

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ROSELI APARECIDA PEDROSO

**A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE  
EDIFICAÇÕES EM CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS**

São Paulo

2025

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ROSELI APARECIA PEDROSO

**A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE  
EDIFICAÇÕES EM CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS**

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo, para  
obtenção do título de Especialista em Tecnologia  
e Gestão na Produção de Edifícios.

Orientador:

Prof. Msc Ana Cristina Chalita

São Paulo

2025

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

#### Catálogo-na-publicação

Pedroso, Roseli Aparecida

A implementação do BIM na coordenação de projetos de edificações em construtoras e incorporadoras / R. A. Pedroso -- São Paulo, 2025.

181 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1. Building Information Modeling BIM 2. Coordenação de Projetos  
3. Processos Colaborativos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica.  
Poli-Integra II.t.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo Seu amor incondicional, por iluminar meus passos, fortalecer minha fé e me sustentar em cada etapa desta jornada.

Ao meu esposo, pelo companheirismo, que contribuíram significativamente para que eu pudesse avançar com esse trabalho.

Aos meus colegas de classe, cujas discussões aprofundaram meu aprendizado. Em especial, às minhas amigas, Mariana, Camila e Jéssica, pela presença, pelas palavras de incentivo e pelo encorajamento, que se mostraram essenciais ao longo do percurso.

À minha orientadora, Ana Cristina Chalita, que gentilmente aceitou me orientar, oferecendo direção e disponibilidade para que este trabalho se concretizasse.

Aos meus professores da pós-graduação, pela dedicação e pelos ensinamentos transmitidos, que ampliaram minha perspectiva acadêmica e profissional.

A todos aqueles que contribuíram com suas experiências e propuseram discussões enriquecedoras sobre o tema, registro minha sincera gratidão.

## RESUMO

Esta pesquisa investigou a implementação da metodologia Building Information Modeling (BIM) na coordenação de projetos de edificações em construtoras e incorporadoras. O objetivo principal foi mapear as alterações nas atividades do coordenador de projetos decorrentes da adoção do BIM, bem como avaliar sua viabilidade e identificar barreiras para a implementação. A pesquisa, de abordagem qualitativa, baseou-se em entrevistas com profissionais de cinco empresas do setor, analisando aspectos relacionados à gestão, técnica, operacional e qualificação das equipes.

Os resultados indicam que a adoção do BIM provocou reestruturações significativas nos processos de coordenação, incluindo formalização de procedimentos, padronização de entregáveis, reorganização de fluxos de trabalho e uso de plataformas digitais para gerenciamento e rastreabilidade de informações. A modelagem antecipada e o uso de modelos federados possibilitaram maior precisão técnica, detecção precoce de inconsistências e melhoria na comunicação e colaboração entre disciplinas.

Apesar dos avanços, foram identificados desafios como padronização de processos, limitação de profissionais qualificados e barreiras culturais à colaboração. Conclui-se que a implementação do BIM constitui uma transformação organizacional, com impactos positivos expressivos na coordenação de projetos de edificações.

**Palavras chaves:** Building Information Modeling (BIM); Coordenação de Projetos; Processos Colaborativos.

## ABSTRACT

This study investigated the implementation of Building Information Modeling (BIM) in the coordination of building projects within construction and development companies. The main objective was to map the changes in project coordinator activities resulting from BIM adoption, as well as to evaluate its feasibility and identify implementation barriers. This qualitative research was based on interviews with professionals from five companies in the sector, analyzing aspects related to management, technical procedures, operational workflow, and team qualification.

The results indicate that BIM adoption led to significant restructuring of coordination processes, including the formalization of procedures, standardization of deliverables, reorganization of workflows, and the use of digital platforms for information management and traceability. Early-stage modeling and the use of federated models enabled greater technical accuracy, early detection of inconsistencies, and improved communication and collaboration across disciplines.

Despite these advances, challenges were identified, including process standardization, the limited availability of qualified professionals, and cultural barriers to collaboration. It is concluded that the implementation of BIM constitutes an organizational transformation, with significant positive impacts on the coordination of building projects.

**Key words:** Building Information Modeling (BIM); Project Coordination; Collaborative Processes.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo do processo de projeto CAD.....	3
Figura 2 - Processo colaborativo simultâneo no BIM .....	4
Figura 3 - Metodologia aplicada.....	8
Figura 4 - Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases.....	11
Figura 5 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.....	12
Figura 6 – Os quatro principais participantes que atuam em um empreendimento de construção de edifícios. ....	13
Figura 7 – Proposta para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento.....	15
Figura 8 - O processo de projeto de edificações.....	17
Figura 9 - Representação gráfica das fases do processo de projeto de edificações.....	18
Figura 10 - Atividades da coordenação de projetos. ....	23
Figura 11 - Aspectos da gestão da coordenação de projetos. ....	24
Figura 12 - O arranjo da equipe de projeto segundo o conceito de equipe multidisciplinar. ...	29
Figura 13 - Organização e fluxo de informações de projeto. ....	35
Figura 14 - Modelo de gerenciamento de projeto “off-line”.....	36
Figura 15 - Modelo de gerenciamento de projeto “on-line”.....	36
Figura 16 - Fases de implementação do BIM no Brasil - Decreto N° 10.306 (BRASIL, 2020) .....	42
Figura 17 - Fundamentos do BIM .....	44
Figura 18 - Processo de implantação de BIM em uma empresa .....	45
Figura 19 - Inserção do BEP no processo de gestão da informação de acordo com a ISO 19650 – Parte 2.....	46
Figura 20 – Estrutura conceitual do Plano de Execução em BIM (BEP).....	47
Figura 21 – Esquema do processo construtivo .....	52
Figura 22 – Pré-requisito de projeto e nível de informação necessária.....	52
Figura 23 – Fluxo do processo de projeto no CAD.....	53
Figura 24- Fluxo do processo de projeto em BIM.....	54
Figura 25- Processo de projeto em BIM.....	54

Figura 26 – Relação entre esforço e impacto .....	56
Figura 27 – Fases de projeto.....	57
Figura 28 – Modelo de edifício para cada disciplina a serem planejados .....	59
Figura 29 – Etapas do processo de compatibilização .....	60
Figura 30 – Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015) .....	61
Figura 31- Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015) .....	62
Figura 32 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015) .....	62
Figura 33 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015) .....	62
Figura 34 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015) .....	62
Figura 35 – Esquema representando o mapa do processo de projeto Nível 1 .....	65
Figura 36 - Esquema representando o mapa do processo de projeto Nível 2.....	66
Figura 37 – Exemplo de “pacote” de informação.....	66
Figura 38 – Estrutura do guia para coordenação do processo de projeto no contexto da modelagem da informação.....	68
Figura 39 – Documentos BIM na organização .....	72
Figura 40 - Engenharia Sequencial X Engenharia Simultânea.....	73
Figura 41– Estrutura básica de um CDE .....	75
Figura 42 – Exemplo de pacote de dados estruturados .....	75
Figura 43 – Descrição dos estados dos contêineres.....	76
Figura 44 – Fluxo da transição entre estados e agentes envolvidos .....	76
Figura 45 - Funcionalidades do CDE .....	77
Figura 46 – Tipos de arquivos .....	78
Figura 47 – Ciclo de compatibilização de um projeto em BIM .....	79
Figura 48 – Fluxo da comunicação do processo tradicional versus em BIM.....	80
Figura 49 – Principais macro fases do ciclo de vida de um empreendimento e seus benefícios .....	81
Figura 50 – Os usos dos modelos BIM ao longo do empreendimento.....	84
Figura 51- Evolução Tecnológica da Indústria da Construção.....	85
Figura 52: Níveis de conhecimento de soluções tecnológicas digitais aplicadas a indústria da construção (% de participantes).....	86
Figura 53: Formatos para a gestão das informações.....	87
Figura 54 – Organograma setor de coordenação de projetos da empresa “A” .....	98
Figura 55 – Relação das atividades 2D x BIM .....	100
Figura 56 – Fluxograma de trabalho em função do BIM da empresa “A” .....	102

Figura 57 – Etapas de desenvolvimento do projeto da Empresa “A” .....	103
Figura 58 – Etapas de desenvolvimento do projeto da Empresa “B” .....	108
Figura 59 – Organograma setor da coordenação de projetos da empresa “B” .....	110
Figura 60 – Fluxograma de trabalho em função do BIM da empresa “B” .....	112
Figura 61 - Organograma setor da coordenação de projetos da empresa “D” .....	118
Figura 62– Organograma setor de coordenação de projetos da empresa “E” .....	123
Figura 63 – Estratégia da implementação BIM nas empresas analisadas .....	151
Figura 64 – Síntese dos resultados técnicos sobre a adoção do BIM nas empresas analisadas .....	152

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Novas competências de gestão e de implementação da modelagem da informação da construção em projeto.....	50
Quadro 2 - Usos do BIM .....	82
Quadro 3 - Comparativo do Processo Tradicional de Coordenação de Projetos com o processo de coordenação BIM.....	90
Quadro 4 – Lista de empresa entrevistas .....	95
Quadro 5 - Ferramentas e Plataformas Utilizadas .....	104
Quadro 6 - Ferramentas e Plataformas Utilizadas .....	108
Quadro 7 - Dados iniciais das empresas estudadas .....	127
Quadro 8 - Tabela comparativa – Implantação BIM.....	128
Quadro 9 - Tabela comparativa – Implementação BIM na área de projetos .....	131
Quadro 10 – Principais atividades operacionais do Coordenador de acordo com as empresas analisadas.....	153

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
BEP	BIM Execution Plan
CAD	Computer-Aided Design
ASBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
CDE	Common Data Environment
NBR	Norma Brasileira
ISO	International Organization for Standardization
ABNT PR	Prática Recomendada ABNT
PMI	Project Management Institute
AEC	Architecture, Engineering and Construction
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
BR	Brasil
BDS	Brazilian Data Standard
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
AdePT	Analytical Design Planning Technique
DSM	Design Structure Matrix
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development
BCF	BIM Collaboration Format
IDS	Information Delivery Specification
PDF	Portable Document Format
3D	Terceira Dimensão
4D	Quarta Dimensão
5D	Quinta Dimensão
6D	Sexta Dimensão
7D	Sétima Dimensão
8D	Oitava Dimensão
9D	Nona Dimensão
10D	Décima Dimensão

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 CONTEXTO .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.2.1 OBJETIVO PRINCIPAL .....	5
1.2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	5
1.3 JUSTIFICATIVA .....	6
1.4 MÉTODOS DE PESQUISA.....	8
1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO .....	9
2. COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS .....	9
2.1 DEFINIÇÕES E OBJETIVOS DE UM PROJETO DE EDIFICAÇÕES .....	9
2.2 AGENTES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES .	13
2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS .....	16
2.4 DIFERENÇAS ENTRE GESTÃO, COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO.	20
2.5 DEFINIÇÃO E OBJETIVOS DA COORDENAÇÃO DE PROJETOS .....	22
2.6 O COORDENADOR DE PROJETOS .....	28
2.7 GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETOS.....	32
2.8 ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO TRADICIONAL DE COORDENAÇÃO DE PROJETOS.....	38
3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) .....	41
3.1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO (BIM)..	41
3.2 O SURGIMENTO DE NOVOS AGENTES ASSOCIADOS À MODELAGEM DA INFORMAÇÃO (BIM) E AS NOVAS COMPETÊNCIAS DE GESTÃO .....	48
3.3 O PROCESSO DE PROJETOS EM BIM .....	51
3.4 O COORDENADOR DE PROJETOS NO PROCESSO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO (BIM) .....	67

3.5	GESTÃO DAS INFORMAÇÕES COM O USO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO EM PROJETOS DE EDIFÍCIOS .....	71
3.6	PRINCIPAIS USOS E BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA BIM .....	79
3.7	MATURIDADE BIM NO BRASIL .....	84
3.8	ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO DE COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM 88	
4.	ESTUDO DE CASO .....	93
4.1	CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS .....	94
4.1.1	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES COLETADAS EM CAMPO .....	95
4.1.2	RESULTADOS OBTIDOS .....	126
4.2	ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS .....	150
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	156
	REFERÊNCIAS .....	160

## **APÊNDICE**

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTO

O papel desempenhado pelo profissional que atua na área de coordenação de projetos torna-se cada vez mais importante para o sucesso do empreendimento, tendo em vista que operacionaliza as atividades durante todo o processo de projeto, buscando garantir que as soluções técnicas desenvolvidas pelos projetistas estejam de acordo com as necessidades e objetivos do cliente, bem como, com a cultura construtiva da organização.

Segundo Silva e Novaes (2007), os coordenadores de projetos precisam ter uma visão completa e integrada de todo o processo de projeto. Portanto, necessitam de elevado conhecimento técnico para analisar e avaliar adequadamente as soluções de projetos de diferentes especialidades, assim como organizar e controlar o intenso fluxo de informações, além de gerenciar e integrar os diversos agentes envolvidos.

De acordo com o Manual e Escopo de Projetos e Serviços de Coordenação de Projetos (2019), as principais atividades a serem desenvolvidas pela coordenação de projetos estão relacionadas à organização, ao planejamento e à gestão do processo de projeto. O Manual tem por objetivo estabelecer os parâmetros que deverão ser seguidos no desenvolvimento dos projetos, definir o escopo de acordo com cada especialidade e etapa de projeto, além de planejá-las. Já a Gestão do processo de projeto envolve atribuições e responsabilidades como: controlar os prazos e custos em relação ao planejamento inicial, garantir a qualidade das soluções técnicas e a inclusão dessas soluções ao projeto, validar os projetos de acordo com as etapas de desenvolvimento, fomentar a integração, comunicação e cooperação entre os participantes e assegurar a compatibilidade das soluções de várias especialidades envolvidas.

Além disso, as atividades do Coordenador não finalizam com a entrega dos projetos à obra, sua atuação deve estar associada com a etapa de execução, fase de uso, operação e manutenção da obra, pois essas etapas posteriores ao projeto podem influenciar nas tomadas de decisões durante o desenvolvimento dos demais produtos. De maneira geral, sua atuação pode ter início logo na concepção, ao oferecer informações que possam caracterizar e conceituar o produto imobiliário, atuando no repasse das demandas aos projetistas que serão contratados, e por fim, termina na fase de pós entrega da obra com a retroalimentação de informações para a melhoria contínua das iniciativas da empresa.

Nos últimos anos, a tecnologia BIM (Building Information Modeling) está em evidência no setor da construção de edificações no Brasil. De acordo com Santos (2016) o BIM é um conjunto integrado de tecnologias e políticas que permitem construir modelos e fazer a gestão de toda a informação pertinente a um edifício, em todo o seu ciclo de vida, desde o projeto até a operação. A proposta da metodologia BIM é proporcionar um trabalho colaborativo e integrado de forma a evitar alterações de custos, desperdícios de materiais, entre outros prejuízos na obra, pois permite a antecipação das decisões.

“BIM é uma nova plataforma da tecnologia da informação aplicada à construção civil e materializada em novas ferramentas (softwares), que oferecem novas funcionalidades e que, a partir da modelagem dos dados do projeto e especificação de uma edificação ou instalação, possibilitam que os processos atuais sejam realizados de outras maneiras (baseados em modelos) muito mais eficazes.” (CBIC 2016).

Conforme Manzione (2013) o uso do BIM requer uma alteração no modo de trabalho e no gerenciamento do processo. O autor aponta a criação de novos agentes com o desenvolvimento do BIM e também defende a importância do coordenador de projetos no processo BIM, além disso, enfatiza a necessidade da melhoria na capacitação desse profissional para que seja possível agregar em suas funções o trabalho colaborativo e toda a gestão da comunicação.

Segundo OLEGÁRIO et al (2018. p. 2598) “O papel desempenhado pelo coordenador exige características peculiares, que ajudam durante o exercício de sua atividade. Com o BIM, essas características podem mudar. O ritmo de trabalho passa a ser outro [...]”. Conforme observado por esses autores, o BIM funciona como uma ferramenta que facilita e integra todos os projetos e necessita do coordenador para relacionar e direcionar o trabalho de todos os projetistas envolvidos.

Nóbrega (2012) informa que a inserção da tecnologia BIM tende a facilitar o desenvolvimento de projetos e sua coordenação, porém demanda de novos métodos de gestão, além da maior capacitação dos profissionais. Dessa maneira, é necessário compreender como a tecnologia BIM funciona e como ela afeta o trabalho do coordenador de projetos de edificações.

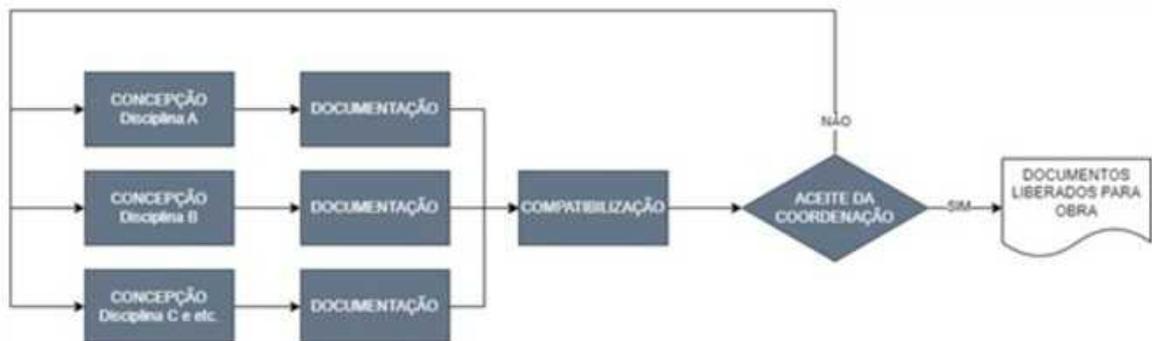
De acordo com Amorim (2023) no processo de coordenação em CAD 2D (Computer Aided Design) as trocas de informações ocorrem por meio de documentos gráficos que são

entregues por fase ou por etapa de projeto, devendo aguardar a entrega de seus precedentes. Durante a compatibilização, erros e inconsistências representam um grande volume de retrabalho em decorrência das documentações gráficas que deverão ser geradas novamente. E o fluxo se repete a cada etapa de desenvolvimento, em que cada disciplina deve aguardar o avanço de outros precedentes. Isto exige um sequenciamento da produção e aumenta os prazos de execução dos projetos.

Amorim (2023) reitera que a coordenação de projetos em BIM é um processo que integra todas as disciplinas em um “modelo federado” único. Todos os participantes podem visualizar as demais disciplinas, tornando-se mais simples a identificação de conflitos, incompatibilidades; o que impacta diretamente no fluxo de trabalho e cronograma.

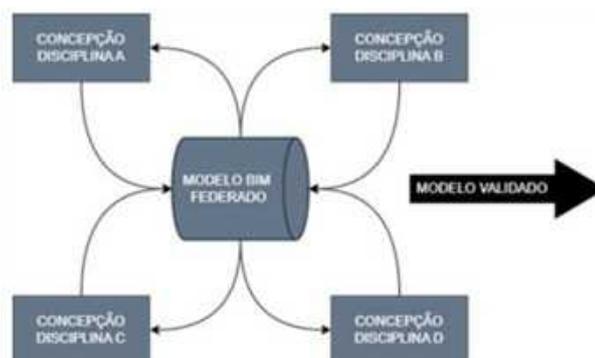
Assim como bem declara que essa tecnologia altera a forma com que os projetos são desenvolvidos, diferente do CAD (Computer Aided Design) onde as respostas e decisões são sequenciadas e segmentadas, tal qual ilustrado na Figura 1, já no processo BIM a comunicação é síncrona e com processos baseados na colaboração simultânea, exemplificado na Figura 2.

Figura 1 - Fluxo do processo de projeto CAD



Fonte: Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos, Amorim (2023).

Figura 2 - Processo colaborativo simultâneo no BIM



Fonte: Gerenciamento e coordenação de projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos, 2023.

A coordenação de projetos em BIM pode parecer simples, por integrar todos os projetos de diferentes disciplinas em um único “arquivo”. Todavia, Amorim (2023) alerta que essa colaboração resulta em um aumento exponencial na comunicação entre as equipes. E para atender esse fluxo, tornam-se essenciais sistemas que permitam essa troca de informações com segurança e rastreabilidade, requerendo maior controle no compartilhamento de arquivos.

Conforme o Fascículo de Boas Práticas BIM, do GTBIM AsBEA (2013), a implementação da plataforma BIM na empresa necessita de uma mudança cultural, investimento em infraestrutura, treinamentos e revisões de processos de trabalho. Porém, de acordo com o Fascículo de Boas Práticas, para obter sucesso na prática é preciso que todos os colaboradores estejam envolvidos na mudança a fim de formar uma cadeia de trabalho colaborativa. Apesar do avanço da literatura sobre o BIM, ainda há escassez de estudos que analisem de forma aprofundada seus impactos diretos nas atividades de coordenação de projetos. A maioria das pesquisas aborda usos, ferramentas ou processos de modelagem, mas não a reorganização prática e gerencial que ocorre nas equipes de projeto após a implementação da metodologia. Diante desse cenário, a pesquisa buscará compreender como a adoção do BIM transforma o processo de coordenação de projetos em construtoras e incorporadoras, impactando papéis, responsabilidades, fluxos de trabalho e resultados técnicos.

Embora o contexto acima evidencie a importância do papel desempenhado pelo coordenador de projetos para o sucesso do empreendimento, observa-se no mercado a existência de falhas no desempenho dessa função, especialmente no que se refere ao

acompanhamento das obras para a retroalimentação das soluções técnicas. Tais falhas são, muitas vezes, decorrentes da falta de tempo, em função das elevadas demandas de trabalho.

Nesse sentido, o BIM, conforme descrito anteriormente, pode atuar como um facilitador do processo de coordenação de projetos, não substituindo a figura do coordenador, mas exigindo que este se adapte às novas culturas e práticas demandadas pela metodologia BIM. Embora este trabalho tenha como foco as alterações na coordenação de projetos frente à metodologia BIM, é imprescindível destacar a importância do papel dos projetistas no processo de projeto, bem como as dificuldades enfrentadas na adaptação a novas metodologias de trabalho, seja em razão da compatibilidade entre softwares, dos diferentes formatos de demandas estabelecidos pelas organizações ou dos elevados custos de implementação.

Ressalta-se, portanto, que a qualidade de um projeto continua diretamente relacionada à atuação do projetista, cabendo ao coordenador de projetos o papel de “maestro”, cuja função principal é gerenciar e integrar o fluxo de informações e demandas existentes ao longo do processo de projetos.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal deste trabalho é mapear as alterações nas atividades do coordenador de projetos decorrentes da implantação da metodologia BIM.

Embora o foco seja na figura do coordenador, o estudo abrange também as atividades desempenhadas no processo de coordenação como um todo, considerando os impactos na estrutura organizacional, na estruturação da área de projetos e nas responsabilidades dos profissionais.

### 1.2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Para alcançar o objetivo principal foram definidos objetivos secundários, baseados na revisão bibliográfica e resultados de questionários aplicados aos agentes envolvidos na coordenação de projetos que utilizam a metodologia BIM. Os conceitos que serão abordados na pesquisa são:

- Conceitos e aplicação da metodologia BIM especificando de forma ampla as alterações no fluxo de trabalho, para compreender a abordagem do coordenador de projetos.

- Conceito de coordenação de projetos de edificações e as atividades que o coordenador desempenha em todo o ciclo do empreendimento, com foco nas alterações geradas pelo uso do BIM.
- Verificar como a tecnologia pode contribuir no fluxo de trabalho do coordenador, seja pela agilidade em todo o processo ou pela facilidade no gerenciamento de informações e dados.
- Identificar, a partir dos questionários, os resultados obtidos na implementação do BIM no processo, bem como os benefícios e dificuldades vivenciados. A partir disso, fazer uma análise crítica que contribua com melhorias nesse processo.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Melhado et al (2006, p. 2), “[...] A coordenação deve ser exercida durante todo o processo de projeto e tem como objetivo fomentar a interatividade entre os membros da equipe de projeto e melhorar a qualidade dos projetos assim desenvolvidos”.

A partir dessa afirmativa dos autores, pode-se concluir que a atuação desse profissional está atrelada a qualidade dos projetos desenvolvidos, o que ressalta a sua importância dentro da organização para o sucesso do empreendimento. Portanto, estudou-se o escopo de seu trabalho, bem como identificou-se as dificuldades enfrentadas para adequar suas atividades às novas tecnologias que surgem no mercado.

A crescente difusão do BIM no setor da construção de edificações mostra que um novo paradigma precisa ser criado para o trabalho colaborativo em projetos. Segundo Manzione (2013), as equipes de projetos multidisciplinares envolvem a participação de vários agentes com diferentes habilidades em uma associação temporária, onde trabalhar de forma colaborativa encaminha a empresa e profissionais para melhores resultados. No entanto, conforme argumenta o autor, esse processo ainda é um desafio que está sendo enfrentado.

Segundo Jim Steel, Drogemuller e Toth (2012), a troca de informações totalmente digitalizadas entre as diversas partes envolvidas no projeto constitui uma das dificuldades enfrentadas, assim como o domínio das ferramentas tecnológicas. Embora os autores retratem as dificuldades decorrentes da digitalização das informações no processo de projeto em BIM, existem outros parâmetros que dificultam a inserção dessa metodologia no mercado, tais como o elevado custo dos softwares, a necessidade de revisão dos processos de projeção e a diversidade de formatos de softwares disponíveis, o que pode ocasionar a falta de integração entre os arquivos.

Manziona (2013) afirma que é fundamental compreender as mudanças que as novas tecnologias trarão às empresas. Isto é necessário para que elas sustentem os processos e proporcionem informações coerentes e relevantes. Essas informações favorecem a colaboração dos agentes de projeto envolvidos em um mesmo empreendimento, contribuindo para o alcance dos objetivos. Ainda, segundo o autor Manziona (2013), para obter os benefícios do trabalho colaborativo oferecido pelo BIM, devem ser levados em consideração os esforços e investimentos em três pilares: pessoas, processos e tecnologias.

Por meio da utilização das ferramentas BIM é possível obter uma representação gráfica mais realista do projeto, o que facilita a identificação e resolução de conflitos durante a fase de projeto. Esse é um dos grandes benefícios, garantir que tudo esteja completo e compatibilizado.

Conforme FEITOSA (2016), o uso do BIM possui muitas vantagens. Quando devidamente implantado, proporciona: ganhos na produtividade dentro do canteiro de obra, inovação do processo com o uso de aplicativos de design digital, melhor visualização através de cronograma mais funcional. Também possibilita a extração de quantitativos de materiais, com base no modelo e facilita a compatibilização dos projetos, entre outras vantagens.

Porém, mesmo com inúmeros benefícios, o autor pontua a existência de casos em que a implantação do BIM elevou os custos e trouxe pouco ou nenhum valor adicionado ao projeto. Por esse motivo, a aplicação exige um bom planejamento e conhecimento de todo o processo de projetos.

Diante desse contexto, a relevância deste trabalho está em analisar o papel do coordenador de projetos frente à implantação do BIM, buscando compreender seu escopo de atuação e as dificuldades enfrentadas na adaptação às novas exigências tecnológicas. Considerando que esse profissional exerce influência direta na integração das equipes, na qualidade das informações e no desempenho dos projetos.

Como resultado, com base nas respostas obtidas por meio das entrevistas e no referencial teórico, o estudo apresenta uma análise crítica que evidencia as alterações organizacionais e operacionais decorrentes da adoção do BIM, bem como os benefícios de sua inserção no processo de gestão de projetos.

A principal contribuição da pesquisa consiste em demonstrar, a partir de casos reais, como a adoção do BIM altera o papel do coordenador de projetos, não apenas no aspecto técnico, mas também nos âmbitos gerencial e organizacional, evidenciando de que forma as

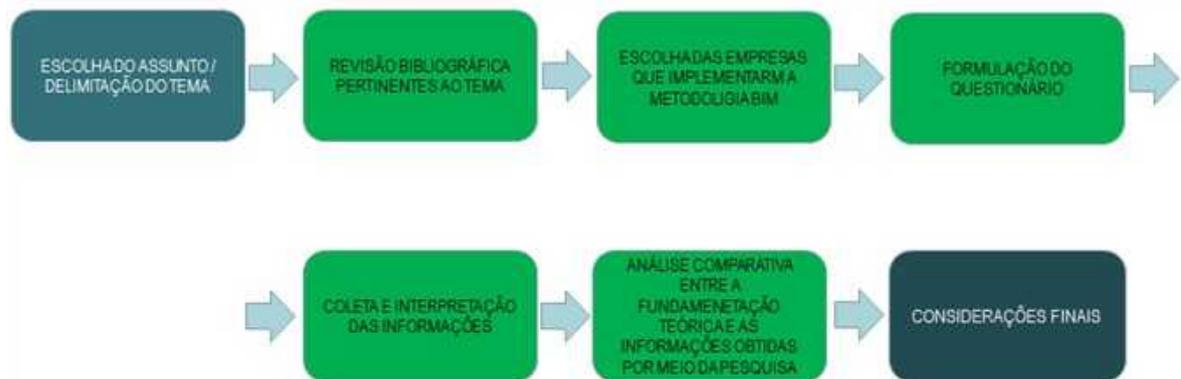
empresas reestruturam seus processos, responsabilidades e interfaces diante da implementação da metodologia BIM.

#### 1.4 MÉTODOS DE PESQUISA

O trabalho foi desenvolvido por meio de referências bibliográficas, com base em livros, teses de doutorado, dissertações de mestrado, artigos, normas técnicas e entrevistas com coordenadores de projetos. Os resultados da pesquisa foram obtidos a partir das entrevistas com profissionais que atuam na área de coordenação de projetos em empresas onde a metodologia BIM foi implantada.

Para a escolha das empresas a serem entrevistadas, levou-se em consideração o perfil das construtoras e incorporadoras, priorizando organizações que atuam no desenvolvimento de edificações e que utilizam a metodologia BIM nos processos de coordenação de projetos.

