



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LARISSA GUEDES PONTES

**USO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA NA CIDADE DE FORTALEZA- CE**

**JOÃO PESSOA
2021**

LARISSA GUEDES PONTES

**USO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA NA CIDADE DE FORTALEZA- CE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, como um dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior

JOÃO PESSOA
2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P814u Pontes, Larissa Guedes.

Uso do BIM na construção civil: estudo de caso em uma construtora na cidade de fortaleza- CE / Larissa Guedes Pontes. - João Pessoa, 2021.

48 f. : il.

Orientação: Claudino Lins Nóbrega Júnior.

TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. BIM. 2. Construção civil. 3. Processo de projeto.

I.

Nóbrega Júnior, Claudino Lins. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 624 (043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

LARISSA GUEDES PONTES

USO DO BIM NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA DE FORTALEZA- CE

Trabalho de Conclusão de Curso em 06/12/2021 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Claudino Lins Nóbrega Júnior
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO



Clovis Dias
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO



Cibelle Guimarães Severo
Universidade Federal da Paraíba

APROVADO



Prof.ª: Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus, pela oportunidade da vida e condução de todos os passos de minha trajetória. À Ele eu dedico mais esta página que escrevemos juntos no livro da minha história.

Agradeço ao meu pai, Janilson, por sempre acreditar e investir nos meus sonhos, pela motivação e incentivos incondicionais que me levaram até aqui. Sem ele, eu nada seria. Às minhas tias Mariluce e Maristela, pelo apoio durante todos esses anos. À minha avó Maria (*in memorian*), por ser o meu referencial. Ao meu namorado e futuro colega de profissão, Antonio, por todo amor, parceria, troca de conhecimento e alegria que traz à minha vida.

Aos amigos Isabela, Isabelle, Kaline, Marianna, Caroline, Ana Carolina, José Gabriel, Isabela, Mayara, Ícaro e Marta, por tudo que eles representam. À Rayanne, Laíssa, Paula, Luanna, Vitória, Rafaela, Eduardo e Thiago que tanto me ajudaram e tornaram mais leve essa etapa. Eles foram o maior presente que ganhei durante a graduação.

A todos os professores que já tive em minha vida, em especial, Ana Cláudia e Maurício do IFPB, que me inspiraram a escolher a engenharia civil como profissão. Ao professor Claudino, por me apresentar o *Lean* e BIM e além de orientar esta pesquisa, proporcionar oportunidades na academia que foram imprescindíveis à minha qualificação. À professora Andrea, por todo o suporte no decorrer do curso. À Cibelle pelo apoio na escolha do tema deste trabalho. À Clovis, Nilton, Isabelle, Hidelbrando e Lúcia por me fazer enxergar por meio de projetos de extensão, como a aplicação do conhecimento pode ser usada em forma de transformação social.

Às equipes das duas obras e do escritório da empresa da qual faço parte, pelas oportunidades e ensinamentos que me tornaram a profissional que sou hoje.

E, por fim, à profissional da empresa entrevistada, pela cordialidade e prontidão de contribuir com este trabalho.

RESUMO

O *Building Information Modeling* (BIM) retrata um processo de gestão e trabalho colaborativo que reúne tecnologias, políticas e processos que visam otimizar o desempenho de empreendimentos da construção civil. No entanto, apesar da metodologia trazer inúmeros benefícios ao setor, como uma melhor visualização de interferências entre disciplinas, orçamentos e planejamentos mais realistas, ainda se observam dificuldades em sua difusão e uso nas empresas brasileiras, causadas, principalmente, pelo desconhecimento. Neste cenário, o presente trabalho tem como objetivo identificar como pode ser, na prática, a implementação do BIM no processo de projeto de uma empresa de construção civil. Para isso, se realizou um estudo bibliográfico e uma entrevista estruturada por meio da aplicação de questionários e reunião por vídeo, com a responsável pelos projetos de uma construtora localizada em Fortaleza-CE, tida como referência nacional em inovação. Como resultados, se observou que a organização possui um diferencial em implementar o BIM há aproximadamente uma década, mostrando a importância da prototipagem e avanço gradual a cada novo empreendimento. Verificou-se também que apesar do longo tempo de uso, a metodologia ainda possui estágios a serem alcançados e que as vantagens obtidas superam as dificuldades encontradas ao longo do processo. Sendo assim, a bibliografia e o estudo de caso levantados por este trabalho, identificam passos essenciais para o uso do BIM em uma construtora, que podem servir de modelo para qualquer empresa ou profissional que nele deseje se desenvolver.

Palavras-chave: BIM. Construção Civil. Processo de Projeto.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) portrays a collaborative work and management process that brings together technologies, policies and processes that aim to optimize the performance of civil construction projects. However, despite the methodology bringing countless benefits to the sector, such as a better visualization of interferences between disciplines, budgets and more realistic planning, there are still difficulties in its diffusion and use in Brazilian companies, caused mainly by lack of knowledge. In this scenario, this work aims to identify how the implementation of BIM can be, in practice, in the design process of a construction company. For this, a bibliographical study and a structured interview were carried out through the application of questionnaires and a video meeting, with the person responsible for the projects of a construction company located in Fortaleza-CE, considered a national reference in innovation. As a result, it was observed that the organization has a differential in implementing BIM for approximately a decade, showing the importance of prototyping and gradual advancement with each new undertaking. It was also found that despite the long time of use, the methodology still has stages to be reached and that the advantages obtained outweigh the difficulties encountered throughout the process. Thus, the bibliography and the study of the success case raised by this work, identify essential steps for the use of BIM in a construction company, which can serve as a model for any company or professional that wishes to develop in it.

Keywords: BIM. Construção Civil. Processo de Projeto.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Benefícios da utilização do BIM para Construtoras	15
Figura 2-Ciclo de Vida Total do Empreendimento	19
Figura 3- O processo e o coordenador de projetos	20
Figura 4- Atividades de controle de projeto a cada etapa.....	21
Figura 5- Estrutura conceitual da gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM	24
Figura 6- Esquema representando o mapa mental do processo de projeto – Nível 01.....	27
Figura 7- Esquema representando o mapa do processo de projeto- Nível 2	28
Figura 8- Estrutura básica de um CDE.....	33
Figura 9- Ciclo de compatibilização de um projeto em BIM	34
Figura 10- Conjunto de Capacidades em BIM	36
Figura 11- Estágios do BIM	37
Figura 12- Intercâmbios no modelo.....	38
Figura 13- Modelo vinculado ou federado	39
Figura 14: Modelo vinculado ou federado	40
Figura 15:Fluxo do processo de projeto BIM da empresa entrevistada	42

LISTA DE SIGLAS

AEC: Arquitetura, Engenharia e Construção

BCF: *BIM Collaboration Format*

BIM: *Building Information Modeling*

CDE: *Common Data Enviroment*

IFC: *Industry Foundation Classes*

PEB- Plano de Execução BIM

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Justificativa	14
1.3	Objetivos	16
1.3.1	Objetivo geral	16
1.3.2	Objetivos específicos	16
1.4	Metodologia	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Gestão do processo de projeto	18
2.1.1	O Processo de Projeto do Produto Imobiliário	18
2.1.2	Diferenças entre gestão, coordenação e compatibilização	19
2.1.3	Novas competências de gestão associados à modelagem da informação da construção (BIM)	21
2.1.3.1	Coordenador BIM, Gerente BIM e Gerente da Informação	22
2.2	Processo de projeto em BIM	23
2.2.1	Por quê BIM?	23
2.2.2	Representação da estrutura conceitual	23
2.2.3	Escopos de projeto e entregáveis	24
2.2.4	Plano de execução bim	25
2.2.4.1	Identificação dos objetivos e usos da modelagem da informação da construção	25
2.2.4.2	Definição do processo de projeto com modelagem da informação da construção (BIM)	26
2.2.4.3	Detalhamento das trocas de informação necessárias ao processo de projeto	28
2.2.4.4	Definição da infraestrutura necessária para desenvolvimento do projeto	28
2.2.4.5	Estabelecimento dos procedimentos de controle da qualidade dos modelos e dos documentos	29
2.2.4.6	Recomendações	29
2.3	Qualidade dos modelos e a tecnologia BIM: o kit de ferramentas do coordenador de projetos	30
2.3.1	Boas práticas para a compatibilização de projetos	33
2.3.1.1	Configurar as regras de colisão para eliminar falsos clashes	33
2.3.1.2	Classificar e priorizar os problemas de compatibilização	33
2.3.2	Ambiente comum de dados, comunicação e trocas colaborativas de informação	33
2.4	Competências e maturidade em BIM	35
2.4.1	Competência em BIM	35
2.4.2	Maturidade em BIM e seus estágios de evolução nas organizações	36

2.4.2.1 Estágio Zero- Pré- BIM	37
2.4.2.2 Estágio 1 do BIM – Modelagem baseada em objetos	37
2.4.2.3 Estágio 2 do BIM –Colaboração baseada em modelos	38
2.4.2.4 Estágio 3 do BIM – integração baseada em rede.....	39
2.4.2.5 Pós- BIM.....	39
3 ESTUDO DE CASO	41
3.1 A empresa.....	41
3.2 A entrevista	41
3.3 Resultados.....	42
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS.....	46
APÊNDICE A- QUESTIONÁRIOS PARA ENTREVISTA	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O setor da construção civil apresenta uma crescente preocupação em desenvolver seus produtos com uma maior qualidade e produtividade em menores custos. (CATTANI, 2001). Olofsson *et al.* (2010) apud Manzione (2013) alerta que para se atingir a competitividade, as empresas construtoras precisam alinhar o processo de negócio e indica que as fases iniciais do projeto são imprescindíveis para a obtenção de bons resultados.

Nobre, Santos e Barros (2004) afirmam que devido as peculiaridades do produto, o processo de desenvolvimento da construção apresenta muitas diferenças em relação as demais indústrias. Os edifícios são estruturas complexas que resultam de longos processos de projeto, planejamento e execução. Estes contam com equipes multidisciplinares que incluem a participação de diversos agentes, que se associam temporariamente, com diferentes habilidades, estruturas de trabalho e necessidades de informação. (MANZIONE,2013, p.01).

No entanto, apesar da complexidade exigida, ao que se refere à demanda por produtividade e rentabilidade, Leusin (2018) aponta que o desempenho da construção é inferior aos demais setores da economia e, analisando individualmente cada setor, se observa que ganhos de produtividade se deram com base em uso intensivo de tecnologia de informação.

Neste cenário, o *Building Information Modeling* (BIM), atua, segundo Crotty (2012), como uma metodologia que permite se construir uma obra virtualmente antes de sua real execução. Esta funciona como base para um sistema integrado de concepção, produção e uso na construção civil, sendo vista como um meio para se elevar o nível de produtividade e rentabilidade de empreendimentos.

