desenvolvimento das atividades desse setor, afim de diminuir os desperdícios. Com isso, a modelagem da construção com informação ou BIM, é uma metodologia que vem crescendo muito, pois traz benefícios como a colaboração entre as frentes de trabalho, simulações de tempo e custo de uma obra e a compatibilização das disciplinas de projeto, então assim, permite uma maior confiabilidade e segurança nos resultados obtidos. O presente trabalho busca estudar o uso dessa tecnologia nas empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção da cidade de Pau dos Ferros – RN, e para isso foi realizado um levantamento de dados em oito dessas empresas, assim como uma revisão teórica acerca do assunto. Como resultado, percebeu-se o uso do BIM ainda se encontra em fase inicial e a falta de qualificação adequada, alto valor dos softwares e a resistência da equipe para transição de método são as principais barreiras enfrentadas para a sua implantação.

Palavras-chave: Construção Civil. BIM. Compatibilização.

ABSTRACT

Being the Civil Construction sector a segment that is directly linked to the economic situation of a country, it is essential that there is a high level in the quality of management and development of the activities of this sector, in order to reduce waste. With this, the modeling of construction with information or BIM, is a methodology has been growing a lot, because it brings benefits such as collaboration between work fronts, simulations of time and cost of a work and the compatibility of the project disciplines, so, allows greater reliability and safety in the results obtained. The present work seeks to study the use of this technology in the Architecture, Engineering and Construction companies of the city of Pau dos Ferros - RN, and for this a data collection was carried out in eight of these companies, as well as a theoretical revision on the subject. As a result, it was noticed that the use of BIM is still in the initial phase and the lack of adequate qualification, high value of the software and the resistance of the team to method transition are the main barriers faced for its implementation. Therefore, the importance of introducing BIM in the activities of these companies is stressed both by the compulsory nature as of 2021 and by all the benefits presented in this work.

Keywords: Civil Construction. BIM. Compatibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Rio Grande do Norte.....	12
Figura 2 - Funcionalidades da metodologia BIM.....	14
Figura 3 - Fases da edificação beneficiadas pelo BIM.....	16
Figura 4 - Uso do BIM nas atividades da etapa pré-obra	17
Figura 5 - Uso do BIM nas atividades das etapas de obra e pós-obra.....	17
Figura 6 - Organização da comunicação entre frentes de trabalho.....	19
Figura 7 - Interoperabilidade entre softwares.....	20
Figura 8 - Neutralidade do arquivo IFC	21
Figura 9 - Compatibilização de projetos de uma edificação	22
Figura 10 - Compatibilização de projetos de uma edificação	22
Figura 11 - Simulação 4D.....	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Softwares com tecnologia BIM	18
Quadro 2 - Implantação do BIM em Singapura.....	26
Quadro 3 - Questionário da pesquisa	29
Quadro 4 - Caracterização das empresas	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de funcionários.....	31
Gráfico 2 - Softwares utilizados	32
Gráfico 3 - Familiaridade com o BIM	33
Gráfico 4 - Dificuldade para implantação do BIM.....	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1.1. BUILDING INFORMATION MODELING – BIM	13
2.1.2. Utilização do BIM	15
2.1.3. BIM no ciclo de vida de uma edificação	15
2.2. BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA BIM	18
2.2.1. Colaboração	18
2.2.1.1. Interoperabilidade	19
2.2.1.1.1. Industry Foundation Classes – IFC	20
2.2.2. Compatibilização	21
2.2.3. Simulações	23
2.2.3.1. Simulação 4D	23
2.2.3.2. Simulação 5D	24
2.3. CENÁRIO INTERNACIONAL DO BIM	25
2.3.1. BIM no Reino Unido	25
2.3.2. BIM na Holanda	25
2.3.3. BIM em Singapura	26
2.4. CENÁRIO BRASILEIRO DO BIM	27
2.4.1. Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM	27
2.4.2. Pesquisas recentes sobre BIM	28
3. METODOLOGIA	29
4. RESULTADOS	31
4.1. NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS DAS EMPRESAS	31
4.2. SOFTWARES UTILIZADOS	31
4.3. FAMILIARIDADE COM O BIM	32
4.4. SATISFAÇÃO COM OS RESULTADOS	33
4.5. PRINCIPAIS BARREIRAS ENFRENTADAS NA IMPLANTAÇÃO DO BIM	33
4.6. INTERESSE EM SE APERFEIÇOAR NA TECNOLOGIA BIM	34
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
6. REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

A indústria da Construção Civil representa um papel fundamental no desenvolvimento do país, principalmente no que se refere ao setor econômico, já que se destaca pela quantidade de atividades que é necessária para o seu ciclo de produção, gerando consumo de bens e serviços de outros setores. Em números, movimenta aproximadamente 6,2% do PIB nacional. (CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2018)

Por necessitar de vários outros setores industriais com atividades interdependentes, o processo produtivo da construção civil requer um elevado nível de gerenciamento, afim de diminuir ao máximo os números dos desperdícios. Então, fica nítido a necessidade da comunicação e cooperação entre os envolvidos nos processos, e uma das possíveis soluções atuais é o uso de tecnologias de informações, com o intuito de agilizar e facilitar os procedimentos que vão desde a concepção dos projetos até o seu gerenciamento.

Uma das tecnologias que vem crescendo na área é o Building Information Modeling (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, que permite mais facilmente a análise, cooperação, comunicação e modelagem através de projetos contidos de informações. Para Manzione (2014), o BIM é um processo de gestão da informação, no qual os modelos desenvolvidos pelos projetistas tornam-se legíveis no mundo virtual por meio de regras e parâmetros. Os recursos BIM permitem o melhoramento dos métodos de controle das informações de obras e projetos, assim como facilitam a distribuição de informações entre os técnicos envolvidos. Ou seja, nesse sistema, os componentes da edificação virtual são objetos com suas propriedades que descrevem e representam os componentes do edifício na vida real. Por exemplo, um objeto parede apresenta suas devidas propriedades reais e age como uma, contendo altura, largura, camada de materiais utilizados, especificações, fabricante e preço.

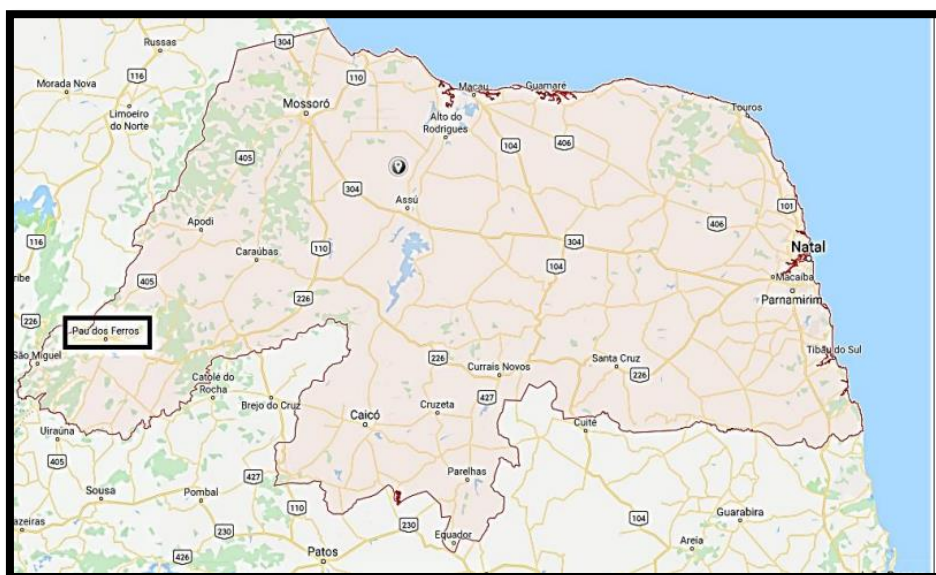
A implantação do Bim está ocorrendo de forma progressiva em todos os setores da construção civil, não só no Brasil como em outros países (FERREIRA, 2017). Apesar de inicialmente apresentar alguns problemas, principalmente em cidades pequenas, como a resistência por parte das equipes de trabalho e o alto custo, o governo Brasileiro busca, gradativamente a introdução dessa tecnologia, através da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM no Brasil, em que o decreto nº 9.377/18 foi assinado em 17 de maio de 2018, em que a partir de 2021 será exigido o uso do BIM nos projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção. (BIM BR, 2019)

Então, por se caracterizar como uma cidade polo, em que muitas cidades vizinhas dependem diretamente de sua economia, comércio e educação, a pesquisa sobre a implantação da metodologia será realizada nas empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção da cidade de Pau dos Ferros – RN.