Figura 3 - Metodologia aplicada



Fonte: De autoria própria

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, tendo como foco a análise dos processos de coordenação de projetos e os impactos da implementação do BIM em empresas construtoras e incorporadoras. Dessa forma, os dados foram analisados de maneira interpretativa, por meio de revisão bibliográfica, estudo comparativo e sistematização das informações em quadros analíticos, não sendo objetivo do estudo a mensuração estatística ou quantitativa dos resultados.

## 1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho foi estruturado em 5 capítulos. O capítulo 1 contém a introdução, os objetivos, a justificativa e a metodologia da pesquisa.

O capítulo 2 aborda o tema Coordenação de Projetos, baseado nos métodos tradicionais. Nesse capítulo, tratam-se assuntos relacionados aos processos de projetos e sua gestão, passando pelos principais agentes envolvidos, pelas etapas do processo de projeto, bem como pelas definições e conceituações referentes ao projeto e a sua coordenação.

O capítulo 3 apresenta o modelo de Coordenação de Projetos em BIM, discorrendo sobre sua conceituação e diferenciação em relação ao processo tradicional.

O capítulo 4 apresenta o estudo de caso, baseado nas experiências vivenciadas pelas empresas com a implementação do BIM em seu dia a dia e como as mesmas estão adotando essa tecnologia.

Por fim, o capítulo 5 com as considerações finais sintetizam os principais resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica e dos dados levantados na pesquisa.

## 2. COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS

### 2.1 DEFINIÇÕES E OBJETIVOS DE UM PROJETO DE EDIFICAÇÕES

A bibliografia sobre o tema é vasta, com inúmeras conceituações pertinentes a projetos. Melhado (1994) observa que a maioria das definições de projeto está relacionada ao procedimento ou a prática de projetar. Pode-se dizer que o autor pontua o enfoque do projeto como criação, por sua vez, como um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas para entregar um resultado.

O Instituto de Gerenciamento de Projetos (Project Management Institute – PMI) 2017 classifica o projeto como: conjunto de atividades temporárias, realizadas por um grupo de pessoas, destinadas a criar um produto, serviço ou resultados únicos. E explícita a necessidade de um início e de um término.

A NBR ISO 9000:2015 define o projeto como um “processo único que consiste em um conjunto de atividades controladas e coordenadas, com datas de início e conclusão, realizadas para alcançar um objetivo em conformidade com requisitos especificados, incluindo as limitações de prazo, custo e recursos”.

Já Melhado (1994) define o projeto na concepção da construção de edifícios como “atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo

desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra”.

Complementando sua definição anterior, Melhado (2001) passa a compreender o projeto como um processo central para o qual convergem todas as decisões e restrições, sejam tecnológicas, de custos, prazos, relacionamento com fornecedores ou organização da produção. Nessa perspectiva, ao antecipar virtualmente os processos construtivos subsequentes, o projeto assume um papel essencial no cenário competitivo e exigente do mercado da construção civil.

Fabricio (2002) acredita que o projeto pode ser visto como uma habilidade intelectual humana operada por meio da criatividade, das técnicas e dos conhecimentos na busca de soluções para problemas e desafios. Também é visto como um processo social, com envolvimento de diferentes agentes e habilidades intelectuais que interferem no desenvolvimento de empreendimentos. Conjuntamente argumenta que é resultado de várias interações sociais, visto que envolvem agentes para além dos projetistas, como os construtores, clientes, usuários.

O Manual de Gestão de Projetos (2011) traz “PROJETO como um conjunto de atividades ou medidas planejadas para serem executadas com responsabilidade de execução definida, objetivos determinados, abrangência ou escopo definida, prazo delimitado, e recursos específicos”.

Conforme Silva (1998) apud Okamoto (2006 p.19), o projeto possui funções de registro e comunicação. Ele também pode ser considerado um documento, com propósito de: interpretação e avaliação da proposta concebida; e previsão dos encargos exigidos para a materialização da obra; aprovação junto aos órgãos oficiais; e o entendimento, por parte dos executores, da imagem mental representada pelo projeto.

Sintetizando as referências citadas, a atividade de projeto tem por finalidade gerar documentações técnicas, elaboradas através de planejamento, bem como, fornece diretrizes à equipe de execução da obra. Dentre forma complementar, o projeto também compreende outras duas dimensões:

- Aspecto tecnológico: No qual as soluções técnicas, detalhamentos e especificações são adotadas e incluídas ao produto.
- Aspectos gerenciais: Em que se envolve o sequenciamento de atividades, interatividade entre diversos agentes e disciplinas, interdependências de tarefas

através de etapas, controle de prazos e custos, além das responsabilidades técnicas.

Portanto é uma etapa importante para as tomadas de decisões, pois está relacionada à concepção e definição do desempenho do edifício, refletindo em todas as etapas subsequentes. Nela também ocorre a inclusão de novas tecnologias, com intuito de maior eficiência construtiva e melhoria na qualidade dos empreendimentos.

Manso e Filho (2011) reforçam esses pontos ao destacarem que as soluções adotadas em projeto definem desempenho do projeto e influenciam na facilidade da execução, custos de produção operação e manutenção.

Deste modo, a partir das definições e conforme conclui Melhado (2001), a qualidade do projeto repercute nos custos e na qualidade final do empreendimento, destacando a ligação fundamental entre esses elementos.

PICCHI (1993) também acredita que o projeto tem "... grande influência sobre os custos do edifício, através da grande possibilidade de alternativas existentes nesta fase, onde poucas despesas foram realizadas: à medida que o empreendimento evolui, as possibilidades de influência no custo final do empreendimento diminuem sensivelmente." Conforme ilustrada na Figura 4.

Figura 4 - Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases

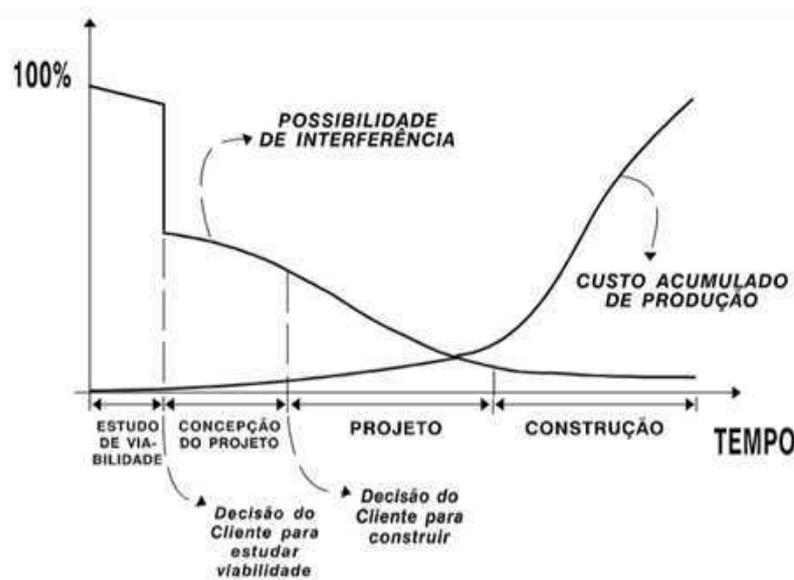


Fonte: (CII, 1987) apud Melhado (1994)

HAMMARLUND & JOSEPHSON (1992) apud Melhado (1994) também defendem a ideia de que as decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento - do estudo de

viabilidade até a conclusão de projeto- são importantes, atribuindo-lhes uma maior capacidade de influenciar na redução dos custos totais da construção, por meio de identificação e correção precoce de falhas e defeitos.

Figura 5 - O avanço do empreendimento em relação à chance de reduzir o custo de falhas do edifício.



Fonte: (HAMMARLUND & JOSEPHSON, 1992) apud Melhado (1994)

Manso e Filho (2011) argumentam que, apesar de sua grande importância, o projeto é muitas vezes entendido como um ônus, uma despesa extra antes do início da obra. Os autores apontam algumas razões para os baixos investimentos: a falta inicial de recursos financeiros de execução e o alto risco nessa fase de projeto.

Essa visão equivocada do projeto pode trazer consequências graves, a falta de investimento pode resultar em perdas de eficiência na execução, bem como prejuízos no produto final idealizado, pela não conformidade com normas e características planejadas. E por fim, pode gerar um ônus significativo ao empreendimento.

Deste modo, entende-se que quando valorizado, o projeto assume o papel fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto, além de valorizar os interesses em comum entre os agentes envolvidos, influenciando diretamente no custo da construção e, contribuindo com a evolução tecnológica no setor da construção civil. Um projeto completo e bem elaborado contribui para o bom andamento do empreendimento, aumenta a produtividade, reduzindo as patologias pós-obra e diminuindo o desperdício de materiais. Isso tudo afeta positivamente os

custos de produção, operação e manutenção do empreendimento. Fabricio (2012) sintetiza como “o processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e a agregação de qualidade ao produto”.

## 2.2 AGENTES ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES

Para que o potencial estratégico do negócio tenha pleno alcance, é preciso compreender a dinâmica entre os diferentes agentes envolvidos. De acordo com Melhado (1994), na maioria das vezes o processo do empreendimento envolve, em suas diversas fases, quatro categorias de participantes principais. Cada uma possui diferentes interesses e capacidade de intervir no processo, conforme Figura 6.

Figura 6 – Os quatro principais participantes que atuam em um empreendimento de construção de edifícios.



Fonte: (MELHADO & VIOLANI, 1992a)

Ao categorizar, o autor também atribui a esses agentes uma definição avaliativa:

- **Empreendedor:** Responsável por gerar o produto e avaliar a qualidade do projeto do ponto de vista empresarial. Isso envolve o sucesso em inserir o produto no mercado.
- **Projetista:** Formaliza o que foi concebido como produto;
- **Construtor:** Viabiliza a construção do produto, avalia a qualidade do projeto (Visto que as informações bem transmitidas no projeto reduzem a margem de dúvida ou necessidade de correções, e planeja a execução). Também analisa custos e uso dos materiais e mão de obra, o que proporciona a redução de desperdícios;

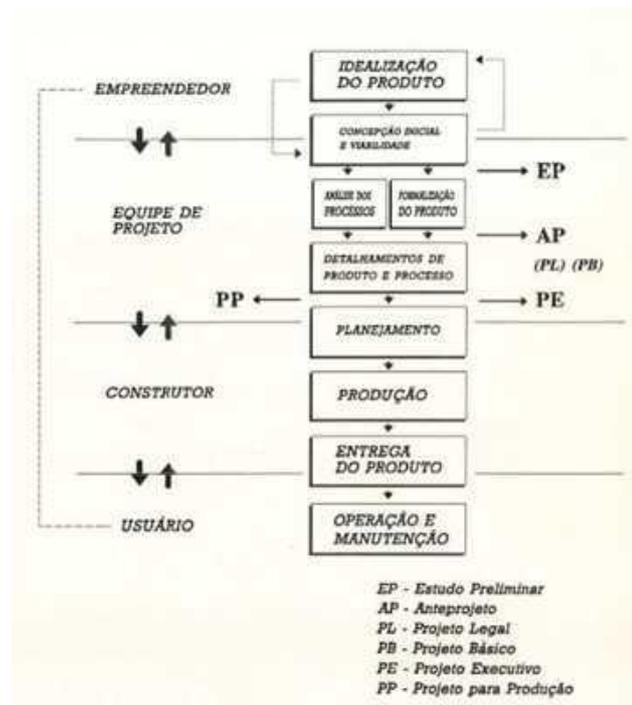
- **Usuário:** Utiliza o produto final. O cliente usará e avaliará o projeto, de acordo com sua satisfação em relação ao conforto, bem-estar, segurança e funcionalidade, somados às suas intenções de uso e ao custo de operação e manutenção.

Conforme ilustrado de maneira macro pela Figura 7, o desenvolvimento do projeto envolve a atuação dos quatro principais agentes, cada um com seus interesses e responsabilidades. Esse desenvolvimento não é algo estático, segundo Melhado (1994) “... o processo passa por etapas conceitualmente progressivas, aonde a liberdade de decisão entre alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas...”.

Esse processo inicia-se na etapa de idealização do produto e finaliza na operação e manutenção. Ao longo dessas etapas, existirá uma equipe multidisciplinar, responsável pelo desenvolvimento de subprodutos que agreguem qualidade final. Essa equipe, segundo Melhado (1994) pode ser formada pelos seguintes agentes:

- Arquiteto ou grupo de arquitetura;
- Engenheiro ou grupo de projeto de estruturas;
- Engenheiro de sistemas prediais ou grupo de projetos de sistemas prediais;
- Grupo de projeto para produção, ligado ao construtor, responsável pela engenharia de construção, participando com a visão de processos;
- Consultores especializados, como analistas de custos, especialistas em tecnologia da construção, entre outros, com participação vinculada a necessidade de cada empreendimento.

Figura 7 – Proposta para o processo de desenvolvimento do projeto com a ação dos quatro participantes do empreendimento.



Fonte: Melhado (1994)

MIKALDO e SCHEER (2008) argumentam que “o processo de projeto se tornou complexo ao passar dos anos, por vários fatores que influenciaram o produto final, que é o empreendimento. Estes fatores se fizeram necessários para atender a evolução tecnológica, cultural, requisitos de sustentabilidade, e outros”.

Esse aumento da complexidade impacta diretamente nas equipes. Sendo assim, relata ADESSE (2006) em sua tese, o número de profissionais envolvidos no processo projetual cresceu muito nos últimos anos, uma vez que os projetos precisam contribuir para a racionalização, mantendo-se qualidade da obra. Para a autora, os projetos tornam-se mais complexos, envolvendo um volume crescente de informações, decisões, escolhas, tecnologias, prazos, custos, pessoas e procedimentos. Cenário agravado pelo número maior de disciplinas exigidas pelas construtoras, que vão além da arquitetura básica, envolvendo projetos de estrutura, hidráulica, elétrica, telefonia, incêndio, ar condicionado, lógica, impermeabilização, alvenarias, fachadas, caixilharia, paisagismo, decoração de interiores, entre outros – lembrando que todos demandam maior detalhamento, padronização e responsabilidade técnica. O que apenas evidencia a necessidade de coordenação entre todos os envolvidos.

Diante do panorama exposto, fica claro que o resultado final esperado só é viável por meio de vários profissionais integrados e coordenados. Portanto, surge uma necessidade de

gerenciamento de todas as etapas e controle da qualidade dos subprodutos, assegurando a produção coerente, completa e alinhada.

### 2.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETOS DE EDIFÍCIOS

De acordo com Fabricio (2002), o processo de projetos de uma edificação envolve todas as decisões e definições necessárias para a criação e a produção de um empreendimento. Esse processo abrange os seguintes pontos: montagem da operação imobiliária, definição das necessidades do produto, passando pelo desenvolvimento da produção, incluindo-se o projeto “as built”, até a avaliação da satisfação dos usuários.

O autor ressalta que esse processo transcende o mero desenvolvimento de projetos de especialidades, englobando fatores como a formulação do negócio, a seleção do terreno, o detalhamento de métodos construtivos e o planejamento da obra. Diante dessa complexidade – que envolve múltiplos agentes (projetistas, decisões) e dimensões –, Fabricio (2002) estrutura o processo em uma série de serviços e atividades principais:

- **Concepção do negócio e desenvolvimento do programa:** Envolve a decisão de lançar um novo empreendimento, a seleção de um terreno, a concepção econômica e financeira do empreendimento e a formulação das características e especificações que o produto deve apresentar;
- **Projetos do produto:** Compreendem a concepção e o detalhamento do produto edificação por meio dos projetos de arquitetura, paisagismo, acústica, luminotécnica, geotecnia, estruturas, instalações elétricas, hidráulicas, de comunicação, sistemas de ventilação e ar condicionado, etc.;
- **Orçamentação:** Consiste no levantamento dos custos da obra e do empreendimento;
- **Projetos para produção:** Responsáveis pela seleção da tecnológica construtiva para a realização de determinada parte ou subsistemas da obra, envolve a definição de procedimentos e sequências de trabalho, bem como dos recursos materiais necessários, máquinas, ferramentas e materiais e componentes necessários;
- **Planejamento de obra:** Responsável pela definição e acompanhamento do cronograma das etapas de obra e pelo fluxo de caixa do empreendimento, a fim de cumprir os prazos da obra;
- **Projeto “as built”:** Responsável pela atualização dos projetos para representar verdadeiramente o que foi construído;

- **Serviços associados:** Acompanhamento de obra pelos projetistas, acompanhamento de problemas de uso e assistência técnica e realização de análises pós-ocupação de forma a avaliar o resultado dos projetos e subsidiar novos empreendimentos.

De acordo com Melhado (1994), “o processo de projetos passa por etapas conceitualmente progressivas, em que a liberdade de decisão entre alternativas vai sendo gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas”. São elas: idealização do Produto, Estudo Preliminar e Anteprojeto, Projeto Executivo e Projeto para Produção e Execução e Entrega.

Romano (2003) acredita que o processo de projetos deve permear todo o ciclo da edificação. Dividindo em três macro fases: iniciando no planejamento, passando pela elaboração dos projetos do produto e dos projetos para produção, pela preparação para execução, pela execução, e estendendo-se até o uso, conforme exposto na Figura 8.

- **Pré-projeção** – corresponde à fase de “planejamento do empreendimento”. Envolve a elaboração do plano do projeto empreendimento, principal resultado da fase.
- **Projeção** – Compreende a elaboração dos projetos do produto-edificação e dos projetos para produção.
- **Pós-projeção** – envolve o acompanhamento da construção da edificação e o acompanhamento do uso. Os resultados principais de cada fase incluem, respectivamente, a retroalimentação dos projetos e da avaliação de satisfação pós-ocupação.

Figura 8 - O processo de projeto de edificações.



Fonte: Romano (2003)

Ainda conforme Romano (2003), essa subdivisão das macrofases é decomposta em oito fases, e ao final de cada uma delas, realiza-se uma avaliação do resultado obtido, que autoriza a passagem para a fase seguinte do processo de projeto de edificações.

Figura 9 - Representação gráfica das fases do processo de projeto de edificações.



Fonte: Romano (2003).

Segundo o modelo da figura 9, apresentado por Romano (2003), na macro fase da projeção, as necessidades dos clientes são apresentadas na fase de projeto informacional, na qual esses requisitos são convertidos em um conjunto de informações e especificações estruturadas para o projeto.

O **desenvolvimento do projeto conceitual**, considerado a fase mais importante no processo de projeto de um produto, parte de uma necessidade detectada e esclarecida, gerando uma concepção que atenda da melhor maneira possível a essa necessidade, sujeita às limitações de recursos e às restrições de projeto.

Já na fase do **projeto preliminar**, o projeto é desenvolvido com base em critérios técnicos e econômicos, acrescido de informações adicionais, até o ponto em que o projeto detalhado possa conduzir diretamente à produção. Nessa etapa, o modelo do produto evolui da concepção para o layout definitivo, analisando aspectos como a durabilidade, produção, montagem, operação e custos.

Por fim, na fase de **desenvolvimento do projeto detalhado**, o modelo de produto é expresso pela documentação completa necessária à sua produção, contendo todas as informações referentes à disposição, forma, dimensões e tolerâncias de todos os componentes. Nessa fase, a especificação dos materiais e a viabilidade técnica e econômica devem ser reavaliadas.

Conforme citações acima, o empreendimento imobiliário percorre diversas fases. Com o objetivo de estabelecer critérios e orientações que padronizem a contratação e o

desenvolvimento de projetos de cada disciplina, entidades representativas do setor de projetos do mercado imobiliário e da construção elaboraram os **Manuais de Escopo de Projetos e Serviços** para a indústria imobiliária. Eles definem as fases de projeto, oferecendo referências que contemplam:

- Os dados necessários para cada etapa;
- Os produtos gerados;
- Os responsáveis pelas atividades;
- O nível de detalhamento esperado;
- O momento exato de realização de cada atividade.

Assim, busca-se padronizar o fluxo de trabalho, aprimorar o controle do processo e obter projetos com melhor desenvolvimento por meio de uma definição de escopo clara e estruturada.

O Manual de Escopo divide o processo de projeto em seis fases, e cada fase é subdividido por várias atividades. Para cada atividade são descritos: os dados necessários para desenvolvimento daquela atividade descrita; os agentes responsáveis de acordo com as suas competências; por fim, no final de cada atividade gerarão os produtos que darão sequência a próxima atividade.

- Fase A: Concepção do produto, essa fase compreende o levantamento de dados, programa de necessidades e o Estudo de Viabilidade;
- Fase B: Definição do produto, inclui-se o Estudo Preliminar, Anteprojeto e Projeto Legal;
- Fase C: Identificação e solução das interfaces, engloba a etapa do projeto pré-executivo;
- Fase D: Projeto de Detalhamento das especialidades, composta pela etapa do projeto executivo, contendo todos os detalhamentos;
- Fase E: Pós entrega do Projeto, todas as informações contidas no projeto devem ser repassadas à equipe de produção para garantir a sua correta compreensão e aplicação em campo bem como subsidiar a elaboração do manual de utilização e manutenção da edificação.
- Fase F: Pós-entrega da obra, avalia-se o comportamento da edificação em uso, analisa se houve necessidade de eventuais alterações no projeto para adequação em obra, gerando os projetos de as-built.

Com base nas referências citadas, compreende-se que o processo de desenvolvimento de projeto deve permear todo o ciclo de uma edificação, onde as decisões adotadas vão sendo gradativamente substituídas por detalhamentos. Para padronização dessas fases criou-se o Manual de Escopo composto pelas seguintes etapas: Estudo de Viabilidade, Desenvolvimento do Produto, Desenvolvimento dos Projetos Executivos, Desenvolvimento da Obra, Entrega da obra e a Assistência Técnica. É nessa última etapa que ocorre a retroalimentação das informações, com feedbacks que possibilitam a melhoria contínua dos processos de projetos. Prosseguindo, o processo de projetos ocorre de forma sequencial, em que cada etapa dependerá do término da anterior, e o grau de maturidade das decisões e detalhamentos dos produtos gerados serão equivalentes ao avanço nessas etapas.

#### 2.4 DIFERENÇAS ENTRE GESTÃO, COORDENAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO.

De acordo com Melhado et. al. (2021) é notória a confusão entre gestão e coordenação, ou até mesmo a crença de que coordenação e compatibilização são palavras equivalentes ou sinônimas. No Brasil o uso desses termos varia em relação ao seu uso em diversos segmentos da construção.

Melhado et. al. (2021) caracterizam a gestão do processo de projeto como um conjunto de atividades de gestão necessárias em todas as etapas do projeto, desde a formulação inicial até a conclusão das atividades de projeto, que se encerra a vigor, depois da entrega do empreendimento. Já a coordenação de projetos, é uma forma mais focada na direção das atividades da equipe de projetos, das atividades desenvolvidas pelos diversos especialistas que a compões, podendo ser enxergada como um “subconjunto” da gestão do processo de projeto em contato direto com as disciplinas, promovendo a interação dentro de etapas planejadas e controladas.

Nóbrega Júnior (2012) afirma em sua tese que a coordenação de projeto de edificações é caracterizada basicamente pela responsabilidade em duas grandes áreas: a gestão do processo de projeto (planejamento e controle) e a coordenação técnica do projeto, que realiza tarefas como reuniões de coordenação, análise da compatibilização, análise crítica do projeto e proposições de soluções técnicas de projeto.

Silva e Souza (2003) apud Nóbrega Júnior (2012) entendem que o gerenciamento ou gestão do projeto consiste na administração de todas as responsabilidades macro, prazos, objetivos estabelecidos e, portanto, requer que o planejamento, controle e organização sejam mantidos ao longo de todo o processo de projeto.

Melhado et. al. (2005) apud Nobrega Júnior (2012) explicam que a coordenação de projetos tem um sentido mais amplo, envolvendo a interação de projetistas desde as etapas iniciais para discutir e viabilizar soluções antecipadamente. Já a compatibilização consiste na sobreposição de projetos para verificação de interferências.

Melhado et al. (2021) complementam que, embora a compatibilização seja imprescindível, ela frequentemente resulta de questões não resolvidas anteriormente. O ideal é que a coordenação atue em cada etapa, sobrepondo projetos de diferentes disciplinas para evitar incoerências e eliminar demandas futuras de compatibilização.

Com base na literatura sobre o processo de projeto, é possível diferenciar a coordenação de projetos dos conceitos de gestão de projetos e compatibilização da seguinte maneira:

- **Gestão de projetos ou gerenciamento de projetos:** conjunto de medidas ou iniciativas temporárias, que contribuem para o desenvolvimento de um produto ou serviço. Aplica técnicas e metodologias para alcançar um objetivo estabelecido, seguindo cinco fases: início, planejamento, execução, monitoramento e controle e conclusão. Pode ser entendida como um conhecimento amplo adquirido com a vivência em múltiplos projetos,
- **Coordenação de projetos:** Garante a fluidez do fluxo das informações organizando e harmonizando a comunicação entre as partes de forma ordenada, coerente e metódica.
- **Compatibilização:** Analisa a interface entre os sistemas, comparando os projetos de diferentes disciplinas para identificar necessidades de intervenções em favor da construtibilidade e da melhoria do projeto como um todo.

Nóbrega Júnior (2012) argumenta que, na prática, é comum o coordenador acumular atribuições do gerente de projeto e vice-versa. Essas funções variam conforme a cultura organizacional da empresa, podendo haver uma estrutura hierárquica na qual o gestor de projetos assume a responsabilidade pelas atividades macro da coordenação e pela gestão de diversos coordenadores. A coordenação pode ser exercida por profissionais internos ou externos, dependendo da estratégia competitiva da empresa.

Manso e Filho (2011) destacam que, teoricamente, a compatibilização de cada especialidade em relação às interfaces deveria ser de responsabilidade dos próprios projetistas. Contudo, na prática, observa-se uma deficiência de compatibilidade entre os

projetos, o que sobrecarrega o coordenador de projetos ou o escritório de arquitetura autor, que acabam assumindo essa tarefa.

Mesmo com as diferenciações conceituais entre gestão, coordenação e compatibilização, nota-se uma interatividade entre essas três funções, que frequentemente se sobrepõem. Quando inserida em uma coordenação eficiente, a compatibilização pode trazer melhorias significativas para a construtibilidade e para o projeto como um todo, pois envolve a análise integrada dos diversos subsistemas que compõem o edifício.

Atualmente, é comum que empresas do setor imobiliário contratem projetistas de vedações ou de “projeto para produção” para atuar como compatibilizadores. No entanto, a experiência tem demonstrado que, ao saber da existência de um compatibilizador externo, alguns projetistas reduzem o tempo dedicado a essas atividades em seus escritórios, prejudicando o processo como um todo. Por isso, é importante reforçar que a responsabilidade pela compatibilização deve permanecer com cada projetista.

## 2.5 DEFINIÇÃO E OBJETIVOS DA COORDENAÇÃO DE PROJETOS

Segundo Rodriguez e Heineck (2003) a coordenação de projetos pode ser definida como um processo que compreende a organização das etapas de projeto; a análise controle e compatibilização das soluções técnicas e o acompanhamento do desempenho desses projetos.

De acordo com Melhado (2001) o projeto é um processo iterativo e coletivo, o que exige uma coordenação das atividades envolvidas. Essa coordenação deve abranger momentos de análise crítica e validação das soluções, considerar aspectos legais e normativos que afetam o empreendimento, estabelecer uma visão estratégica do desenvolvimento do projeto e levar em conta suas incertezas inerentes.

Fontenelle (2002) define a coordenação de projetos como responsável por operacionalizar, em um dado empreendimento, o conjunto de ações envolvidas no planejamento, organização, direção e controle do processo de projeto. Entretanto, Melhado e Violani (1992) ressaltam que a coordenação de projetos não deve ser confundida com a gerência do empreendimento, à qual deve assessorar desde o início.

Segundo Ferreira (2001) a gerência é responsável pela tomada de decisões, porém alguém precisa fazer o cronograma, descrever o escopo e as responsabilidades de cada membro da equipe de projeto, levantar os custos, preencher check-list para o controle da qualidade, documentar a troca de informações, entre outras atividades.

Nóbrega Júnior (2012) afirma em sua tese que a coordenação de projeto de edificações é caracterizada basicamente pela responsabilidade em duas grandes áreas: a gestão do processo de projeto (planejamento e controle) e a coordenação técnica do projeto, que realiza tarefas como reuniões de coordenação, análise da compatibilização, análise crítica do projeto e proposições de soluções técnicas de projeto.

Figura 10 - Atividades da coordenação de projetos.



Fonte: Silva (2004).

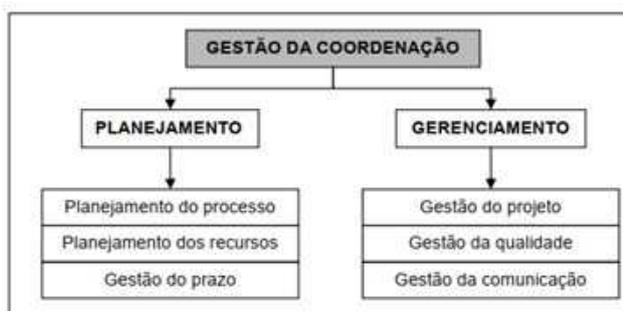
De acordo com Silva (2004), a gestão da coordenação de projetos envolve aspectos referentes ao planejamento e ao gerenciamento. Entenda-se que os aspectos de planejamento contemplam o planejamento do processo, o planejamento dos recursos e a gestão do prazo. Já o gerenciamento abrange a gestão do projeto, da qualidade, da comunicação e prazos.

A coordenação de projetos deve iniciar na fase de planejamento do projeto a fim de obter as informações preliminares do empreendimento necessárias ao processo de projeto e ao planejamento das atividades de coordenação. Essas informações iniciais são importantes para: estabelecer prazos, definir rotinas, estabelecer o fluxo de informações, escopos e responsabilidades para os diversos projetos e seus autores, nivelar o conhecimento do produto e das diretrizes de projeto com todos os envolvidos, bem como dar subsídios para tomada de decisão sobre itens específicos.