Logo, ao passo em que o BIM reformula o processo de projeto, surgem novos produtos que geram novas oportunidades, mas também exigem uma reestruturação da organização que desejar implementá-lo. (LEUSIN,2018, p.04).

1.2 Justificativa

Os obstáculos encontrados no processo de projeto da construção podem ser identificados e classificados segundo Manzione (2013):

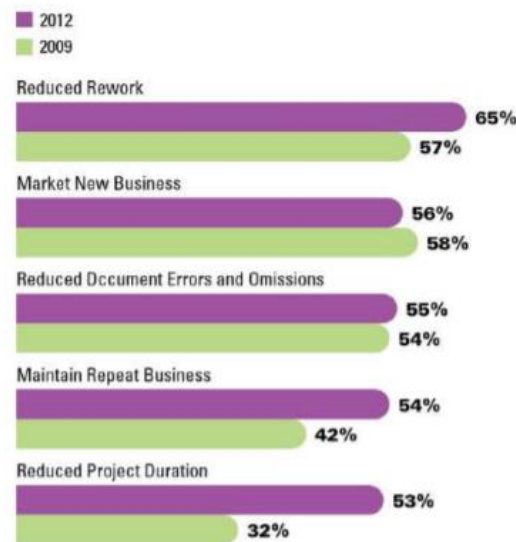
Tabela 1- Obstáculos inerentes à Gestão do Processo de Projeto

Obstáculos		
Processo fragmentado e sequencial	Pouca integração entre os agentes envolvidos	A coordenação de projetos é confundida com a compatibilização dos projetos
Planejamento com método inadequado: controle de entregas e não de processos	Falta de comunicação	Diferentes objetivos e valores para cada um dos agentes envolvidos
Resistência ao trabalho colaborativo	Resistência ao planejamento	Processo desestruturado de trabalho
Heterogeneidade dos conflitos envolvendo a equipe de projetos	Resistência ao uso de TI	TI vista como um custo, não como investimento.
Pouca relevância ao desempenho da construção	Falta de controle de qualidade do processo	Falhas na gestão da empresa de projetos

Fonte: Manzione (2013)

Neste contexto, o *Building Information Modeling* (BIM) e o trabalho colaborativo vêm sendo alternativas imprescindíveis para o avanço do setor da Arquitetura e Construção (AEC), uma vez que apresenta vantagens como as listadas na figura 01 por Jones e Bernstein (2012) em uma pesquisa realizada nos Estados Unidos.

Figura 1- Benefícios da utilização do BIM para Construtoras



Fonte: Jones e Bernstein (2012)

Do ponto de vista financeiro, estudos realizados por Jones e Bernstein (2014) apontam que a porcentagem de empresas brasileiras que utilizaram a plataforma e obtiveram retorno com o investimento foi superior à média mundial, de 75%, visto que das quarenta construtoras entrevistadas, 85% afirmaram que o retorno do investimento em BIM foi positivo.

Por outro lado, apesar das vantagens e de ter surgido em 1990, análises realizadas por Louzas (2013) e Wanderley (2017) apontam que seu estudo e implementação ainda são pouco difundidos no Brasil. Castelo, Marcelinni e Viana (2018), apontam que em 2018, apenas 9,2% das empresas de construção brasileiras faziam o uso da metodologia e entre as que não a utilizam, o principal motivo apontado por 33%, é o desconhecimento da tecnologia.

Neste cenário, esta pesquisa buscou levantar informações sobre o uso do BIM aplicado à construção na teoria bibliográfica e na prática de uma construtora que é referência nacional em inovação, como forma de fazer deste trabalho um documento que possa vir a ser consultado por qualquer empresa ou profissional que deseje compreender como iniciar e se desenvolver no uso da metodologia.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Identificar como o BIM pode ser na prática implementado no processo de projeto de uma empresa de construção civil (construtora).

1.3.2 Objetivos específicos

Para se atingir o objetivo geral, alguns objetivos específicos foram estabelecidos:

1. Realizar uma revisão bibliográfica sobre a temática do trabalho;
2. Realizar estudo de caso com uma empresa que seja referência na implementação da metodologia.

1.4 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica que tomou como base os passos de implementação do BIM propostos em trabalhos desenvolvidos por Manzione em 2013 e, especialmente em sua obra mais atual elaborada junto aos autores Lins e Melhado, em 2021. O referencial teórico foi reforçado por teses, dissertações, normas e artigos científicos envolvendo a temática BIM e o processo de gestão de projetos, conceito inerente ao tema, com foco em suas aplicações a empresas da construção civil. Este serviu como base para o estudo de caso.

Posteriormente, se escolheu a empresa para realização do estudo de caso. Esta foi escolhida pelo critério de atuar com empreendimentos complexos, de alto padrão, além de ser nacionalmente reconhecida pelo uso de inovação em seus processos e utilizar a ferramenta BIM como parte de seu modelo de gestão.

Com a construtora selecionada, foi realizado um estudo de caso que foi dividido em duas etapas: a primeira direcionada por meio de questionários semiestruturados que foram respondidos por uma profissional responsável pela coordenação de projetos da construtora e a segunda, uma entrevista por vídeo com a mesma, com a finalidade de se obter maiores esclarecimentos sobre o uso da metodologia.

Por fim, foi realizada uma análise dos resultados da entrevista, identificando como se deu na prática a implementação da tecnologia BIM na organização, identificando qual foi a

equipe, as ferramentas utilizadas, boas práticas desenvolvidas assim como os principais benefícios e dificuldades encontradas durante o processo pela organização.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão do processo de projeto

Em geral, o projeto costuma ser confundido com o resultado, que é apenas o seu produto final. No entanto, Manzione *et al.* (2021) explicam que para se realizar a gestão de um projeto é inicialmente imprescindível que este seja definido, planejado, executado e controlado como um processo. Este pode ser definido pelos autores como uma sequência organizada e predeterminada de atividades que possuam seus respectivos instrumentos de controle. Sendo assim, cada atividade do processo deverá ser organizada em etapas com estabelecimento de objetivos e controles que irão autorizar o avanço à etapa seguinte.

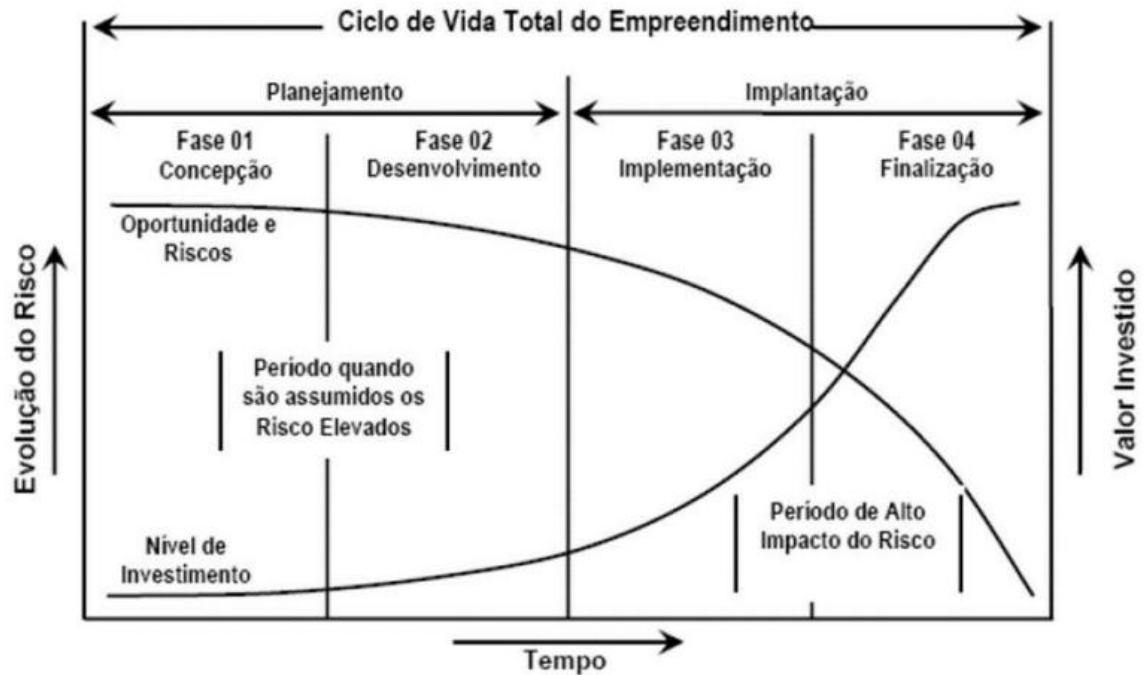
Os autores afirmam ainda que a gestão do processo de projeto irá abranger ações desde as decisões estratégicas, como os estudos de demanda, prospecções de terreno, captação de investimentos, definição das características do edifício até os aspectos que se vinculam ao desenvolvimento do projeto em si, como a escolha e contrato dos projetistas, assim como a implementação das ferramentas digitais que serão utilizadas pela equipe envolvida.

2.1.1 O Processo de Projeto do Produto Imobiliário

Segundo Oliveira (1997), as características mais importantes da AEC são: a complexidade do mercado imobiliário, o longo ciclo de aquisição do negócio, a longa vida útil do produto que ocasiona longo período de uso e manutenção além do impacto ambiental causado por sua alteração do espaço urbano. Destaca-se que por ser único, não repetitivo e com localização fixa, o produto imobiliário dificulta a constância de processos e dos aspectos acerca de sua produção, além de visivelmente existir distanciamento entre projetistas e construtores, o que pode gerar perda de informações.

Além destes fatores, pode se acrescentar também o alto risco apresentado pelos empreendimentos imobiliários. Wideman (1992) apud Navarro (2007) ressaltam a relação de exposição ao risco x nível de investimento durante o ciclo de vida de um empreendimento (Figura 2).

Figura 2-Ciclo de Vida Total do Empreendimento



Fonte: Wideman (1992) apud Navarro (2007)

Com base nesta relação, a autora analisa que, durante o planejamento do empreendimento decisões importantes são tomadas, metas de prazo são estabelecidas e os riscos assumidos. Todavia, se tais riscos ocorrem durante a fase de implantação, os impactos irão repercutir na rentabilidade do imóvel, visto que essa fase apresenta níveis elevados de investimento.

2.1.2 Diferenças entre gestão, coordenação e compatibilização

Estabelecer o papel e as diferenças entre gestão, coordenação e compatibilização de projetos é de extrema importância para orientar os gestores que estão em processo de implementação das ferramentas digitais que compõe a tecnologia de modelagem da informação BIM.

Como não é possível localizar estas definições em normas técnicas oficiais, se seguirá as que são consensuais entre os especialistas no tema, citadas por Manzione *et al.* (2021).