Pau dos Ferros é um município brasileiro, localizado no estado do Rio Grande do Norte -RN, que de acordo com o último censo (2010) do IBGE possuía 27.475 habitantes e uma estimativa populacional de 30.183 para o ano de 2018.

Localizado a 389 quilômetros da capital Natal, o município é considerado a principal cidade do Alto Oeste Potiguar. Podendo ser visualizado na figura 1:

FIGURA 1 - MAPA DO RIO GRANDE DO NORTE



Fonte: Google Earth, 2019

Portanto, esse trabalho tem como objetivo a realização de um estudo acerca da situação da implantação da tecnologia BIM por partes das empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção da cidade de Pau dos Ferros – RN. E de uma forma mais específica o trabalho procura caracterizar o uso do BIM e as dificuldades da sua implantação, por meio de levantamento bibliográfico, criação de questionário, aplicação do questionário e discussão referentes aos padrões de utilização da tecnologia de cada empresa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. HISTÓRICO DO BIM

Em 1974, o professor Charles M. Eastman do Instituto de Tecnologia da Georgia, introduz o conceito BDS - Sistema de Descrição da Construção, trazendo uma nova visão com relação a projetos de construções, incluindo noções que hoje são bastante abordadas no BIM, então considera-se que a ideia da metodologia teve o início a partir daí. (MENEZES, 2011).

Além do estudo de Eastman, a ideia de construção a partir de informações também foi introduzido na comunidade acadêmica nos Estados Unidos no início da década de 1980, conhecido por *building product models* (modelos de produto da construção), assim como na Finlândia por *product information models* (modelos de informação de produto). (MENEZES, 2011).

Mas o primeiro uso da terminologia building modeling, que é usada atualmente, foi de Robert Aish, no ano de 1986. No estudo ele abordou várias características como a modelagem tridimensional, geração automática de desenhos, parametrização de objetos e banco de dados relacionais. (MENEZES, 2011).

No Brasil, segundo Ferreira (2017), a pioneira para utilização e implantação do BIM foi o Exército Brasileiro, tem um uso bem-sucedido para planejamento, controle e execução de obras públicas.

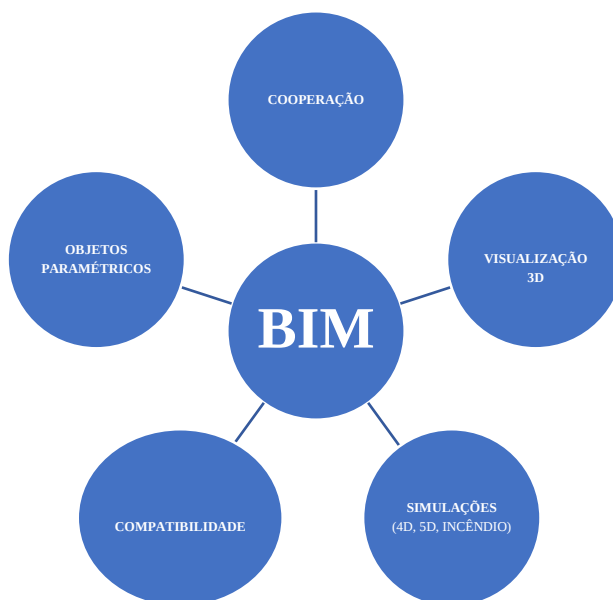
Já a primeira estatal com resultados do uso, ocorreu em 2010, com uma versão inicial de uma biblioteca BIM para os projetos da “Minha Casa Minha Vida” atendendo à demanda do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI. A biblioteca foi publicada em 2011, conjunto de gabaritos e famílias de produtos genéricos, desenvolvido pela Contier Arquitetura e pela GDP – Gerenciamento e Desenvolvimento de Projetos. (Kassem e Amorim, 2015).

2.1.1. BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

Existem diversas definições para o termo BIM, sendo ela uma tecnologia muito ampla e de uma capacidade bastante considerável para a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção, não ficando apenas na visão de uma simples ferramenta de modelagem 3D, mas na verdade de uma nova metodologia com uma maior capacidade de compartilhamento de informações do projeto, visualização do modelo em 3D, cooperação entre projetistas, como

também a compatibilização de todas as disciplinas e vários tipos de simulações da obra como um todo, em relação ao conforto, insolação, incêndio, 4D (tempo) e 5D (custo). Como ilustra a figura 2:

FIGURA 2 - FUNCIONALIDADES DA METODOLOGIA BIM



Fonte: Autoria própria, 2019.

De acordo com Gu e London (2010), BIM envolve a aplicação e manutenção de um modelo digital integrado de todas as informações da construção em diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento em forma de um repositório de dados, incluindo informações geométricas e não geométricas através de objetos parametrizados. Ou seja, nesse processo todos os envolvidos no projeto têm a possibilidade de acessar um modelo único com todos os parâmetros necessários, podendo compartilhar informações e experiências, identificar problemas e possíveis soluções antes mesmo da construção ser iniciada, sendo um grande benefício em relação a produtividade e custos de uma obra.

Wilson e Heng (2011), diz que o BIM está mudando em um sentido mais amplo as práticas tradicionais de construção, em termos de pessoas, processos, trabalho, cultura, comunicação e modelos de negócio. Então, ao contrário do que muitos pensam, a tecnologia não está relacionada apenas a uma única ferramenta de modelagem, e sim a uma metodologia de trabalho, em relação a como vai se dar todo o desenvolvimento e análises do projeto. Gu e London (2010), a adoção do BIM exige mudanças na prática do trabalho atual, pois o desenvolvimento de um modelo integrado requer alta colaboração e comunicação entre as disciplinas. Processos padronizados e protocolos serão necessários para definição de responsabilidades e condução da revisão e validação do projeto, assim como boas práticas serão

necessárias para que o gerenciamento dos dados seja adequado à estrutura da equipe e aos requisitos do projeto.

Assim como todos os benefícios em relações as frentes de trabalhos no desenvolvimento de projetos, a tecnologia é importante não só para os projetistas, como também para os construtores, fornecedores e clientes. Segundo Kassem e Amorim (2015), o impacto do BIM não se limita apenas as edificações, ele alcança desde a indústria de produtos e materiais até a manutenção e desmonte ou reuso destas obras.

2.1.2. Utilização do BIM

Para Tobin (2008), existem níveis na adoção dos sistemas BIM, como por exemplo: BIM 1.0 e BIM 2.

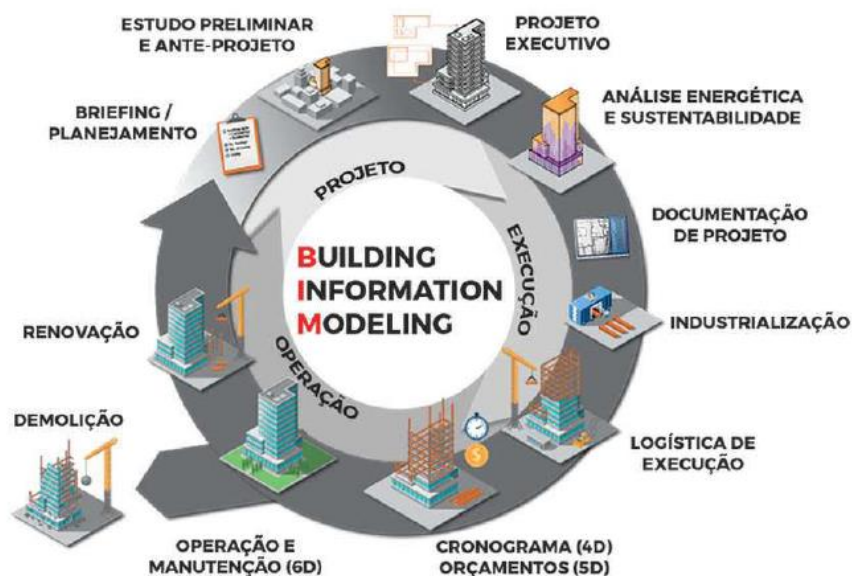
Para o autor, o BIM 1.0 está relacionado basicamente no processo de modelagem do projeto com a ferramenta, sendo caracterizado pela substituição do desenvolvimento das atividades na plataforma CAD em apenas duas dimensões, por um modelo parametrizado através de uma base de dados em três dimensões. Porém, essa etapa é um processo estritamente individual, onde não envolve a colaboração entre outros projetistas e muitos menos a compatibilização entre as diferentes disciplinas.