Para que a gestão do prazo seja eficaz, deve ser elaborado um cronograma físico, atrelado ao escopo de cada disciplina considerando precedências e interfaces dos projetos nas diversas fases, visando atender aos cronogramas pré-estabelecidos para o empreendimento. Já a gestão do processo de projetos define os objetivos e parâmetros a serem seguidos, garantindo a conformidade dos projetos de acordo com as fases de estudo preliminar, anteprojeto, projeto básico e projeto executivo, avaliando e validando os diversos projetos. A gestão da qualidade tem por objetivo controlar a qualidade do projeto no que tange ao seu

conteúdo técnico e sua representação gráfica. Isso ocorre por meio de análise e compatibilização das interferências, de soluções técnicas com qualidade integradas ao processo de execução. Já a gestão da comunicação deve promover uma comunicação eficiente entre os participantes do projeto, por meio de procedimentos e ferramentas que possibilitem essa troca de informações técnicas entre os projetistas, durante todo o processo de desenvolvimento do projeto.

Figura 11 - Aspectos da gestão da coordenação de projetos.



Fonte: Silva (2004).

Manziona, Melhado e Nóbrega Júnior (2021) destacam que a gestão do processo de projetos é mais extensa e abrangente que a coordenação de projetos. Esta última é uma forma mais focada na direção das atividades da equipe e dos especialistas que a compõem – frequentemente denominada “disciplina de projetos” –, como arquitetura, paisagismo, estrutura, sistemas prediais hidrossanitários e elétricos, vedações, fachadas, entre outras, além de consultorias associadas.

A coordenação de projetos pode ser vista como um “subconjunto” da gestão do processo de projeto, atuando em contato direto com as disciplinas e promovendo sua interação dentro de etapas planejadas e controladas. No entanto, os autores ressaltam que podem existir diversas combinações entre as atividades de coordenação e gestão, podendo estas ser atribuídas a pessoas ou equipes distintas, conforme o contexto de cada empreendimento.

Afirmam ainda que a coordenação de projetos é fundamental para a qualidade dos projetos, devendo promover:

- Interação adequada entre projetistas;
- Análise de custos e desempenho de materiais, sistemas e equipamentos;
- Controle das diretrizes e prazos de desenvolvimento;
- Realização de reuniões estratégicas com a participação dos projetistas.

O Manual de Escopo de Projetos e Serviços de Coordenação de Projetos (2019) define a coordenação de projetos como uma atividade de suporte ao desenvolvimento do processo de projeto, que deve ser exercida durante todo o ciclo do projeto com os seguintes objetivos:

- Fomentar a interatividade na equipe de projeto;
- Melhorar a qualidade dos projetos desenvolvidos;
- Garantir que as soluções técnicas dos diferentes projetistas sejam coerentes com as necessidades e objetivos do cliente;
- Assegurar a compatibilidade e a cultura construtiva das empresas construtoras.

Nos casos em que a atuação da coordenação se inicie em fases mais adiantadas do projeto, deve-se considerar os produtos gerados nas etapas anteriores e, se necessário, complementar o que já foi desenvolvido.

O Manual também relaciona a atuação da Coordenação de Projetos de acordo com as fases de desenvolvimento do projeto, ressaltando que:

- As atividades de coordenação podem envolver outros agentes além do coordenador, podendo ser compartilhadas ou divididas com o incorporador, o construtor ou o arquiteto autor do projeto;
- A proposta do Manual é descrever um conjunto padronizado de atividades a serem desempenhadas pelo coordenador, independentemente de seu perfil específico.

E por fim, o processo de projeto de empreendimentos imobiliários é subdividido em seis fases:

1. Concepção do Produto
2. Definição do Produto
3. Identificação e Solução de Interfaces
4. Projeto de Detalhamento das Especialidades
5. Pós-entrega do Projeto
6. Pós-entrega da Obra

Em cada uma dessas fases, as atividades da coordenação de projetos são organizadas em três categorias:

- Serviços essenciais
- Serviços específicos
- Serviços opcionais

Melhado et.al. (2006) descrevem a atuação da coordenação de projetos em todas as respectivas fases:

- **Fase A – Concepção do Produto:**

Apoiar o empreendedor nas atividades relativas ao levantamento e definição do conjunto de dados e de informações que objetivam conceituar e caracterizar perfeitamente o partido do produto imobiliário e as restrições que o regem, além de definir as características demandadas para os profissionais de projeto a contratar.

- **Fase B – Definição do Produto:**

Coordenar as atividades necessárias à consolidação do partido do produto imobiliário e dos demais elementos do empreendimento, definindo todas as informações necessárias à verificação da sua viabilidade física e econômico financeira, assim como à elaboração dos projetos legais.

- **Fase C – Identificação e Solução de Interfaces de Projeto:**

Coordenar a conceituação e caracterização claras de todos os elementos do projeto do empreendimento, com as definições de projeto necessárias a todos os agentes nele envolvidos, resultando em um projeto com soluções para as interferências entre sistemas e todas as suas interfaces resolvidas, de modo a subsidiar a avaliação preliminar de custos, métodos construtivos e prazos de execução.

- **Fase D – Detalhamento de Projetos:**

Coordenar o desenvolvimento do detalhamento de todos os elementos de projeto do empreendimento, de modo a gerar um conjunto de documentos suficientes para perfeita caracterização das obras e serviços a serem executados, possibilitando a avaliação dos custos, métodos construtivos e prazos de execução.

- **Fase E – Pós-Entrega de Projetos:**

Garantir a plena compreensão e utilização das informações de projeto e a sua correta aplicação, e avaliar o desempenho do projeto em execução.

- **Fase F – Pós-Entrega da Obra:** Coordenar o processo de avaliação e retroalimentação do processo de projeto, envolvendo os diversos agentes do empreendimento e gerando ações para melhoria em todos os níveis e atividades envolvidos.

De acordo com Silva (2004), atualmente no mercado existem três alternativas para a realização dos serviços de coordenação de projetos:

1. O arquiteto responsável pela concepção do projeto arquitetônico;
2. Uma equipe interna pertencente à empresa construtora;
3. Uma empresa terceirizada contratada especificamente para a coordenação de projetos.

Melhado et. al. (2006) citam que não existe um modelo único de coordenação de projetos ideal para todos os tipos de empreendimento, clientes, construtoras ou empresas de projeto. A escolha da coordenação deve considerar a estratégia competitiva da organização, a capacidade técnica e gerencial dos agentes envolvidos, bem como as características de cada empreendimento. Desta forma, pode-se adotar diferentes configurações a saber:

- Coordenação interna: indicada para empresas incorporadoras/construtoras com estratégia competitiva bem definida e tecnologia padronizada, conduzida por um coordenador que conheça a cultura construtiva da empresa;
- Coordenação externa: recomendada para empresas com menor domínio tecnológico, podendo trazer inovações construtivas e aprimoramento técnico ao projeto;
- Coordenação pelo arquiteto autor: em alguns casos, o próprio arquiteto responsável pelo projeto arquitetônico pode assumir a coordenação.

De modo geral, a coordenação – seja interna ou externa – deve assegurar que as soluções técnicas sejam compatíveis com as necessidades e objetivos do cliente e estejam alinhadas com a cultura construtiva da empresa e que as principais tarefas de organização, planejamento e gestão das soluções sejam conduzidas de forma orientada, contribuindo para uma melhor caracterização do trabalho perante o empreendedor.

Manzione et al. (2021) destacam que o mais relevante é compreender o papel da coordenação de projetos para o alcance dos objetivos do empreendimento, independentemente de quem a exerça ou se envolva mais de uma pessoa nessa função. Segundo os autores, a qualidade do trabalho de coordenação, sua abrangência e visão crítica têm impacto direto no sucesso do empreendimento, a coordenação é fundamental ao longo de todas as etapas do desenvolvimento do projeto.

Em síntese, a missão da coordenação de projetos é garantir que o projeto atinja o máximo de seu potencial.

Ressalta-se que a análise desenvolvida neste trabalho concentra-se na coordenação de projetos no âmbito do processo de desenvolvimento do projeto, com ênfase nas etapas

técnicas, colaborativas e de compatibilização. As fases de definição do produto e incorporação imobiliária, embora reconhecidamente estratégicas para o sucesso do empreendimento, não constituem o foco principal desta investigação.

## 2.6 O COORDENADOR DE PROJETOS

Silva e Novaes (2007) salientam que a crescente complexidade dos projetos evidenciou a necessidade da coordenação de projetos para o sucesso do empreendimento. Para os autores, é fundamental que os profissionais responsáveis pela coordenação tenham:

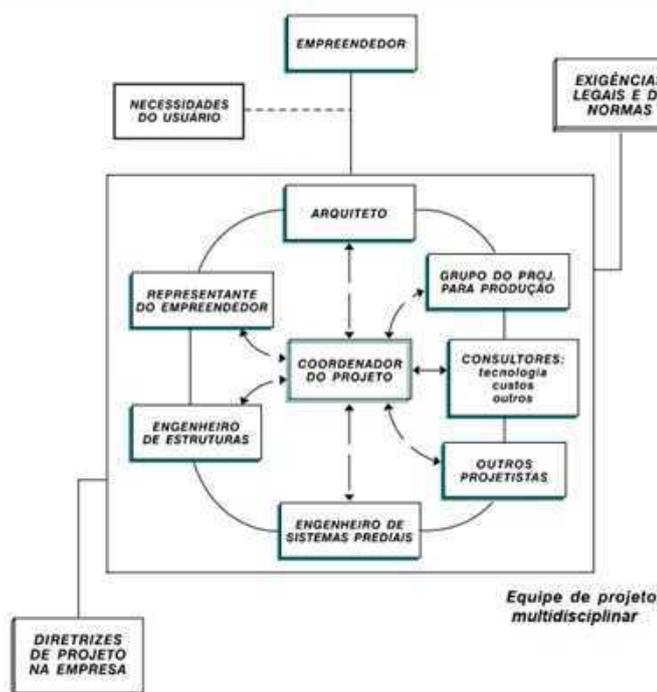
- Uma visão completa e integrada de todo o processo de projeto;
- Competências que vão além da formação acadêmica, dependendo fortemente da experiência profissional;
- Elevado conhecimento técnico, capaz de analisar e avaliar adequadamente soluções de diferentes especialidades;
- Capacidade para organizar e controlar o intenso fluxo de informações;
- Habilidade para gerenciar e integrar os diversos agentes envolvidos.

Nesse contexto, segundo Nóbrega Júnior (2012), o coordenador de projetos surge como agente fomentador não apenas na interação e cooperação entre todos os agentes envolvidos no processo de projeto, mas também para propiciar o bom resultado do processo e das soluções adotadas. Nesse contexto, cita a importância das competências do coordenador de projetos para a qualidade do projeto encaminhado à obra uma vez que ocupa uma posição central na equipe de desenvolvimento com o intuito de interpretar as solicitações dos clientes e criar valor através do projeto.

Agopyan e Melhado (1995) acreditam que “o desenvolvimento do projeto deve ser baseado no trabalho gerado por uma equipe multidisciplinar e coordenado de forma iterativa por um profissional com adequada experiência em projeto e execução”. Os autores defendem que:

- As especialidades necessárias devem ser identificadas e contratadas desde o início do projeto;
- A multidisciplinaridade exige a criação de orientações específicas para cada especialista, com diretrizes que priorizem as tarefas conforme os objetivos do empreendimento;
- O coordenador de projeto deve ser crítico e flexível para avaliar a necessidade de contratação de especialistas e o desempenho da equipe.

Figura 12 - O arranjo da equipe de projeto segundo o conceito de equipe multidisciplinar.



Fonte: (MELHADO, 1994).

Já o Manual de Escopo Projetos e Serviços de Coordenação de Projetos (2019) propõe uma padronização das atividades do coordenador de projetos, organizando os serviços em três categorias:

- Serviços essenciais: atividades que são necessariamente desenvolvidas para o sucesso da atividade, na fase correspondente do processo de projeto;
- Serviços específicos: atividades que podem ser contratadas, por serem necessárias em casos específicos, de acordo com a especificidade do empreendimento ou da forma de atuação do contratante;
- Serviços opcionais: atividades normalmente atribuídas a outros profissionais, mas que podem, eventualmente, vir a ser executadas pela coordenação de projetos.

Segundo Nóbrega Júnior e Melhado (2013) essas responsabilidades de coordenação de projetos se relacionam com tarefas como: iniciar o processo de projeto, planejar o processo, gerenciar a equipe de projeto, garantir a compatibilidade entre as soluções dos vários projetistas e controlar os fluxos de informações entre projetistas.

Diante dessa complexidade, é fundamental que o profissional responsável pela coordenação esteja devidamente habilitado. Okamoto (2006) adverte que um processo de

desenvolvimento de projeto conduzido de forma equivocada pode gerar desestímulo e desgaste na equipe.

Nóbrega Júnior e Melhado (2013) também destacam que o coordenador de projetos deve deter conhecimento técnico, técnicas e processos das várias disciplinas, normas técnicas e legislações estaduais e municipais, tecnologia construtiva, técnicas de planejamento, programação e controle de projetos, informática e coordenação da informação e habilidades comportamentais: comunicação, pensamento crítico, entendimento e capacidade de resolver conflitos, habilidade de negociação, administração de estresse, liderança, coordenação de mudança organizacional, habilidade de colaboração, percepção e intuição.

Emmitt (2007) apud Nóbrega Júnior e Melhado (2013) destacam a importância da habilidade da comunicação, essencial para coordenar o trabalho e garantir bom desempenho.

Silva e Noves (2008) evidenciaram por meio de estudos a importância da figura do coordenador no processo de projeto em que existe um consenso no meio acadêmico e empresarial quanto as principais atribuições de um coordenador de projetos de edifícios, incluindo o planejamento, o desenvolvimento dos diversos projetos, o controle do processo de projeto e as tomadas de decisão de caráter gerencial. Silva (2005) apud Silva e Novaes (2008) destacam as principais atribuições do coordenador de projetos:

- Planejar o processo de projeto de edificações.
- Estabelecer precedências e controlar o cronograma físico nas diferentes fases do projeto.
- Programar e organizar reuniões de coordenação.
- Verificar conteúdos e prazos de entrega dos documentos de projeto.
- Coordenar o fluxo de informações entre os intervenientes para o desenvolvimento de todas as fases do projeto, definindo e distribuindo as informações pertinentes e básicas para cada projeto.
- Organizar e controlar o arquivo de projetos, com todos os documentos técnicos referentes ao projeto em andamento.
- Designar trabalhos para a equipe de projetos. Estipular e cobrar da equipe o cumprimento dos prazos programados.
- Monitorar o desempenho da equipe de projetos. Zelar pelo comprometimento e motivação da equipe.
- Coordenar a equipe e as decisões técnicas das diversas especialidades de projeto.

- Caracterizar as interfaces técnicas a serem solucionadas. Garantir que as interferências entre os vários projetos sejam resolvidas, compatibilizando-as.
- Analisar as soluções técnicas mais adequadas. Obter dos profissionais de projeto e consultores as melhores soluções. Escolher, criteriosamente, a proposta técnica mais viável.
- Revisar e atualizar os documentos de projeto.
- Avaliar, aprovar e validar os diferentes projetos de produto e produção.

E acrescentam que o coordenador deve dispor de tempo suficiente para analisar soluções técnicas propostas; e organizar reuniões bem planejadas para evitar que se tornem exaustivas e improdutivas.

Okamoto (2006) e Adesse (2006) apontam para a necessidade de novas habilidades à medida que o gerenciamento de projetos amplia seu escopo. A competência gerencial envolve: visão estratégica, liderança, habilidade para estabelecer relacionamentos e a capacidade de gerenciar equipes. A autora cita que essas competências devem advir da experiência, capacidade e valores pessoais do coordenador.

Segundo Melhado et. al. (2005) apud Okamoto (2006) as novas responsabilidades e autoridades do gerente de projeto são a tomada de decisão (sem depender de extensas tramitações das decisões por toda a hierarquia), a responsabilidade por resultados (atuação como se estivesse conduzindo seu próprio negócio), o conhecimento amplo dos negócios e sólido conhecimento técnico. Para tal é necessário o desenvolvimento de novas habilidades, tais como.

- Perfeito entendimento dos objetivos do projeto;
- Facilidade para lidar com problemas complexos e multidisciplinares;
- Dedicção e especial atenção para os detalhes;
- Capacidade de seleção e formação de equipes segundo as capacitações/especialidades demandadas pelo tipo de empreendimento em questão;
- Formação e experiência para identificação e caracterização das interfaces técnicas entre especialidades;
- Capacidade para entender e lidar com as necessidades de sua equipe;
- Capacidade de gestão de custos e programação dos recursos para o projeto;
- Liderança e presença de espírito para mediar conflitos;
- Capacidade de previsão e controle de prazos;

- Capacidade para ordenar o fluxo de informações entre os agentes envolvidos;
- Facilidade de comunicação;
- Capacidade para estabelecer diretrizes e parâmetros técnicos relativos às características dos produtos, dos processos de aquisição e de execução;
- Compromisso profundo com os objetivos do projeto;
- Habilidade para lidar com fracassos e desapontamentos; ter boa habilidade para negociação; ser prático e orientado para resultados;
- Domínio das principais técnicas de administração geral; ser politicamente hábil, sabendo decidir sobre o que fazer e o que não fazer;
- Tolerância a ambiguidades, como visão de detalhes versus visão geral, flexibilidade versus rigidez; ser direto e ser delicado, e ser analítico versus instintivo;
- Agilidade nas decisões e validação de soluções de projeto propostas.

Adesse e Melhado (2015) citam que o Coordenador de Projetos deve ser visto como “maestro”, que atua de forma isenta e imparcial com o objetivo de obter o máximo de rendimento de cada participante, representando tanto o cliente final quanto os interesses do empreendedor, do arquiteto autor e dos projetistas. A eficácia do coordenador é medida pelo alcance dos principais objetivos do empreendimento: sendo eles, a maximização dos lucros do empreendedor e a satisfação do cliente final, o comprador.

Em síntese o coordenador deve atuar de forma responsável e efetiva durante o desenvolvimento do projeto, possuir conhecimentos e habilidades técnicas, além de visão estratégica e liderança, para gerenciar diferentes equipes e interesses.

## 2.7 GERENCIAMENTO DAS INFORMAÇÕES E COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETOS

Greco (2015) destaca que a participação de múltiplos agentes no processo de projeto cria diversas interfaces e decisões interdependentes. A ausência de um intercâmbio eficiente de informações pode gerar conflitos entre disciplinas, levando a decisões tomadas sem a devida avaliação de suas consequências.

A troca adequada de informações é fundamental para a execução correta do projeto e para uma coordenação eficiente. Para transformar a informação em um diferencial competitivo, é necessário empregar ferramentas e tecnologias adequadas.

Magretta (2019), em *Entendendo Michael Porter*, aborda a tecnologia como um dos principais condutores de vantagem competitiva. A autora diferencia dois tipos de impacto tecnológico:

- Tecnologias disruptivas: podem alterar a estrutura de um setor, invalidar configurações de produto e permitir que novas empresas se sobressaiam;
- Tecnologias incrementais: voltadas para a melhoria de processos internos, podendo ser incorporadas sem transformações radicais.

Magretta também ressalta que a tecnologia facilitou as inter-relações entre empresas, viabilizando a troca de informações por meio de ferramentas como e-mail, internet, entre outras.

Melhado et al. (2005) apud Tamai (2011) argumentam que, desde a década de 1980, a implantação de computadores permitiu ganhos significativos de produtividade e novas possibilidades de projeto. Um dos impactos mais relevantes da tecnologia da informação está relacionado às telecomunicações e à integração à distância. O avanço nessa área tornou frequente a formação de redes de colaboração entre profissionais geograficamente dispersos – aspecto crucial em um setor fragmentado como o da construção civil, onde os agentes estão distribuídos em diversas empresas e localidades.

Fabricio (2002) enfatiza o papel da informática e das telecomunicações como facilitadores da integração entre especialistas. Essas ferramentas: auxiliam nas tomadas de decisão, permitem a interação entre os diversos agentes, possibilitam simulações durante o projeto, ampliando a capacidade de desenvolvimento tecnológico e permitem que a colaboração a distância seja armazenada em uma base de dados única, integrando projetistas independentemente de sua localização e agilizando a troca de informações. O autor define a tecnologia da informação como o conjunto de atividades e soluções que utilizam sistemas de gerenciamento eletrônico, também conhecidos como extranets.

Segundo Melhado et al (2005) apud Okamoto (2006), as extranets permitem armazenar e compartilhar diversas informações e documentos tais como orçamentos, cronogramas, planilhas, arquivos formato DWG e, arquivos de textos (p.ex.memoriais) em um endereço de uso restrito na Internet, construindo uma base de dados compartilhada com todos. O acesso às informações é controlado por protocolos de autorizações e senhas, e as informações são obtidas via Internet, disponibilizando para os membros da equipe de projeto apenas as últimas informações e atualizações dos projetos das diferentes disciplinas.

Manziona (2006) especifica os conceitos de internet, intranet e extranets:

- Internet: aberta ao público em geral, suportando serviços de correio eletrônico, transferência de arquivos e chat, entre outros.
- Intranets: utilizadas pelas empresas com o objetivo de facilitar a comunicação e o envio de trabalho entre seus membros.
- Extranets: intranet estendida, conectando múltiplas organizações, incluindo pessoal interno, clientes, fornecedores e parceiros estratégicos em um grupo fechado de usuários. Mesmo a extranet de uma empresa pode estar dentro da internet, seu acesso é restrito através de barreiras como senhas de acesso ao grupo.

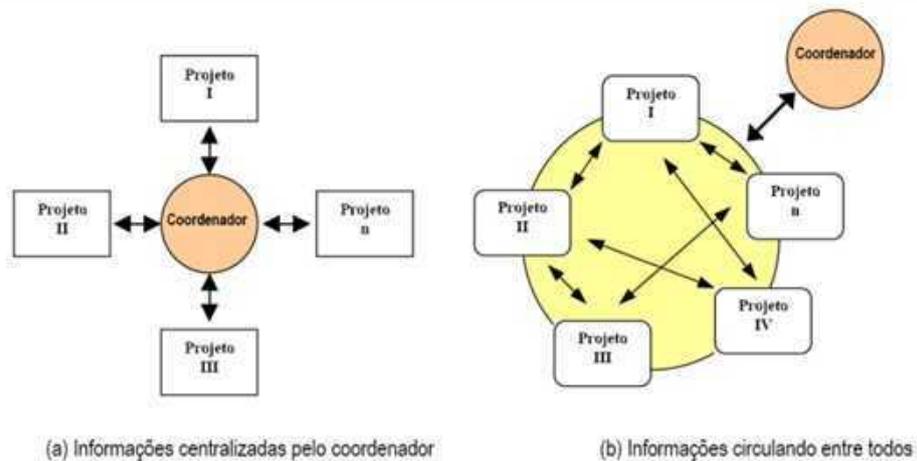
Porém, segundo Manziona (2006), os extranets não são ferramentas únicas que cumprem todos os papéis requeridos, e para se obter a troca de informações e comunicação eficientes, elas devem ser combinadas com outras tecnologias organizacionais.

De acordo com Silva (2004,) a tecnologia da informação ajuda na captação, difusão e armazenamento de dados. A utilização desses recursos promove mudanças no processo de projeto e na sua coordenação, viabilizando novas formas de comunicação.

Fabricio (2002) em sua tese de doutorado identificou duas formas diferentes de organizar as trocas de arquivos e informações de projeto. A figura (a) apresenta o modelo centralizado, com o coordenador de projetos responsável pelo controle das informações. Já a figura (b) demonstra o modelo descentralizado, nesse caso as trocas de informações ocorrem diretamente entre os projetistas e o coordenador é acionado apenas para solucionar as incoerências ou validar soluções discutidas previamente pela equipe. A desvantagem é que pode acontecer perda no controle sobre o processo de troca de informações.

O autor ressalta que não há um modelo ou perfil ideal universal para o coordenador de projetos. No entanto, cabe a coordenação fomentar a interlocução entre os agentes, e adotar uma abordagem multidisciplinar para a resolução dos problemas de projeto, assim como definir o método para troca de informações com base nas estratégias de negócio da empresa.

Figura 13 - Organização e fluxo de informações de projeto.



Fonte: (Fabricio, 2002).

Nesse contexto o coordenador de projetos deve trazer uma comunicação eficiente, criando uma ponte entre as diversas partes envolvidas no projeto, coletando, registrando e distribuindo as informações. A transmissão informal das informações sem o devido registro traz dificuldades na gestão, destacando-se como um ponto de melhoria dentro das organizações.

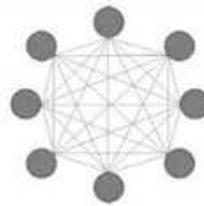
Manso e Filho (2011), citam que a tecnologias ou métodos utilizados para transferir informações, podem envolver um conjunto diversificado de canais ou meios, variando desde conversas, reuniões, documentos, banco de dados, sendo necessários alguns conceitos básicos como:

- Objetividade na informação a ser trocada;
- Conhecimento das expectativas do emissor e receptor;
- Seleção adequada dos canais para o intercâmbio da comunicação;
- Percepção da oportunidade da comunicação;
- Consideração da possibilidade de mal-entendido que a mensagem possa ocasionar;

Ostan (2002) apud Manso e Filho (2011) abordam os sistemas de gerenciamento de projetos, também denominados “sistemas colaborativos”, cujo propósito é facilitar a comunicação ao longo de todo o ciclo do projeto. Essas ferramentas consistem em *softwares* que integram, pela internet, equipes multidisciplinares geograficamente dispersas, permitindo a gestão online do projeto por meio de um banco de dados centralizado em servidor.

Manso e Filho (2011) apresentam, de forma ilustrativa, dois modelos de gerenciamento do fluxo de informações em projeto de edifícios: um tradicional, nomeado de “off-line”, e o outro denominado como “on-line”. O autor explica o modelo tradicional de informações, tipo “off-line”, funciona como uma rede de ligações entre os participantes de um determinado empreendimento, nessa rede cada agente trabalha isoladamente e fica responsável pela comunicação, pelo envio e pelo recebimento de informações. e fidelidade aos parceiros, conforme representado na Figura 14. Na imagem, os círculos representam os participantes e as linhas representam as ligações e os fluxos de informações.

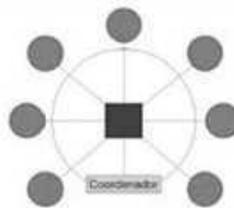
Figura 14 - Modelo de gerenciamento de projeto “off-line”.



Fonte: (Matiello, 2004) apud (Manso e Filho, 2011).

Já no modelo colaborativo “on-line”, baseado no repositório de arquivos via “internet”, modifica-se consideravelmente o fluxo de informações, com sua centralização em um único ponto, de comum acesso a todos os participantes, em que é possível buscar e disponibilizar as informações de projeto.

Figura 15 - Modelo de gerenciamento de projeto “on-line”.



Fonte: (Matiello, 2004) apud (Manso e Filho, 2011).

Conforme ressaltam Manso e Filho (2011), a simples adoção de ferramentas tecnológicas não garante o funcionamento adequado dos sistemas colaborativos. É fundamental estabelecer regras claras referentes a geração, coleta, classificação, registro e troca de informações; padronização, incluindo a nomeação de arquivos, formatação

de *layers* (em ambiente CAD), definição da rede de atribuições, indicando quais projetistas terão acesso a determinadas informações.

De modo geral, é necessário estruturar um plano de gerenciamento de comunicação que identifique o tipo de informações necessárias, o responsável pelo seu fornecimento e a mídia a ser utilizada.

A facilidade em gerenciar as informações por meio dessas ferramentas se tornou tendência na gestão e coordenação de projetos, pois permite um controle mais eficaz de arquivos e dados. Contudo é imprescindível uma configuração adequada para evitar que: informações específicas de um usuário sejam enviadas a toda a equipe, os projetistas ignorem os avisos do sistema devido ao excesso de notificações, o fluxo de informações fique congestionado. É de grande importância que as informações transmitidas aos projetistas sejam suficientes e respeitem cada fase do processo de projeto. A troca de informações é fundamental para a execução correta do projeto, pois uma comunicação ineficiente pode resultar em retrabalhos, desperdícios e imprevistos em obra.

Segundo Picoral (2002) apud Okamoto (2006), é necessário que a coordenação de projetos tenha controle sobre todos os documentos distribuídos para os projetistas, a fim de evitar retrabalho e perda de tempo. O autor considera como atividades de gerência de documentos de projeto:

- Controle de dados de entrada (dados sobre o terreno, dados de custo, de equipamentos, etc.);
- Controle de revisões (alterações em projetos);
- Controle de pendências;
- Controle de arquivos (distribuição e controle de versões);
- Controle de distribuição de documentos (procedimentos para que todos os agentes tenham a informação necessária para desenvolvimento de seu trabalho).

A sintonia e interação contínua entre obra e projetos são essenciais para a troca de informações e melhoria dos projetos entregues. Nesse contexto, a figura do coordenador de projetos torna-se indispensável para garantir o fluxo adequado dessas informações aos projetistas responsáveis.

Assim, mesmo com o avanço da tecnologia (que oferece ferramentas para controle de versões e distribuição de documentos), o papel do coordenador permanece fundamental. A

tecnologia auxilia o trabalho, mas não substitui a atuação estratégica e integradora desse profissional.

## 2.8 ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO TRADICIONAL DE COORDENAÇÃO DE PROJETOS

O capítulo 2 fornece o embasamento que permite compreender o papel tradicional do coordenador, apresenta uma visão abrangente sobre o processo de projetos de edificações, destacando sua complexidade, os agentes envolvidos e o papel central da coordenação. Inicialmente são apresentados diferentes conceitos de “projeto”, enfatizando sua natureza tanto técnica quanto organizacional, impactando nos custos, na qualidade do empreendimento e na eficiência do processo construtivo. Também evidencia que as decisões tomadas nas fases iniciais exercem maiores influências no desempenho, custo e na prevenção de falhas.