A gestão do processo de projeto reúne atividades de gestão imprescindíveis em todas as etapas do projeto, desde a formulação inicial até depois do empreendimento entregue.

O BIM através da modelagem da informação da construção trouxe recursos capazes de alavancar essa gestão.

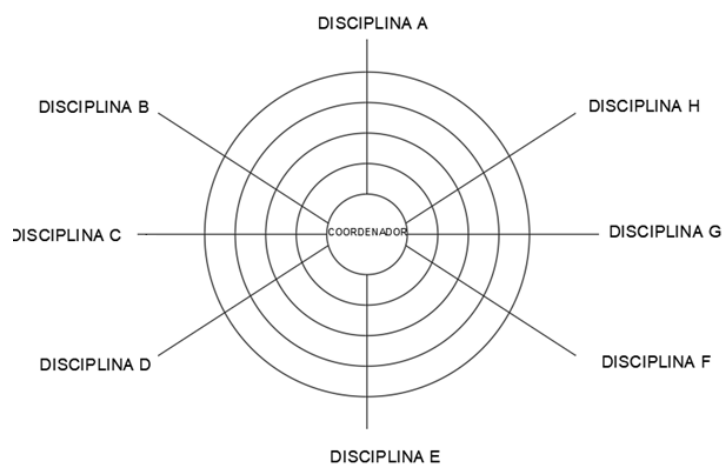
As funções do gestor de projetos seriam essencialmente as seguintes:

- Determinar objetivos e parâmetros para o processo de projeto;
- Definir os escopos de projeto, de acordo com as suas especialidades e etapas;
- Planejar os custos e contratos necessários;
- Planejar as etapas, definindo prazos de desenvolvimento do geral e por especialidade do projeto;
- Realizar o controle dos custos e contratos de serviço de projetos e consultorias a ele atreladas;
- Garantir a qualidade das soluções técnicas escolhidas;
- Validar por si ou pelo cliente as etapas de projeto e os produtos destas resultantes;
- Fomentar a colaboração e a comunicação entre os projetistas, de modo a garantir a compatibilidade entre as soluções das diversas especialidades envolvidas;
- Integrar soluções de projeto com as fases posteriores do empreendimento, atuando na interface com o planejamento, o orçamento e a execução de obras.

Nóbrega Júnior (2012) caracteriza a coordenação de projetos pela responsabilidade em duas grandes áreas:

- 1- A gestão do processo de projeto, que se refere ao planejamento e controle;
- 2- A coordenação técnica do projeto, que realiza reuniões de coordenação, análises críticas, compatibilizações e propõe sugestões técnicas.

Figura 3- O processo e o coordenador de projetos



Fonte: Adaptado de Marques (1979) apud Manzione *et al.* (2021).

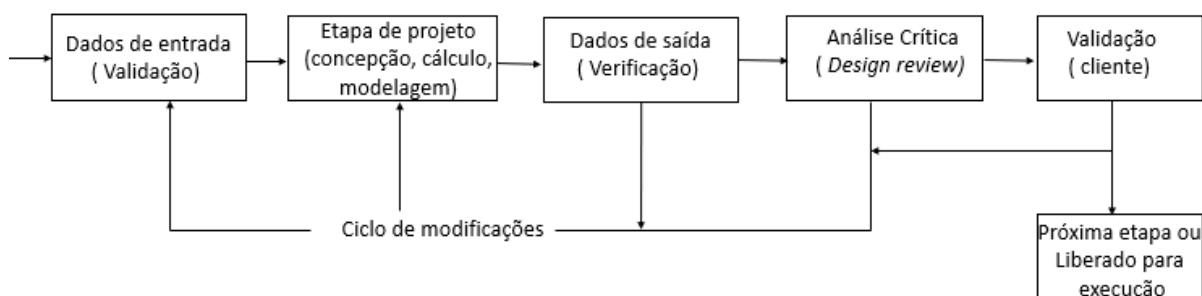
Marques (1979) apud Manzione *et al.* (2021) exemplifica na figura 3, o processo de projeto como uma espiral percorrendo as disciplinas, estando o coordenador de projetos em seu centro. Para Manzione *et al.* (2021), a coordenação também deverá identificar necessidade de se contratar consultorias, realizar análises de custos e viabilidade de alternativas do projeto, elevando este a sua maior potencialidade.

É importante se compreender que os conceitos de coordenação e compatibilização de projetos são diferentes. O coordenador deve atuar de modo a realizar em cada etapa de projeto sobreposições (compatibilização) de projetos para identificar colisões e/ou necessidades de ajustes entre os modelos de projeto.

Diante deste cenário, o BIM, com as tecnologias digitais associadas a modelagem da informação, se utilizado corretamente, pode levar o projeto a altos níveis de eficiência em sua coordenação, uma vez que a compatibilização final seria substituída pelas compatibilizações distribuídas e antecipadas no decorrer de todo o projeto.

Manzione *et al.* (2021) complementam que está na alçada do coordenador de projetos utilizar recursos para controle de etapas, promovendo atividades de verificação, análise crítica (*Design review*) e validar os elementos do projeto, de modo a reduzir a demanda de compatibilizações. Os controles que devem existir por etapa de projeto estão exemplificados na figura 4.

Figura 4- Atividades de controle de projeto a cada etapa



Fonte: Manzione *et al.* (2021).

2.1.3 Novas competências de gestão associados à modelagem da informação da construção (BIM)

O quadro 2 apresenta um resumo das competências de gestão que foram acrescentadas pelas demandas de implementação e uso do BIM.

Quadro 2- Novas competências de gestão e de implementação da modelagem da informação da construção em projetos

Competências de implementação da modelagem da informação da construção (BIM)	Competências de gestão do processo de projeto utilizando BIM
Estabelecer os objetivos para o uso do BIM	Controlar a qualidade dos modelos e dos documentos produzidos
Estabelecer procedimentos e protocolos para uso do BIM	Verificar os diversos aspectos de consistência dos modelos
Dar apoio ao desenvolvimento de competências em BIM	Estabelecer a comunicação interna e a externa ao projeto
Garantir a disponibilidade de <i>hardware</i> e <i>software</i> adequados	Gerenciar a produção e as entregas do projeto
Implementar novos <i>softwares</i> e tecnologias	Coordenar o processo e a equipe do projeto
Desenvolver as bibliotecas de componentes para modelagem	Coordenar a superposição e a adição de modelos das especialidades
Orientar membros do projeto quanto ao uso do BIM	Preparar especificações para o detalhamento de projetos
Promover a adoção das melhores práticas no uso de BIM	Gerenciar a publicação e o compartilhamento de modelos

Fonte: Adaptado de Kassem *et al.*(2018) apud Manzione *et al.* (2021).

2.1.3.1 Coordenador BIM, Gerente BIM e Gerente da Informação

Segundo Manzione *et al.* (2021), o coordenador BIM seria o responsável por gerir o processo de projeto, assim como implementar tecnologias digitais atreladas à modelagem da informação da construção (BIM). No Brasil, se observa que na maioria dos casos, o coordenador BIM é um coordenador de equipe de projeto que utiliza a modelagem da informação da construção (BIM).

Os autores definem que o cargo do BIM *Manager*, ou gerente BIM, pode ser exercido pelo profissional ou pela equipe da coordenação de projetos, desde que o encarregado da coordenação tenha, além das competências de gestão imprescindíveis à coordenação de um projeto, também competências técnicas para a compreensão e uso das tecnologias digitais de modelagem da informação da construção (BIM). Todavia, sabe-se que em fase de transição

tecnológica, é compreensível que não haja disponibilidade desse conjunto de competências em mesmo nível, nos mesmos profissionais, originando assim a convivência, em um mesmo projeto entre um gerente BIM e um coordenador de projetos.

O gerente de informação surge com um papel direcionado à estruturação e manutenção da informação contida nos modelos. Será um “guardião” da informação gerada, para que todos os agentes envolvidos possam ter o seu uso adequado, em todas as etapas de um empreendimento.

2.2 Processo de projeto em BIM

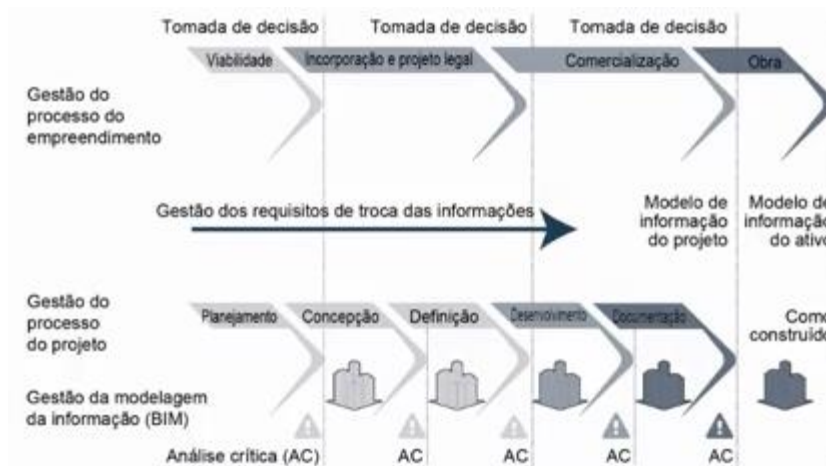
2.2.1 Por quê BIM?

No processo de projeto BIM, segundo Manzione *et. al* (2021) a comunicação é simultaneamente direcionada a todos os participantes, possuindo todos acesso a um banco de dados em que algum problema venha a ser criado e em que as soluções serão sugeridas. Assim, a abordagem se torna mais colaborativa, uma vez que todos conseguem perceber as necessidades dos demais, facilitando e melhorando a qualidade do processo como um todo. A facilidade em realizar simulações possibilita que diversas soluções possam ser testadas e comparadas, garantindo também uma maior agilidade e precisão nas tomadas de decisão.

2.2.2 Representação da estrutura conceitual

Para Manzione *et. al* (2021) a gestão do processo de projeto deve estabelecer pontos-chave para realização de análise crítica, verificação de modelos e tomada de decisão no decorrer do processo. Requisitos de qualidade, relações de interoperabilidade e trocas de informações precisam ser devidamente considerados. Os objetivos precisam ser constantemente revisados e alinhados com as diretrizes iniciais do empreendimento.

Figura 5- Estrutura conceitual da gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM



Fonte: Manzione (2013)

Pode se observar na figura 5, que o processo não se divide mais em estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo, como o padrão convencional. No eixo da gestão se observa etapas de trabalho que mostram a evolução do projeto, que não se baseia apenas em entregas, mas com planejamento, concepção, definição, desenvolvimento e documentação.