Já o BIM 2.0, tem como principal característica o compartilhamento do modelo e o desenvolvimento em conjunto das disciplinas de arquitetura, estrutura e instalações prediais. Sendo possível realizar diversas simulações através da associação de informações dos modelos, como o tempo, dados financeiros, análise de eficiência energética, incêndio, entre outros. Isso é viável devido tanto as informações contidas na base de dados dos sistemas, quanto a sua interoperabilidade, que permite o compartilhamento entre os softwares.

2.1.3. BIM no ciclo de vida de uma edificação

A plataforma BIM proporciona benefícios que incluem todo o ciclo de vida de uma edificação, desde as análises preliminares e estudos de viabilidade até a reforma e demolição do edifício. A figura 3 mostra as etapas que podem receber melhorias com o uso da tecnologia.

FIGURA 3 - FASES DA EDIFICAÇÃO BENEFICIADAS PELO BIM



Fonte: PNM TECNOLOGIA, 2017.

O ciclo pode ser dividido em três grandes fases: O projeto, que seria a modelagem, estudo de viabilidade e documentação mediante todo o programa de necessidades por parte do cliente, a execução com toda a industrialização e logística de canteiro de obras, sendo possível a realização de simulações para o planejamento e o orçamento da edificação e por fim, a operação, uma fase pós-obra, com decisões estratégicas no momento de reforma e consequentemente demolições. Também podem ser chamadas de períodos pré-obra, obra e pós-obra. As figuras abaixo demonstram mais detalhadamente o uso da ferramenta em cada momento:

FIGURA 4 - USO DO BIM NAS ATIVIDADES DA ETAPA PRÉ-OBRA



Fonte: CBIC, 2016.

FIGURA 5 - USO DO BIM NAS ATIVIDADES DAS ETAPAS DE OBRA E PÓS-OBRA



Fonte: CBIC, 2016.

Percebe-se que para cada etapa existem ferramentas BIM disponíveis para o desenvolvimento das atividades específicas. Segue o quadro 1 com a lista de alguns softwares que são frequentemente usados para as diferentes finalidades.

QUADRO 1 - SOFTWARES COM TECNOLOGIA BIM

DISCIPLINA	FERRAMENTA	CRIADOR
ARQUITETURA	Revit Architecture	Autodesk
	ArchiCAD	Graphisoft
ESTRUTURA	TQS	TQS Informática Ltda
	Revit Structure	Autodesk
	Tekla Structures	Trimble
	CypeCAD	CYPE
HIDRÁULICA	Revit MEP	Autodesk
GERENCIAMENTO DE PROJETOS	Navisworks	Autodesk
	Solibri Model Checker	Nametschek North America
INFRAESTRUTURA	AutoCAD Civil 3D	Autodesk

Fonte: D'APARECIDA, 2018.

Vale destacar que as empresas estão investindo cada vez mais no desenvolvimento de novas ferramentas para o mercado, principalmente as que englobem todas as disciplinas. (D'APARECIDA, 2018).

2.2. BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA BIM

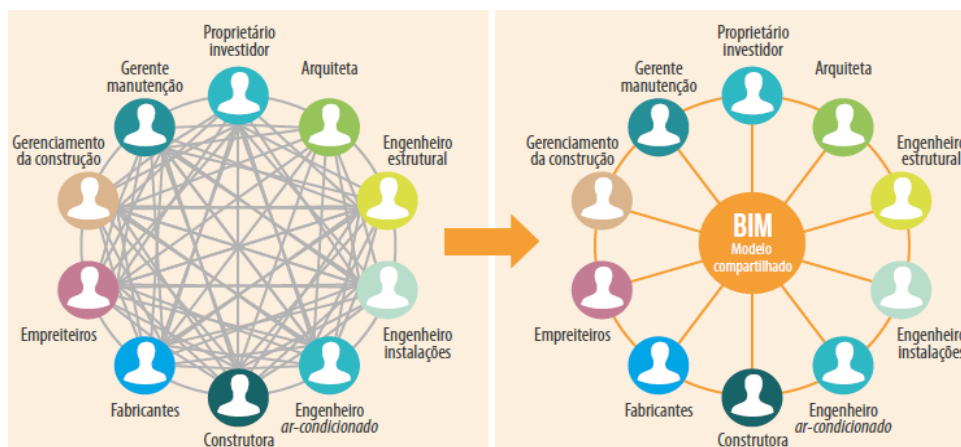
Com todas as dificuldades do setor da construção civil, as ferramentas BIM têm se tornado uma alternativa real para a solução desse problema, por agregar uma maior qualidade, eficiência, e redução no tempo e custos em todas as etapas de um empreendimento, como: planejamento, concepção, construção e operação.

2.2.1. Colaboração

Um dos principais recursos da metodologia BIM está na facilidade de colaboração e compartilhamento de informações em todo processo de uma construção, seja entre projetistas de diferentes disciplinas (arquitetura, estrutura, instalações prediais), como na documentação mais rica de informações e até na comunicação entre colaboradores. Ou seja, um grande

benefício para que todas as frentes consigam trabalhar em comum e cooperem-se para a realização de uma determinada atividade. Como mostra a figura 6.

FIGURA 6 - ORGANIZAÇÃO DA COMUNICAÇÃO ENTRE FRENTES DE TRABALHO



Fonte: CBIC, 2016.

Porém, esse também tem sido um dos principais desafios, visto que não significa que existirá a certeza de uma plena colaboração, pelo fato que o trabalho colaborativo envolve diversos fatores como barreiras culturais e particularidades do ambiente de trabalho brasileiro. (CBIC, 2016)

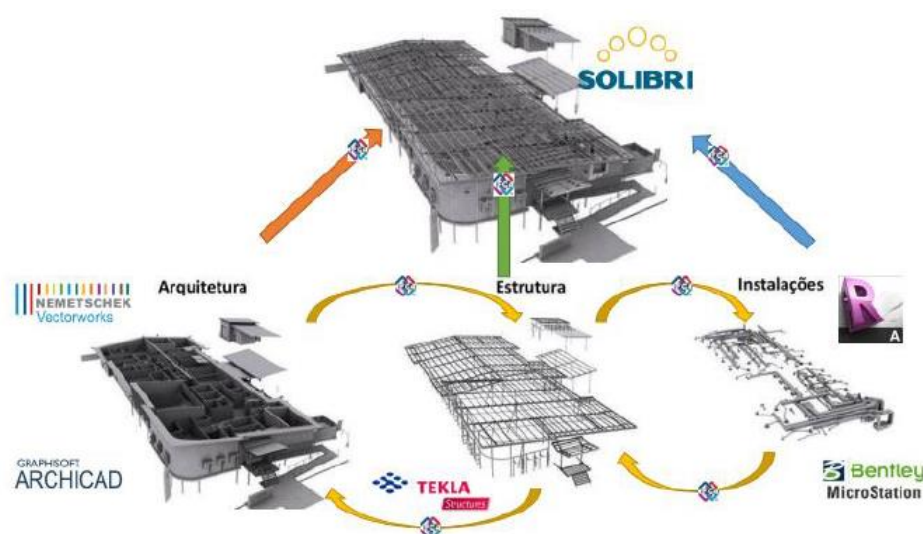
O desenvolvimento de projetos BIM além de envolver vários tipos de pessoas com culturas e valores distintos, também possui várias equipes e organizações em todo processo, então, apenas uma parte do projeto é feito dentro de uma só empresa. Portanto, para que exista um serviço de qualidade, sem interrupções, é primordial definir algumas regras, limitações de atuação e responsabilidades, além de especificar soluções que garantam a interoperabilidade entre os softwares. (CBIC, 2016)

2.2.1.1. Interoperabilidade

Na fase de projetar a edificação é necessário uma constante troca de informações e o compartilhamento de arquivos em vários formatos pelos projetistas, e para que não ocorra divergência entre os materiais trocados é imprescindível que exista uma padronização e interação na leitura do formato de cada sistema. A esse processo dar-se o nome de interoperabilidade. (CRESPO, 2007).