Esse capítulo serve como base para comparar ao processo de coordenação tradicional com o uso do BIM e evidenciar as alterações que o BIM trouxe as atividades de coordenação de projetos.

Nesse contexto, de acordo com Romano (2003), Fabricio (2002) e o Manual de Escopo de Projetos (AGESC, 2019), o processo de projetos é composto por etapas que abrangem desde o Estudo de Viabilidade até a retroalimentação pós-obra, sendo essas etapas: Estudo de Viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Legal, Projeto Básico / Pré-executivo e Projeto Executivo. Ainda, segundo o Manual de Escopo de Projetos (AGESC, 2019) a etapa de Pré-executivo tem como entregáveis, as definições técnicas e compatibilizações de todo o conjunto de projetos.

Os subcapítulos 2.4 e 2.5 aprofundam o papel da coordenação de projetos, caracterizado como atividade essencial para organização, planejamento, compatibilização técnica, comunicação e controle do processo. As atividades do coordenador de projetos devem promover integração entre projetistas, garantir a qualidade técnica do projeto, apoiar as decisões e controlar o fluxo de informações. Embora a coordenação e a gestão de projetos possam ser consideradas sinônimo, o texto salienta as diferenças entre ambas, considerando que a coordenação atua diretamente com as disciplinas de projeto, enquanto a gestão abrange dimensões mais amplas do empreendimento. O texto também apresenta diferentes modelos de atuação do coordenador, podendo a atuação ser interna ou terceirizada, ou realizada pelo arquiteto autor, dependendo da estratégia da empresa. Nesse contexto também são destacadas as competências necessárias ao coordenador, tais como: liderança, visão multidisciplinar,

domínio técnico, capacidade de comunicação e integração entre agentes. Por fim, o capítulo reforça a importância da coordenação de projetos para o sucesso do empreendimento, garantindo soluções compatíveis, fluxo de trabalho organizado, redução de erros e maior racionalidade no processo construtivo — fundamentos essenciais especialmente em contextos de crescente complexidade tecnológica e colaborativa.

Apesar disso, a análise evidencia que o processo tradicional de coordenação ainda é marcado por limitações estruturais e por processos manuais que comprometem a integração entre disciplinas, a qualidade das informações e a eficiência do desenvolvimento do empreendimento. Observa-se um processo de trabalho fragmentado, onde cada projetista trabalha de forma isolada, com pouca interação e as decisões dependem de reuniões periódicas. O fluxo de informações por vezes não é estruturado e possui baixa rastreabilidade, o que dificulta o gerenciamento e eleva os riscos de perda de demandas e definições técnicas, além de gerar ruídos entre projetistas e entre projeto e obra. Pode-se perceber também, que o fluxo de projetos ocorre de forma sequencial, em que as disciplinas dependem do avanço de outras para evoluir, o que impacta diretamente no cronograma de projeto.

A compatibilização, conforme revisão bibliográfica ocorre principalmente na fase de Projeto Pré-executivo, quando o projeto legal já foi aprovado e os desenhos já estão numa fase mais avançada, resultando muitas vezes em retrabalhos, custos adicionais e dificuldade no controle de prazos. Além disso, as verificações de incompatibilidades dependerem da expertise do coordenador. Muitas vezes se observa falta de padronização nos processos e pouca formalização, aumentando o risco de erros e de perda de informações quando há substituição do profissional responsável. Outro fator referente à compatibilização é a predominância de representações gráficas somente em 2D, tornando mais difícil a visualização espacial e a análise das interferências, uma vez que no processo tradicional a compatibilização é realizada através de sobreposições das pranchas.

No processo de projeto tradicional, as atividades do coordenador de projetos concentram-se principalmente no controle do fluxo de informações, gerenciamento da equipe de projeto e compatibilização técnica entre as soluções dos vários projetistas. Entre suas principais atribuições destacam-se:

- Planejar e controlar o cronograma de projetos;
- Organizar reuniões de coordenação e registrar decisões;

- Verificar a aderência dos projetos às normas, legislações e requisitos do empreendimento;
- Controlar o prazo de entrega dos documentos;
- Coordenar o fluxo de informações entre os agentes, definindo e distribuindo as informações pertinentes;
- Designar trabalhos para a equipe de projetos, estipular e cobrar da equipe o cumprimento dos prazos programados.
- Revisar e atualizar os documentos de projetos;
- Realizar a interface entre cliente, projetista e demais agente, garantindo alinhamento de demandas;
- Promover a compatibilização técnica por meio da análise manual de pranchas 2D e sobreposições gráficas;
- Controlar revisões de projetos e versionamento de arquivos; apoiar a tomada de decisão do cliente por meio da sistematização de informações;
- Gerenciar conflitos entre disciplinas e solicitar ajustes aos projetistas; realizar verificações de conformidade dos desenhos.
- Apoiar a interfase entre a fase de projeto e obra por meio de esclarecimentos e envio de informações técnicas.

Essas atividades evidenciam a dependência de processos manuais e da experiência individual do coordenador, reforçando os principais pontos críticos apresentados na sequência e demonstrando por que o processo tradicional da coordenação apresenta maior risco de incompatibilidades, retrabalhos e perda de informação.

Em síntese, a literatura evidencia que o processo tradicional de coordenação apresenta limitações estruturais, como comunicação fragmentada, baixa integração entre projetistas e dependência de controles manuais e reforça como o BIM pode reorganizar fluxos e responsabilidades. Os possíveis gargalos identificados, relacionados à integração, fluxo de informações, compatibilização técnica, previsibilidade e comunicação, demonstram a necessidade de metodologias mais integradas, colaborativas e orientadas por dados. Essa compreensão constitui a base para o capítulo seguinte, no qual o BIM é apresentado como uma alternativa capaz de reestruturar essas práticas e ampliar a eficiência do processo de projetos.

### 3. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

#### 3.1 DEFINIÇÕES E CONCEITOS DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO (BIM)

A modelagem da informação da construção (BIM) já se tornou uma realidade que vem sendo aplicada em diversos países por conta das vantagens que a metodologia proporciona a indústria da arquitetura, engenharia e construção (AEC), sendo como um vetor de mudanças capaz de trazer soluções e benefícios para a indústria da construção de edifícios, podendo aumentar a produtividade, reduzir os custos e desperdícios, viabilizar a automação de processos, bem como, aprimorar o gerenciamento de informações em todo o ciclo de vida do empreendimento.

O conceito da metodologia BIM, chegou ao Brasil em meados dos anos 2000 e mesmo não se tratando de um conceito novo, ainda está em processo de difusão nas organizações. Com o Decreto Federal nº 9.377 publicado em maio de 2018, a plataforma BIM (Building Information Modeling) tornou-se parte de uma estratégia nacional que visa incentivar o uso dessa tecnologia no Brasil, a proposta dessa estratégia ainda estabelece prazos e metas para a implementação do BIM de forma a se promover um ambiente adequado ao investimento na metodologia e na difusão no Brasil. A partir de então vieram outros Decretos Federais que intensificaram a necessidade da disseminação do uso da metodologia no setor da construção civil do país, como por exemplo, o Decreto de nº 10.306 de abril de 2020 que objetiva a implementação da tecnologia de forma gradual em obras e serviços realizados por entidades e órgãos públicos conforme ilustrada na Figura 16. Desde então, a crescente adoção do BIM está trazendo mudanças em toda a cadeia produtiva do setor da construção e para auxiliar essa tendência algumas entidades que representam a construção civil como, por exemplo, CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), a ASBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura), Sinaenco (Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva), BIMBR – ABDI (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial), BIM Fórum Brasil, entre outros, estão buscando incentivar a implementação da metodologia promovendo eventos e trazendo conteúdos de forma a orientar a implementação do BIM nas organizações.

Figura 16 - Fases de implementação do BIM no Brasil - Decreto Nº 10.306 (BRASIL, 2020)



Fonte: Scheer et al. (2023)

Segundo Eastman et al. (2021) o termo oficial do Building Information Modeling (BIM) surgiu em 1992, mesmo já havendo estudos prévios a pelo menos duas décadas, referentes a modelagem paramétrica 3D como forma de vincular as informações a um ambiente tridimensional BDS – (Building Description System – Sistema de Descrição da Construção), cujo objetivo era de demonstrar que a descrição da construção de um edifício especificada em um computador poderia melhorar os pontos fortes de um desenho sendo um meio para a elaboração do projeto, construção e operação, bem como, eliminar a maioria de suas fraquezas, como erros ocasionados por falhas no fluxo de informações, desperdícios e atrasos nas obras. Porém, a sigla BIM só entrou em uso popular em 2002 quando a Autodesk lançou no mercado o software Revit, de forma a atender as necessidades da nova metodologia de gestão do processo de projeto. Segundo os autores, apesar do software da Autodesk não ter sido o primeiro a usar a metodologia BIM, visto que, por exemplo, o ArchiCAD e Allplan já trabalhavam com metodologia similar, porém foi a Autodesk quem fixou essa terminologia no mercado.

Para definição da metodologia BIM, de acordo com Azhar (2011) o “BIM pode ser definido como um processo virtual que abrange todos os aspectos, disciplinas e sistemas de uma instalação dentro de um único modelo virtual, permitindo que todos os membros da equipe de design (proprietários, arquitetos, engenheiros, contratados, subcontratados e

fornecedores) colaborem de forma mais precisa e eficiente do que usando processos tradicionais”.

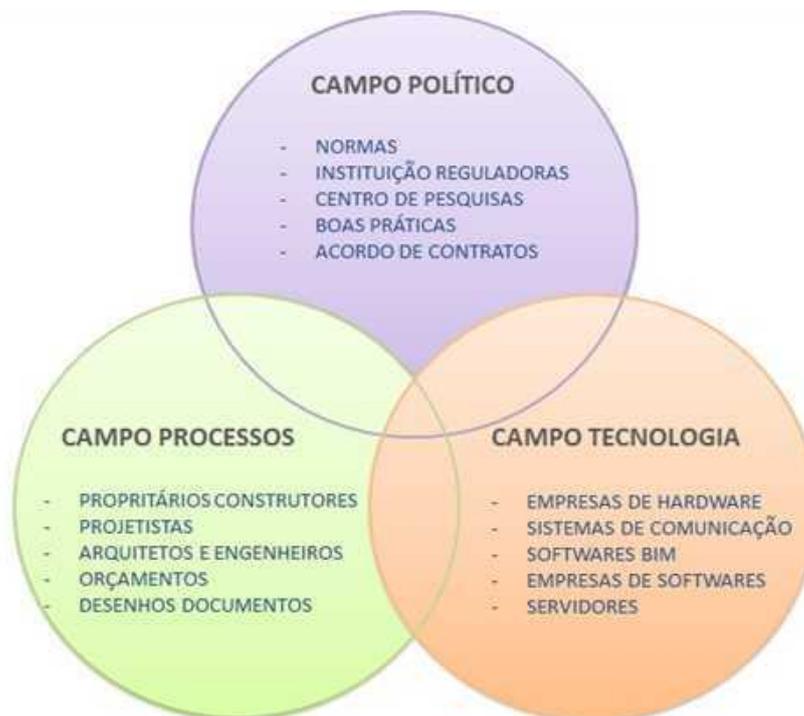
Azhar (2011) ainda salienta que o BIM não pode ser tratado apenas como um software, mas como um conjunto de processos e softwares, aonde a metodologia vai além de uma representação gráfica tridimensional, trazendo impacto no fluxo de trabalho e nos processos de entrega do projeto. O uso da tecnologia BIM representa um novo paradigma que incentiva a integração entre todas as partes envolvidas em um projeto de forma a garantir maior eficiência ao projeto em um processo colaborativo.

Segundo Gehring (2022), a Modelagem de Informações da Construção (BIM) pode ser entendida como a simulação virtual do projeto a ser executado, contendo informações reais geradas ao longo da construção de um projeto. Permite o armazenamento integrado de dados em um único modelo, em um ambiente de trabalho simultâneo, colaborativo e integrado, o que pode resultar em melhorias de custo e desempenho do projeto a ser executado. O autor ainda argumenta que uma comunicação eficaz entre os agentes envolvidos no processo de projetos e a transparência nas informações referentes à construção, mantem o fluxo de trabalho integrado permitindo uma entrega eficiente e mais precisa do projeto, de forma a se evitar situações indesejadas durante a execução e melhorar a estratégia com relação ao custo e tempo de execução do empreendimento.

Conforme Scheer (2018) apud Amorim (2023), o BIM é definido como um processo de gestão e trabalho colaborativo que integra os dados e sistemas em um ambiente inovador, envolvendo todos os agentes do desenvolvimento do empreendimento. Eastman et al. (2021) complementam que a mudança mais significativa ao implementar o BIM é a adoção de um modelo de construção compartilhado como base de todo o trabalho – o que demanda tempo e capacitação, como em qualquer transformação profunda nos processos. A transição de um sistema CAD (2D ou 3D) para o BIM vai além da aquisição de softwares ou do treinamento técnico; exige mudanças em quase todos os aspectos do negócio, uma compreensão abrangente e um plano de implementação estruturado antes da conversão.

De acordo com Succar (2009), o BIM pode ser compreendido como um conjunto integrado de Tecnologias, Processos e Políticas. A interação entre esses três pilares gera uma metodologia para gerenciar dados essenciais ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento, permitindo a interoperabilidade colaborativa entre os agentes envolvidos – conforme ilustrado na Figura 17.

Figura 17 - Fundamentos do BIM



Fonte: Adaptado Succar (2009)

Ainda segundo Succar (2009), o campo tecnológico do BIM é constituído por: software, hardware, equipamentos e redes, sistemas necessários para aumentar a eficiência e a produtividade. O campo de processos agrupa os agentes que adquirem, projetam, constroem, fabricam, utilizam, gerenciam, ou seja, engenheiros, arquitetos, empreiteiros projetistas de instalações, entre outros, inclui todos os stakeholders envolvidos no processo de projetos, uso e operações do edifício. De acordo com Almeida e Bonaldo (2023 pag. 14) “o campo Processos BIM, abrange não somente os processos de trabalho de cada entidade, denominado Plano de Implementação BIM (PIB) ou Plano de Adoção BIM, como também os processos interempresariais”. E por fim, no campo político, agrupa agentes centrados na especialização de profissionais, realizando pesquisas, distribuindo benefícios, alocando riscos e minimizando conflitos dentro da indústria EAC.

Manzione 2013 apud Almeida e Bonaldo (2023), classificam a implantação do BIM em uma empresa em etapas, composta geralmente por oito passos, conforme a Figura 18, sendo eles, o objetivo ou planejamento estratégico da empresa para o uso do BIM, a cultura dos colaboradores que irão trabalhar com esses projetos envolvendo o treinamento de softwares e setup para a modelagem e controle da qualidade, fluxograma dos novos processos

de projeto utilizando um projeto piloto para a implementação desses processos e por fim um manual BIM (BIM Mandate) com as diretrizes e procedimentos da empresa.

Figura 18 - Processo de implantação de BIM em uma empresa



Fonte: Manzione (2013) apud Almeida e Bonaldo (2023)

O Guia AsBEA – Boas práticas em BIM – Fascículo I (2013), recomenda que seja desenvolvido um plano de implementação do BIM com os objetivos estratégicos que a organização pretende atingir com o uso da tecnologia, a metodologia da implantação, os recursos necessários e prazos, para que seja possível monitorar o andamento da implantação por meio das métricas estabelecidas, uma vez que a metodologia pode ser aplicada ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento podendo auxiliar na melhoria do processo interno do escritório, no fornecimento de serviços e materiais ou trazer diferenciação do produto aos seus clientes, bem como, compreender a vantagens que as mudanças trará. Como forma de garantir que todos os participantes estejam cientes das responsabilidades associadas à incorporação do BIM no projeto, o Fascículo II do Guia AsBEA (2015) ressalta a necessidade de que seja realizado o Plano de Execução BIM (BEP), que deve conter os seguintes itens:

- Os objetivos de cada equipe e suas expectativas com a utilização desse processo;
- Os usos aplicados aos modelos;
- Os requisitos dos projetos em BIM;
- As definições das equipes;
- Os procedimentos de colaboração;

- O fluxograma e marcos das atividades com BIM;
- Os procedimentos de controle da qualidade do modelo;
- Quais e com qual grau de profundidade serão os produtos extraídos dos modelos BIM (entregáveis).

De acordo com Amorim (2023), esse plano pode ser desenvolvido em pelo menos duas fases: a primeira, que antecede a contratação das equipes multidisciplinares definidos em conformidade com as informações a serem extraídas no final dos projetos, em que o cliente define suas expectativas e objetivos, tanto de resultados, como de necessidade de informação. A segunda fase seria após o contrato. Nesta fase deve ser feito o alinhamento dos níveis de detalhamento dos entregáveis e seus respectivos responsáveis, conforme Figura 19 - Inserção do BEP no processo de gestão da informação de acordo com a ISO 19650 – Parte 2.

Figura 19 - Inserção do BEP no processo de gestão da informação de acordo com a ISO 19650 – Parte 2



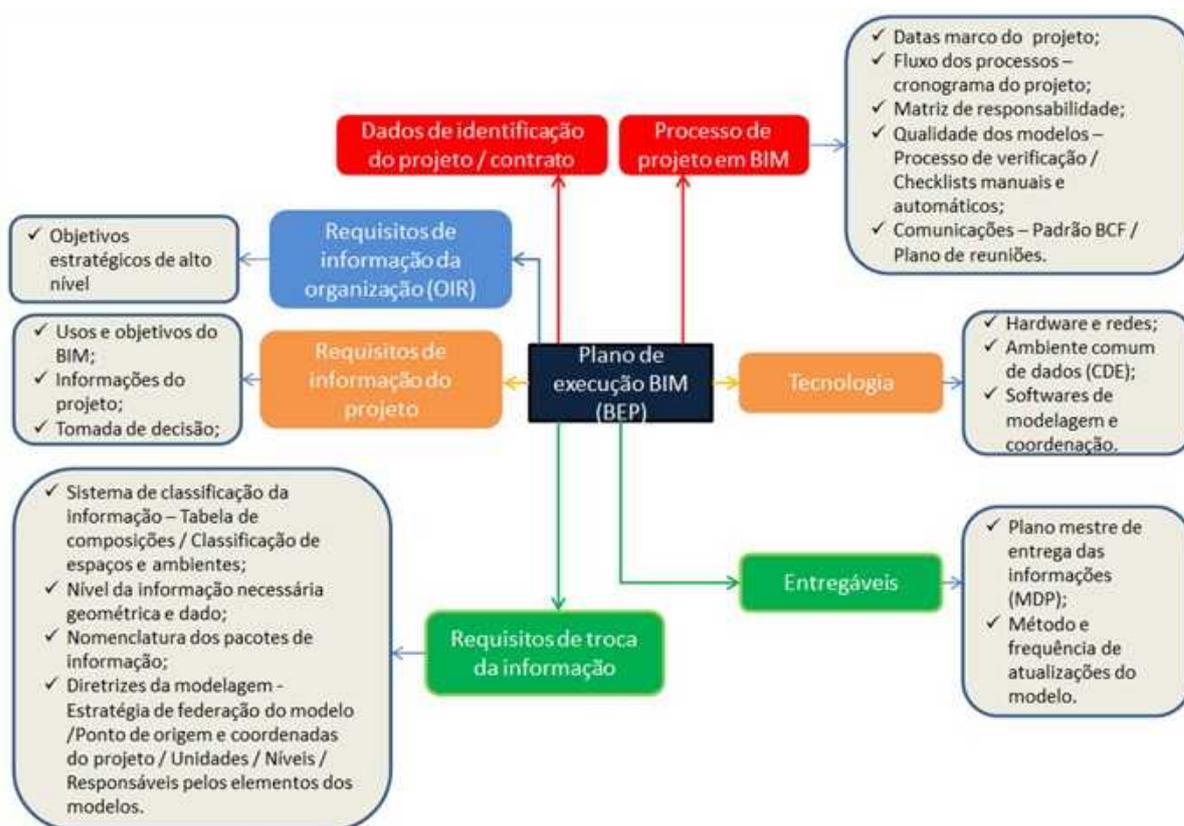
Fonte: Manzione (2024)

Conforme definido pela norma ISO 19650, o Plano de Execução BIM (BEP), é um documento que descreve como as atividades relacionadas ao BIM serão executadas em um projeto específico. A norma ISO 19650 estabelece os princípios para a gestão de informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento utilizando o BIM, onde o BEP é uma parte crucial desse processo, em que proporciona um entendimento claro de como o BIM será aplicado e gerenciado durante todas as fases de um projeto, desde a concepção até a manutenção e operação de um edifício, servindo como um guia com requisitos e padrões que

devem ser seguidos pelas partes envolvidas, assim contribuindo para a qualidade e consistência das informações ao longo do ciclo de vida do projeto.

Manziona (2024) aborda em seu material de aula uma estrutura conceitual de todos os elementos que devem compor a estrutura do Plano de Execução em BIM conforme Figura 20, ainda salienta alguns enganos comuns que ocorrem na elaboração do BEP, como, escopo técnico, normas técnicas, caderno de detalhes, critérios de pagamento, critérios de medição de projetos, caderno de encargos e diretrizes de tecnologias construtivas, estes devem fazer parte de outros anexos contratuais.

Figura 20 – Estrutura conceitual do Plano de Execução em BIM (BEP)



Fonte: Manziona (2024) adaptado

O BIM possui várias dimensões, que correspondem aos tipos de dados específicos associados ao modelo paramétrico de informação. Conforme Lima (2019), o processo BIM não se restringe ao modelo virtual do empreendimento, permitindo atuação em múltiplas dimensões além do 3D (modelo paramétrico tridimensional). Assim, surgem as seguintes definições:

- 4D: modelo 3D vinculado ao cronograma de planejamento;
- 5D: modelo 3D vinculado ao cronograma e ao orçamento;

- 6D: modelo 3D vinculado à sustentabilidade;
- 7D: modelo 3D vinculado à manutenção e gestão do empreendimento;
- 8D: modelo 3D vinculado à Segurança e Saúde Ocupacional.

Atualmente, alguns autores já referenciam também:

- 9D: representa o Lean Construction (Construção Enxuta), voltado à otimização e racionalização de todas as etapas da execução;
- 10D: refere-se à industrialização da construção, com a incorporação de novas tecnologias para aumentar a produtividade do setor.

Segundo PENN STATE (2021), o BIM pode ser implementado em muitas fases ao longo de um projeto, mas a tecnologia atual, o treinamento e os custos de implementação em relação ao valor agregado devem sempre ser considerados ao determinar as áreas e níveis de detalhes apropriados necessários nos processos de modelagem de informações, sendo necessário definir as áreas e o uso específico da implementação. A organização deve visar implementar o BIM no nível necessário para maximizar o valor agregado do produto, porém deve planejar essa implementação em detalhes de forma a minimizar o custo e o impacto da implementação da modelagem.

De acordo com o contexto acima, é necessário que os objetivos estratégicos da empresa estejam alinhados com a utilização da metodologia BIM em seus processos para se obter sucesso na implementação. Essa alteração no processo de projeto exige uma mudança na cultura da empresa, bem como novas habilidades e competências dos profissionais envolvidos. É importante a elaboração do Plano de Execução BIM (BEP) para cada empreendimento de acordo com a norma ISO 19650, bem como seu gerenciamento, de forma a se estabelecer a consistência e a qualidade das informações ao longo do ciclo de vida do projeto. O BIM deve ser considerado como uma realidade no Brasil, embora sua disseminação ainda esteja em processo de evolução ele não deve ser encarado apenas como a implantação de um software, mas sim uma alteração no modelo de negócio para as empresas que buscam ser mais competitivas e produtivas no mercado.

### 3.2 O SURGIMENTO DE NOVOS AGENTES ASSOCIADOS À MODELAGEM DA INFORMAÇÃO (BIM) E AS NOVAS COMPETÊNCIAS DE GESTÃO

É necessário compreender as transformações que a modelagem da informação da construção (BIM) está trazendo para o processo de projeto e para o exercício das funções de

gestão associados a essa nova metodologia de trabalho. Esse entendimento ainda é complexo visto que a adoção dessa tecnologia ainda não está totalmente consolidada nas organizações.

Manziona et al. (2021) salienta que mesmo havendo mudanças, ainda existirão competências relacionadas a gestão do processo de projetos de empreendimentos de construção que deverão continuar existindo. O início da modelagem da informação a partir do ano de 2010, trouxe a necessidade da expertise no uso da tecnologia digital na produção de modelos e na colaboração e comunicação em ambientes comuns de dados, com isso originaram-se novos campos profissionais com a introdução do Coordenador BIM, Gerente BIM (*BIM Manager*) e Gerente de informação. De acordo com Kassem et al. (2018) apud Manziona et al. (2021), conforme literaturas acadêmicas, fóruns profissionais e documentos de política ainda existe um conflito relacionado ao impacto do BIM nas funções relacionadas a esses novos papéis. Ainda segundo esses mesmos autores, algumas associações como, por exemplo, a *Associated General Contractors of America* argumentam que o BIM não altera as funções e as responsabilidades fundamentais dos agentes participantes dos projetos. Manziona et al. (2021) salientam que não existe um consenso sobre os papéis a serem desempenhados em cada uma das funções, sendo sua discussão relevante para o entendimento das evoluções do processo de projeto e de sua gestão, a partir da introdução do BIM. Algumas definições apresentam superposição de papéis e particularidades segundo a organização e o segmento de projeto.

Manziona et al. (2021) definem os novos agentes que surgiram com a tecnologia BIM associando o Coordenador BIM como coordenadores de equipe de projetos que utilizam a metodologia da informação (BIM), sendo o responsável pela gestão do processo de projetos no ponto de vista no nível tático. De acordo com Manziona et al. (2021) muitas das funções do Gerente BIM ou (*BIM Manager*) se sobrepõem às dos Coordenadores BIM, o que diferencia é a integração das atividades de gestão desenvolvendo toda a parte estratégica necessária à implantação da modelagem da informação, como se fosse um gerente de projetos, Segundo os autores, em muitos casos, o papel do *BIM Manager* poderá ser exercido pelo profissional ou equipe responsável pela coordenação de projetos, desde que o profissional tenha competência de gestão relacionada à coordenação de projetos, bem como, competências técnicas para o uso da tecnologia BIM. No entanto, é comum que não se encontre nessa fase de transição tecnológica um único profissional com conjunto de competências no mesmo grau, fazendo com que haja a necessidade da convivência entre o coordenador de projetos e o Gerente BIM em um mesmo projeto. Por fim, se junta a esses dois agentes citados acima o

Gerente de informação cujas responsabilidades estão associadas à estruturação e manutenção das informações contidas nos modelos, e a gestão das mesmas de forma a tornar seu uso adequado a todos os agentes, em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento. O Gerente de informações operacionaliza todo o processo de informação, a Norma ISO 19650 define a terminologia e os processos de gestão da informação de acordo com a modelagem BIM, considerando a troca de informações digitais entre as partes contratantes em todas as fases de um empreendimento, projeto, contratação, construção, comissionamento, entrega, uso, operação e manutenção.

Manziona et. al. (2021) apresenta uma lista simplificada das competências de gestão introduzidas pelas demandas que surgiram com a implementação e uso da modelagem da informação da construção (BIM), de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1: Novas competências de gestão e de implementação da modelagem da informação da construção em projeto.

<b>Competências de implementação da modelagem da informação da construção (BIM)</b>	<b>Competências de gestão do processo de projeto utilizando BIM</b>
Estabelecer os objetivos para o uso do BIM	Controlar a qualidade dos modelos e dos documentos produzidos
Estabelecer procedimentos e protocolos para o 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 disponibilidade de hardware e software adequado	Gerenciar a produção e a entrega do projeto
Implementar novos softwares e tecnologias	Coordenar o processo e a equipe de projeto
Desenvolver as bibliotecas de componentes para modelagem	Coordenar a superposição e a adição de modelos de especialidades
Orientar membros do projeto quanto ao uso do BIM	Preparar especificações para detalhamento de projetos
Promover a adoção das melhores práticas no uso do BIM	Gerenciar a publicação e o compartilhamento de modelos

Fonte: Adaptado Kassem et al. (2018) apud Manziona et al. (2021).

Embora novos agentes tenham surgido no mercado com a implantação da metodologia BIM, e segundo Melhado et al. (2021) muitos dos papéis desempenhados por esses agentes se sobrepõem as competências do coordenador de projetos, o que dependerá da organização contratante ou do segmento do projeto para sua contratação de cada agente, e mesmo diante

de uma nova tecnologia a figura do coordenador de projetos continua a ter um papel importante no processo de projeto

A metodologia BIM exige novas competências associadas ao perfil do coordenador, tais como:

- Planejamento de todas as etapas do processo de projeto, com clareza quanto ao nível de informação necessário em cada entrega e seus respectivos responsáveis;
- Compreensão de que as entregas passam a ocorrer por evolução contínua do modelo 3D, e não mais por etapas estanques como no processo tradicional;
- Definição da Estrutura Analítica do Projeto (EAP) necessária ao desenvolvimento;
- Gerenciamento aprimorado dos dados e informações gerados nos modelos paramétricos, assegurando a compatibilidade entre as soluções;
- Atuação em um Ambiente Comum de Dados (CDE), onde os modelos são dados estruturados compartilhados;
- Promoção de maior engajamento da equipe e eficiência na gestão, dada a natureza simultânea, colaborativa e integrada da metodologia.

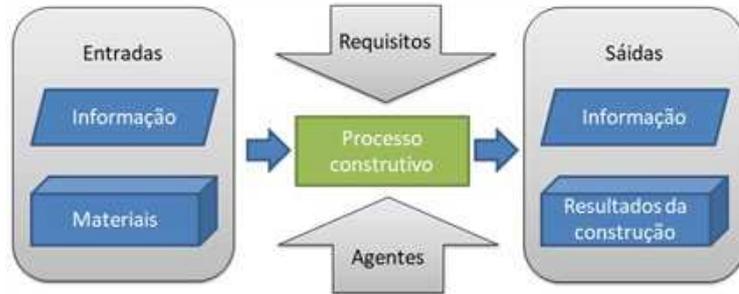
As responsabilidades do coordenador de projetos continuam sendo as mesmas, como, iniciar o processo de projeto, planejar o processo, gerenciar a equipe de projeto, garantir a compatibilidade entre as soluções dos vários projetistas e controlar o fluxo de informações entre projetistas, porém o que alterou foram os processos para execução desses trabalhos que acrescenta às competências técnicas do coordenador uma expertise maior no uso da tecnologia digital e maior agilidade para gerenciar os novos processos gerados pela metodologia BIM.