2.2.3 Escopos de projeto e entregáveis

DINSMORE et al. (2006) definem o escopo como a definição das fronteiras entre determinadas tarefas. Em um projeto de construção são necessários para se definir onde termina e começa cada disciplina de projeto, assim como quais serão as responsabilidades dos membros da equipe, as etapas de verificação de pontos críticos e validação de etapas.

Para se estabelecer as entregas de projeto com uso de BIM, Manzione et al. (2021) afirmam que os entregáveis precisam estar definidos. O guia ASBEA boas práticas em BIM (2015) descreve entregáveis como “todos os itens necessários para atingir o objetivo do projeto. Os itens devem ser tangíveis, mensuráveis e o seu desenvolvimento pressupõe uma subsequente interação de um ou mais participantes do projeto, ou seja, uma entrega”.

Segundo os autores, o termo “entregáveis” refere-se a quaisquer produtos ou serviços que resultam de uma atividade, processo ou subprocesso que serão entregues a um cliente e que serão submetidos a análise crítica, verificação, compatibilização e validação.

Plantas, cortes, fachadas e imagens renderizadas podem ser exemplos de entregáveis. No fluxo de projeto em BIM, Manzione et al. (2021) definem como principais entregáveis, além

do próprio modelo (ifc, rvt, pnl), relatórios de interferências (html, xls, smc) e registros de comentários (bcf, pdf, html).

A NBR ISO 19650-1: Gestão da Informação utilizando a modelagem da informação da construção (BIM) estabelece que para fins iniciais o contratante deve definir os requisitos de informação para que os contratados possam elaborar os planos de entrega, que devem constar: os prazos de entrega, quais serão as fases ou marcos do projeto, como e quais informações deverão ser entregues, como se dará a coordenação, quem será o responsável por entregar e por receber as informações e quais serão os grupos contratados.

2.2.4 Plano de execução BIM

Segundo a norma ABNT NBR 16636-1 (ABNT, 2017), o coordenador de projetos deverá definir um plano de trabalho que contemple os requisitos e restrições para o processo de projeto.

O plano de execução BIM, deverá esclarecer funções, responsabilidades e padrões a serem aplicados, assim como os procedimentos que devem ser seguidos. Sendo assim, cada projeto em sua complexidade deverá ter seu plano de execução BIM individualizado.

Sendo assim, antes mesmo de se elaborar o contrato de projeto, *Manziane et al.* (2021) recomendam que os requisitos para desenvolvimento e entrega dos modelos estejam definidos e conhecidos pelos agentes envolvidos.

A seguir, os autores definem tópicos fundamentais para a criação do plano de execução BIM.

2.2.5 Identificação dos objetivos e usos da modelagem da informação da construção

De acordo com Messner *et al.* (2019), o primeiro passo para um plano de execução BIM é a identificação dos usos da modelagem da informação da construção (BIM) apropriados para o projeto, com base nos objetivos a serem atingidos.

Se, por exemplo, entre os objetivos estiver o planejamento e o acompanhamento da execução em obras, o uso correspondente seria a modelagem 4D, logo, informações sobre parâmetros serão necessárias ao plano de elaboração BIM, que precisarão ser inclusos em contratos, refletindo também nas especificações de *software*.

Manziona *et al.* (2021) apontam que a adoção da tecnologia não trará imediatamente todos os benefícios possíveis, mas apenas aqueles que forem devidamente planejados e incluídos no plano de execução BIM do projeto. Os custos de modelagem serão maiores quanto maior for o a pretensão de números de usos. Estes usos e obrigações deverão ser definidos antes mesmo de se compor a própria equipe disciplinar.

2.2.5.1 Definição do processo de projeto com modelagem da informação da construção (BIM)

Messner *et al.* (2019), definem que o mapeamento do processo de projeto deve permitir que toda a equipe do projeto o entenda como um todo, identificando trocas de informações necessárias entre as partes envolvidas e que os subprocessos a serem executados sejam devidamente especificados.

Manziona *et al.* (2021) recomendam que o processo de projeto seja representado em dois níveis:

- Nível 1- Mapa geral do processo, exemplificando a relação entre os usos pretendidos; (figura 6);
- Nível 2- Mapa detalhado para cada uso, mostrando o sequenciamento de atividades, quais serão os responsáveis e as trocas de informações. (figura 7).

Figura 6- Esquema representando o mapa mental do processo de projeto – Nível 01

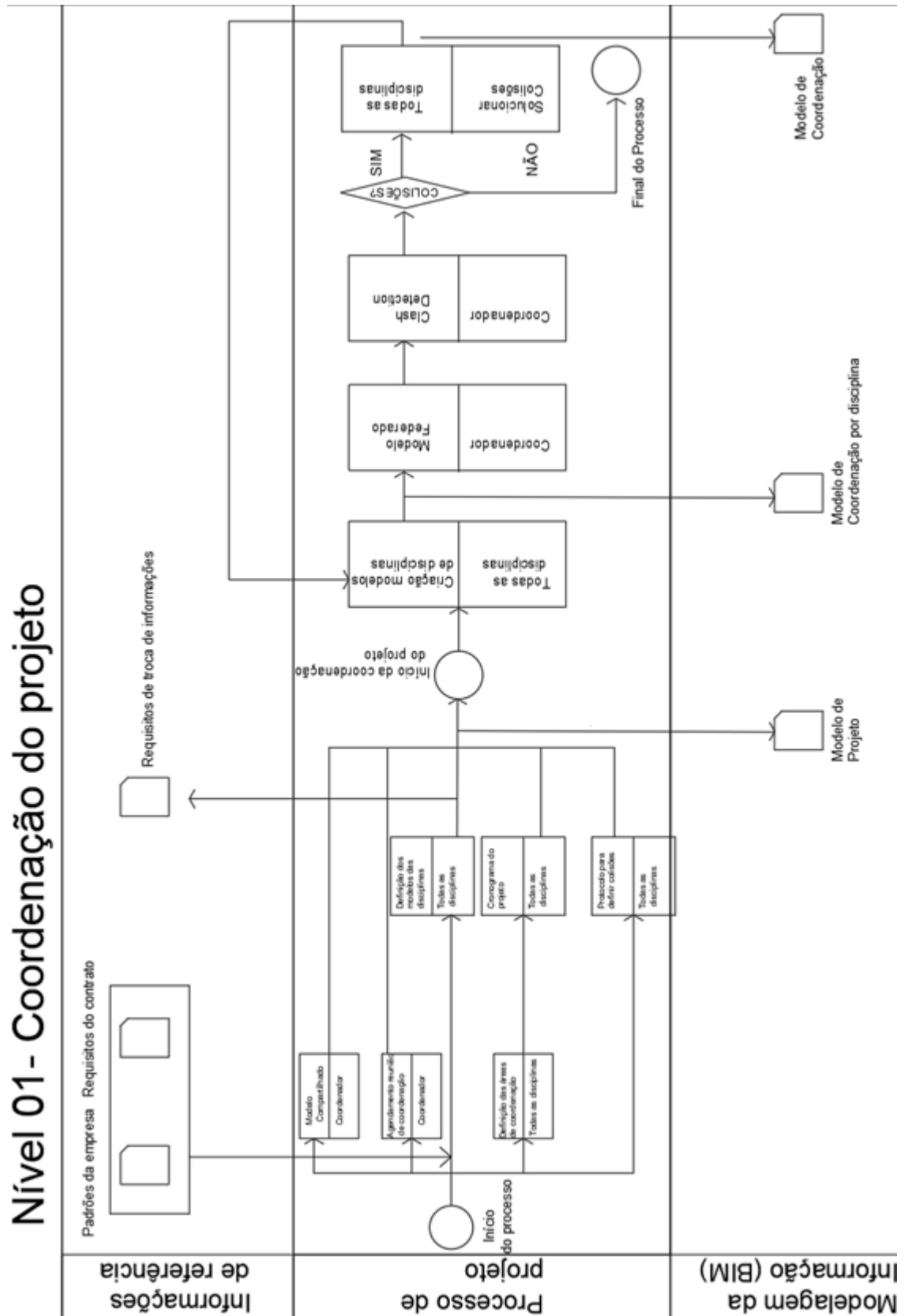
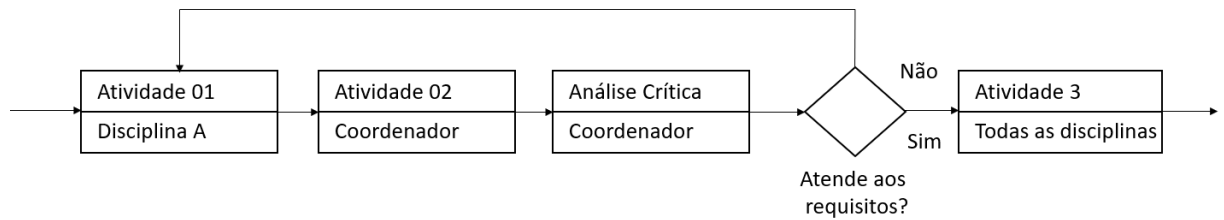


Figura 7- Esquema representando o mapa do processo de projeto- Nível 2



Fonte: Manzione *et al.* (2021) adaptado de Messner *et al.* (2019)

2.2.4.3 Detalhamento das trocas de informação necessárias ao processo de projeto

A elaboração de uma estrutura analítica do projeto (EAP), é imprescindível para se detalhar trocas de informação necessárias em todas as etapas do processo. Para definir cada troca de informação, Manzione *et al.* (2021) afirmam que o plano de execução BIM deve seguir algumas definições relacionadas ao nível 2 de processo de projeto, sendo esta:

- 1- **Receptores de modelos:** identificar todos os membros da equipe que irão receber informações para fazer uso do modelo;
- 2- **Tipo(s) de arquivo(s) de modelo(s):** definir o(s) *softwares* a serem utilizados assim como suas versões de modo a garantir a interoperabilidade do processo de projeto;
- 3- **Informações:** identificar as informações que serão necessárias para a implementação do uso do BIM;
- 4- **Notas:** explicações complementares para esclarecimento de informações a serem acrescentadas no modelo ou sobre técnicas de modelagem adotadas.

O plano de execução BIM, segundo os autores, precisa ser revisado e atualizado periodicamente, uma vez que informações adicionais são incorporadas ao processo.

2.2.4.4 Definição da infraestrutura necessária para desenvolvimento do projeto

Manzione *et. al* (2021) indicam que a comunicação com as partes interessadas do projeto deve ser criada, carregada, enviada e arquivada em um sistema colaborativo que será um ambiente comum de dados (CDE). A gestão dos arquivos e documentos nele presentes também devem ser definidas no plano de execução BIM.