Então o modelo virtual da edificação se comporta como uma referência em um formato neutro definido por IFC, em que outros modelos possam acessá-los e colher as informações desejadas. Dessa forma, pode existir uma troca adequada de informações entre as disciplinas. Por exemplo, um projeto estrutural pode ser repassado em formato IFC para o projetista de instalações prediais, para que haja a correta compatibilização entre todos os projetos e não ocasione problemas de interferências no momento da execução. A figura abaixo mostra a possibilidade de comunicação entre alguns softwares com arquivos em IFC.

FIGURA 7 - INTEROPERABILIDADE ENTRE SOFTWARES



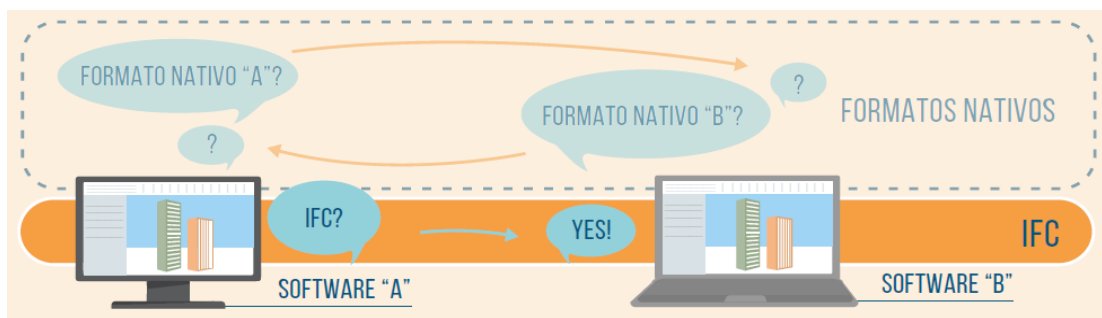
Fonte: OPEN BIM, 2019.

2.2.1.1.1. *Industry Foudation Classes – IFC*

O IFC, segundo dados da BuildingSmart (2016), é uma estrutura de dados de tradução em formato “não proprietário”, neutro e unificado para o BIM, que permite a permutação de informações entre diferentes aplicativos. (FERREIRA, 2017)

O formato é neutro e independente, então, independente do software escolhido para projetar é possível ter uma linguagem comum entre eles e assim ocorrer a trocar de informações desejadas entre os profissionais. Nesse sentido, ocorre a interoperabilidade.

FIGURA 8 - NEUTRALIDADE DO ARQUIVO IFC



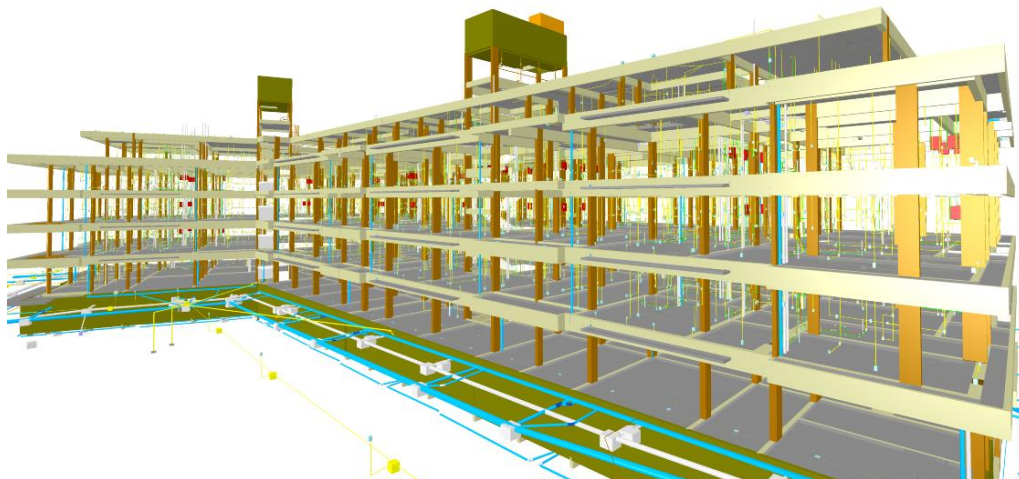
Fonte: CBIC, 2016.

2.2.2. Compatibilização

Também como um dos principais benefícios que a tecnologia BIM proporciona a construção civil é a capacidade de compatibilizar todos os projetos de uma edificação, isso devido a toda a sua capacidade de colaboração, integração e permutação. E isso conduz para obtenção de um nível alto de qualidade requerido por uma obra, principalmente as de grande porte que possuem uma complexidade maior.

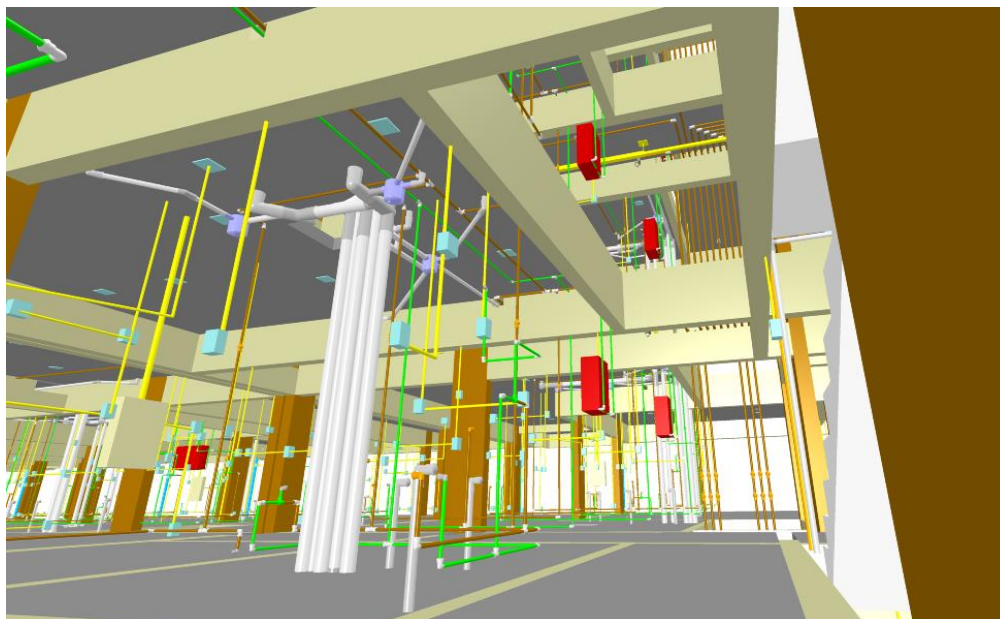
Segundo Graziano (2003), compatibilidade é definida como atributo de projeto, cujo componentes dos sistemas ocupam espaços não conflitante entre si, e além disso, a troca dos dados devem ter consistência e confiabilidade em todos os momentos do empreendimento, seja na etapa de projeto como na execução. Então, a compatibilização consiste na análise, verificação e correção de interferências físicas entre as diferentes soluções de projeto de uma edificação. (RUSCHEL, 2013) A figura a seguir ilustra um exemplo de compatibilização entre todos as disciplinas de um empreendimento:

FIGURA 9 - COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA EDIFICAÇÃO



Fonte: Altoqi, 2019.

FIGURA 10 - COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UMA EDIFICAÇÃO



Fonte: Altoqi, 2019.

Percebe-se que pela complexidade e porte da edificação mostrada na imagem, dificilmente seria possível uma compatibilização adequada de todas as disciplinas e provavelmente vários problemas de interferências iriam surgir no momento de execução e consequentemente gerariam um maior gasto de dinheiro e tempo. Com esse trabalho é possível prevê praticamente todos os possíveis erros e, assim, tomar decisões com uma maior rapidez.

Vale salientar que esse benefício só é viável devido a todas as características da tecnologia BIM já comentadas como a capacidade de colaboração, interoperabilidade e padronização de arquivos IFC.