### 3.3 O PROCESSO DE PROJETOS EM BIM

De acordo com a ISO 9001:2015 – Sistema de Gestão da Qualidade, o “processo” pode ser entendido como “um conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que utilizam entradas para entregar um resultado pretendido”. Amorim (2023) descreve em seu livro que as entradas podem ser materiais, componentes (insumos) ou somente informações, e as saídas serão os resultados da construção, que podem ser elementos, produtos da construção ou até mesmo informações reprocessadas, como por exemplo, um documento de um projeto arquitetônico, sendo que, um processo necessita de agentes que executem tarefas, podendo ser pessoas ou máquinas, e requisitos e restrições que definem as condições de realização do

processo e suas saídas, conforme exemplificado na Figura 21 – Esquema do processo construtivo.

Figura 21 – Esquema do processo construtivo



Fonte: Amorim (2023) adaptado

A Norma ISO 19650 destaca a importância dos requisitos para obtenção dos resultados, “convém que os requisitos de informação especifiquem ou guiem como a gestão da informação será alcançada e que todos os detalhes sejam acordados a tempo de os requisitos serem atendidos de forma eficiente e efetiva”. Esses requisitos possuem algumas condicionantes como, o uso pretendido (porquê), etapa (quando), disciplina (quem) e o objeto (o quê), o que será fundamental para estabelecer o nível de informação necessária em cada fase ou etapa do projeto, vide Figura 22 levando em consideração a qualidade dos dados, as especificações, a geometria e o detalhamento dos componentes, além de outras informações definidas previamente como necessárias para atingir os objetivos do empreendimento. Esses requisitos são definidos no Plano de Execução BIM (BEP), que associa os entregáveis de cada etapa ou marco de projeto aos seus responsáveis pelo fornecimento.

Figura 22 – Pré-requisito de projeto e nível de informação necessária



Fonte: Amorim (2023)

Amorim (2023) classifica o processo de projeto em BIM como complexo, mesmo se tratando de uma única base de modelo 3D BIM. Isso ocorre em função da necessidade de se cumprir uma série de funcionalidades que vão além da representação 3D, do aprendizado tecnológico, passando por mudança na maneira de pensar no que se refere ao processo de projetar. O autor ainda reforça a necessidade do desenvolvimento do modelo em um processo colaborativo entre profissionais de diversas especialidades que devem atuar de modo coordenado e simultâneo. Segundo Gonçalves (2023) a efetiva integração dos processos, torna o uso do BIM desafiador, uma vez que os modelos não devem ser produzidos de modo aleatório, visto que precisam absorver uma série de informações qualificadas, de modo que as equipes de projetos, planejamento, orçamento e obras, precisem trabalhar de forma integrada. A modelagem BIM integrada é capaz de agregar todo o processo de projeto, pois requer maior colaboração entre os agentes envolvidos desde a etapa de projeto até o uso e operação do edifício, ou seja, abrange todo o ciclo de vida do projeto possibilitando o processo de quantificação, bem como, simulações de gerenciamento do uso do empreendimento.

De acordo com o Guia BIM da ASBEA (2017), o fluxo básico do processo de projeto BIM inverte o método usual, onde toda a análise do projeto é realizada por meio de projetos 2D ajustados e corrigidos até atingir um patamar satisfatório de solução e eliminação de conflitos, de forma a se estabelecer uma sequência nas atividades, em que uma atividade depende do término de outra, conforme Figura 23.

Figura 23 – Fluxo do processo de projeto no CAD



Fonte: BIM fórum Brasil (2023)

No caso do BIM, o esforço de coordenação e de compatibilização concentra-se no modelo virtual central, conhecido como modelo federado, e as atividades ocorrem de forma simultânea, e somente após o modelo validado pelo coordenador é que serão extraídos os

documentos que servirão de base para os processos subsequentes ou para execução da obra conforme representado na Figura 24

Figura 24- Fluxo do processo de projeto em BIM

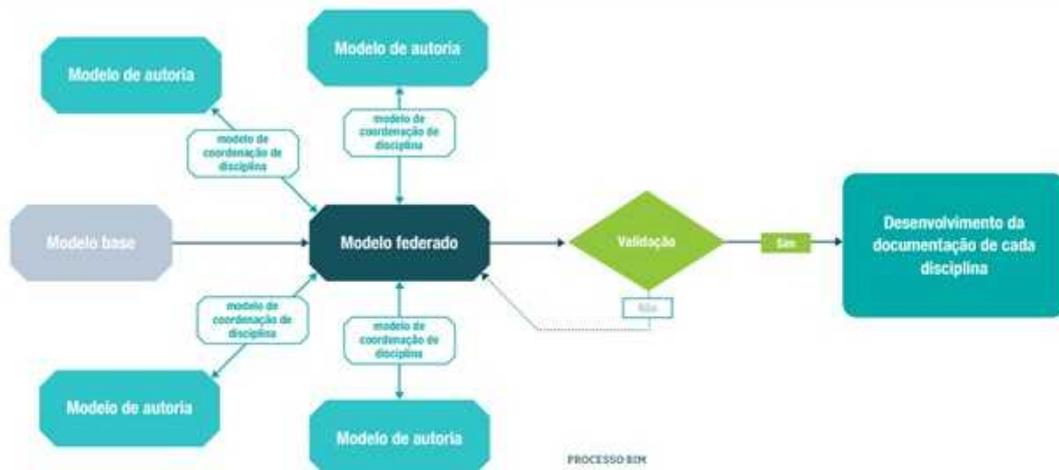


Fonte: BIM fórum Brasil (2023)

Amorim (2023) denomina o modelo federado a vinculação de todos os “modelos BIM” em um ambiente comum de dados (CDE), o qual todos os projetistas podem acessar, porém cada projetista só consegue alterar o que for de sua própria autoria, esse modelo permite que todos os participantes executem suas tarefas considerando as limitações recorrentes de outras disciplinas ou regras estabelecidas pela coordenação de modo que sejam evitados possíveis conflitos entre as diferentes disciplinas, conforme ilustrado na

Figura 25.

Figura 25- Processo de projeto em BIM



Fonte: BIM fórum Brasil (2023)

Amorim (2023) descreve as diferentes classificações para “modelo BIM” sendo eles:

- **Modelo de autoria:** Esse modelo não é um “produto” ou um “entregável”, mas sim uma ferramenta para a produção dos diferentes produtos do projeto, sejam documentos gráficos, planilhas, documentos de texto, entre outros, é de uso exclusivo do projetista, nesse modelo contém os principais objetos BIM a serem utilizados e suas “famílias” e outros componentes de conhecimento exclusivo de cada autor/projetista, geralmente não são objeto de cessão contratual a menos que exista alguma cláusula específica.

Como essas informações de teor gráfico e numérico prejudicam o desempenho do sistema para as operações de coordenação é criado um arquivo cópia passível de ser sincronizado com o arquivo de autoria, chamado modelo coordenação, onde é possível a sincronização com o arquivo de autoria que facilita o trabalho de análise em conjunto e facilita a verificação de conflitos.

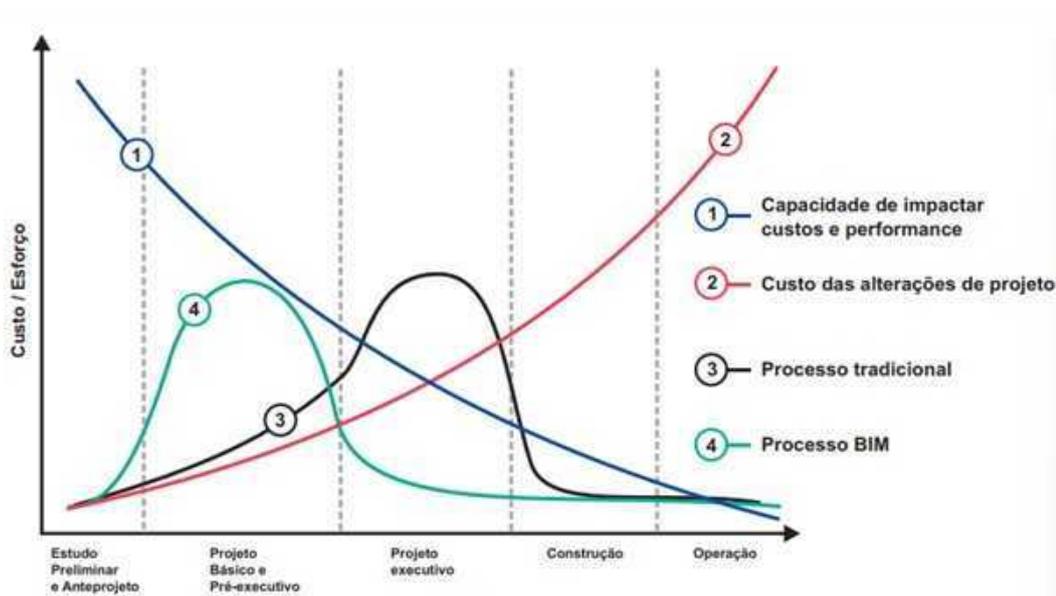
- **Modelo para coordenação:** Deve conter basicamente as informações de geometria, classificação do elemento, sua especificação básica e os dados relevantes para análise, como peso de peça, tipo de equipamento, ele é obtido por meio de exportação do aplicado do projeto, onde as informações são filtradas e selecionadas. Essa troca de dados entre softwares só é possível devido ao padrão IFC que permite a interoperabilidade dos modelos em BIM.
- **Modelo Federado:** É obtido pela agregação de modo coordenado de todos os modelos de coordenação, de modo a se obter uma visão completa do empreendimento. É importante destacar que para esse processo colaborativo é necessário ter um modelo “base” que é a primeira versão de um modelo de coordenação, gerado pelo arquiteto, a partir dele os projetistas complementares irão desenvolver suas propostas, sob a direção de uma coordenação geral, num processo simultâneo e assíncrono.
- **Modelo da construção:** esse modelo representa os equipamentos e elementos complementares necessários para a realização da obra, como andaimes, guias, formas entre outros, é desenvolvido sobre o modelo de coordenação e utilizado para elaboração do planejamento 4D (andamento e prazo) ou 5D (andamento,

prazo e custo), bem como para análise da construtibilidade, permite avaliar o plano de ataque, a viabilidade do uso de determinados equipamentos, análise no fluxo dos canteiros, entre outros recursos de otimização dos processos.

- **Modelo As Built:** Esse modelo representa o “como construído”, serve como referência principal para o uso e operação, essa verificação pode ser facilitada como o uso da realidade aumentada, esse modelo é a representação exata da obra concluída e deve incorporar de modo organizado o conjunto de informações e documentos, como, dado de instalações, garantias e manuais de operações de equipamentos entre outros.

A curva de McLeamy, conforme Figura 26, representa uma das principais mudanças no processo de projeto de arquitetura, engenharia e construção (AEC). De acordo com o Guia BIM da ABDI (2017), a concentração das decisões de projeto no desenvolvimento BIM ocorrem em uma etapa anterior à do tradicional, quando seu impacto é maior e o custo das alterações é menor, esse maior esforço inicial resulta em um menor esforço nas fases subsequentes e um menor retrabalho na etapa de execução de obra, ou seja, quanto menos alterações nas fases posteriores menos desperdícios de mão de obra, materiais e tempo, resultando em reduções de prazos e custos e melhorando a qualidade final dos empreendimentos.

Figura 26 – Relação entre esforço e impacto

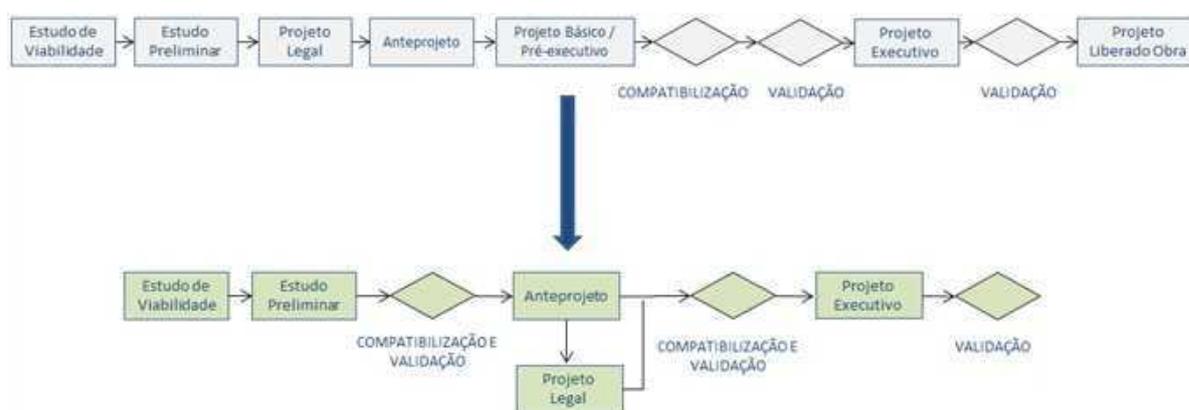


Fonte: Guia ASBEA fascículo II (2015)

De acordo com Amorim (2023), diferente do processo CAD em que as etapas do processo de projeto como: Concepção do produto, Estudo Preliminar, Pré-executivo e Executivo são bem demarcadas, com metas que definem o avanço de projeto e se refletem em um conjunto de entregáveis, onde cada etapa precede a outra, no processo BIM temos um número menor de etapas, pois o que irá diferenciar o projeto em BIM é o Nível de Evolução do Projeto com um maior volume de informações contido no modelo. Ainda segundo Amorim (2023) não existe padronização desses níveis, gerando uma infinita multiplicidade de possíveis conjuntos, devido à variação que o uso do BIM proporciona, tanto em finalidade quanto em que momentos esses usos serão demandados ao longo do projeto. O autor complementa que a forma para definir os marcos do projeto é caracterizar os níveis de informações e de detalhes para cada componente ou para cada classe de componentes ao longo das etapas, bem como os responsáveis por essa informação no Plano de Execução BIM (BEP).

Segundo Lima (2024) o processo de projetos em BIM exige outra metodologia para seu desenvolvimento e maior interação entre os projetistas alterando o conceito das fases e produtos gerados, onde, por exemplo, na fase Projeto básico / Pré-executivo, classificado no Manual de Escopo e Serviços de Coordenação de Projeto (2019) como Fase C, pode ser suprimida, desde que haja consolidação de todas as disciplinas na fase de anteprojeto, conforme ilustrado na Figura 27.

Figura 27 – Fases de projeto



Fonte: Lima (2024)

O processo de projeto em BIM incorpora mais cedo a participação de fornecedores de materiais e componentes, bem como subempreiteiros, que muitas vezes serão responsáveis pelo detalhamento de projetos para produção, a etapa de suprimentos além de ocorrer mais

cedo passa a ter proeminência, uma vez, que irá gerar dados que serão utilizados não só na construção, mas também na operação. Por isso a importância das definições dos procedimentos para a gestão da informação nos projetos (Amorim 2023).

Como mencionado nos capítulos anteriores, para cada projeto executado em BIM deve ser elaborado um documento contratual que planeje toda a sua execução – o Plano de Execução BIM (BEP). Seu objetivo é garantir o conhecimento das responsabilidades e oportunidades de todos os participantes envolvidos na adoção do BIM.

O BEP inclui:

- A descrição dos objetivos e expectativas de cada equipe com o uso do BIM;
- A definição dos usos aplicados aos modelos;
- A identificação dos requisitos dos projetos em BIM;
- A definição das equipes envolvidas;
- O estabelecimento de procedimentos de colaboração e comunicação;
- O desenho do fluxograma e das datas marco das atividades com BIM;
- A definição dos procedimentos de controle de qualidade do modelo;
- A especificação do nível de detalhamento (LOD) dos produtos extraídos dos modelos BIM (*entregáveis*).

A elaboração do BEP é fundamental para a contratação e gestão de projetos que utilizam a metodologia BIM, sendo indispensável para o cumprimento do planejamento do processo de projeto (Guia AsBEA, 2015).

Manzione et al. (2021) cita que o desenvolvimento do processo de projeto inicia-se pela criação de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que será utilizada por todos os agentes envolvidos no processo de projeto. Para facilitar o gerenciamento adota-se uma subdivisão das entregas e do trabalho do projeto em componentes menores, identificando os produtos, serviços e resultados que deverão ser entregues em um projeto em cada fase. A EAP, são desenvolvidas segundo as classificações que constam nos Manuais de Escopo de Serviços e Projetos (2019) para as diferentes disciplinas em suas determinadas fases. Os autores também argumentam que para o planejamento de projetos em BIM é necessário associar a EAP com a estratégia de federação dos modelos, de forma que cada especialidade (arquitetura, estrutura, elétrica, hidráulica, entre outros) esteja associada a um modelo que representa uma parte geométrica do edifício.

Figura 28 – Modelo de edifício para cada disciplina a serem planejados



Fonte: ABDI (2017)

De acordo com Amorim (2023), o processo de projeto BIM proporciona novos entregáveis de projetos que devem ser definidos no escopo de contrato, no cronograma do projeto com base no Plano de Execução BIM (BEP). Por exemplo, o projeto básico costuma a ser mais extenso, devido ao aprofundamento de soluções nessa etapa com o objetivo definir e compatibilizar os diferentes sistemas da edificação. Entretanto pode não ser necessária a fase de pré-executivo, normalmente utilizado para finalizar parte da compatibilização. O autor salienta que cada empreendimento terá seus objetivos específicos e consequentemente diferentes entregáveis para cada fase de projeto. O guia AsBEA (2015) classifica entregáveis como “todos os itens necessários para atingir os objetivos do projeto, esses itens são tangíveis, mensuráveis e seu desenvolvimento pressupõe uma subsequente interação entre um ou mais participantes do projeto, ou seja, uma entrega”, tendo como principais entregáveis o fluxo de projetos em BIM os seus modelos (ifc, rvt, pla), relatórios de interferências (doc, html, xls, smc) registro de comentários (bcf, pdf, html). Entende-se que os modelos disponibilizados podem ser utilizados como único entregável para as finalidades definidas, pelo uso e pelo LOD, desde que acordado e registrado no plano de execução BIM. Manzione et al. (2021) ressalta que o projeto não deve ser confundido com um entregável, pois se deve ser percebido como um processo de informação, com definições claras de objetivos e prazos sendo de caráter temporário.

De acordo com a NBR ISO 19.650 é necessária a definição em contrato de um plano de entrega de informações para todo o ciclo da gestão de um ativo, acordado entre as partes, em que devem constar o prazo de cada entregável com referências ao cronograma de projetos. Ainda de acordo com a NBR ISO 19.650 o nível de informação necessária para cada pacote

entregável deve ser atrelado ao propósito de uso da metodologia BIM, ou seja, deve corresponder uma definição de qualidade, quantidade e granularidade da informação, esses níveis de informações podem variar nos entregáveis.

Manzione et al. (2021) descreve que o controle de qualidade deve ser realizado em cada etapa do processo de projeto, envolvendo as devidas verificações, análise críticas ou atividades de validações, e que o deverá ser estabelecido no BEP a periodicidade de reuniões assim como seus meios de realização. Sendo o coordenador do modelo de cada empresa responsável pela qualidade do modelo de sua disciplina. O contratante deve providenciar uma auditoria do modelo (interna ou terceirizada) para garantir que os modelos foram desenvolvidos seguindo o BIM Mandate e o BEP. Já para a verificação das interfaces entre modelos de diversas disciplinas poderão ser utilizados softwares como, Navisworks, Solibri e Tekla BIMSight, podendo ficar a cargo da coordenação do projeto. Nesse caso pode ser realizada uma checagem visual, para eliminar eventuais objetos que estejam fora do lugar e verifica-se se todos os modelos estão no ponto de inserção corretos, valida-se também às informações dos elementos a fim de se evitar dados incorretos.

De acordo com Guia AsBEA (2015), é recomendado que seja definido um responsável pela compatibilização geral do modelo em cada etapa do fluxo do projeto BIM, podendo ficar à cargo de empresas especializadas ou profissionais da empresa construtora. Essa análise previne inconsistências de projeto durante a execução da obra. Alguns softwares utilizados para fazer essa detecção emitem relatórios automaticamente, porém cabe ao responsável da compatibilização identificar e julgar o grau das interferências encontradas no modelo. Toda essa análise é realizada a partir do modelo federado, e após o envio do relatório de incompatibilidades os projetistas devem revisar os seus modelos garantindo que as soluções definidas sejam incorporadas, cabe ao profissional responsável pela compatibilização verificar se os problemas identificados foram resolvidos. Esse processo deve ser realizado em cada etapa do processo de projetos em BIM. O processo para cada etapa de compatibilização apresenta-se ilustrado na figura abaixo.

Figura 29 – Etapas do processo de compatibilização



Fonte: AsBEA (2015)

Lima (2019) ressalta que para determinar o escopo da modelagem é necessário definir previamente o nível de detalhes que o modelo terá, uma vez que a quantidade de detalhes do modelo aumenta gradativamente para dar suporte as diferentes fases do projeto. O nível de detalhamento, também conhecido como LOD (Level of Development) representa a quantidade das informações, contidas no modelo. A Norma ISO 16.950 não correlaciona os níveis de detalhamento com as etapas do projeto, sendo seu vínculo apenas com o elemento, porém de acordo com o Guia AsBEA (2015) é recomendado que esses níveis sejam definidos por componentes em cada fase do projeto, um vez que, os níveis de detalhamento necessários variam de acordo com o tipo de contrato, características do empreendimento e uso que será dado ao modelo. Sem essa definição, o entendimento do que deve ou não ser incluído no modelo e quais os níveis de informações torna-se muito subjetivo. É importante que essas informações dos requisitos estejam claras, para que as expectativas do que será desenvolvido em cada etapa do projeto estejam alinhadas entre os agentes envolvidos.

De acordo com o Guia AsBEA (2015), modelos desenvolvidos apenas para coordenação ou documentação do projeto podem requerer um nível de detalhamento diferente de um modelo que será utilizado para extração de quantitativos e orçamento. Por exemplo, para a extração de documentos o principal aspecto é a qualidade da representação gráfica, já para a extração de quantitativos é essencial que sejam inseridas as informações necessárias dentro do elemento construtivo e que estejam compatíveis com as especificações do projeto. As informações no modelo podem acontecer de forma gradativa na medida em que o projeto evolui, por isso é importante que seja realizado um planejamento das fases nas quais essas informações serão inseridas, o Guia AsBEA classifica os LOD da seguinte forma:

LOD 100 - O elemento pode ser representado graficamente no modelo com um símbolo ou outra representação genérica. Informação relativa ao elemento pode ser derivada de outros elementos modelados.

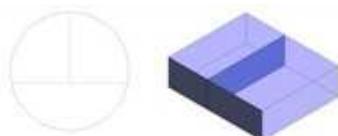


Figura 30 – Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015)

LOD 200 - O elemento deve ser graficamente representado no modelo como um sistema, objeto ou montagem genérico, com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação aproximados. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase.

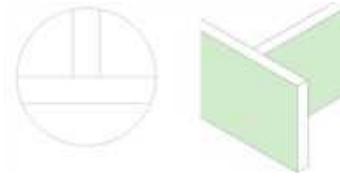


Figura 31 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015)

LOD 300 - O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação definidos. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase.

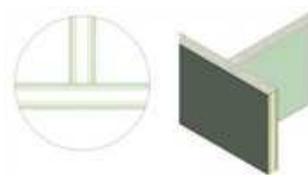


Figura 32 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015)

LOD 400 - O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico, com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação definidos, e suas interfaces com outros elementos do edifício. Informações não gráficas adicionadas ao elemento devem constar nessa fase.



Figura 33 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015)

LOD 500 - O elemento deve ser representado graficamente no modelo como um sistema, objeto ou montagem específico, com quantidade, tamanho, forma, localização e orientação definidos, com informações relativas ao detalhamento, à fabricação, montagem e instalação. Informações não gráficas adicionadas ao elemento podem constar nessa fase.

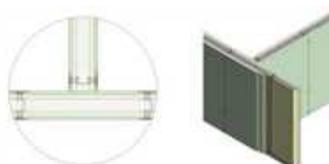


Figura 34 - Esquema representativo planta e perspectiva. Fonte AsBEA (2015)

Lima (2019) apresenta exemplos de aplicação dos níveis de desenvolvimento (LOD) do modelo BIM nas diferentes fases do projeto:

- LOD 100 – Utilizado em estudos ou projetos conceituais. Caracteriza-se por uma representação de caráter conceitual, onde o modelo pode não ser uma volumetria, e as informações podem estar associadas a elementos ou símbolos.
- LOD 200 – Adequado para levantamentos simplificados, com indicação de volumes e quantidades de tipos de elementos, como em projeto básico ou anteprojeto. Os elementos são representados de forma genérica, com quantidades e dimensões, sem detalhar sua composição interna.
- LOD 300 – Os elementos modelados possuem informações precisas sobre localização, quantidade, dimensões e forma definida. Pode ser utilizado em documentos para construção e contratação, como no projeto executivo.
- LOD 400 – Indicado para fabricação de peças e montagem de elementos construtivos. Além das informações dos níveis anteriores, inclui detalhamentos relacionados à fabricação e montagem da edificação.
- LOD 500 – Utilizado em modelos As-Built, para gestão e operação do edifício. Representa o nível final de desenvolvimento, correspondendo ao projeto como efetivamente construído.

A AsBEA (2015) também aborda em seu guia o processo de trabalho em BIM em cada uma das fases de projeto, estudo de viabilidade, estudo preliminar - concepção, projetos legais, projeto básico e projeto executivo, utilizando como dados de entrada documentos de informações e as necessidades de referências para o modelo e como documentos de saída, as informações a serem trocadas.

**Estudo de Viabilidade:** O principal uso do BIM nessa fase corresponde à elaboração e coordenação de um modelo 3D de massas que contém as informações legais e dimensionais do terreno e tem como produto final um estudo de massa consolidado. E, esse estudo refere-se ao modelo 3D de arquitetura e, nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo ainda é baixo, normalmente considera-se volumetria, definições de áreas e vazios. Os agentes envolvidos são o cliente, o arquiteto e os consultores específicos. Os quantitativos básicos relacionados à fase de projeto já podem ser extraídos desse modelo e utilizados pela equipe de viabilidade.

**Estudo preliminar – concepção:** Nessa fase o modelo deve estar consolidado e compatibilizado conforme os níveis de detalhamento especificados no BEP e deve conter as informações de estrutura, instalações, bem como a análise crítica compatibilização e validação desses modelos. Nessa fase o modelo adquire uma maturidade um pouco maior do que a fase anterior, tendo como produto final, quantitativos que poderão ser utilizados pela equipe de orçamento. Os agentes envolvidos são os clientes, arquitetura e projetistas de diferentes disciplinas.

**Projetos legais:** Nessa fase o controle da documentação deve ser realizado conforme padrões, normas e legislações da prefeitura local. Pode ser realizada a categorização dos ambientes por tipologias para extração de informações de acordo com a legislação. E, essa fase diz mais a respeito à extração de informações do que acréscimo de informações e deverão ser realizados paralelamente os projetos legais para aprovação de órgãos públicos.

**Projeto básico:** Nessa fase o nível de desenvolvimento do modelo adquire maior maturidade gerando como produto documentos como, plantas, cortes, elevações de fachadas e detalhes específicos. Também podem ser extraídos do modelo quantitativos mais precisos para o orçamento final. O modelo 3D gerado nessa fase deve ser consolidado e compatibilizado conforme os níveis de detalhamento estabelecidos no BEP. Os agentes envolvidos são cliente, arquiteto e projetistas de diversas especialidades.

**Projeto executivo:** Nessa fase, sendo a última do processo de projeto, o nível de detalhamento deve ser suficiente conforme estabelecido no BEP e deve conter as informações necessárias para a execução da obra, nessa fase pode se extrair quaisquer documentos necessários para execução da obra, bem como, quantitativos que consolidam o orçamento final e o planejamento da obra. Os documentos 2D extraídos nessa fase podem ser complementados com imagens 3D para tornar mais compreensível os detalhes facilitando a execução da obra.