2.2.4.5 Estabelecimento dos procedimentos de controle da qualidade dos modelos e dos documentos

Segundo Manzione *et al.* (2021), cada modelo, ou parte dele criada no ciclo de vida do projeto deverá ter o conteúdo, nível de informação, formato e membro da equipe que seja responsável devidamente definidos no plano de execução BIM. Cada disciplina de projeto deverá ter um coordenador de sua respectiva parte, esta pessoa também será responsável por problemas que possam surgir com a manutenção do modelo e eventuais atualizações de dados.

2.2.4.6 Recomendações

Em relação à implantação de BIM, Eastman *et al.* (2010) aponta ser necessária uma mudança em quase todos os aspectos do negócio da empresa. Para isso, são necessárias práticas que vão além da aquisição de softwares e hardwares, que seriam:

- Engajamento de gerentes seniores;
- Desenvolvimento de um plano de implantação, formulado pela alta gerência, de modo a garantir sua efetiva participação;
- Iniciar a implantação de BIM em um projeto piloto, com pequenas dimensões;
- Atentar para que projeto o piloto seja desenvolvido em paralelo com o método tradicional da empresa de modo a se extrair comparativos entre as tecnologias utilizadas;
- Usar os resultados do comparativo entre o desenvolvimento BIM e o método tradicional para influência de uso contínuo, mantendo a alta gerencia ciente de progressos, dificuldades e percepções;
- Expandir o uso do BIM em outros empreendimentos, trabalhando junto a outras empresas para entender o processo colaborativo;
- Realizar replanejamentos periódicos no processo de implantação por meio dos problemas, percepções e progressos.

Além dos fatores já listados, Leusin (2018), aponta o conhecimento dos colaboradores como sendo o maior patrimônio de uma organização, sendo assim, o autor aponta o investimento em pessoas como o ponto mais importante para o sucesso da implementação BIM.

2.3 Qualidade dos modelos e a tecnologia BIM: o kit de ferramentas do coordenador de projetos

2.3.1 Boas práticas para a compatibilização de projetos

Para que se possa atingir a qualidade do processo de modelagem de informação, a compatibilização geométrica do projeto é um requisito imprescindível. Ela se operacionaliza por meio de detecção de colisões, definida pelo *BIM Dictionary*, como atividades de processamento, coordenação e rastreamento que levam à resolução de conflitos identificados de forma visual ou automática.

Manzione *et al.* (2021) citam como vantagem do uso do BIM o uso de *softwares* para a execução de detecções, como o Solibri Office e o Navisworks, com boa popularidade no Brasil. Os autores definem ainda um teste de *clash* como um conjunto predefinido para identificar colisões e folgas e que o ciclo de compatibilizações pode ser dividido em 3 etapas:

Etapa 01- Identificação do problema

Etapa 02- Resolução de problemas

Etapa 03- Documentação dos problemas

Não há uma fórmula pronta para solucionar os problemas, mas algumas boas práticas adquiridas por meio da experiência podem facilitar a gestão e priorizar as soluções.

2.3.1.1 Configurar as regras de colisão para eliminar falsos *clashes*

No início do aprendizado da rotina de *clashes*, é normal que se existam resultados falso positivos, uma vez que pode se testar “tudo contra tudo”. Eletrodutos passantes por dentro de uma alvenaria (situação convencional de execução) na configuração *par default* dos softwares, não considera essa possibilidade.

Ainda que o processamento de colisões seja uma rotina elementar, este necessita ser calibrado em relação às tolerâncias admitidas assim como as exceções que serão consideradas, sendo gerenciado de modo a evitar sobrecarga de informações nos relatórios gerados. (MANZIONE *et al.*, 2021, p. 74).

2.3.1.2 Classificar e priorizar os problemas de compatibilização

Caso o processo não possua uma organização estruturada, tenderá ao insucesso, por sobrecarga de informações.

Mehrbod *et al.* (2019) criaram uma classificação para organizar a tipologia de colisões. Eles definem três grandes categorias como causas primárias de colisões:

1. **Problemas físicos:** ocorrem quando um ou mais elementos ocupam o mesmo espaço e são identificados pelos softwares de detecção automática de conflitos;
2. **Problemas do processo de projeto:** originados pelo processo de criação do projeto como erros e conflitos entre sistemas;
3. **Problemas nos modelos:** ocasionados por deficiências no desenvolvimento do próprio modelo BIM.

O quadro 4.3 elenca as causas primárias e propõe categorias de classificação com o intuito de possibilitar o entendimento sistêmico pela equipe de projetos.

Quadro 3: Caracterização dos problemas de compatibilização

Categoria	Definição
Problemas físicos	
Folga	Invasão da zona de folga de um objeto por outro
<i>Clash</i>	Conflito único entre dois sistemas
<i>Clashes repetitivos</i>	São padrões ou grupos de problemas físicos dentro de apenas dois sistemas do edifício. Essa questão de projeto geralmente implica um redesenho substancial de pelo menos um dos sistemas envolvidos. Como exemplo, poderíamos pensar em um conflito entre todos os dutos de ar condicionado com todas as colunas em determinada zona do edifício. Nesse caso, todos os dutos envolvidos deverão ser redirecionados para se limitar às limitações de espaço.

Problemas no processo de projeto	
Erro de projeto	Várias possibilidades, por exemplo, dois sistemas tentando ocupar o mesmo espaço simultaneamente
Conflito entre múltiplos sistemas	Este tipo de questão refere-se à tentativa de se encaixarem sistemas múltiplos dentro de um espaço confinado. Exemplos de espaços confinados são área de entreforro em hospitais, salas de teatro e salas mecânicas. A resolução desse tipo de questão leva muito tempo, exige a interação de diversos participantes do projeto e, muitas vezes, envolve mudanças fundamentais no sistema.
Problemas nos modelos	
Falta de elementos	Faltam elementos relacionados com os componentes, ou partes do modelo.
Falta de informações	Falta de informações suficientes sobre o(s) sistema(s) de construção que interferem na coordenação do projeto e no ciclo de construção. Essas incluem diretrizes e requisitos de projeto, sequências de instalação e de processos.

Fonte: Manzione *et. al.* (2021)

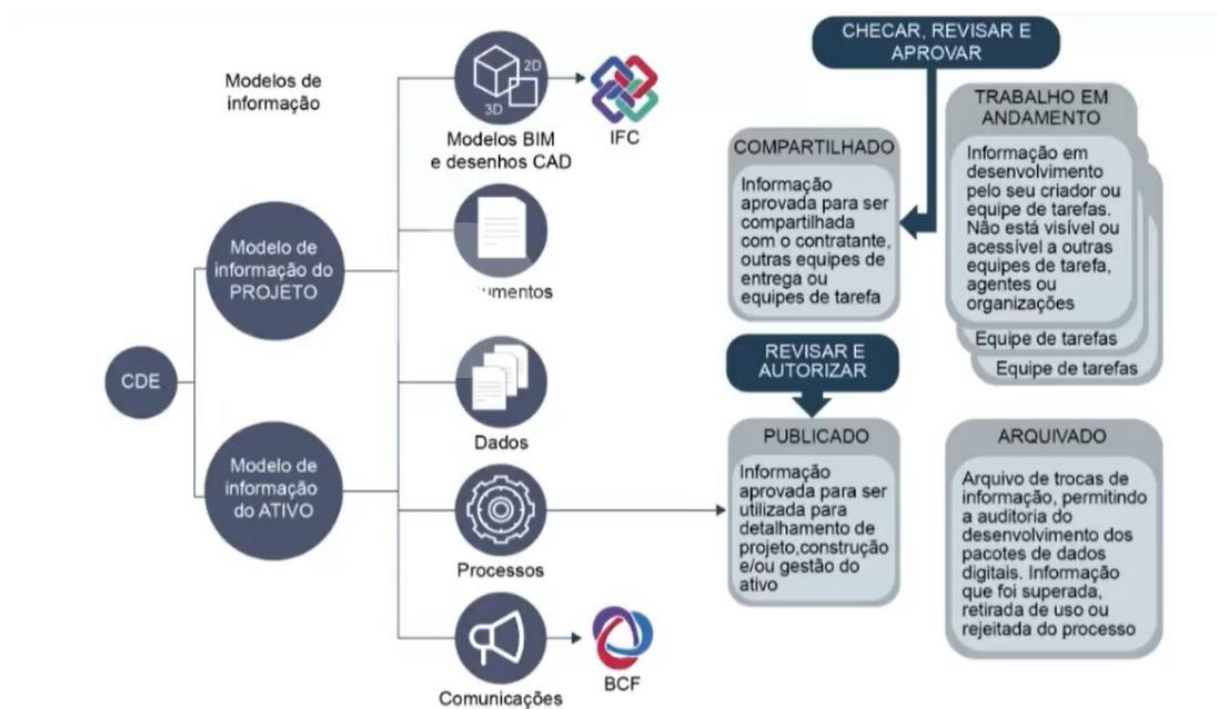
Após serem classificados, Manzione *et al.* (2021) recomendam que os problemas sejam organizados por prioridade de impacto com os respectivos graus: alto (1), médio (2) e moderado (3).

2.3.2 Ambiente comum de dados, comunicação e trocas colaborativas de informação

O CDE (*common data environment*) (figura 8) pode ser definido como um repositório central onde todas as informações do projeto serão armazenadas. Este ambiente que objetiva aumentar a colaboração, a segurança e a inspeção de dados, pode se localizar em uma nuvem computacional ou em *data centers* dos quais o cliente tenha propriedade.

Manziona *et al.* (2021) recomendam que as soluções de CDE sejam de formato aberto, ou seja, que trabalhem com modelos em IFC e comunicações em BCF.

Figura 8- Estrutura básica de um CDE



Fonte: Manziona *et al.*(2021)

Segundo a BuildingSmart apud Manziona *et al.* (2021), o formato *BIM collaboration format* (BCF) surgiu para facilitar as comunicações abertas e melhorar processos openBIM baseados em arquivos IFC, utilizando padrões abertos para trocar de forma mais rápida informações de projeto entre ferramentas de softwares BIM, contornando formatos proprietários e dessa forma criar a interoperabilidade necessária para o processo colaborativo (figura 9).

Um arquivo BCF pode conter várias informações sobre um problema para sua caracterização e rastreamento. Em geral, contém as seguintes informações básicas:

- 1) Uma imagem da câmera
- 2) O nome do problema
- 3) A descrição
- 4) O status do problema
- 5) Os responsáveis
- 6) A data de conclusão
- 7) Os objetivos envolvidos na colisão
- 8) A caixa para troca de informações entre os projetistas.