2.2.3. Simulações

Um dos principais benefícios que a tecnologia possui é a possibilidade de simular a construção virtual em diversos aspectos como: Incidência solar, simulação termoeenergética, 4D (tempo), 5D (custo), entre outros. Através desse processo é possível ter uma visão sistêmica, podendo analisar as várias aplicações que a realidade tem. (CRESPO, 2007)

Segundo CRESPO, algumas das melhorias em projetos quando há simulações são:

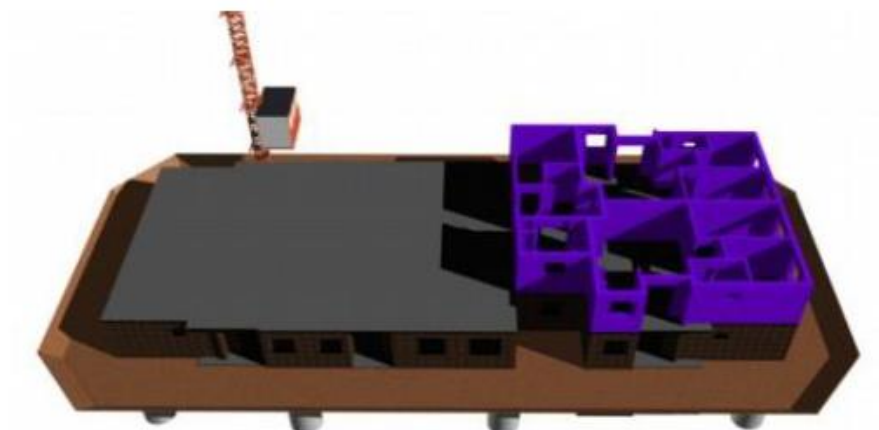
- Modelos 4D permitem aos clientes e ao construtor otimizar todas as etapas dos projetos e a sequência da construção;
- Modelos 5D possibilitam um maior controle com os custos e consequentemente uma considerável redução;
- Permitem mais segurança e exatidão na análise de eficiência energética.

2.2.3.1. Simulação 4D

Modelos 4D consistem basicamente em um modelo virtual da edificação em três dimensões, com todas as suas informações e parâmetros associados, com a combinação dos dados do planejamento da construção, que representa a dimensão temporal. (BIOTTO, 2015).

Então, é possível simular toda a sequência da execução, facilitando uma tomada de decisão mais acertada, como também contribuir no entendimento de todo o processo de produção, até mesmo por parte dos clientes. A figura a seguir representa um modelo 4D, na qual foi estudado por Biotto (2015):

FIGURA 11 - SIMULAÇÃO 4D



Fonte: Biotto, 2015.

Um dos pontos que chamou atenção foi que exatamente nesse momento da figura 11 para o uso do elevador-cremalheira, devido ao processo de cura da laje de um pavimento seria inviável o acesso ao outro segmento. Então, devido a simulação foi possível identificar esse possível problema e tomar uma decisão antes mesmo dele acontecer.

2.2.3.2. Simulação 5D

A simulação é algo semelhante a 4D, porém, nesse caso é adicionado mais uma “dimensão”, logo é adicionado informações de custos associados a todo o ciclo de vida do empreendimento. Em resumo, seria um cronograma físico-financeiro, atribuídos as formas físicas, parametrizadas em softwares BIM. (ANDERLE, 2017)

Anderle (2017), lista algumas das vantagens de usar a modelagem 5D:

- Atualização automática dos custos, quando existe alteração;
- Cronograma físico-financeiro para leigos;
- Maior controle dos custos;
- Projeção e comparação entre cenários.

2.3. CENÁRIO INTERNACIONAL DO BIM

Na maioria dos países desenvolvidos a plataforma BIM já é utilizada com muita frequência, principalmente no que se refere a construções com dinheiro público, já que permite um gerenciamento mais confiável e um orçamento mais transparente e enxuto. Além disso, existe uma grande quantidade de pesquisas relacionadas a esse tema. Segundo Andrade (2009), muitas instituições internacionais têm investido cada vez mais em pesquisas nessa área. Como: *International Alliance of Interoperability (IAI)*, *National Institute of Building Sciences (NIBS)*, *Associated General Contractors of America (AGC)*, *Construction to Operations Building Information Exchange (COBIE)*, *General Service Administration (GSA)*, *International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB)*. Ademais, em alguns países o governo também tem incentivado o uso do BIM, por meio dos investimentos na pesquisa, fóruns de discussões e principalmente na regulamentação para a construção.

2.3.1. BIM no Reino Unido

A indústria de construção civil representa cerca de 7% do PIB britânico. Sendo o setor público responsável por aproximadamente 40% das construções em um ano. (Kassem e Amorim, 2015).

O governo do Reino Unido reconheceu que a metodologia BIM pode desenvolver um papel de fundamental importância na indústria da construção civil e considerou como parte do plano de desenvolvimento. Então, em 2011 através de uma estratégia governamental o uso do BIM tornou-se obrigatório a partir do ano de 2016. (FERREIRA, 2017).

2.3.2. BIM na Holanda

Na Holanda, toda a parte de estratégias e medidas tomadas para a implantação do BIM são lideradas pela *Rijksgebouwendienst* – RGD - Agência Governamental da Construção. Uma das principais providências tomadas foi que parar projetos com valores superiores a 10 milhões de euros e aqueles que envolvem grandes manutenções na edificação fossem obrigatoriamente desenvolvidos na plataforma. Isso passou a ser válido a partir de novembro de 2011. (FERREIRA, 2017).

Segundo Kassem e Amorim (2015), outro responsável pelo desenvolvimento do BIM na Holanda é o *Bouw Informatie Raad* (BIR) – Conselho Nacional do BIM. Que tem como principal objetivo garantir a difusão da tecnologia através de:

- Encorajamento e estímulo, estudos de caso e mostras realizados por seus membros e a disseminação das melhores práticas.
- Formulação de padrões abertos coerentes e convergentes ao longo do tempo, oferecendo uma referência clara para o setor.
- Influência ou condicionamento da formação de infraestrutura educacional para assegurar que as organizações possam adotar o BIM.

2.3.3. BIM em Singapura

Em Singapura o incentivo ao uso do BIM iniciou-se no ano de 2010, porém sofreu um pouco com a pouca demanda de projetos na plataforma, devido principalmente a falta de qualificação dos projetistas.

A consolidação da utilização se deu principalmente devido as ações por parte do governo, com ajuda da BCA Building and Construction Authority – Agência do Ministério do Desenvolvimento Nacional de Singapura, apoiou empresas e projetistas com materiais para qualificação. (SILVA, 2015). No ano de 2011 foi criado um comitê de diretrizes para o uso da plataforma. O quadro abaixo apresenta o processo de adaptação gradual realizado pela administração de Singapura.

QUADRO 2 - IMPLANTAÇÃO DO BIM EM SINGAPURA

ANO	Método utilizado pelo governo de Singapura
2012	18 grandes projetos passaram a exigir o BIM.
2013	Houve elaboração de legislação obrigando os novos empreendimentos com mais de 20 mil m² a apresentar para aprovação projeto de arquitetura em BIM.
2014	Houve elaboração de legislação obrigando os novos empreendimentos com mais de 20 mil m² a apresentar para aprovação todos os projetos em BIM.
2015	Houve elaboração de legislação obrigando os novos empreendimentos com mais de cinco mil m² a apresentar para aprovação todos os projetos em BIM.

Fonte: Silva, 2015.

2.4. CENÁRIO BRASILEIRO DO BIM

Devido ao crescente reconhecimento da tecnologia e a tendência do uso internacional, no Brasil, grandes contratantes já começam a exigir o BIM nos seus editais, como: PETROBRAS, CDURP - Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro; DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DELATORRE E SANTOS, 2014)

Segundo Checcucci (2013), embora a ferramenta tenha crescido, a difusão do paradigma BIM no Brasil ainda é pequena, assim como Barison (2011), em que por meio de sua análise, percebeu que algumas das empresas em São Paulo ainda estão em fase inicial da implementação da tecnologia, sendo desenvolvido na sua maioria apenas modelagem projetos arquitetônicos, e não a implantação da metodologia e coordenação em BIM.