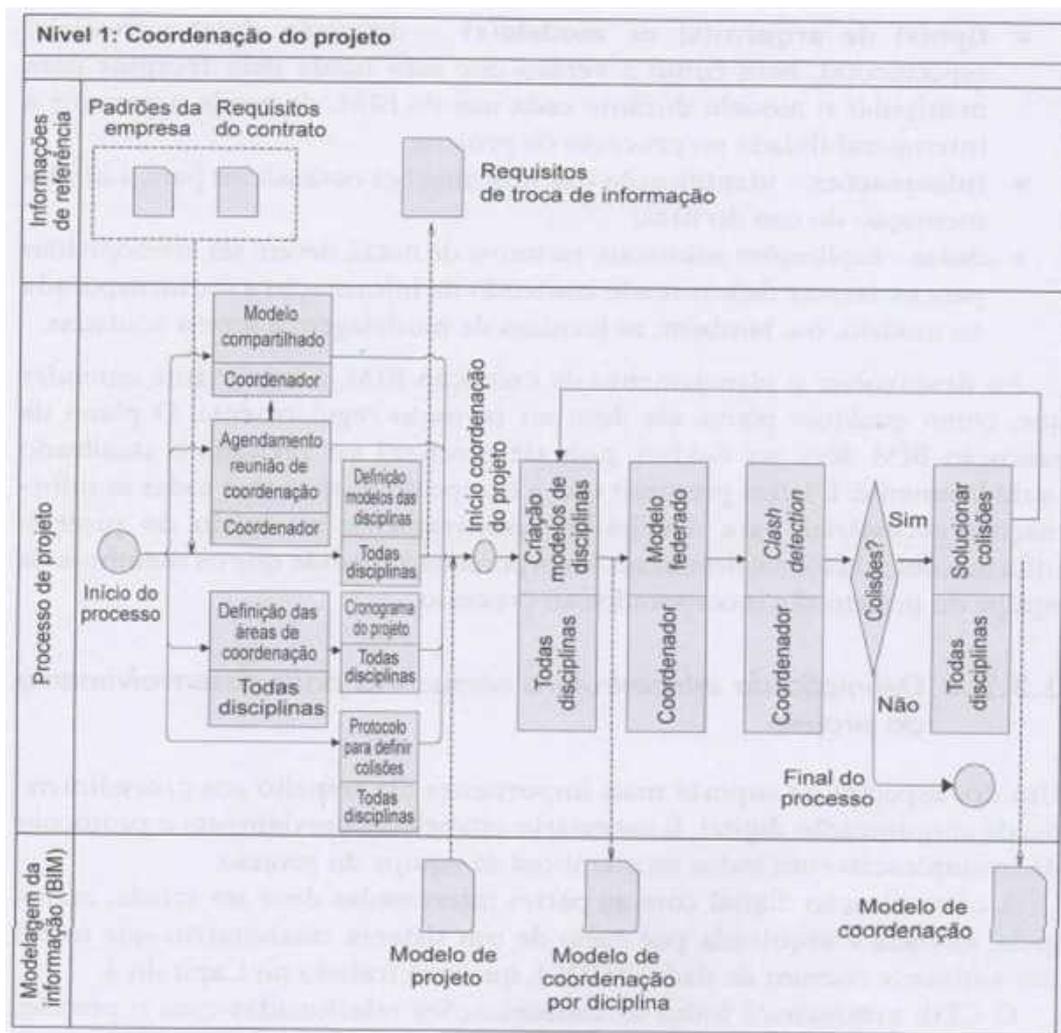
De acordo com Manzione et al. (2021) foram estabelecidos dois níveis que correspondem ao mapa do processo de projeto. Esses mapas devem permitir que todos os agentes que compõe a equipe entendam o processo como um todo, identificando as trocas de informações necessárias entre as várias partes envolvidas. Com os objetivos identificados e os usos definidos utiliza-se a técnica de mapeamento de processo em notação BPMN (Business Process Model and Natation) que é uma anotação que permite descrever o fluxo de informações. Por sua vez, esses mapas do processo de projeto estarão ligados a outros tópicos

como requisitos contratuais, requisitos de entrega, tecnologia da informação demandadas e os critérios de seleção dos especialistas que compõem a equipe, conforme Figura 35 e Figura 36.

Nível 1 - mapa geral do processo, mostra a relação entre os usos definidos; nesse mapa também devem ser indicadas as datas para as trocas de informações, para que os agentes envolvidos possam atender ao cronograma do projeto.

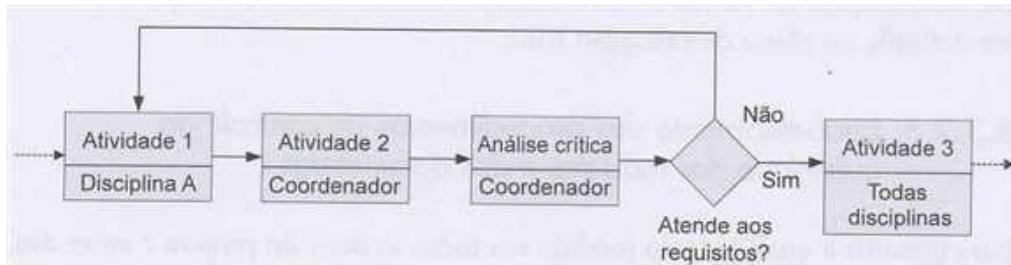
Nível 2 - mapa detalhado para cada uso, com sequência de atividades, identificação dos responsáveis e a troca de informações.

Figura 35 – Esquema representando o mapa do processo de projeto Nível 1



Fonte: Manzione et al. (2021)

Figura 36 - Esquema representando o mapa do processo de projeto Nível 2



Fonte: Manzione et al. (2021)

Conforme citado anteriormente a EAP é fundamental para mapear as trocas de informações necessárias em cada etapa do processo de projeto, uma vez, desenvolvido o mapa de processos, é necessário atribuir cada “pacote” de informação às pessoas que serão responsáveis, para que elas saibam conteúdo de cada “pacote” de informação indicado no mapa de processo, conforme Figura 37.

Figura 37 – Exemplo de “pacote” de informação

Nome do pacote	Classificação do pacote	Estado	Revisão	Autor	Data	Descrição
7001-BBH-ZZ-ZZ-DR-D-00301	PM_40_30 Informações de projeto	D	004	José Silva	12/03/2021	Planta 1º andar
7001-BBH-ZZ-ZZ-DR-A-00312	PM_40_30 Informações de projeto	A	A04	José Silva	13/03/2021	Elevação oeste

↑ Nome do pacote / ID do arquivo

Metadados da ABNT NBR ISO 19650-2

Metadados adicionais

Fonte: ABNT PR1015 (2022)

É essencial que haja o planejamento para o sucesso da implementação do BIM no processo de projeto, e que todo esse planejamento esteja documentado no Plano de Execução BIM de modo que todos os envolvidos tenham ciência das suas responsabilidades. É notório que o fluxo de trabalho foi o que mais se alterou nesse processo de transição do CAD para o BIM, devido à entrada antecipada de projetistas nas fases dos projetos de modo a antecipar as soluções e resoluções de conflitos, bem como, as relações dos projetistas entre si devido à unificação do modelo em um ambiente comum de dados, com o processo de projetos em BIM origina-se um fluxo maior de informações que devem ser gerenciadas e compatibilizadas a fim de se atingir os objetivos da implementação da metodologia no processo de projetos da organização.

### 3.4 O COORDENADOR DE PROJETOS NO PROCESSO DE MODELAGEM DA INFORMAÇÃO (BIM)

Com o objetivo de definir e organizar as responsabilidades do coordenador de projetos no contexto de desenvolvimento do projeto por meio da modelagem da informação, Souza et al. (2013) desenvolveram um trabalho para discutir e revisar as responsabilidades do coordenador de projetos frente às discussões que permeiam o uso da metodologia BIM nos processos de projetos, tais como gestão da informação, processos colaborativos, gestão do conhecimento e o conceito da modelagem da informação.

Conforme citado no capítulo 2, o Manual de Escopo de Serviços para Coordenação de Projetos (2019) está estruturado em seis fases e cada uma das fases está dividida em três categorias de serviços. Embora o manual apresente um fluxo de trabalho padronizado na elaboração dos projetos de empreendimento, as descrições das atividades, os dados necessários para realização de cada etapa e os produtos gerados por esses serviços, algumas dessas etapas e produtos gerados sofrem alterações diante do uso da modelagem da informação nos projetos. Como exemplo pode-se citar a alteração no processo de contratação, nos requisitos de informações e entregáveis, no fluxo de informações, nas definições das estratégias, entre outros. Essas atribuições e responsabilidades passam a fazer parte do escopo de tarefas de um Gerente BIM (General Manager), conforme descrito no Manual de Escopo de Serviços para Coordenação de Projetos (2019).

Souza et al. (2013), reestruturaram essas fases considerando a evolução do processo de projeto utilizando as práticas de modelagem da informação e considerando em todas essas fases a integridade da informação, a revisão para o atendimento dos objetivos estratégicos do empreendimento e do incorporador, a avaliação do desempenho da equipe e do produto e a gestão do conhecimento. Após a reestruturação, chegaram em cinco fases, conforme Figura 38.

Figura 38 – Estrutura do guia para coordenação do processo de projeto no contexto da modelagem da informação



Fonte: Souza et al. (2013)

Segundo Souza et al. (2013), o coordenador de projetos desempenha funções específicas em cada fase do desenvolvimento do produto, conforme descrito abaixo:

#### **Fase de Concepção do Produto**

- Objetivo: Apoiar o incorporador na concepção e organização das informações necessárias para identificar as necessidades do empreendimento.
- Papel do coordenador: Identificar recursos disponíveis, objetivos estratégicos, premissas, restrições, bem como aspectos de desempenho, custo, prazo, qualidade e sustentabilidade.

#### **Fase de Definição do Produto**

- Objetivo: Iniciar a gestão dos recursos do projeto (equipe, prazo e custo).
- Atividades do coordenador:
  - Gestão do fluxo de informações;
  - Realização do estudo de viabilidade;
  - Obtenção de modelos e documentações para legalização e comercialização;
  - Definição de sistemas construtivos e tecnologias aplicadas;
  - Atendimento aos requisitos normativos.

#### **Fase de Detalhamento do Produto**

- Objetivo: Consolidar todas as informações necessárias para a construção do modelo e apoiar a tomada de decisões.
- Atividades do coordenador:
  - Apoio na definição de estratégias de construção e métodos construtivos;
  - Suporte à equipe de construção nos processos de aquisição e contratação.

### **Fase de Construção**

- Objetivo: Apoiar a aplicação dos projetos em obra e gerenciar o fluxo de informações.
- Atividades do coordenador:
  - Apoio à equipe de produção na implementação dos projetos;
  - Gestão do fluxo de informações para a construção de modelos de simulação do processo produtivo.

### **Fase de Ocupação**

- Objetivo: Garantir a retroalimentação do conhecimento obtido após a entrega.
- Atividades do coordenador:
  - Apoio à realização da avaliação pós-ocupação;
  - Garantia de que o conhecimento gerado retorne ao sistema de gestão do conhecimento da organização.

Lima (2024) também destaca algumas atribuições que fazem parte do escopo da coordenação de projetos, sendo eles:

- **Gestão do desenvolvimento de projetos:** Elaboração do planejamento, acompanhamento do desenvolvimento e das entregas de projeto. Análise Crítica do Projeto. Envolvimento e condução dos projetistas e consultores durante todo o processo;
- **Gestão do Contrato de Projetistas e Consultores:** Escopo, Mapa de Equalização de Propostas, Efetivação da Contratação, liberação de medição dos envolvidos conforme entregáveis;
- **Gestão do Prazo:** Elaboração e Acompanhamento do cronograma do projeto, incluindo todas as disciplinas e aprovativos legais;
- **Compatibilização de Projetos:** Identificar e conduzir a resolução de interferências e conflitos entre as disciplinas de projetos;
- **Validação de Projetos:** Validação do Projeto para Execução.

Manziona et al. (2021) destaca que “A coordenação de projetos, independente de quem será responsável por exercê-la, é uma forma de gestão focada na direção das atividades da equipe de projeto, das atividades desenvolvidas pelos diversos especialistas que a compõem, por vezes, denominadas “disciplinas de projeto”.

Manziona (2013), em sua tese de doutorado, argumenta que para maximizar o potencial da tecnologia BIM são necessários uma reengenharia dos processos afetados e uma reavaliação do papel dos profissionais em cada um desses processos, em que devem ser levados em consideração o processo colaborativo através de todas as fases do projeto, as habilidades das equipes, a integração da informação, a automatização dos sistemas e a gestão do conhecimento.

Nóbrega Júnior et al. (2018) complementam que os requisitos de implantação e gestão do BIM têm demandado novas habilidades específicas dos profissionais, e, por isso, têm surgido no mercado novos especialistas. Segundo Manziona et al. (2021) muitas das atividades do coordenador de projetos se sobrepõem à dos novos agentes que surgiram com a metodologia BIM e que ainda não existe um consenso dos papéis a serem desempenhados em cada uma das funções.

Nóbrega Júnior et al. (2018), salientam que a metodologia BIM resulta em uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação em contrapartida o coordenador de projetos tem a função de gerenciar a equipe no processo de projeto, proporcionando a compatibilidade entre os projetos, bem como, a eficiência dos mesmos e ao integrar esses dois conceitos resulta em um processo facilitador em teoria. Os autores ainda complementam que o papel desempenhado pelo coordenador exige habilidades e competências que podem mudar com o BIM, pois o ritmo de trabalho passa a ser outro. O BIM pode auxiliar no trabalho do coordenador, pela integração de todos os tipos de projetos que possibilita, facilitando a identificação de interferências, auxiliando nas tomadas de decisões, ajudando na comunicação com os projetistas e na gestão no fluxo de informações e documentos, entre outros.

De acordo com o Building and Construction Authority (2012) apud Manziona (2013), a principal função que o profissional responsável pela coordenação em BIM precisa ter, é a de gerenciar as pessoas na implementação ou na manutenção do processo de projeto em BIM, sendo a definição de suas autoridades e responsabilidades bastante extensas podendo ser resumidas conforme os seguintes termos:

- 1- Estabelecer e acordar um plano de execução BIM (BEP), garantindo seu cumprimento e melhoria contínua, bem como, praticar também as responsabilidades e funções conforme exigidas no BEP;
- 2- Manter todos os direitos de acessos adequados aos usuários, evitando perdas de dados durante a troca de arquivos;

- 3- Definir o ponto de origem do modelo;
- 4- Definir o nome do modelo;
- 5- Facilitar a coordenação do modelo, promovendo reuniões, análises de interferência e emissões de relatórios de compatibilização;
- 6- Dar a solução para o armazenamento do modelo;
- 7- Controlar as versões e a nomenclatura do modelo;
- 8- Controlar os direitos de acesso aos usuários;
- 9- Agregar o modelo, tornando-o disponível para visualização;
- 10- Coordenar a troca de modelos, validar os arquivos; liberar para os demais projetistas em acordo com o BEP, mantendo uma cópia de segurança.
- 11- Tomar precauções para garantir que não ocorram problemas de interoperabilidade;
- 12- Determinar as convenções a serem seguidas para o processo de revisão dos modelos BIM;
- 13- Estabelecer um protocolo de segurança de dados para prevenir a ocorrência de vírus, ou danos deliberados por membros da equipe;
- 14- Responsabilidade pelos backups regulares;
- 15- Processamento de rotinas para garantir a segurança do modelo de dados;
- 16- Documentar e relatar qualquer incidente relacionado com o modelo;
- 17- Transferir para seu eventual sucessor todas as informações necessárias para a continuidade do trabalho.

Conforme contexto acima a utilização da metodologia da informação BIM exige do coordenador mais agilidade e perspicácia com o processo de trabalho, além de requerer um maior domínio de softwares e experiência no processo construtivo, exigindo do coordenador uma nova postura coerente aos benefícios que a modelagem da informação incorpora à empresa.

### 3.5 GESTÃO DAS INFORMAÇÕES COM O USO DA MODELAGEM DA INFORMAÇÃO EM PROJETOS DE EDIFÍCIOS

De acordo com o BIM Fórum Brasil (2023), três documentos principais são fundamentais para o processo de gestão da informação em projetos BIM: BIM Mandate (Mandato BIM), BIM Protocol (Manual de Produção da Informação) e o Plano de Execução BIM (BEP – BIM Execution Plan).

O BIM Mandate (Mandato BIM) define os objetivos de médio e longo prazo para o uso do BIM em governos, mercados ou empresas, por exemplo, Decreto nº 11.888, de 22 de janeiro de 2024. Ele deve originar-se do foco estratégico da organização e estabelecer: Metas, indicadores e prazos; usos mais relevantes do BIM para a organização e em alguns casos, a definição de tecnologias a serem adotadas.

O BIM Protocol (Manual de Produção da Informação, conforme descrito na ISO 19650-2, define os procedimentos do projeto (“como fazer”), funcionando como um contrato padrão que estabelece: fluxo de trabalho; obrigações de todos os agentes envolvidos; responsabilidades do contratante, contratado e equipe de entrega. É um documento de caráter geral, as responsabilidades específicas de cada projeto devem ser detalhadas no Plano de Execução BIM (BEP).

O Plano de Execução BIM (BEP – BIM Execution Plan) define os métodos e procedimentos para a produção e gestão da informação no empreendimento e deve proporcionar um entendimento claro de como o BIM será aplicado e gerenciado em todas as fases do projeto, ele especifica quem faz o quê (*roles and responsibilities*); plano de entrega de tarefas e o Modelo de informação do projeto.

Figura 39 – Documentos BIM na organização

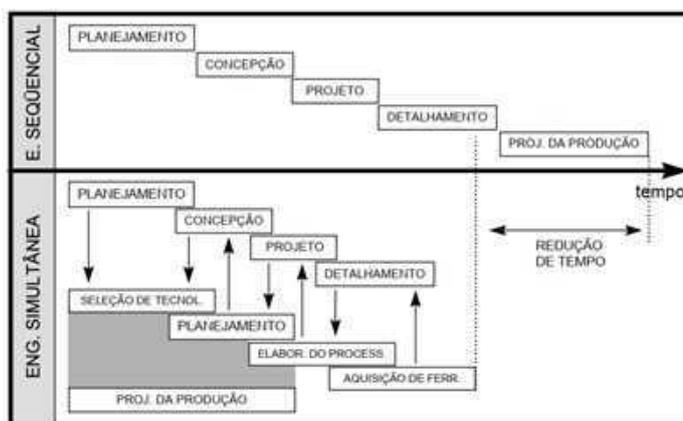


Fonte: BIM Fórum Brasil (2023)

De acordo com Manzione (2013), o conceito de engenharia simultânea está fortemente relacionado ao uso da metodologia BIM para a gestão da informação ao longo de todas as etapas de um empreendimento. Fabricio (2002), em sua tese de doutorado, relata que o

paralelismo entre várias etapas do processo de desenvolvimento do produto tende a ampliar a integração entre as diferentes fases de projeto e conseqüentemente reduzir o tempo do processo de projeto, conforme Figura 40. No entanto são necessárias ferramentas de apoio associadas à informática e telecomunicações para controle desses fluxos de informações geradas no processo de projeto, bem como para facilitar a interação entre os agentes envolvidos no processo de projeto.

Figura 40 - Engenharia Sequencial X Engenharia Simultânea



Fonte: Fabricio (2002)

Como citado anteriormente, a metodologia BIM traz mudanças no processo de projeto, uma vez que permite a execução do projeto de forma simultânea em um ambiente colaborativo e integrado. Desta forma, para possibilitar o fluxo regular de informação é necessário existir um Ambiente Comum de Dados (CDE - common data environment). De acordo com a ABNT PR 1015 (2022) o CDE deve ser estabelecido de acordo com o Plano de Execução (BEP). A tecnologia empregada está atrelada ao processo ou fluxo de trabalho, e o CDE é um local digital para a coleta, gestão e disseminação de cada contêiner de informação por meio de um processo gerido.

De acordo com a ABNT PR 1015: As seguintes funcionalidades são indicadas para a estruturação do CDE:

- Gerenciamento de contêineres de informação: armazenamento e controle dos processos de troca de documentação, dados e modelos BIM.
- Gerenciamento de processos: controle dos processos de verificação, aprovação ou rejeição dos contêineres de informação, através das mudanças de estado e de revisão.

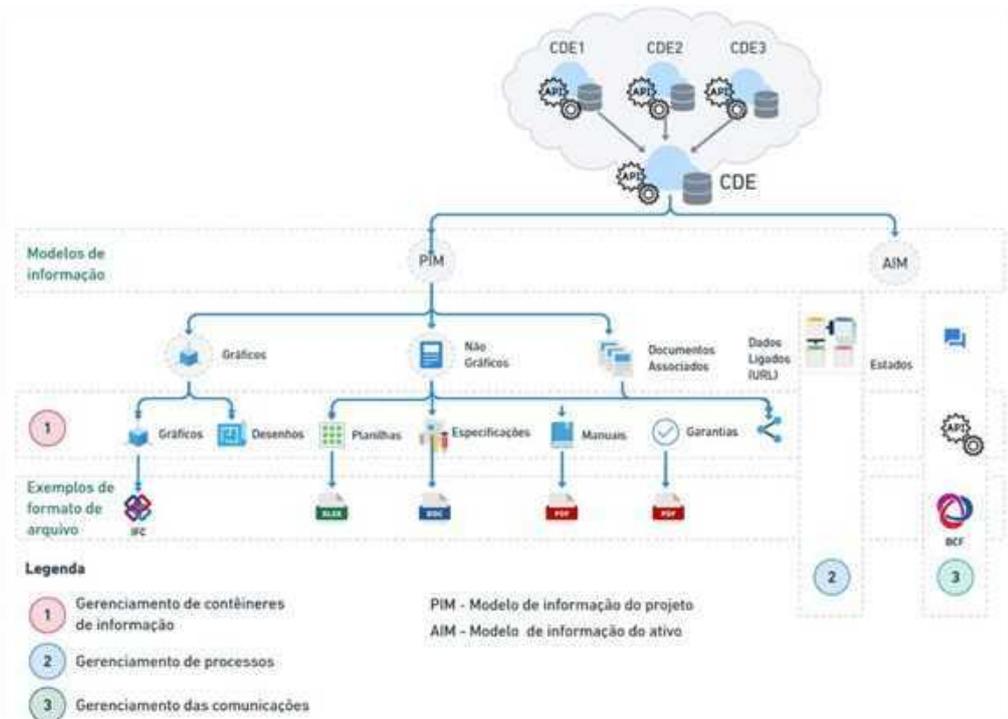
- Gerenciamento das comunicações: controle do histórico, da rastreabilidade de comentários e das solicitações de informações, vinculadas ou não a documentos e modelos BIM. Este gerenciamento pode ser realizado mediante o uso de padrões abertos como o BIM Collaboration Format (BCF), conforme definido pela BuildingSmart.

Segundo o manual de elaboração do CDE do Sudecap (2024), o CDE (Ambiente Comum de Dados) é considerado um local digital centralizado onde todas as partes interessadas em um empreendimento podem compartilhar colaborar e acessar informações relacionadas ao projeto, de forma a garantir a consistência e a integridade das informações ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Ainda segundo o manual, as informações são armazenadas e gerenciadas de acordo com os princípios e padrões estabelecidos pela ISO 19650, incluindo a criação de modelos de informação, definição de papéis e responsabilidades, padronização de nomenclaturas, processos de aprovação e validação, entre outros aspectos que facilitem a colaboração eficiente entre as diferentes partes envolvidas no processo de projeto. A centralização do armazenamento de dados possibilita maior taxa de reutilização de informações servindo como um repositório central para os contêineres de informações, comunicações e processos.

Manzione et al. (2021) argumenta que o CDE deve ser considerado uma ferramenta para dar suporte a todo o macroprocesso de gestão da informação e que não deve ser confundido com o GED (Gerenciamento de Documentos), pois o CDE engloba as funções do GED além das funcionalidades para o controle dos processos e das comunicações, possuindo dois componentes básicos: gestão do pacote de dados estruturados e a gestão das comunicações. A ISO 19.650 define um pacote de dados estruturados como um “conjunto de informações persistentes e acessíveis a partir de um arquivo digital, sistema, aplicação ou repositório de dados hierarquizado”. Podendo conter modelos BIM, banco de dados, desenhos, informações que devam ser gerenciadas por um longo período e nomenclaturas dos pacotes de dados que precisam ser construídos de acordo com uma convenção previamente acordada.

A ABNT PR1015 traz a ilustração de uma estrutura básica de um CDE, conforme Figura 41, formada por dois componentes básicos a gestão da comunicação e a gestão de pacote de dados estruturados.

Figura 41– Estrutura básica de um CDE



Fonte: ABNT PR1015 (2022)

A NBR ISO 19650 define um pacote de dados estruturados como: “um conjunto de informações persistentes e acessíveis a partir de um arquivo digital, sistema ou repositório de dados hierarquizados”. A referida Norma também estabelece um conteúdo de informações mínimas para identificar o pacote de dados, com um identificador único, classificação, o estado, podendo ser classificados por letra / código de acordo com a Norma e a indicação da revisão.

Figura 42 – Exemplo de pacote de dados estruturados

Nome do pacote	Classificação do pacote	Estado	Revisão	Autor	Data	Descrição
7001-BBH-ZZ-ZZ-DR-D-00301	PM_40_30 Informações de projeto	D	DO4	José Silva	12/03/2021	Planta 1º andar
7001-BBH-ZZ-ZZ-DR-A-00312	PM_40_30 Informações de projeto	A	AO4	José Silva	13/03/2021	Elevação oeste

↑  
Nome do pacote / ID do arquivo

Metadados da ABNT NBR ISO 19650-2

Metadados adicionais

Fonte: ABNT PR1015 (2022)

O objetivo é que os pacotes de dados evoluam passando do estado de andamento para compartilhado e de compartilhado para o estado publicado ou arquivado, gerando um fluxo de trabalho do CDE. De acordo com o Manual do CDE Sudecap (2024) os "contêineres de informação" são estruturas organizacionais para armazenar e gerenciar informações dentro do ambiente BIM. São usados para agrupar e organizar dados relacionados a um projeto de

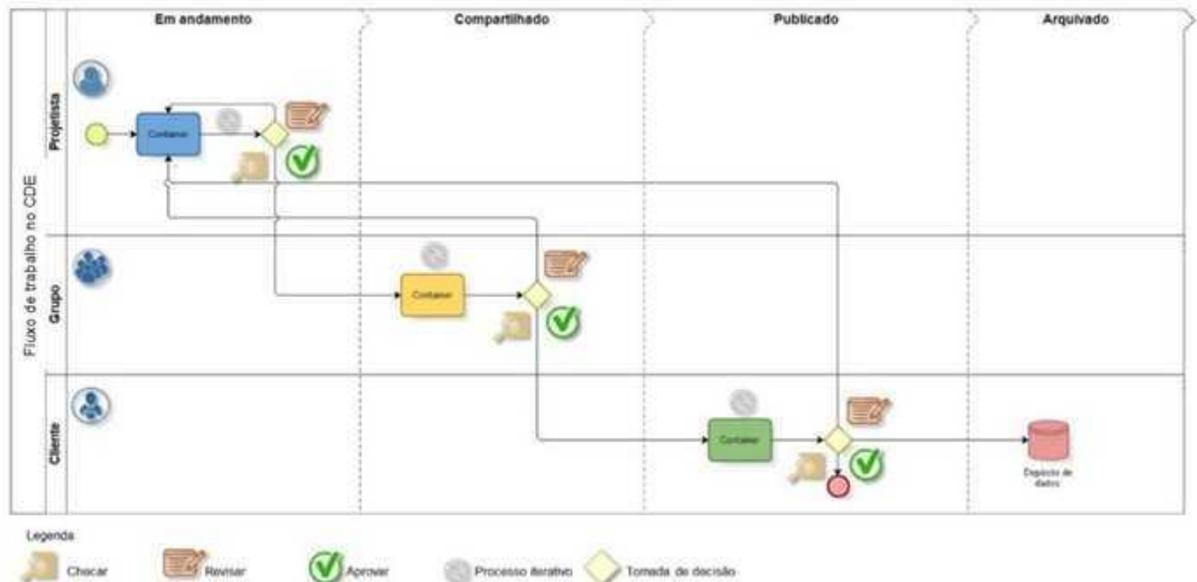
construção ou ativo e ajudam na estruturação e gerenciamento eficiente das informações, promovendo a interoperabilidade e a colaboração entre as partes envolvidas em um projeto. Esses contêineres podem incluir documentos, modelos 3D, especificações, entre outros tipos de dados relevantes conforme Figura 43. A Figura 44 representa o fluxo da transição entre estados e agentes envolvidos.

Figura 43 – Descrição dos estados dos contêineres



Fonte: ABNT PR1015 (2022)

Figura 44 – Fluxo da transição entre estados e agentes envolvidos



Fonte: Manual CDE Sudecap (2024)

A NBR ISO 19650 define as funcionalidades desejáveis de um CDE, independente do software a ser utilizado, conforme Figura 45 - Funcionalidades do CDE.

Figura 45 - Funcionalidades do CDE

<b>Administrador</b>
Criação e gerenciamento de projetos em uma única conta
Configuração de estrutura de pastas e permissões
Gerenciamento de usuários, funções e empresas
Gerenciamento de permissões e notificações
Geolocalização
<b>Gestão de modelos BIM</b>
O CDE pode trabalhar com modelos no formato IFC ou formatos proprietários
Capacidades de navegação: Rotação, rolagem, zoom, controle de visibilidade, vistas predefinidas e cortes
Capacidades de medição: Distância, área e volume
Visualização das propriedades dos elementos do modelo
Permitir a montagem do modelo federado
<b>Gestão de documentos</b>
Visualização de arquivos em formatos DWG, PDF, JPG, PNG etc.
Controle das transições de estados dos contêineres de informação
<b>Gestão das comunicações</b>
Comunicação (importação/exportação) no formato BCF
Histórico e rastreamento de atividades da plataforma
Histórico e rastreamento da comunicação
Visualização, customização e exportação de relatórios
Funcionamento em nuvem pública, privada ou híbrida:

Fonte: ABNT PR1015 (2022)

O BIM é um processo baseado em colaboração, em que de acordo com o Guia ABDI (2017), ocorre uma intensa troca de informações entre os diversos participantes do projeto, de forma a tornar essa troca de informações mais ágil e segura a BuildingSmart desenvolveu um formato de colaboração BIM, o BCF (BIM Collaboration Format), é um padrão internacional OpenBIM que facilita as comunicações abertas e melhora os processos baseados em IFC (Industry Foundation Classes), sendo um formato de arquivo que permite troca de informações entre os modelos de diferentes softwares, voltado à coordenação de projetos, permite uma comunicação mais fácil e segura entre os diversos participantes. De acordo com Manzione et al. (2021) um arquivo BCF pode conter muitas informações, dentre elas: o nome

do problema, a descrição, o status do problema, os responsáveis, os objetos envolvidos na colisão, o BCF é um arquivo voltado para a coordenação, mais precisamente para auxiliar no processo de compatibilização, permitindo que sejam emitidos relatórios de mark-ups e comentários gerais para todos os membros da equipe. Ainda que as regras derivadas do IFC e BCF garantam uma correta interoperabilidade, é necessário um conjunto de definições complementares, bem como uma cuidadosa verificação das necessidades de infraestrutura tecnológica e das responsabilidades de sua operação (ABDI, 2017).