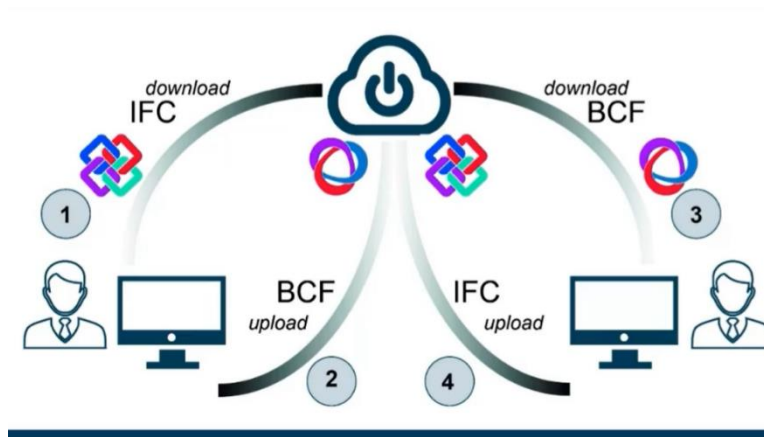
Quando o problema é solucionado no *software* de modelagem, o BIM Collaboration Format BCF é atualizado e essa informação é passada de volta ao coordenador de projeto.

O benefício do uso do CDE e BCF em relação ao e-mail é que estes permitem identificar, comunicar e rastrear problemas levantados e vinculá-los aos modelos.

O ciclo de coordenação utilizando CDE, IFC e BCF será:

- 1) O coordenador de projeto deverá fazer o download do modelo, no formato IFC e verificar as inconsistências no software de compatibilização;
- 2) O *software* de compatibilização gera o relatório de erros no formato BCF e faz o upload para o CDE;
- 3) O projetista é notificado pelo CDE e faz o *download* do relatório em BCF para o software de autoria;
- 4) O projetista atende aos comentários, corrige o modelo e realiza o *upload* da nova versão em IFC para o CDE.

Figura 9- Ciclo de compatibilização de um projeto em BIM



2.4 Competências e maturidade em BIM

Manzione *et al.* (2021) afirmam que a implementação do BIM, assim como as competências que são imprescindíveis em uma organização ou projeto se desenvolvem gradativamente. Durante a evolução, a modelagem passa por estágios até atingir um pleno funcionamento, de completa integração de informações utilizadas com eficácia. Para monitorar o crescimento, existem ferramentas que identificam e avaliam o nível de maturidade está o modelo de gestão da empresa ou projeto.

2.4.1 Competência em BIM

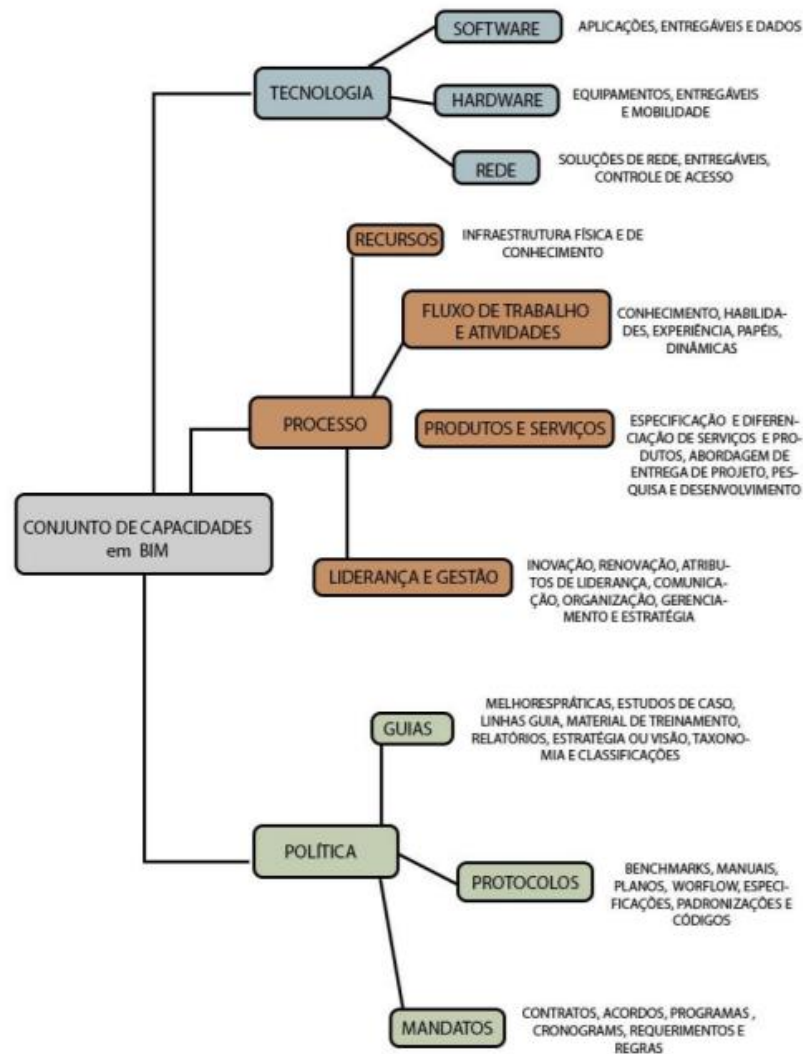
Para Succar (2009), uma Competência em BIM representa a capacidade de um agente em satisfazer um requisito ou gerar um entregável em BIM. Ou seja, são as habilidades desse agente que caracterizam seu desempenho. Se menciona ainda que as tecnologias, processos e políticas são os três campos do BIM e, dentro de cada um deles, as competências vão se desenvolvendo durante o processo de implementação.

- **Tecnologia:** resume o domínio do Agente do BIM, em relação a *software*, *hardware* e redes. Por comportar arquivos pesados, se faz necessária uma boa capacidade de *hardware*, que envolve aspectos como a quantidade e qualidade das máquinas. Como grande quantidade de dados será compartilhada, as redes e servidores também são partes de grande importância. Quanto aos *softwares*, se refere, além da interoperabilidade entre eles, à adequação ao projeto em desenvolvimento, na disponibilidade e número de licenças.
- **Processo:** são aspectos do BIM que não se referem à modelagem de objetos. Ou seja, características que influenciam o projeto dentro de uma empresa, o processo e as relações entre os agentes. Como exemplo: posturas de liderança, gestão, administração de recursos humanos, definição de fases de projeto, metas da equipe, desenvolvimento de produtos, intercambio de arquivos e interoperabilidade.
- **Política:** habilidades dos agentes em organizar e legalizar sua atuação no mercado da AEC. Envolve aspectos como a alocação de riscos, política de entregas de dados e propriedade das informações e pagamentos. Também diz respeito à habilidade de se enquadrar em padrões normatizados ou padrões vigentes no mercado. Logo, essa competência inclui relações contratuais, utilização de normas existentes, parcerias com

outras organizações do mercado, pesquisas, relações com empresas desenvolvedoras de software e o treinamento de novos integrantes da equipe ou do projeto em BIM.

Sendo assim, as competências em BIM podem ser vistas como conjunto de capacidades necessárias para se realizar um serviço, tarefa ou função. A BIM Excellence Initiative gerou um mapa das Capacidades em BIM, como o representado na figura 10:

Figura 10- Conjunto de Capacidades em BIM



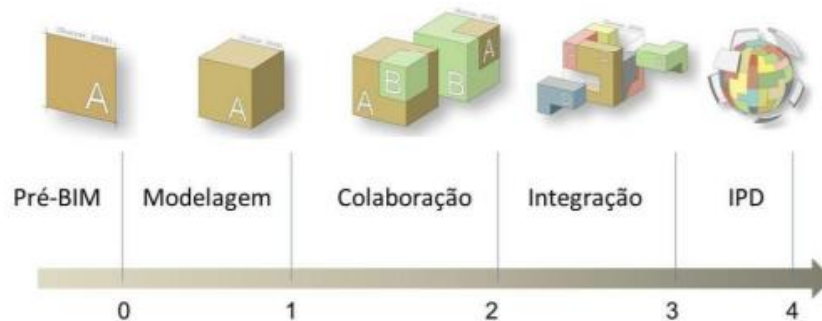
Fonte: BIM Excellence Initiative – Disponível em: < <http://www.bimframework.info/2014/01/bim-capability-sets.html> > - adaptado e traduzido por RODRIGUES (2018)

2.4.2 Maturidade em BIM e seus estágios de evolução nas organizações

Succar (2009) afirma ser o processo de adoção BIM algo de longo prazo que se desenvolve em estágios e estruturou um modelo onde critérios e pesos são estabelecidos para

qualificar a organização com base em variados requisitos. De forma ilustrada, os estágios podem ser verificados na figura 11.

Figura 11- Estágios do BIM



Fonte: Succar (2009) adaptado por Manzione (2013)

2.4.2.1 Estágio Zero- Pré- BIM

Succar (2009) apud Manzione (2013) define esse estágio como sendo baseado em desenhos CAD, em formato 2D, com algumas visualizações em 3D, sem integração entre os diversos documentos gerados durante o processo de trabalho, como as especificações e os levantamentos de quantitativos e estimativas de custos.

Se cita ainda que nesse estágio, as práticas de trabalho não são colaborativas e o processo de projeto pode ser considerado sequencial e assíncrono, o que gera uma maior imprecisão na compatibilização. Neste estágio, a AEC apresenta ainda problemas relativos a baixos investimentos em tecnologia e falta de interoperabilidade.

2.4.2.2 Estágio 1 do BIM – Modelagem baseada em objetos

Manzione *et al.* (2021), apontam que esse é o estágio em que se inicia a implementação do BIM e se baseia na modelagem individual das disciplinas com softwares como Archicad da Graphisoft, Revit da Autodesk, Tekla da Trimble, entre outros. Nessa etapa, os projetos não são apenas representações e apesar da documentação final ser majoritariamente constituída por desenhos em 2D, se projeta um modelo, um protótipo virtual da construção.

Os desenhos em 2D de plantas, cortes e fachadas podem ser gerados automaticamente por meio dos softwares adotados, reduzindo o trabalho manual e evitando retrabalhos.

Os quantitativos, nesta etapa, podem ser gerados automaticamente pelo *software* uma vez que os objetos agora estão parametrizados e com um nível maior de detalhamento.

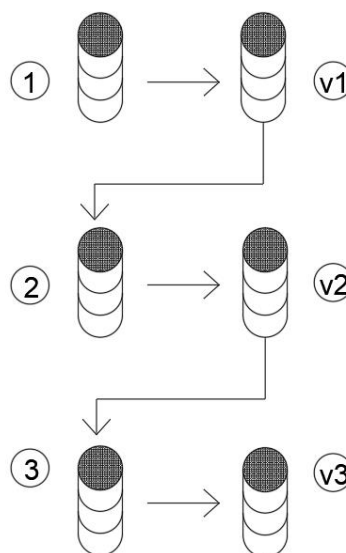
Apesar do aumento da comunicação, as disciplinas ainda geram modelos unidisciplinares e pode observar-se que há problemas de interoperabilidade entre os *softwares*. A partir de então, se gera uma busca por colaboração interna, por meio de arquivos em PDF e DWG, com documentos em 2D e/ou detalhes em 3D.