As dificuldades para a total difusão da metodologia são enormes e como vimos exemplos de alguns locais como Holanda, Reino Unido e Cingapura, o setor público tem papel principal na tomada de estratégias para essa implantação. Segundo Bueno (2016), o Governo precisa se conscientizar da importância da introdução do BIM em obras públicas. Principalmente devido a crise que o setor da construção civil tem passado. Catelani (2016), acredita que o momento de crise pode ser favorável para o desenvolvimento de novas tecnologias na área.

2.4.1. Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM

Considerando a importância do Brasil na América do Sul e a necessidade da modernização da indústria da construção civil, por meio da publicação do decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, o governo federal oficializou a Estratégia Nacional para a Disseminação do BIM, ou Estratégia BIM BR, tendo como principal finalidade promover um ambiente adequado ao investimento na metodologia e sua difusão no Brasil. (PORTAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018)

Complementando o decreto, foi publicado o documento Construção Inteligente, pelo Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC. Onde são detalhados objetivos, ações, metas e prazos.

A proposta da Estratégia BIM BR, é que a exigência no uso do BIM seja feita de forma gradual, afim de permitir a adaptação do mercado e poder público. Dessa forma, os prazos foram divididos nas seguintes etapas:

- **A partir de janeiro de 2021:** a exigência de BIM se dará na elaboração de modelos para a arquitetura e engenharia nas disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica a partir desses modelos;
- **A partir de janeiro de 2024:** os modelos deverão contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução da obra, na orçamentação e na atualização dos modelos e de suas informações como construído (“as built”). Além das exigências da primeira fase.
- **A partir de janeiro de 2028:** passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão. (BIM BR, 2019).

2.4.2. Pesquisas recentes sobre BIM

Assim como estratégias para disseminação na metodologia, o investimento pelo poder público em pesquisas na área tem um grande valor para essa difusão. Os estudos sobre BIM crescem bastante, não só no exterior como também no Brasil. Apesar de ainda muito recentes, os trabalhos abordam vários temas, como: Planejamento e simulações de uma edificação, o ensino nas Universidades e os cenários e impactos dessa gradativa implantação.

Addor e Santos (2017) apresentaram a proposta de um método para avaliação da qualidade de salas de coordenação BIM, onde foi possível identificar vários pontos fortes dessa metodologia, como também alguns quesitos que sofreram alguma resistência.

Machado (2017) analisou a produção científica no Brasil em relação ao BIM. Onde, identificou que essas produções só foram iniciadas no país no ano 2002, ou seja, algo que ainda é bem recente.

Basto e Junior (2016), abordaram a Modelagem da Informação da Construção como paradigma a ser utilizado para obtenção de melhores resultados no gerenciamento de projetos, tendo esse assunto foco maior dentro de suas aulas práticas, trazendo vários pontos positivos, como a associação da parte prática com a teoria estudada.

3. METODOLOGIA

Esse estudo consiste em uma revisão bibliográfica, por procurar entender a problemática quanto ao uso do BIM por meio de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses. Assim como em um estudo de caso, com caráter descritivo, por buscar conhecer as diversas situações e relações que ocorrem no comportamento de determinadas empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção da cidade de Pau dos Ferros – RN. A pesquisa foi realizada nas seguintes etapas:

- 1º etapa: foi extraído informações com relação a toda teoria, processo e histórico da metodologia BIM, assim como dos modelos da sua implantação no Brasil e fora dele;
- 2º etapa: coleta de dados. foi aplicado o seguinte questionário:

QUADRO 3 - QUESTIONÁRIO DA PESQUISA

PERGUNTAS	
1	Quantos funcionários tem a empresa?
2	Quanto tempo atua no mercado?
3	Quais tipos de projetos realizados?
4	Quais softwares são utilizados na empresa?
5	Qual familiaridade tem com a metodologia BIM? a) Trabalha com BIM; b) Lê bastante e já teve contato; c) Apenas leu sobre o assunto; d) Ouviu falar; e) Nunca ouviu falar;
6	Se utiliza algum software BIM, como conheceu a metodologia?
7	Sentiu muita diferença no trabalho quando começou a usar o BIM?
8	Está satisfeito com os resultados?
9	Na sua opinião, quais as principais dificuldades na implantação da metodologia BIM? a) Falta de curso para qualificação; b) Resistência da equipe na mudança de metodologia; c) Preço dos softwares; d) Falta de material para estudo;

	e) Outro:
10	Pretende aperfeiçoar-se e aprender mais sobre o BIM ou o que é utilizado hoje supre as necessidades do trabalho?
11	Como se dá o fluxo de informações/trabalho nos projetos realizados?
12	São realizadas reuniões periódicas para discutir o fluxo de informações?

Fonte: Adaptado MOTTER e CAMPELO, 2014.

A entrevista foi realizada em oito empresas que atuam na cidade. O quadro 4 apresenta a caracterização obtida para cada uma delas:

QUADRO 4 - CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

Empresas	Área de atuação	Tempo no mercado	Tipos de projetos
A	Engenharia e Construção	2 anos	Arquitetônico, Estrutural e complementares
B	Engenharia e Construção	4 anos	Arquitetônico e complementares
C	Engenharia e Construção	6 anos	Arquitetônico e complementares
D	Engenharia e Construção	4 anos	Arquitetônico e complementares
E	Arquitetura	1 ano	Arquitetônico e de interiores
F	Arquitetura	2 anos	Arquitetônico e de interiores
G	Arquitetura	2 anos	Arquitetônico e de interiores
H	Arquitetura	5 anos	Arquitetônico e de interiores

Fonte: Autoria própria, 2019.

- 3º etapa: Análise e discussão das informações obtidas com a aplicação dos questionários, tendo uma noção quanto ao uso do BIM nas empresas atuantes, assim

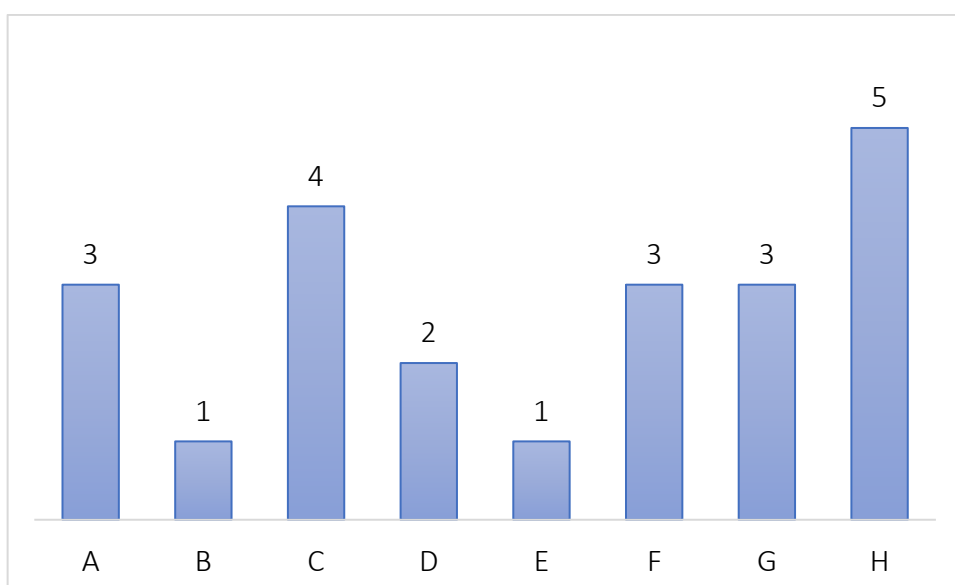
como entendendo as dificuldades enfrentadas no processo de implantação da tecnologia. E por fim, propiciando sugestões para utilização do método.