Figura 46 – Tipos de arquivos



Fonte: BIM Fórum Brasil (2023)

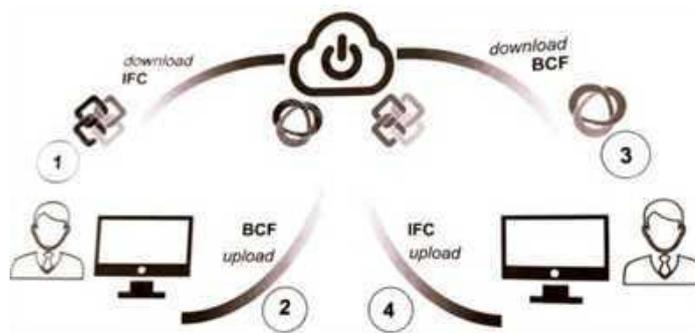
O BCF (BIM Collaboration Format) e o IFC (Industry Foundation Classes) possuem diferentes funções, porém ambos são padrões abertos do BIM e desempenham papéis essenciais em um fluxo de trabalho com interoperabilidade. O IFC permite a compatibilização e troca de dados de forma independente de software, o BCF é um facilitador da comunicação entre as partes envolvidas, que promove uma abordagem integrada e colaborativa na execução de projetos. Juntos esses padrões asseguram que os fluxos de informações operem de forma eficiente independentemente das ferramentas e plataformas. Por fim, o IDS (Information Delivery Specification) é um padrão utilizado para definir o nível de informações necessárias, auxilia na validação dos modelos IFC pelo cliente, modelador e pelos softwares BIM que o implementam, podendo ser considerado como o elemento central de um contrato de forma a obter as informações de maneira correta (BuildingSmart, 2024).

Manziona et al. (2021) descreve o ciclo de coordenação utilizando o CDE, IFC e BCF, conforme sequência:

- 1- O coordenador de projeto faz o download do modelo no formato IFC e analisa as inconsistências no software de compatibilização, por exemplo, solibri, navisworks, entre outros.
- 2- O software de compatibilização gera um relatório de incompatibilidades no formato BCF, que interage com o CDE.

- 3- O projetista é notificado pelo CDE e faz download do relatório em BCF para o software de autoria.
- 4- O projetista faz as devidas correções conforme comentários do relatório e faz o upload da nova versão em IFC para o CDE.

Figura 47 – Ciclo de compatibilização de um projeto em BIM



Fonte: Manzione et al.(2021)

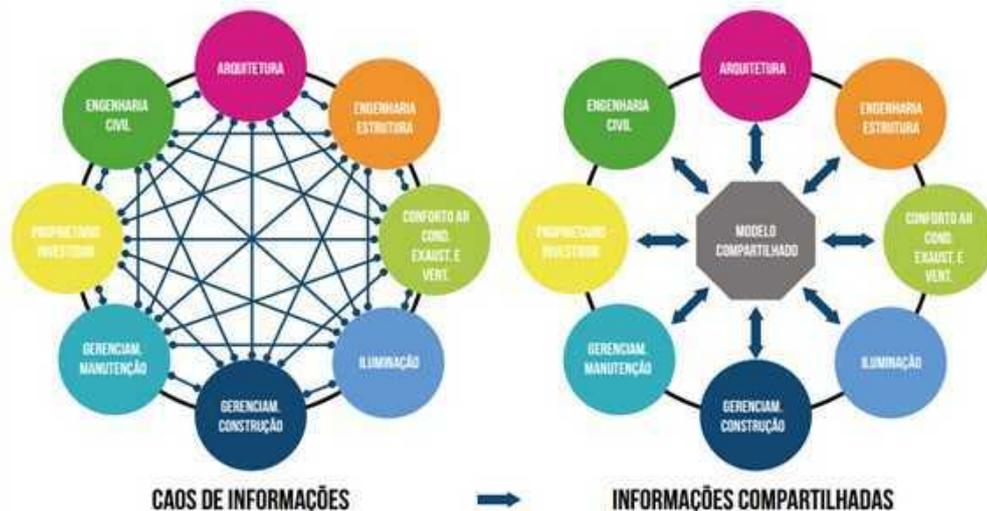
A gestão no fluxo de informações no processo de projetos em BIM, conforme contexto acima assume uma forma diferente do processo tradicional. A mudança de cultura de disciplinas segmentadas é substituída por uma visão integrada do projeto, o que requer de todos os agentes envolvidos uma dinâmica diferente no processo de projetos tendo como premissa a forma de trabalho colaborativa a viabilização do desenvolvimento simultâneo do projeto.

### 3.6 PRINCIPAIS USOS E BENEFÍCIOS DA METODOLOGIA BIM

O BIM está trazendo importantes mudanças tecnológicas para a área da construção, com mudança na cultura dos agentes de sua cadeia produtiva, pois sua utilização requer novos processos de trabalho que englobam os arquitetos, projetistas, consultores, construtores e contratantes. De acordo com Gonçalves (2023), a adoção do BIM promove condições de viabilidade que reúnem um conjunto de informações multidisciplinares sobre o empreendimento, desde a concepção à fase de operação e manutenção, onde a integração dessas informações possibilita um rápido diagnóstico com relação às necessidades de compatibilidade, bem como, dados sobre os materiais, prazos e custos, com o objetivo de garantir maior precisão e melhores soluções e maior produtividade durante a execução da obra.

Com a integração dos projetos por meio de uma plataforma digital, composta por um modelo mestre, a comunicação entre todos os envolvidos no processo de construção tende a se tornar mais fácil. De acordo com o Manual CBIC (2016) existe uma diversidade na forma de trocar informações, sendo uma das boas práticas estabelecer o que se chama de “modelo federado” ou “modelo compartilhado” para facilitar a troca de informações. A Figura 48 – Fluxo da comunicação do processo tradicional versus em BIM demonstra a troca de informações entre várias disciplinas no processo tradicional, comumente envolvidas no desenvolvimento de um projeto em documentos CAD e a troca de informações entre diferentes disciplinas utilizando um modelo federado. Essa integração pode trazer ganho como: diminuição do tempo de projeto, aumento da qualidade, redução dos custos e maior produtividade (Sacks et al. 2018 apud Golçalves, 2023).

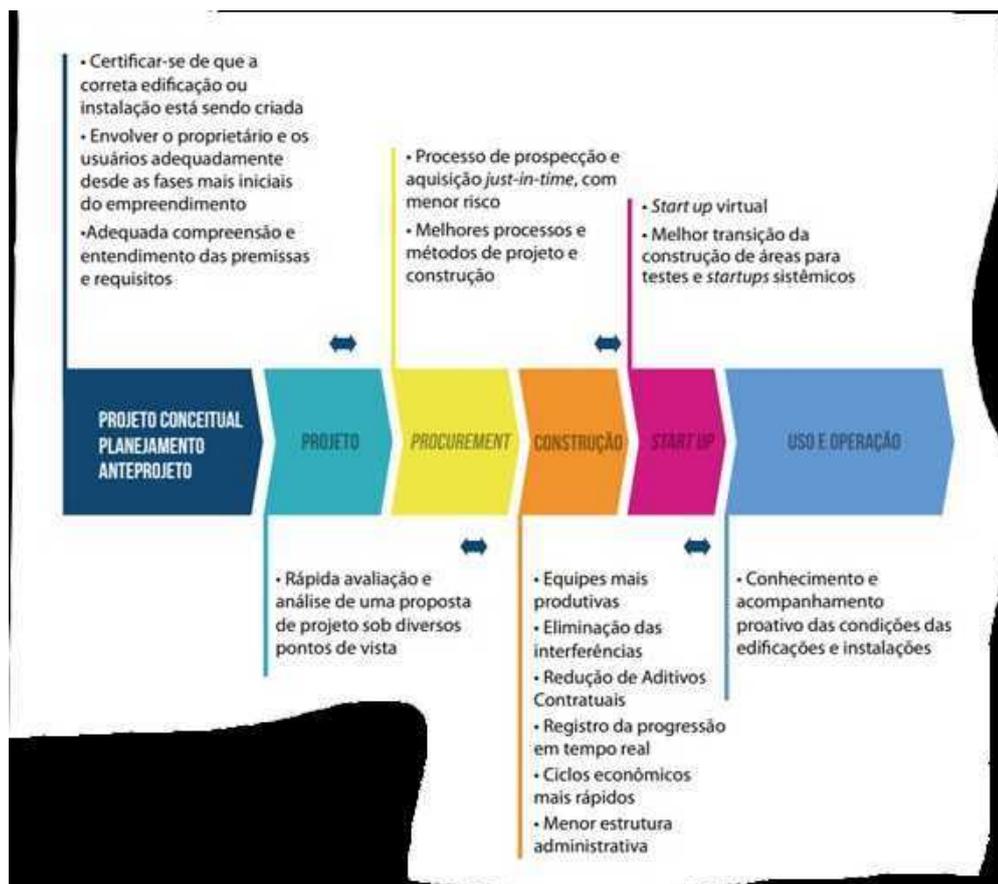
Figura 48 – Fluxo da comunicação do processo tradicional versus em BIM



Fonte: Manual CBIC (2016)

O Manual CBIC (2016) Figura 49 apresenta alguns dos principais benefícios da adoção da metodologia BIM em cada uma das macro fases do ciclo de vida de um empreendimento:

Figura 49 – Principais macro fases do ciclo de vida de um empreendimento e seus benefícios



Fonte: Guia CBIC (2016)

De acordo com Eastmam et al. (2008) a categorização dos usos e benefícios do BIM podem ser divididas como: fase de concepção, projeto, execução e operação. Na fase de concepção de projeto são abordados os estudos preliminares de conceitos e viabilidade; na fase de projeto o uso do BIM proporciona uma visualização mais precisa em estados recentes do projeto, além de correções automáticas no modelo central quando são efetuadas mudanças no projeto, geração automática de desenhos 2D, facilita e antecipa a colaboração do trabalho multidisciplinar, extração automática de quantitativos, melhorias no processo de análise energética e sustentabilidade, entre outros. Na fase de execução, sincroniza o planejamento da obra com os objetos do modelo, verifica as interferências ou omissões antes da execução da obra, rapidez no processo de alteração, melhor implantação do Lean Construction, sincroniza as fases de aquisição, projeto e construção. E por fim, seu benefício na operação melhora o gerenciamento da operação dos sistemas e ativos do edifício.

De acordo com o Manual PennStation (2021) ainda foram descritas outras vantagens encontradas para os diversos usos do BIM como: redução do custo do projeto e melhor nível

de precisão nas estimativas de custos; melhoria na qualidade do projeto; redução de tempo de execução do projeto; desenvolvimento de um projeto mais eficiente em termos energéticos, visando a sustentabilidade; eficiência na criação das documentações de projeto, facilitando o desenvolvimento de estimativas, inserção de dados para o sistema de manutenção, comparação com a evolução planejada; programação e manutenção preventiva do empreendimento; identificação de conflitos antes da execução; aumento da produtividade em canteiro, devido a possibilidade de visualização do planejamento da construção; cálculo rápido e preciso de custo associados às modificações no design, eliminação de conflitos em campo, por meio de redução de interferências entre os subsistemas construtivos.

Conforme representado no **Quadro 2** Succar (2009) classifica os diferentes usos da modelagem da informação (BIM) nas fases de projeto, construção e operação.

Quadro 2 - Usos do BIM

<b>Projeto</b>	Visualização	Projetos com visualização em 3D	
		Controle de ciclos de revisões	
		Documentação e detalhamento	
		Escaneamento de edifícios com raio laser	
		Fotogrametria	
		Representação realística	
		Realidade virtual	
		Realidade aumentada	
		Análise	Verificação de requisitos e normas
			Estimativa de custo
Análises estruturais por elementos finitos			
Simulação de fogo e fumaça			
Análises de luminotécnica			
Levantamentos quantitativos			
Análise de implantação no terreno			
Estudos de radiação solar			
Coordenação espacial e análise de interferências			
Análise estrutural			
Análises de sustentabilidade			
Análises energéticas			
Análises térmicas			
Estudo do impacto do vento			
<b>Construção</b>	Execução	Construtibilidade	
		Construção virtual	
		Segurança do trabalho	
		Especificações da construção	

		Projetos de sistemas construtivos Tecnologias móveis para uso no canteiro Planejamento e controle da produção Licitações e contratações
	Pré-fabricação	Estruturas metálicas Estruturas de concreto pré-moldado
	Aquisição	Coordenação de suprimentos Preparação de pacotes de compras
<b>Operação</b>	Gerenciamento	Rastreamento dos ativos Manutenção dos ativos Monitoramento de ativos por GPS Gerenciamento dos espaços Gerenciamento de reformas
	Simulação	Gestão dos sistemas Planejamento para situações de emergência Análises do consumo energético Rastreamento da ocupação
<b>Otimização de processos</b>		Lean Construction Gestão da cadeia de suprimentos Gestão do conhecimento Análises de valor Melhoria do processo de comunicação

Fonte: Adaptado de Succar (2009) apud Manzione (2013)

De acordo com o BIM Fórum Brasil (2023) os usos dos modelos BIM podem ser aplicados em várias etapas do processo de projeto, conforme Figura 50, podendo haver variações nos requisitos de informações dos elementos em cada etapa do processo, definidos durante a contratação.

Figura 50 – Os usos dos modelos BIM ao longo do empreendimento



Fonte: Pennsylvania State University (2009) apud BIM Fórum Brasil (2023)

Segundo Gonçalves (2023) apesar dos inúmeros benefícios do uso da metodologia BIM, existem casos em que a implementação da metodologia elevou os custos e trouxe pouco ou nenhum valor adicionado ao projeto.

Sintetiza-se que, a implementação dessa metodologia requer um bom planejamento e conhecimento do processo como um todo, desde os níveis de capacitação da equipe até as barreiras tecnológicas, além dos custos de implantação. Desta forma, entende-se que o BIM não é apenas uma ferramenta, mas sim uma mudança no processo de projeto e no seu gerenciamento, pois envolve, tecnologia, colaboração e integração entre todos os agentes da cadeia da construção.

### 3.7 MATURIDADE BIM NO BRASIL

Esse capítulo corresponde a um panorama geral da inserção do BIM no cenário brasileiro, classificando as diferentes fases da evolução da digitalização na construção civil, bem como seus impactos.

Figura 51- Evolução Tecnológica da Indústria da Construção



Fonte: BIM BR BRASIL e ABDI, 2024

No contexto da construção civil, setor relevante para o PIB brasileiro, observa-se ainda atraso na adoção de tecnologias digitais, sendo necessária uma transformação estruturada. A digitalização do setor, por meio da Modelagem da Informação da construção (BIM), implica desafios de natureza diversa, envolvendo transformação cultural, de processos, rotinas e competências técnicas.

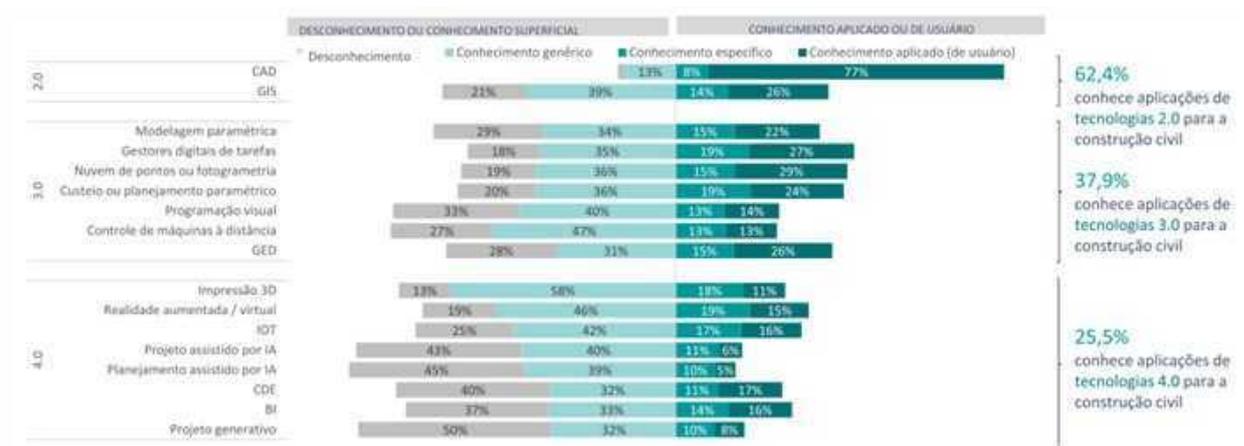
De acordo com estudos realizados pelo BIM Fórum Brasil e ABDI 2024, apesar do crescimento consistente na adoção do BIM, a maioria das organizações ainda se encontra em estágios iniciais de maturidade. Grande parte das empresas conhece o BIM e demonstra interesse em sua aplicação, mas apenas uma parcela efetivamente utiliza a tecnologia de forma integrada aos seus processos internos.

A pesquisa, realizada em 2022, considerou profissionais com atuação direta na construção civil, em órgãos públicos, empresas privadas ou autônomas, avaliando aspectos como conhecimento e uso de metodologias de planejamento, critérios de padronização, adoção de tecnologias digitais (genéricas e específicas), capacitação e treinamentos por parte de profissionais, motivações, trajetórias de adoção do BIM, e principais limitadores para profissionais que ainda não utilizam a metodologia.

Com base no gráfico representado na figura abaixo, de acordo com os resultados da pesquisa realizada pelo BIM Fórum Brasil e ABDI, entre as soluções tecnológicas na fase 3, apenas 37,9% dos profissionais possuem conhecimento concreto ou como usuários, sendo os

gestores digitais de tarefas os mais conhecidos, embora 53% ainda tenham conhecimento superficial ou inexistente. Nas soluções tecnológicas da fase 4, apenas 25,5% apresentam conhecimento específico, impulsionado principalmente por Realidade Aumentada/Virtual e Internet das Coisas (IoT). Em contraste, ferramentas de projeto e planejamento assistidos por IA apresentam os menores níveis de conhecimento, com cerca de 80% dos profissionais afirmando desconhecimento ou familiaridade superficial.

Figura 52: Níveis de conhecimento de soluções tecnológicas digitais aplicadas a indústria da construção (% de participantes)



Fonte: BIM BR BRASIL e ABDI, 2024

A pesquisa apontou que o setor da construção civil apresenta avanços no conhecimento e uso de tecnologias digitais, especialmente nas soluções 2.0, mas ainda enfrentam lacunas importantes em relação às tecnologias 3.0 e 4.0, metodologias de planejamento e digitalização de processos. Esses dados indicam que a maioria dos profissionais está na fase de descoberta, com experiência prática limitada, embora demonstre interesse e sensibilização para a transformação digital.

Em termos de gestão da informação, 51% dos profissionais intercambiam de maneira frequente informações de projeto através de suporte físico ou arquivos digitais e 49%, utilizam repositórios comuns ou plataformas de colaboração. Quanto ao planejamento dos processos de trabalho a pesquisa resultou que 32% dos profissionais não utilizam nenhum tipo de ferramenta ou metodologia para planejar as atividades de início de projeto, sendo o cronograma de Gantt a ferramenta mais utilizada entre aqueles que planejam suas atividades.

Figura 53: Formatos para a gestão das informações



Fonte: BIM BR BRASIL e ABDI, 2024

O gerenciamento de projetos assume um papel crítico no contexto BIM, pois exige organização e comunicação eficientes em ambientes colaborativos, com fluxos de informações em tempo real e integração entre profissionais. O planejamento deve considerar controle de qualidade e mitigação de riscos, substituindo o fluxo linear convencional por um processo integrado e colaborativo.

Os estudos revelaram que menos da metade dos profissionais com experiência em BIM o utiliza de forma intensiva nos seus empreendimentos, sendo os usos concentrados na fase de elaboração de projetos (principalmente associados à modelagem) e de planejamento (fundamentalmente associado à modelagem de condições existentes e não à preparação de cronogramas de trabalho). Cerca de 58% dos entrevistados trabalham com duas ou mais categorias de ferramentas BIM, com o objetivo de inovar, ofertar serviços diferenciados e melhorar sua produtividade. Muitos colaboradores também apontaram como barreira a falta de recursos e investimento para treinamentos, além da dificuldade em adquirir licenças de softwares, o que limita o avanço da jornada BIM.

Os dados indicam que a evolução não é apenas técnica, mas também cultural e organizacional. Barreiras como falta de capacitação adequada, infraestrutura insuficiente e ausência de procedimentos internos formalizados limitam a consolidação plena do BIM. Além disso, há diferenças regionais e de porte das empresas que influenciam o nível de maturidade,

com organizações maiores e localizadas em centros urbanos apresentando maior desenvolvimento no uso da metodologia.

Diante desses estudos é possível afirmar que o Brasil está em uma fase de transição no uso do BIM: a tecnologia já é conhecida e aplicada em diferentes contextos, mas ainda não atingiu a maturidade plena necessária para integração completa de processos e tecnologia. O avanço sustentável depende de investimentos em capacitação, infraestrutura e disseminação de boas práticas.

Assim, os dados apresentados pelo BIM Fórum Brasil e ABDI (2024) servem como referência para contextualizar o nível de maturidade do BIM no país, permitindo posteriormente comparar esses resultados com as práticas e percepções identificadas nas empresas participantes desta pesquisa.

### 3.8 ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO DE COORDENAÇÃO DE PROJETOS BIM

O capítulo 3 apresenta a fundamentação teórica sobre a metodologia BIM aplicada ao setor de projetos, destacando sua evolução, sua estrutura conceitual, usos, requisitos normativos e impactos nas atividades de coordenação de projetos. A partir dessa base, o capítulo evidencia como o BIM transforma a dinâmica de trabalho em comparação com o processo tradicional descrito no Capítulo 2. Enquanto o método tradicional se caracteriza por processos fragmentados, trocas sequenciais de informações, dependência de documentos isolados. O BIM propõe um ambiente integrado e colaborativo, que centraliza as informações em plataformas digitais e possibilita maior confiabilidade, padronização e rastreabilidade dos dados ao longo do ciclo de vida do empreendimento.

O capítulo discute ainda as diferenças entre BIM e métodos tradicionais, mostrando que o BIM não se limita ao uso de softwares, mas envolvem processos colaborativos, padrões, acordos de modelagens e ambientes compartilhados. Entre os principais usos vinculados a coordenação está à detecção de interferências, gestão de informações, controle da qualidade dos modelos, planejamento e documentações. Além disso, são abordados requisitos técnicos estabelecidos por norma, incluindo nível de desenvolvimento e diretrizes de ambiente comuns de dados (CDE).

No processo tradicional, cada disciplina desenvolve suas soluções de forma isolada, com baixa visibilidade das decisões dos projetistas, o que aumenta conflitos, atrasos e inconsistências. Já no BIM, a coordenação se fortalece por meio de modelos federados, detecção de interferências automatizada, padronização de entregáveis e uso de ambiente

comum de dados, permitindo acesso simultâneo as informações e reduzindo a dependência de trocas manuais. Além disso, o capítulo demonstra que o BIM amplia o papel do coordenador, que passa a atuar como gestor de informações, definindo diretrizes, parâmetros, padrões de modelagem e fluxos colaborativos.

No processo de projetos em BIM as tomadas de decisões deixam de ser predominantemente reativas, como no processo tradicional, e passam a ser orientadas por análises, simulações e informações precisas geradas pelo modelo BIM. Essa mudança impacta diretamente no papel do coordenador, que assume funções de gestão de informações, definição de diretrizes e controle da qualidade dos modelos, ampliando sua atuação estratégica dentro do processo. Assim, o uso do BIM, proporciona uma visão integrada do empreendimento, superando a fragilidade inerente do modelo de coordenação tradicional, reduzindo retrabalhos e aumentando a precisão das entregas.

Nesse capítulo, Souza et. Al (2013) e Lima (2024), abordam a necessidade de reestruturação das fases do processo de projeto, considerando a evolução do processo de modelagem e priorizando as fases iniciais onde se tem um volume maior de definições, visando as tomadas de decisão e redução de riscos. É evidenciado por meio da curva de McLeamy o impacto que a metodologia BIM promove sobre o custo e o desempenho do projeto. A análise mostra que, ao antecipar as incompatibilidades ainda nas fases iniciais, quando decisões são mais flexíveis, reduz o esforço nas etapas subsequentes. Assim, o BIM desloca a energia de trabalho para o início do processo, permitindo identificar conflitos antecipadamente, minimizar retrabalhos e diminuir custos totais do empreendimento, reforçando sua eficiência em comparação ao processo tradicional.

De maneira geral, as atribuições do coordenador de projetos se ampliam significativamente com a adoção da Modelagem da Informação da Construção (BIM). Além das responsabilidades gerenciais já presentes no processo tradicional, o coordenador passa a assumir tarefas técnicas adicionais, decorrentes da necessidade de padronizar, organizar e assegurar a qualidade das informações produzidas nos modelos. Entre essas atividades ampliadas destacam-se a elaboração e atualização do Plano de Execução BIM (BEP), a definição e verificação dos padrões de modelagem, incluindo nomenclaturas, níveis de desenvolvimento e requisitos de informação, a gestão do Ambiente Comum de Dados (CDE), o monitoramento da interoperabilidade entre diferentes softwares e disciplinas, a coordenação da detecção de interferências e da modelagem federada, bem como o controle dos entregáveis BIM conforme diretrizes estabelecidas. Essas novas responsabilidades evidenciam o caráter

mais estratégico e técnico que o coordenador assume no contexto BIM, em comparação às funções tradicionalmente exercidas.

No quadro comparativo abaixo, estão demonstradas as diferenças entre o processo de coordenação tradicional e o processo de projeto utilizando a metodologia BIM. São ainda listadas as atividades do coordenador de projetos e a consequência no processo de projeto utilizando a metodologia BIM.

Quadro 3 - Comparativo do Processo Tradicional de Coordenação de Projetos com o processo de coordenação BIM

PROCESSO DE COORDENAÇÃO TRADICIONAL			PROCESSO DE COORDENAÇÃO BIM		
Processo	Processo tradicional	Atividades do coordenador	Processo em BIM	Atividade do Coordenador	Consequências no processo de projeto
Fluxo de informações	Trocas sequenciais, documentos isolados.	Controlar revisões e consolidar arquivos.	Fluxo integrado, dados centralizados.	Gerir modelos, versões e garantir atualização.	+ Sincronização, - Retrabalho.
Comunicação entre disciplinas	Comunicação fragmentada	Intermediar dúvidas e registrar decisões	Comunicação contínua e registrada em CDE.	Facilitar fluxos colaborativos e registrar discussões no modelo.	+ Rastreabilidade, - Agilidade.
Documentação	Pranchas 2D dispersas e heterogêneas	Conferência manual e padronização de desenhos.	Informações extraídas automaticamente do modelo. (cortes e plantas)	Gerir padrões, propriedades e entregáveis do modelo.	+Padronização, - Erro humano.
Detecção de interferências	Checagem manual por sobreposição 2D.	Coordenação de sucessivas rodadas de ajustes.	Clash detection automático e prévio.	Planejar detecções, validar conflitos, orientar soluções.	+ Previsibilidade, - Retrabalho.

Compatibilização	Processo reativo, após desenvolvimento avançado. Fase de Pré-executivo	Conciliar conflitos entre disciplinas.	Compatibilização contínua no modelo federado. Evolução do projeto	Monitorar consistência, integrar disciplinas.	+ Integração, + Qualidade.
Gestão de informações	Dados dispersos (e-mail, PDFs, pastas).	Reunir informações e criar relatórios manualmente.	Ambiente comum de dados (CDE).	Organizar fluxos de informação e rastreabilidade.	+ Centralização, + Controle.
Precisão geométrica	Divergências inerentes ao 2D.	Conferência manual de medidas.	Modelo tridimensional parametrizado.	Verificar propriedades, coordenar revisões geométricas	+ Precisão, - Incompatibilidade
Tomada de decisão	Baseada em documentos estáticos.	Explicar problemas interpretando pranchas.	Informações dinâmicas, simulações e análises.	Fornecer cenários, análises de impacto e alternativas	+ Base técnica, - Segurança decisória.
Papel do coordenador	Centralizador, operacional.	Controlar entregas, prazos e conflitos.	Gestor de informação, facilitador do processo.	Planejar fluxos BIM, supervisionar modelos e governança.	+ Eficiência, + Organização.
Planejamento do processo	Planejamento fragmentado e reativo.	Ajustar cronogramas manualmente.	Planejamento integrado ao modelo (4D/5D).	Monitorar etapas, validar simulações, garantir aderência.	+ Previsibilidade, + Integração.
Rastreabilidade de decisões	Decisões dispersas.	Registrar e consolidar informações.	Registro automatizado no CDE.	Controlar histórico e aprovações.	+ Rastreabilidade; + Controle.
Integração com obra	Comunicação tardia com campo.	Intermediar dúvidas durante execução.	Integração modelo–obra.	Sincronizar modelos com execução.	+ Alinhamento; + redução de erros.
Padronização de entregáveis	Falta de padrão entre disciplinas.	Ajustar padrões manualmente.	BEP e LOD/LOI definidos.	Garantir padronização e conformidade.	+ Qualidade; + Consistência.

Reuniões	Reuniões longas, presenciais e frequentes para resolver dúvidas, consolidar informações e detectar conflitos.	Planejar, convocar e conduzir reuniões; registrar atas; repassar decisões manualmente.	Reuniões mais objetivas, guiadas por modelos 3D, dashboards e issues no CDE.	Preparar modelos para reunião, usar BCF/issues, registrar decisões no ambiente digital e acompanhar pendências.	- Tempo em reunião; + Assertividade; + Visualização; - Perda de informação; + Rastreabilidade.
Controle de prazos e entregas	Cronogramas manuais, versões conflitantes.	Acompanhar entregas manualmente.	Automação via CDE.	Monitorar atualizações e pendências.	+ Previsibilidade; + Eficiência.