Neste estágio, os integrantes ainda trabalham separadamente, como na etapa PRÉ-BIM.

2.4.2.3 Estágio 2 do BIM –Colaboração baseada em modelos

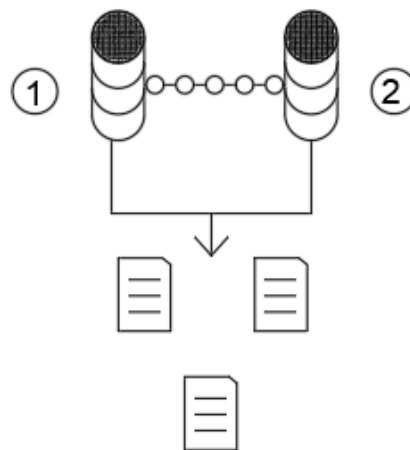
Rodrigues (2018) define este estágio como uma continuação do primeiro, uma vez que depois de modelar uma disciplina, os projetistas interagem com outros agentes BIM realizando a troca de modelos (interoperabilidade). Nesta etapa, o processo de projeto se torna mais colaborativo, começando a passar por modificações como a alteração das fases de projeto, as relações contratuais, as interações entre diferentes disciplinas e outros. O fluxo de trabalho que antes era baseado em documentos, passa a ter como base a interação dos modelos. Neste estágio, a comunicação ainda é, segundo Manzione et. al (2021) linear, havendo trocas de informação entre um profissional e outro (figura 12 e 13), não havendo ainda um canal integrado em que todos possam remotamente trabalhar em cima de um mesmo modelo.

Figura 12- Intercâmbios no modelo



Fonte: Manzione *et al.* (2021) adaptado de Succar (2013)

Figura 13- Modelo vinculado ou federado



Fonte: Manzione *et al.* (2021) adaptado de Succar (2013)

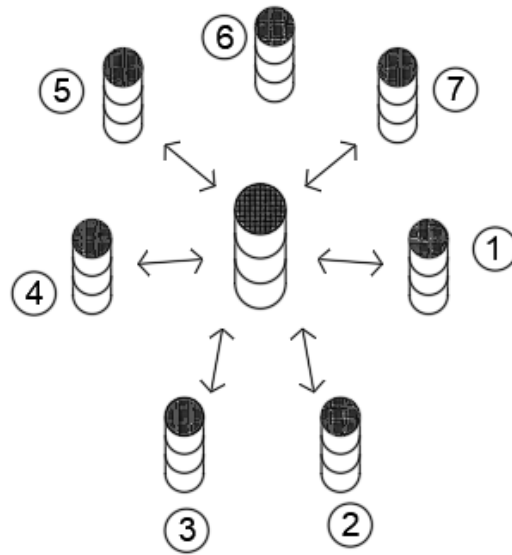
2.4.2.4 Estágio 3 do BIM – integração baseada em rede

A interação entre os modelos se torna mais complexa e ocorre durante todo o ciclo de vida do projeto. Segundo Rodrigues (2018) apud Succar (2009), o desenvolvimento do edifício se torna síncrono, ou seja, há trabalho simultâneo de todas as disciplinas ao invés da quebra do processo de projeto em fases com base na entrega de documentos.

2.4.2.5 Pós- BIM

Apesar de ainda não ser completamente definido, o pós- BIM, para Manzione *et al.* (2021) representa a meta das implementações BIM depois de passar pelos estágios anteriores. É um estágio onde há capacidade de compartilhar informações com base em dados externos, estabelecendo *links* entre elas. Nesta etapa, a modelagem BIM se associa a outros sistemas de informação e tecnologias.

Figura 14: Modelo vinculado ou federado



Fonte: Manzione *et al.* (2021) adaptado de Succar (2013)

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A empresa

A empresa que foi objeto de estudo deste trabalho se localiza na cidade de Fortaleza-CE e atua há 44 anos no mercado da Construção Civil de Alto Padrão. Os principais produtos desenvolvidos são edifícios multifamiliares AAA (Triple A): classificação fornecida pelo Núcleo de Real State da Poli/USP que assegura o nível máximo de qualidade, padrão de construção e de tecnologia em sistemas prediais.

A construtora que tem como visão ser a empresa mais inovadora no mercado onde atua, até o momento, totaliza 16 obras residenciais e 08 industriais entregues, 01 empreendimento em andamento e 01 em lançamento.

Atualmente, o modelo de gestão é baseado em seu Sistema Lean de Qualidade e tem como principais preocupações: o capital humano (*life*), o meio ambiente (*green*) e a busca pela inovação e tecnologia aplicada ao processo de construção (BIM).

Por sua vez, organização está entre as referências brasileiras no uso do *Lean Construction* (Construção enxuta), sendo a primeira no estado a obter a certificação ISO 9000 e o selo “*Green Buildings*” para prédios ecologicamente corretos. Além disso, obteve destaque como construtora do ano no Ceará por quatro anos consecutivos, em 2016, 2017, 2018 e 2019, sendo também nacional e internacionalmente premiada pelo seu desempenho em inovação.

3.2 A entrevista

A entrevista teve o objetivo de colher dados em torno do uso do BIM na prática de uma grande empresa de construção civil e se deu através da aplicação de questionários e de uma chamada de vídeo com a responsável pela coordenação BIM da organização.

O primeiro questionário foi voltado a informações sobre a empresa e o segundo se referia a informações técnicas sobre a implementação da metodologia. Ambos buscaram abordar pontos de relevância para o uso neste trabalho e maiores esclarecimentos a respeito do processo foram fornecidos por meio da videochamada.

Os questionários que foram utilizados nesta pesquisa se encontram no apêndice A.

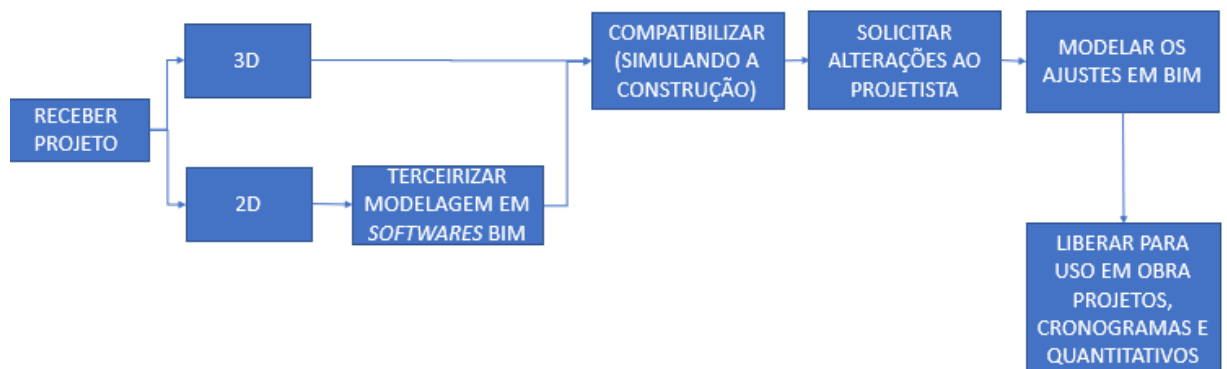
3.3 Resultados

Por meio da entrevista se identificou que a empresa atualmente se encontra no Estágio 2 do BIM, processo colaborativo em que todos os profissionais atuam conjuntamente e a metodologia passa a ser utilizada para análise de tempo/ planejamento- 4D e estimativas de orçamento- 5D. Aplica-se também o *clash detection*, uma detecção automática de conflitos entre as disciplinas e a comunicação se dá de forma linear, de um profissional para o outro.

O processo de implementação do BIM na empresa se iniciou há aproximadamente 10 anos, quando utilizou uma obra como teste, junto ao projetista de arquitetura, que também estava fazendo o primeiro projeto na metodologia. Inicialmente, apenas a disciplina de arquitetura era trabalhada em *software* BIM e a cada obra a empresa foi avançando mais com os projetistas e *softwares* de outras disciplinas como elétrica, estrutura e instalações.

A figura 15 exemplifica como se dá o fluxo do processo de projeto BIM da construtora até a última obra desenvolvida. Os projetos são recebidos em 3D ou em 2D (que é o caso dos projetos de instalações, do qual o projetista ainda não trabalhava com a ferramenta e sua modelagem em *software* BIM foi terceirizada antes de passar para próxima etapa), em seguida, passam por uma compatibilização BIM realizada pela coordenadora, que simula a construção do projeto. No *software* utilizado por ela, também são extraídas informações para orçamento e planejamento. Em caso de serem identificadas interferências, os projetistas serão solicitados para realizar o ajuste dos modelos para que assim os projetos, cronogramas e quantitativos resultantes do processo possam ser disponibilizados para uso na obra.

Figura 15: Fluxo do processo de projeto BIM da empresa entrevistada



Fonte: Elaborada pela autora

Ao que se refere à gestão BIM, a empresa que não utiliza serviços de consultoria, trabalha com uma equipe própria, composta pelo coordenador de projetos (especialista BIM) e projetistas. Os *softwares* utilizados no processo de projeto da construtora são: o AutoCAD, Revit *Architecture*, *Structure*, MEP e também o *Navisworks*.

Os principais interesses em se implementar o BIM na empresa foram a busca por inovação tecnológica, a redução de custo, melhorias no gerenciamento da obra e da organização.

Quanto aos principais benefícios, se destacou o auxílio no planejamento da obra e a possibilidade de se antecipar problemas que aconteceriam na construção, por meio das melhorias na compatibilização e visualização de projetos.

Em relação as dificuldades encontradas durante o processo de implantação, se pontuaram a capacitação de profissionais e de projetistas que trabalhassem com a metodologia, além do alto custo dos *softwares* utilizados.

Em relação aos treinamentos fornecidos, a empresa auxiliou no desenvolvimento dos projetistas e realizou capacitações com todos os gestores de obra. Destacando também a importância da constante reciclagem destes conhecimentos.

Para promover a evolução em empreendimentos futuros, a construtora prevê a adoção de um Ambiente Comum de Dados (CDE) e a estruturação de seu próprio Plano de Execução BIM (PEB).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por um lado, a Construção Civil é considerada um termômetro do crescimento econômico e da geração de emprego, por outro, seus processos ainda são extremamente manuais e tecnologicamente defasados quando comparada a outros setores. Sendo assim, a adoção do *Building Information Modeling* (BIM), que atua como uma ferramenta capaz de tornar o processo construtivo mais eficiente, reflete diretamente em resultados não somente na empresa que o aplica, mas também, no desenvolvimento do país.