4. RESULTADOS

4.1. NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS DAS EMPRESAS

O gráfico a seguir representa a quantidade de funcionários para cada empresa analisada:

GRÁFICO 1 - NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS



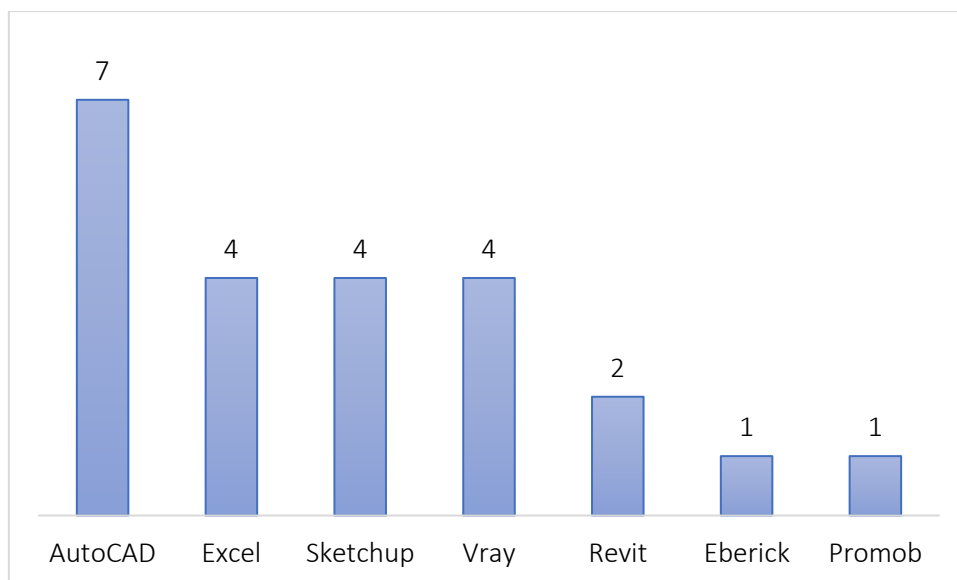
Fonte: Autoria própria, 2019.

Percebe-se pela quantidade de funcionários que as empresas atuantes na cidade apresentam um porte semelhante, destacando-se as empresas C e H, até pelo fato de terem um maior tempo de atuação no mercado com relação as demais, contam com um maior número de pessoas no desenvolvimento das atividades.

4.2. SOFTWARES UTILIZADOS

Os programas mais utilizados pelos escritórios no desenvolvimento dos projetos podem ser observados pelo gráfico 2:

GRÁFICO 2 - SOFTWARES UTILIZADOS



Fonte: Autoria própria, 2019

Nota-se que a plataforma CAD ainda é a mais utilizada, até pelo fato de ser uma metodologia consolidada no mercado há muito tempo. Da mesma forma ocorre com o Excel, utilizado pelas quatro as empresas de Engenharia e Construção para a elaboração de planilhas orçamentárias e para os cálculos dos projetos complementares.

Já as empresas de Arquitetura, apresentaram basicamente a mesma forma de trabalho e ferramentas utilizadas, sendo elas o Sketchup para modelagem 3D, Autocad para as plantas construtivas e detalhamentos e Vray para a renderização de imagem. A empresa H também utiliza o Promob para a modelagem 3D, principalmente dos projetos mobiliários de interiores.

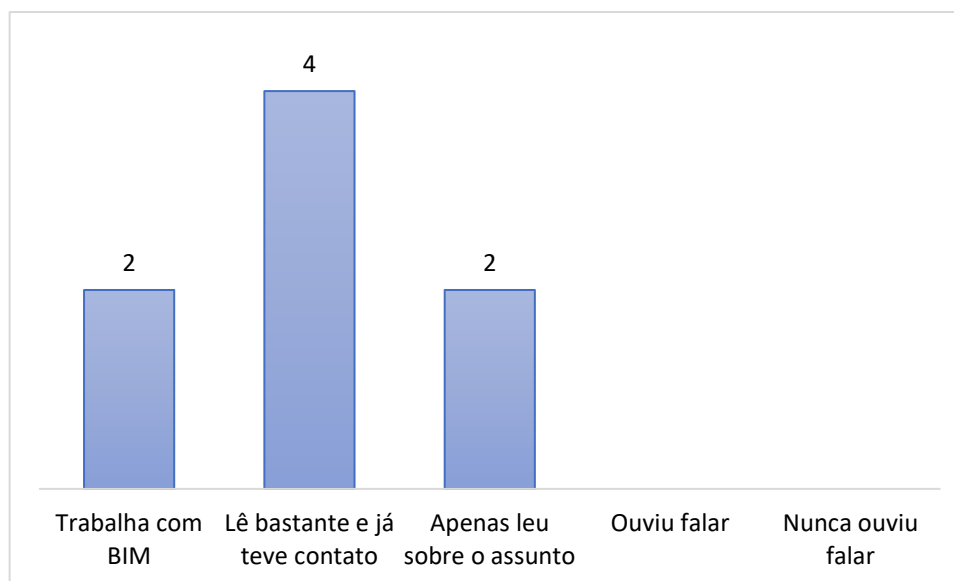
Com relação as ferramentas BIM, a empresa A se destacou por utilizar o Revit nos projetos arquitetônicos e o Eberick para a modelagem e dimensionamento de projetos estruturais de concreto armado. Da mesma forma que a empresa C, que também utiliza o Revit para os projetos arquitetônicos.

Sendo assim, o nível de utilização da tecnologia ainda está classificado como BIM 1.0, caracterizado apenas pelo trabalho estritamente individual de modelagem com o uso das ferramentas disponíveis. Benefícios como a colaboração, compartilhamento de informações e simulações ainda não são explorados.

4.3. FAMILIARIDADE COM O BIM

O grau de proximidade com o BIM por parte das empresas pode ser visto no gráfico a seguir:

GRÁFICO 3 - FAMILIARIDADE COM O BIM



Fonte: Autoria própria, 2019.

Como já foi mencionado, apenas duas das oito empresas utilizam pelo menos alguma ferramenta que contenha a plataforma BIM (empresas A e C). Já 50% delas leem muito sobre o assunto e já tiveram algum tipo de contato com algum programa BIM, porém, ainda não implementaram o uso na empresa. Já duas dessas empresas apenas leram sobre o assunto, mas nunca tiveram nenhum tipo de contato.

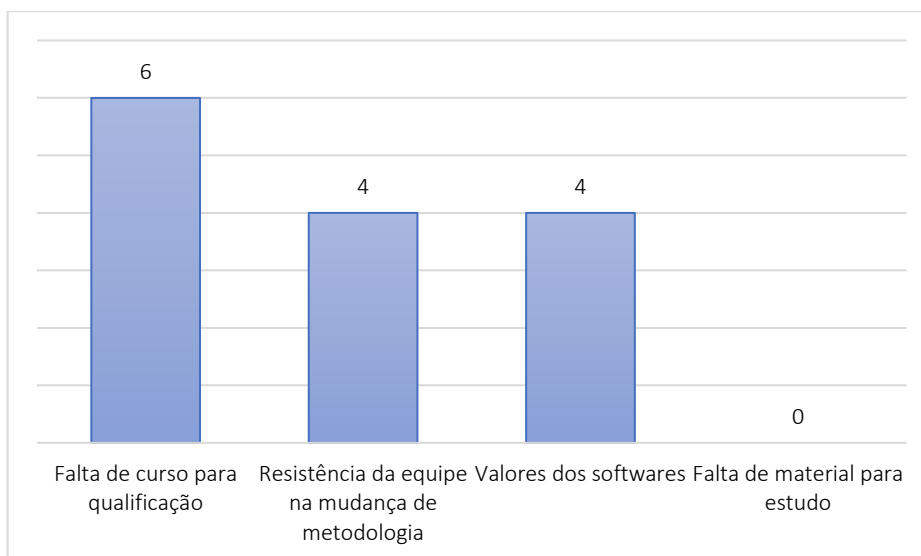
4.4. SATISFAÇÃO COM OS RESULTADOS

Para as empresas que já a adotaram o BIM no desenvolvimento de algum projeto, foi possível conhecer se a ferramenta realmente está sendo útil ou não. Então, dos dois escritórios que já usam a ferramenta, todos se mostraram bastante satisfeitos com os resultados após a implantação das ferramentas BIM, por gerar uma maior rapidez na produção dos projetos, uma maior confiabilidade das informações retiradas e principalmente por facilitar a visualização dos clientes.

4.5. PRINCIPAIS BARREIRAS ENFRENTADAS NA IMPLANTAÇÃO DO BIM

Buscou-se entender um pouco quais as principais dificuldades enfrentadas pelas empresas na implantação do BIM. O gráfico 4 demonstra os resultados obtidos:

GRÁFICO 4 - DIFICULDADE PARA IMPLANTAÇÃO DO BIM



Fonte: Autoria própria, 2019.