O embasamento bibliográfico realizado por este trabalho auxiliou na compreensão das premissas necessárias para implementação da metodologia e o estudo de caso em uma empresa de referência atingiu o objetivo de entender na prática como esta pode ser aplicada no processo de projeto de uma construtora.

Na realização da entrevista com a organização de Fortaleza, chamou a atenção positivamente o fato de o BIM vir sendo implementado desde meados de 2011, o que é considerado um avanço em relação ao cenário brasileiro da época, visto que 07 anos mais tarde, Castelo, Marcelinni e Viana (2018) apontaram seu uso em menos de 10% das empresas no Brasil.

Quanto ao início do uso da metodologia, verificou-se que este seguiu o recomendado pela bibliografia, começando por uma obra piloto, avançando com as disciplinas a cada novo empreendimento. A gestão do BIM dentro da organização é centralizada em uma única profissional, a coordenadora de projetos, que por possuir capacidade técnica de trabalhar com as tecnologias digitais da metodologia, atua como *BIM Manager*.

Verificou-se que, apesar do longo tempo de implantação, a empresa ainda se enquadra no Estágio 2 do BIM, o que mostra que este ainda não está sendo utilizado de forma plena. Além de que, muitos projetos ainda são recebidos em 2D, o que gera um retrabalho em se realizar uma nova modelagem destes em 3D para compatibilização. No entanto, se observa um grande interesse por parte da organização em avançar no desenvolvimento da metodologia, já estruturando avanços para esta em seu próximo lançamento.

Os softwares utilizados para projeto e compatibilização são tidos como populares no Brasil e que apesar do alto custo e dificuldades de se encontrar profissionais habilitados para trabalhar com eles e com as ferramentas em si, seus benefícios são compensadores para o processo de projeto como um todo.

Por fim, se observou que a construtora entrevistada apresentou pontos-chaves para o avanço da metodologia como: apoio da alta direção; desenvolvimento constante de pesquisas

em inovação; estímulo e capacitação de colaboradores, o uso de prototipagem para uma melhor compreensão do processo e foco na melhoria contínua deste, que a tornam um modelo em boas práticas BIM, que pode ser seguido por qualquer empresa ou profissional que deseje também nele se desenvolver.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT- NBR 16636-1. **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos- Parte 1: Diretrizes e terminologia.** 2017. 19p.

BIM DICTIONARY. **Compatibility.** Disponível em:
< <https://bimdictionary.com/terms/search>>. Acesso em: 28 out.21.

CATTANI, A. **Recursos informáticos e telemáticos como suporte para formação e qualificação de trabalhadores da construção civil.** 2001. 249 p. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2001.

CASTELO, A., MARCELLINI, L., VIANA, I. **A construção digital parte 2.** Disponível em:
<<https://blogdoibre.fgv.br/posts/construcao-digital-parte-2>>. Acesso em 28 out.2021.

CROTTY, R. **The Impact of Building Information Modelling.** SPON Press. Nova Iorque, 2012.

DINSMORE, P. C., NETO, F. H. S. **Gerenciamento de projetos: como gerenciar seu projeto com qualidade, dentro do prazo e custos previsíveis.** 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors.** 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

GUIA AsBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM, Fascículo II. Disponível em :
<<http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d6005212432f590eb72e0c44f25352be.pdf>>.
Acesso em : 28 out. 21.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 19650. **Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM).** 2018. 34p.

JONES, S.; BERNSTEIN, H. The Business Value of BIM in North America Multi-Year Trend Analysis and User Ratings (2007–2012). **MCGRAW-HILL CONSTRUCTION SMARTMARKET REPORT.** Bedford: Copyright, 2012.

JONES, S.; BERNSTEIN, H. The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around the World Are Driving Innovation With Building Information Modeling. **MCGRAW-HILL CONSTRUCTION SMARTMARKET REPORT.** Bedford: Copyright, 2014.

LEUSIN, S. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM: Um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos.** GEN LTC, 2018.

LOUZAS, R. **Pesquisa mostra que mais de 90% dos arquitetos e engenheiros pretendem utilizar o BIM em até cinco anos.** PINI-Exercício Profissional e Entidades. São Paulo, 2013.

MARQUES, G.A.C. **O projeto na engenharia civil**, 1979. Dissertação (Mestrado)- Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 343 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2013.

MANZIONE, L.; MELHADO, S.; NÓBREGA, C.L. **BIM e Inovação em gestão de projetos**- 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

MESSNER, J. et. al. (2019) **Building information modeling execution planning guide version 2.2**. The Pennsylvania State University. Disponível em: <<https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/>>. Acesso em 15 abr.2021.

NAVARRO, S. **Planejamento de empreendimentos imobiliários: gestão de risco orientada a gestão de prazo com ênfase na identificação de alertas antecipados**. 2007. 277p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

Nobre, J.A.P.; SANTOS, A.P.S.; BARROS NETO, J.P. **O desenvolvimento de produto na construção civil: um estudo de caso em Fortaleza**. In: ENEGEP: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis. Proceedings, 2004.

NÓBREGA, C.L. **Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia**. 2012. 227f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

OLEGÁRIO, W. L.C. **Revisão das atividades desempenhadas pelo coordenador de projetos frente a tecnologia BIM**. Monografia (Graduação). João Pessoa: UFPB, 2018.58p.

OLIVEIRA, M. C. G. **Os fatores determinantes da satisfação pós-ocupacional de usuários de ambientes residenciais**. Dissertação (Mestrado). Florianópolis: UFSC, 1997.

OLOFSSON, T., et. Al, **The InPro LifeCycle Design Framework for Buildings**. InPtro Consortium, 2010, 62p.

RODRIGUES, Ana. **Grau de Maturidade em BIM: Estudos de Caso em empresas projetistas de Arquitetura na cidade de São Paulo**. São Paulo, 2018. 164p.

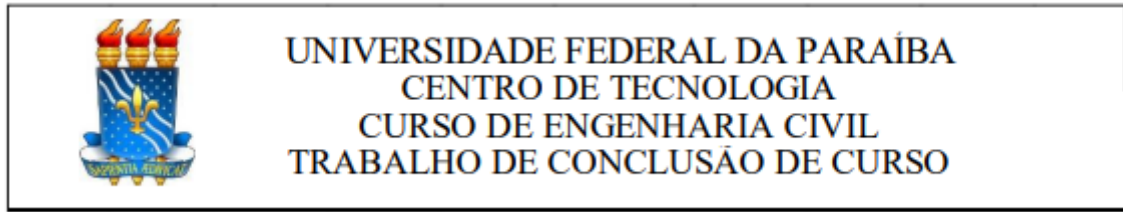
Sarmad Mehrbod, Sheryl Staub-French, Narges Mahyar, Melanie Tory (2019). **Beyond the clash: investigating BIM-based building design coordination issue representation and resolution**. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 24, pg. 33-57,

SUCCAR, B. (2009): **Building Information Modelling Maturity Matrix**. In: Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies p.65-103. Austrália: IGI Publishing, nov. 2021.

SUCCAR, B.(2013): **Episode 18: Comparing the BIM Maturity of contries**. 15 ago. 2013. Disponível em: <<http://www.bimthinkspace.com/2013/08/comparing-the-bimmaturity-of-countries.html>>. Acesso em: 21 jun. 2021.

WANDERLEY, Ayanna Karina de Assis Santos. **Premissas para implantação de Building Information Modeling em empresas de projetos e de construção: estudos de caso.** 2017. 181 f. Dissertação (Mestrado). Recife: UPE, Escola Politécnica, 2017.

WIDEMAN, M. **Project and program risk management: a guide to managing project risks and opportunities.** 1992.

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIOS PARA ENTREVISTA**PESQUISA DE CAMPO: USO DO BIM EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

A referente pesquisa tem como objetivo analisar o uso do BIM em empresas da Construção Civil. Desse modo, a coleta desses dados faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso da Graduação em Engenharia Civil pela UFPB. A identidade do entrevistado e da empresa não será divulgada, de modo a manter sua privacidade. Para esclarecer qualquer dúvida, coloco-me à disposição através do e-mail larissagdspones@gmail.com.

PRIMEIRA SEÇÃO – DADOS DO VOLUNTÁRIO

1- Qual o nome da empresa?

2- Qual o seu principal público alvo?

() MCMV

() Médio Padrão

() Alto Padrão

3- Qual o principal produto da empresa?

4- Há quanto tempo a empresa atua no mercado?

SEGUNDA SEÇÃO – AVALIAÇÃO TÉCNICA

1- Até que estágio a sua empresa utiliza o BIM?

() Pré- BIM (uso de desenhos 2D, com uso de AutoCAD. Pode haver visualização em 3D, mas apenas como representação geométrica da construção para gerar imagens)

() Estágio 01 do BIM (Há modelagem em 3D com uso de softwares como o Revit, ArchiCAD ou Tekla. Desenhos 2D são gerados automaticamente por estes softwares. Como os objetos são parametrizados, pode-se gerar quantitativos de maneira automática)

() Estágio 02 do BIM (Processo colaborativo em que todos os profissionais trabalham em conjunto , o BIM passa a ser usado par análise de tempo/planejamento -4D e estimativas de orçamento – 5D. Nessa fase também se aplica o Clash Detection, uma detecção automática de conflitos entre as disciplinas. A comunicação se dá de forma linear, de um profissional para outro.)_

() Estágio 03 do BIM (Integração baseada em rede, há desenvolvimento de um modelo interdisciplinar, permitindo análises complexas desde as etapas iniciais do processo de projeto.)

2- Como se deu o processo de implementação do BIM na sua empresa?

3- Quanto tempo durou o processo de implementação do BIM em sua empresa, até o estágio em que ela está hoje?

4- A gestão BIM em sua empresa é feita por equipe própria ou terceirizada? Se terceirizada, por qual empresa?

5- Quais são os profissionais que compõem a equipe BIM ? Especificar se são do quadro da empresa ou terceirizados

6- Quais softwares que a empresa trabalha?

() AutoCAD; () SketchUP; () ARCHICAD; () AUTOCAD Civil 3D; () Revit Architecture, Structure ou MEP; () TQS; () CYPECAD; () Outros: _____

7- Quais foram os principais interesses da empresa na implantação do BIM?

() Sugestão dos clientes, equipe ou parceiros; () Demanda de mercado; () Busca por inovação tecnológica e redução de custos; () Melhorar a qualidade do produto. () Melhorar o gerenciamento da obra ou empresa; () Aumento da competitividade; () Aumento da produtividade; () Outros: _____

8- Quais os principais benefícios da metodologia para a empresa?

9- Que dificuldades foram encontradas durante a implantação? Ex: Gestão de Pessoas, Gestão da Informação, Treinamento, Software, Entraves técnicos, Mudança de Metodologia, etc.