O principal obstáculo mencionado foi com relação a qualificação adequada para o uso das ferramentas, pela falta de curso na região. O alto valor das licenças dos programas e a resistência das equipes para a mudança de metodologia, por já estarem habituados com os sistemas CAD e dominarem os softwares utilizados, muitas vezes a implantação de novos métodos não são totalmente aceitos pelas frentes de trabalho.

4.6. INTERESSE EM SE APERFEIÇOAR NA TECNOLOGIA BIM

Apesar da utilização está em um nível baixo, como foi visto, um ponto positivo analisado foi que todas as empresas demonstraram o interesse em buscar se aperfeiçoar e conhecer mais sobre o BIM, assim como em um futuro próximo adotarem a metodologia no desenvolvimento dos projetos, até pela questão da obrigatoriedade do uso de BIM em projetos a partir do ano de 2021.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o BIM é uma tecnologia de um potencial muito grande, que pode contribuir no desenvolvimento de uma edificação em todas suas etapas, seja antes, durante ou depois da obra. Devido todas as informações que podem ser extraídas, projetos apresentam um nível maior de detalhamento, a execução das edificações passa um planejamento maior, assim como reformas e demolições ocorrem de forma mais eficiente.

Através do estudo percebeu-se que o nível de BIM utilizado pelas empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção que atuam na cidade de Pau dos Ferros ainda apresenta um nível inicial, sendo caracterizado apenas como BIM 1.0, devido o uso estritamente individual das ferramentas de modelagem e não utilizarem benefícios da ferramenta como a colaboração, compatibilizações dos projetos e as simulações (4D, 5D). Somente duas das oito empresas entrevistadas utilizam algum tipo de ferramenta com a metodologia BIM.

Pôde-se concluir que as principais barreiras enfrentadas para a implantação da tecnologia foi a falta de oportunidades para a qualificação adequada na região, o alto valor das licenças dos softwares e a resistência por parte da própria equipe de trabalho que dificulta toda a transição de um sistema já dominado por todos (CAD) para uma metodologia nova (BIM).

Diante disso, ressalta-se a importância para que os escritórios iniciem essa transição para o BIM, já que a partir do ano de 2021 o seu uso em projetos se tornará obrigatório. Assim como o poder público possa ter uma visão mais aguçada para a área e possa investir e incentivar o uso de novas tecnologias como essa, pois é um benefício não só a toda população, como também aos gastos públicos. Estudos futuros podem ser desenvolvidos, com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o tema, em relação as simulações (4D e 5D), compatibilização de projetos e análise energética da edificação.

6. REFERÊNCIAS

ADDOR, M. R. Azevedo e SANTOS, E. Toledo. **Salas de coordenação de projetos em BIM: proposta de um método de avaliação**. Ambiente Construído. Vol. 17. Porto Alegre Oct./Dec. 2017

ANDERLE, Eduardo Antônio. **Análise do processo de modelagem 5D (BIM)**: Estudo de caso de uma residência unifamiliar. 2017. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017

ANDRADE, Maria Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: conceitos, cenário das pesquisas publicadas no brasil e tendências**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 2009, São Carlos.

AutoQI, 2019. Disponível em: < <https://www.altoqi.com.br/bim/>> (Acesso em: 19 de Fevereiro de 2019).

BARINSON, M.B.; SANTOS, E.T. **Atual cenário da implementação de BIM no mercado da construção civil da cidade de São Paulo e demanda por especialistas**. Salvador, 2011.

BASTO, P. E. de A.; JUNIOR, A. C. Lordsleem **O ensino de BIM em curso de graduação em engenharia civil em uma universidade dos EUA: estudo de caso**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 4, p. 45-61, out./dez. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

BERTELSEN, S. **Bridging the gaps – towards a comprehensive understanding of lean construction**. IGCL-10. Gramado, 2002.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. **Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 65-77, abr./jun. 2015. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

BIMBR Construção Inteligente. Disponível em: < <https://estrategiabimbr.abdi.com.br/>> (Acesso em: 19 de Fevereiro de 2019)

BUENO, Willian. **GSA, Criada para ser referência**. Instituto de Obras Públicas. 2016.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. Disponível em: <https://cbic.org.br/em-movimento-como-a-construcao-civil-movimenta-a-economia-e-gera-empregos>. (Acesso: 05 de Novembro de 2018).

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Volume 1 – Fundamentos BIM**. Brasília. 2016.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Volume 2 – Implementação BIM**. Brasília. 2016.

Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Coletânea Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras: Volume 3 – Colaboração e Integração BIM**. Brasília. 2016.

CATELANI, Wilton Silva. **Encontre seu modelo**. Revista Técnica, São Paulo, ano 24, n. 234, p.12-16, set. 2016.

CHECCUCCI, É. S.; PEREIRA, A. P. C.; AMORIM, A. L. **Uma visão da difusão e apropriação do paradigma BIM no BRASIL – TIC 2011**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 19-39, jan.-jun. 2013.

CRESPO, Cláudia Campos; RUSCHEL, Regina Coeli. **Ferramentas BIM: um desafio para melhoria no ciclo de vida do projeto**. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre.

D'APARECIDA, Gabriel Siqueira. **Avaliação do uso da tecnologia BIM como ferramenta de fiscalização de obras públicas na etapa de concepção e elaboração de projetos**. 2018. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

DELATORRE, J. P. Martin e SANTOS, E. Toledo. **Introdução de novas tecnologias: o caso do BIM em empresas de construção civil**. ReserchGate. Maceió, 2014.

FERREIRA, J. B. Pires. **Análise do cenário de implantação do BIM em obras e projetos de Arquitetura, Engenharia, Construção e operação no governo brasileiro e estrangeiro**. Belo Horizonte, Julho. 2017.

GRAZIANO, F. P. **Compatibilização de Projetos**. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo – IPT-SP (Mestrado Profissionalizante), 2003.

GU, N e LONDON, K. **Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry**. Automation in Construction. v.19, [S.n], pag. 988-999, dec. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2019

KASSEM, Mohamad e AMORIM, Sergio R. Leusin. **Building Information Modeling no Brasil e a União Européia**. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior (MDIC). Brasília, 2015.

MACHADO, F. A.; RUSCHEL, R. C.; SCHEER, S. **Análise da produção científica brasileira sobre a Modelagem da Informação da Construção**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 359-384, out./dez. 2017. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

MANZIONE, Leonardo. Seminário: **Interoperabilidade: quebrando paradigmas**. Seminário BIM de Santa Catarina. Mar. 2014

MENEZES, Gilda Lúcia Bakker Batista de. Breve histórico de implantação da plataforma BIM. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Natal, v. 18, n. 22, p.153-171, 2011. Sem.

MOTTER, A.G.; CAMPELO H.Q. **Implantação da tecnologia BIM em escritórios de projetos na região de Curitiba - estudo de casos**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

OPEN BIM. Disponível em: http://www.graphisoft.com/archicad/open_bim/ (Acesso em 19 de Fevereiro de 2019)

PNM TECNOLOGIA. **Do CAD ao BIM, uma breve explicação**. 2017. Disponível em: <<https://www.pnmtecnologia.com/single-post/2017/11/14/Do-CAD-ao-BIM-uma-breveexplica%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 31 jan. 2019.

PORTAL DA CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9377-17-maio-2018-786731-publicacaooriginal-155623-pe.html>> (Acesso em: 19 de Fevereiro de 2019).

RUSCHEL, Regina Coeli et al. O papel das ferramentas BIM na integração e compartilhamento no processo do projeto na indústria da construção civil. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, São Paulo, v. 7, p.36-54, 10 dez. 2013

SILVA, Fernando Augusto de Corrêa. Artigo: **As lições de Singapura: para vencer barreiras na implementação do BIM, setor público foi quem tomou a liderança**. Revista Construção Mercado. PINI, São Paulo, n. 171, out. 2015.

TOBIN, J. **Proto-Building: To BIM is to Build**. AECbytes, 28 mai. 2008.

WILSON, W.S. e HENG, L. **Building information modeling and changing construction practices**. Automation in Construction. v. 20, [S.n], pag. 99–100, mar. 2011.

.

.