Fonte: De autoria própria

Embora o processo de coordenação em BIM apresente benefícios em relação ao processo tradicional, encontram-se ainda falha em muitas empresas em que o uso de softwares ainda é restrito, sem a transformação profunda de processos. Como destaca Succar (2009), a maturidade BIM depende da integração entre tecnologia, processos e pessoas; quando essa integração não ocorre, a metodologia se fragmenta e perde sua efetividade. Além disso, os próprios modelos 3D possuem limitações: a representação geométrica pode transmitir uma sensação enganosa de completude, mas sem parâmetros consistentes, níveis de desenvolvimento adequados e interoperabilidade confiável, o modelo não sustenta análises, compatibilização ou gestão da informação. Assim, o BIM não elimina automaticamente problemas históricos, como falhas de comunicação ou interferências; pode até amplificá-los quando aplicado sem governança da informação, clareza de responsabilidades e capacitação contínua.

Como fator limitante à consolidação do BIM nas empresas, pode-se referir às dificuldades estruturais associadas à sua implantação, como o alto custo e a concentração do mercado de softwares, a limitada interoperabilidade entre diferentes plataformas, a carência de infraestrutura tecnológica adequada para suportar ambientes colaborativos e a fragmentação dos serviços de projeto entre diferentes escritórios, frequentemente orientada por objetivos distintos. Soma-se a isso a ausência de modelos de remuneração compatíveis com o esforço adicional demandado pelo trabalho colaborativo e pela gestão da informação, o que desestimula investimentos consistentes na metodologia.

Existe ainda um grande problema conceitual relacionado à adoção do BIM, que consiste na associação equivocada entre a qualidade do projeto e o simples uso da ferramenta tecnológica. Essa percepção pode levar à desvalorização de aspectos fundamentais do processo projetual, como a capacidade técnica, a experiência profissional e a habilidade de conceber soluções inovadoras e eficientes, reforçando a ideia de que o BIM é um meio de apoio à decisão e não um substituto do pensamento crítico e criativo dos projetistas.

Sobre a coordenação de projetos, o capítulo evidencia que a adoção do BIM altera o papel do coordenador de projetos, que passa a assumir funções mais estratégicas relacionadas à gestão da informação, definição de diretrizes, padronização de modelos e integração entre equipes, exigindo uma nova forma de conduzir as atividades do processo de projeto e impactando diretamente o produto final. O BIM consolida-se como um catalisador de eficiência, colaboração e qualidade na coordenação de projetos; entretanto, seus resultados dependem da maturidade organizacional, da revisão dos fluxos de trabalho e da capacidade das equipes em atuar de forma colaborativa e orientada a dados. Nesse contexto, os desafios observados no setor brasileiro reforçam a necessidade de padronização, capacitação e adoção de boas práticas.

#### **4. ESTUDO DE CASO**

Este trabalho tem como objetivo compreender o impacto da tecnologia BIM na organização e estruturação da área de projetos, bem como no papel do coordenador de projetos. Busca-se analisar as alterações que a metodologia BIM trouxe às atividades de coordenação de projetos, assim como as dificuldades da implementação da tecnologia na empresa e o grau de maturidade da utilização das ferramentas e procedimentos.

Para obtenção desses resultados, será estudado o processo de coordenação de projetos em empresas construtoras/incorporadoras que utilizam a metodologia BIM. A coleta de dados será realizada por meio de questionário aplicado aos agentes envolvidos na gestão de projetos, que irá auxiliar na identificação das diferentes formas de estruturação da coordenação BIM nas empresas, bem como, os benefícios e dificuldades para adequação.

As empresas entrevistadas serão denominadas como A, B, C, D e E, a fim de preservar as suas identidades. Todas adotaram a metodologia BIM em suas atividades e estão localizadas na região de São Paulo e Santa Catarina.

#### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS ENTREVISTADAS

**Empresa “A”** é uma incorporadora e construtora de grande porte, fundada em 1978, com atuação nacional e foco principal na cidade de São Paulo. Atua de forma verticalizada, controlando todas as etapas do empreendimento, desde a incorporação até a execução da obra. Nos últimos anos, tem investido na modernização de seus processos por meio da adoção da metodologia BIM, buscando maior eficiência e integração entre as disciplinas de projeto e execução.

**Empresa “B”** trata-se de uma incorporadora e construtora de grande porte, fundada em 1962, com atuação nacional e ênfase nas regiões metropolitanas de São Paulo e outras capitais brasileiras. Opera sob modelo verticalizado, abrangendo todas as fases do desenvolvimento imobiliário, desde a incorporação até a entrega dos empreendimentos. Destaca-se pela produção de empreendimentos residenciais de médio e alto padrão, sendo reconhecida pela qualidade construtiva e inovação tecnológica. Nos últimos anos, a organização tem incorporado a metodologia Building Information Modeling (BIM) em seus processos, visando maior eficiência na coordenação e controle dos projetos.

**Empresa “C”** é uma construtora de porte médio, fundada em 1986, com atuação focada no segmento corporativo e comercial, abrangendo obras como shoppings, hospitais, edifícios comerciais e centros logísticos. Seu campo de operação é predominantemente a região Sudeste do Brasil. A organização desenvolve seus serviços por meio de regimes de contratação diversificados, incluindo empreitada global e administração de obras. Recentemente, incorpora a metodologia Building Information Modeling (BIM) para aprimorar a coordenação interdisciplinar, o planejamento e o controle dos processos construtivos.

**Empresa “D”** fundada em 1977, na cidade de São Paulo, a empresa iniciou suas atividades no setor da construção civil, atuando inicialmente como construtora de obras para terceiros. Atuação no mercado residencial de médio e alto padrão, principalmente na região metropolitana de São Paulo. Ao longo de sua trajetória, destacou-se pela adoção de práticas inovadoras no relacionamento com clientes, como o uso de canais digitais de vendas, e pelo investimento em programas de qualidade e sustentabilidade. Mais recentemente, vem incorporando o uso de tecnologias como o Building Information Modeling (BIM), com o objetivo de aprimorar os processos de desenvolvimento e gestão de projetos.

**Empresa “E”** fundada em 1968 na cidade de Balneário Camboriú, Santa Catarina, a empresa atua no setor da construção civil, com foco em empreendimentos residenciais de alto

padrão que contribuíram significativamente para o desenvolvimento urbano da região. Sua trajetória é marcada pela busca constante por qualidade, inovação arquitetônica e sustentabilidade. Nos últimos anos, passou a adotar a metodologia Building Information Modeling (BIM) com o objetivo de aprimorar a compatibilização de projetos, otimizar os processos construtivos e melhorar o controle de custos e prazos, fortalecendo a gestão integrada das informações ao longo de todo o ciclo de vida das obras.

Abaixo a lista e a área de atuação do entrevistado e o setor da construção civil que cada empresa atua.

Quadro 4 – Lista de empresa entrevistadas

Empresa	Área de atuação do entrevistado	Setor da construção civil
“A”	Gerente de projetos	Construtora e Incorporadora
“B”	Analista de projetos	Construtora e Incorporadora
“C”	Gerentes de projetos	Construtora
“D”	Gerente de projetos	Construtora e Incorporadora
“E”	Gerente de projetos	Construtora e Incorporadora

Fonte: De autoria própria

#### 4.1.1 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES COLETADAS EM CAMPO

De acordo com as empresas estudadas foram analisadas as respostas obtidas com a aplicação do questionário e realização da entrevista. A seguir, apresentam-se as informações coletadas correspondentes a cada.

##### Empresa “A”

A empresa atua na região de Campinas, São Paulo e Rio de Janeiro, com projetos residenciais e residenciais com uso misto, com empreendimento médio a alto padrão e variações de área construída na maioria dos empreendimentos de aproximadamente 20.000 a 40.000 metros quadrados.

Todos os projetos, como arquitetura e projetos complementares são terceirizados assim como a compatibilização, e somente a gestão / coordenação é realizada por equipe interna.

A empresa aderiu o BIM na coordenação de projetos em 2016, utilizando como piloto 4 projetos já finalizados em 2D na fase de Projeto Executivo. Todo o processo foi implantado

por um BIM Manager e toda a modelagem dos projetos ocorreu de forma terceirizada. O BIM Manager foi o responsável pela implantação do BIM em cada setor da empresa como, área de projetos, planejamento e custos e orçamentos, onde se deu início aos treinamentos de equipes e diretrizes para o uso do BIM. O BIM Manager deu suporte a essas áreas até 2019, a partir de 2019 o Gerente de cada setor passou a desenvolver seus próprios processos e a ampliar o uso do BIM para outras fases/atividades. A adesão nos setores da empresa ocorreu de forma gradual, iniciando-se em 2016 pela área de coordenação de projetos, em 2017 expandindo-se o uso com um projeto piloto para orçamento e a implantação do BIM na obra, nesse mesmo ano deu-se início às contratações de todos os projetos em BIM, e em 2018 aderiu-se o uso do BIM no planejamento e assistência técnica.

A iniciativa partiu da Diretoria de engenharia de construção, sendo que o principal fator que demandou a implementação dessa metodologia foi: a utilização dos modelos para auxiliar no planejamento da obra, e como interesse secundário seria também utilizado para a orçamentação. Durante o período de execução da obra o modelo serviria como ferramenta de apoio para melhorar o planejamento e o controle do processo construtivo, além da possibilidade de identificar e solucionar interferências entre disciplinas antes da execução, reduzindo retrabalhos e desperdícios. Já para orçamentação, o modelo serviria de base para confrontar as informações de quantitativos para orçamento. Como já citado, a partir do ano de 2017, a empresa estabeleceu como premissa a adoção da metodologia BIM em todos os seus empreendimentos com a contratação de projetos em BIM. Para isso, houve um estudo realizado pela Gestora de Projetos juntamente com os projetistas para avaliar o início da modelagem dos projetos, de modo que o desenvolvimento dos modelos não interferisse nos prazos de lançamento do empreendimento e nas documentações para início de obra. Atualmente os setores de projetos e planejamento de obra utilizam o modelo, para o planejamento é utilizado tanto para o cronograma físico e financeiro, como planejamento do canteiro de obra. Para projetos, é utilizado para facilitar a compatibilização, melhorar na comunicação e colaboração entre a equipe, bem como, facilitar as tomadas de decisões devido a melhor visibilidade do projeto.

A empresa já desenvolveu em torno de 65 projetos em BIM, desde 2016. Atualmente 22 projetos encontram-se em andamento. Como estratégias para a adoção dessa tecnologia tiveram como premissa a contratação de um BIM Manager para montar as diretrizes e implantar o BIM em cada setor e a execução da Modelagem 100% externa do projeto Executivo como piloto para o planejamento e custo;

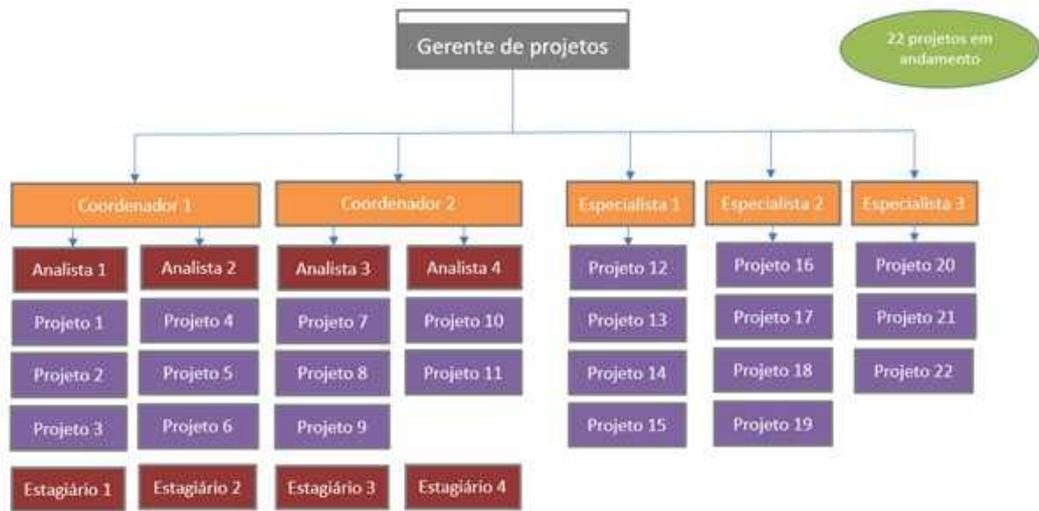
Na área de projetos, que é o foco do estudo de caso, a implementação começou em 2016, porém em algumas etapas. Entre os anos de 2016 a 2019, as fases de Estudo Preliminar e Anteprojeto ainda eram desenvolvidas somente em 2D, por serem as fases que antecedem o lançamento do empreendimento e para não haver aumento de prazo foram mantidas em 2D. A partir do Pré-executivo e Executivo os projetos eram feitos em BIM, já com as diretrizes realizadas pelo BIM Manager, nas principais disciplinas, como arquitetura, estrutura, fundação, instalações, ar condicionado, mesmo sabendo que o desejável era que todos os projetos complementares principais fossem desenvolvidos em BIM. Mas em casos no qual o projetista contratado não tivesse a expertise para desenvolver o projeto em BIM, o projetista emitia os projetos em 2D e a empresa modelava externamente.

Atualmente, a empresa já contrata projetistas que desenvolvam os projetos em BIM para as principais disciplinas, como: arquitetura, estrutura, fundações, instalações e ar condicionado. Porém, projetos de interiores, paisagismo e luminotécnica, continuam sendo desenvolvidos em 2D, com a premissa de terceirizar a modelagem dessas disciplinas a fim de facilitar a compatibilização e obter informações para quantificação. Para os projetos de impermeabilização e acústica, a empresa não está contratando a modelagem em BIM, os projetos continuam em 2D. Devido a terceirização da modelagem nos projetos de interiores, paisagismo e luminotécnica acrescentou-se uma etapa a mais no cronograma.

A partir de 2019, para não postergar o cronograma de projetos, como estratégia de antecipar o uso do BIM nas fases anteriores de projeto, a fase de Anteprojeto foi suprimida, desta forma as fases passaram a ser Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo, porém o Estudo Preliminar ainda continua sendo entregue em 2D.

A estrutura organizacional do departamento de projetos para a operacionalização dos projetos em BIM está formada da seguinte maneira: 1 Gerente de Projetos, 2 coordenadores, que trabalham com as equipes de analistas, estagiários e os especialistas, que possuem o mesmo nível hierárquico dos coordenadores.

Figura 54 – Organograma setor de coordenação de projetos da empresa “A”



Fonte: De autoria própria

De acordo com a entrevista, não houve alteração do organograma da equipe com a implementação do BIM, a diferença foi com relação às atividades que tiveram que ser modificadas para serem realizadas em BIM. Ela também aponta que os modelos terceirizados geram retrabalhos para serem auditados, uma vez que os modelos terceirizados devem estar de acordo com os projetos no formato 2D (DWG). Os profissionais receberam treinamentos para trabalhar com essa nova metodologia, inicialmente em Revit, Navisworks e Solibri, além dos cursos sobre coordenação de projetos em BIM, para ajustarem o fluxo de projeto.

O tempo de experiência dos Coordenadores e especialistas gira em torno de 10 a 15 anos de formado, alguns adquiriram experiência com o BIM na empresa, já outros foram contratados com experiência tanto em coordenação e análise de projetos como também com a metodologia BIM, mas todos, atualmente, utilizam o BIM em seu dia a dia. As habilidades que a equipe precisou desenvolver foram além de aprender a trabalhar com os softwares e ferramentas, necessitou-se também de treinamentos de coordenação para encaixar as atividades a mais no cronograma, mantendo o prazo.

De acordo com a entrevistada, a equipe interna de coordenação fica responsável pela verificação das entregas, conferência dos projetos, relacionando-os com as diretrizes do BEP e auditoria dos modelos.

A função desses profissionais:

- O Coordenador: faz o planejamento dos projetos (equipe, projetista, cronograma, análise crítica, reuniões, preenchimento do BEP e a auditoria).
- O Especialista: faz o planejamento dos projetos (equipe, projetista, cronograma, análise crítica, reuniões, preenchimento do BEP e a auditoria) conferem o recebimento, verifica os modelos e integram (modelo federado).
- Analistas: São responsáveis pela conferência das entregas, pela verificação dos modelos e pela integração das disciplinas gerando o modelo federado.

A documentação para estruturar o BEP é realizada pela gerente de projetos, assim como as diretrizes e os checklist de auditoria, constituídos por um conjunto de regras pré-estabelecidas para verificação dos modelos BIM, as quais são aplicadas pelos coordenadores e especialistas em seus respectivos projetos.

A compatibilização externa fica responsável pela verificação de incompatibilidades dos projetos, na qual são entregues dois materiais: o arquivo BCF e o relatório de interferências. O arquivo BCF é utilizado como ferramenta operacional, registrando cada pendência “issue” diretamente no modelo BIM, com informações como: imagem, localização do conflito, responsáveis e histórico de comentários. Paralelamente, a compatibilizadora externa envia um relatório, geralmente em PDF, com uma síntese gerencial das interferências identificadas, incluindo os responsáveis. Esse documento serve como registro formal para reuniões e acompanhamento interno da evolução do projeto. O BCF por ser integrado a plataformas como o Solibri e BimCollab, o que facilita o acompanhamento técnico das correções, uma vez que permite a visualização das pendências diretamente no modelo. A combinação do BCF e do relatório auxilia no controle técnico das pendências, mantendo uma documentação estruturada para o processo de coordenação.

Após recebimento do arquivo BCF e do relatório, a coordenação interna analisa os apontamentos e valida a gravidade das interferências. Em seguida, formaliza as pendências relevantes no Construflow atribuindo responsáveis e prazos. A coordenação interna realiza a análise dos arquivos BCF por meio de duas ferramentas complementares, o BIM CollabZoom, para organizar e acompanhar os *issues* e o Solibri Anyware para checagem do modelo para garantir a conformidade com os requisitos básicos. A combinação dessas ferramentas permite que a coordenação interna faça uma análise técnica completa e confiável das pendências antes de enviá-las formalmente aos projetistas. Mesmo a compatibilização

sendo terceirizada, os coordenadores fazem uma dupla checagem analisando os itens mais recorrentes de erros observados em obras, por meio de um template interno desenvolvido para esse fim.

Embora as ferramentas BIM automatizem alguns processos de trabalho, como a identificação de interferências e geração de *issue*, ainda é necessário que o coordenador de projetos realize a análise crítica dos apontamentos, defina as responsabilidades, conduza o acompanhamento com os projetistas, entre outros. A tecnologia apoia, mas não substitui o trabalho técnico e de gestão da coordenação.

As atividades de coordenação tiveram que se adaptar às novas ferramentas, modificando a forma de atuação. Alguns processos foram adicionados nas atividades de coordenação, como por exemplo: a checagem de documentações extras, como o BEP e BIM Mandate; auditorias dos modelos; análise e indicações das pendências por meio de softwares especializados; a inclusão de protótipo virtual.

Segundo a entrevistada, o protótipo virtual é conduzido pela equipe de coordenação de projetos com a participação dos projetistas e da equipe de obra, podendo incluir os fornecedores dependendo da complexidade do empreendimento. A atividade ocorre por meio de uma reunião conjunta, na qual o modelo tridimensional é analisado para validar soluções. Como resultado são gerados registros de validação com apontamentos e decisões, e quando necessários ajustes no modelo a partir das verificações realizadas, e por fim o relatório consolidando as análises realizadas.

Figura 55 – Relação das atividades 2D x BIM



Fonte: De autoria própria

Houve mudanças no processo de trabalho da equipe de coordenação e no fluxo de desenvolvimento dos projetos quando comparado com o método tradicional. A primeira mudança no fluxo de trabalho foi a junção de duas etapas, Anteprojeto e o Pré executivo, transformando-se em projeto Básico, para se ter o projeto executivo com mais prazo para o detalhamento. As etapas estabeleceram-se da seguinte forma:

- **Estudo preliminar:** Fechamento do Produto e Projeto Legal, ainda é entregue no formato 2D.
- **Projeto Básico:** Nessa fase de projeto, ocorre a entrega dos modelos nativos em BIM, como arquitetura, estrutura, fundação, instalações e ar condicionado. Para os projetos de interiores, paisagismo e luminotécnica, que são entregues em 2D, ocorre a contratação da modelagem terceirizada e por fim impermeabilização e acústica mantem somente como formato 2D.
- **Projeto Executivo:** Nessa fase ocorre a validação e auditoria dos projetos para liberar à obra.

O trabalho não ocorre de forma simultânea, segue um cronograma sequencial de entregas. A empresa tentou programar o desenvolvimento de projetos das especialidades de forma simultânea com atualização do modelo em tempo real, porém não obteve sucesso devido à falta de disponibilidade dos projetistas.

O processo de projetos passou por ajustes significativos, exigindo a readequação do fluxograma de trabalho para contemplar os diferentes tipos de entrega de projetos e seus respectivos modelos de gestão.

A auditoria dos modelos, que inclui a análise de alguns itens principais, como o ponto de origem e demais parâmetros essenciais, é realizada a cada entrega de disciplina, antes de gerar o modelo federado. Esse procedimento garante que o projetista subsequente utilize a base de projeto correta, evitando erros que podem comprometer o desenvolvimento do projeto.

Abaixo estão classificadas as diferentes formas de entregas das disciplinas na etapa de projeto Básico:

- Disciplinas que são entregues em BIM na fase de Projeto Básico: Arquitetura, Estrutura, Fundações, Instalações, Ar condicionado, Vedações.

- Disciplinas que são entregues em 2D na fase de Projeto Básico, e são encaminhadas para modelagem externa: Interiores, paisagismo, luminotécnica.
- Disciplinas que são entregues em 2D na fase de Projeto Básico e são utilizadas apenas em 2D: Acústica e impermeabilização.

Figura 56 – Fluxograma de trabalho em função do BIM da empresa “A”



Fonte: De autoria própria

Segundo a entrevistada, houve uma readequação do escopo de projeto, alinhando o nível de informações de acordo com as fases, seguindo um escopo com um nível menor de detalhamento nas fases iniciais, e mais detalhado na fase de Projeto Executivo. Essa estratégia permitiu à empresa antecipar a entrega do modelo na fase do projeto básico, sem comprometer o prazo total de projeto.

As documentações são entregues em todas as fases, porém antes da entrega do Executivo é disponibilizado versão simplificada, sem muitos detalhes e cotas. Essa versão contém as informações que essenciais para os demais projetistas, como níveis, nomes de caixilhos, entre outros, enquanto a documentação completa, com todos os detalhamentos, somente para a etapa de executivo, após compatibilização. Os projetos são cadastrados nos formatos IFC, PDF e DWG, PNL, e em geral cada fase possui duas revisões.

No quesito cronograma, o tempo total de duração foi mantido, porém foi necessário a readequação das fases, para viabilizar a adoção do BIM sem alteração dos prazos. Para isso, unificaram a etapa de anteprojeto e pré-executivo, mantendo o início da obra em aproximadamente 12 meses após lançamento do empreendimento.

Abaixo está descrito o tempo de duração dos projetos de acordo com as fases.

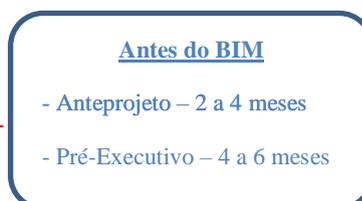
Duração:

Estudo Preliminar: 2 a 4 meses

Projeto Básico: 4 a 6 meses

Projeto Executivo: 6 a 8 meses

Liberado Obra: 6 meses (Detalhamento e Entrega final dos projetos)



Sendo que, ao iniciar a obra, alguns projetos não estão finalizados em Liberado Obra (LO - completo). A entrega completa em LO avança três meses após início da obra, porém os projetos Executivos necessários já são disponíveis para as contratações e o estudo / planejamento de obra, como os projetos de arquitetura, estrutura e fundação que são entregues pelo menos três meses antes do início da obra.

Figura 57 – Etapas de desenvolvimento do projeto da Empresa “A”



Fonte: De autoria própria

Atualmente a auditoria dos modelos é realizada pelos coordenadores e especialistas, que seguem o template baseado nas diretrizes desenvolvidas pela gerente de projetos em conjunto com a BIM Manager, documentada no BIM Mandate e BEP (Plano de execução BIM).

Quadro 5 - Ferramentas e Plataformas Utilizadas

Finalidade	Ferramentas/Plataformas
Armazenamento e organização	Autodoc e ConstruCode (repositórios de documentação)
Visualização e inspeção de modelos	Solibri / Solibri Anyware, BIMColabZoom (para modelos federados)
Gestão da comunicação e apontamentos	Construflow (garante rastreabilidade e controle do fluxo informacional)
Modelagem pontual e estudos	Uma licença do Revit
Criação de <i>templates</i> de checklist	Duas licenças do Solibri (uso simultâneo por 2 pessoas)

Fonte: De autoria própria

**Observação:** As plataformas Solibri Anyware e BIMColabZoom são **visualizadores gratuitos** que permitem executar regras de checagem, mas **não permitem criar ou modificar regras**.

De acordo com a entrevistada os maiores impactos percebidos nas atividades da coordenação de projetos foram:

- Melhoria significativa na visualização do projeto, facilitando a identificação de falhas antes da execução da obra;
- Navegação pelo modelo, permitindo simulações de soluções técnicas durante o desenvolvimento do projeto, como por exemplo, ajuste de rotas das instalações, análise de diferentes tipologias de fachadas, simulações de alturas de forro simulações, entre outros.
- Integração dos projetos no modelo federado, que otimizou a checagem de itens críticos, como interferências entre instalações e outros subsistemas, em comparação com o método tradicional (sobreposição de plantas 2D);
- Apoio à coordenação em atividades como checagem de *mark-ups* de furações, fixações de esquadrias e comparação de volumes de concreto com o orçamento;
- Possibilidade de realizar protótipos virtuais com realidade aumentada, incorporando instalações e informações do manual do proprietário;
- Melhoria na qualidade dos projetos, com interferências detectadas ainda na fase de projeto;

- Facilitação da elaboração de projetos *as-built* no pós-obra;
- Aprimoramento da comunicação entre os agentes, com uso do modelo durante reuniões.

Como desafios, a coordenação de projetos ainda enfrenta dificuldades na contratação de projetistas de confiança e com experiência em BIM. A empresa já possui experiências anteriores com projetistas que dominavam a modelagem, porém com deficiência na qualidade técnica, ou seja, a qualificação dos projetistas ainda é o mais difícil, pois eles precisam dominar o BIM e a parte Técnica.

### Empresa “B”

A empresa atua em diversas regiões do Brasil e também em outros países da América do Sul, no Brasil atua em 16 estados brasileiros sendo alguns principais como, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Bahia, Santa Catarina, entre outros. A empresa atua em diferentes segmentos do mercado imobiliário por meio de suas marcas, sendo marca “X” focada em empreendimentos residenciais e comerciais de alto padrão e luxo, marca “Y” voltada para o segmento de médio padrão e marca “Z” voltada para o segmento econômico, incluindo projetos em parceria com programas habitacionais do governo, como o Casa Verde e Amarela. Com variações de área construída de aproximadamente 30.000 a 120.000 metros quadrados.

Para esse estudo de caso será abordado a marca que assina empreendimentos residenciais e comerciais de alto padrão e luxo “X”.

Todos os projetos, como arquitetura e projetos complementares são terceirizados, assim como a compatibilização, e somente a gestão / coordenação é realizada por equipe interna. A empresa estudada utiliza o modelo BIM para as áreas de orçamento, planejamento, compatibilização de projetos e acompanhamento em obra.

A empresa implantou o BIM em 2018, após visitas aos escritórios e canteiros de obras de empresas similares, tendo em vista o benchmark das aplicações do BIM nas áreas de projetos, orçamento e planejamento. A empresa optou pela contratação de consultoria externa para a implantação do BIM. A empresa terceirizada considerou os diferentes setores existentes na empresa e desenhou o processo de implantação de acordo com os objetivos definidos pela organização em cada área. Após a aprovação desses processos de implantação do BIM pela Diretoria e liderança de cada área, foram elaborados pela consultoria os

documentos com as diretrizes para padronização BIM dentro da organização (BIM Mandate / BIM Protocol / BEP (Plano de execução BIM)).

Durante o processo de implantação BIM, a empresa disponibilizou programas de capacitação à equipe interna. Para a implementação, utilizou-se um projeto piloto de médio padrão com médio grau de complexidade e uso misto (Residencial / Não residencial / Fachada ativa), o objetivo desse projeto piloto é que o modelo fosse utilizado para orçamentação do empreendimento. A modelagem só se deu início após a liberação do empreendimento pelo departamento de incorporação, no qual o projeto já estava na fase de Anteprojeto, descartando a possibilidade de descaracterização do produto. Para isso, foi contratada uma empresa terceirizada e a empresa contratante ficou responsável por checar as informações contidas no modelo. Como forma de mitigar os riscos a estratégia da empresa foi de prosseguir com o desenvolvimento do projeto piloto no formato tradicional 2D e em paralelo terceirizar o desenvolvimento da modelagem.

A iniciativa partiu da Diretoria da Engenharia, e o processo de implementação iniciou-se pelo macro departamento da engenharia, mais especificadamente pela área de gestão de projetos, com o objetivo principal de reduzir os prazos do ciclo de produção do empreendimento. A empresa estabeleceu os objetivos específicos a serem atingidos com o uso da modelagem, como por exemplo, extração de quantitativos para orçamentação, manipulação dos modelos para o planejamento da obra, análise das soluções construtivas em aderência ao material de venda, visualização dos projetos nos canteiros de obras, melhoria no fluxo de informações, análise das soluções diversas de acordo com a premissa do incorporador, antecipação de discussões quanto à estética do produto e execução, potencialização de soluções construtivas desejáveis, assertividade nos custos, entre outros.

A empresa já desenvolveu vários projetos modelados em BIM, sendo aproximadamente 45 projetos desde 2018 até 2021 (somando as marcas “X” e “Y”). Não foi possível obter a informação da quantidade atual de projetos finalizados em BIM. Atualmente, os 35 projetos em andamento estão sendo desenvolvidos em BIM.

O desenvolvimento do projeto em BIM se inicia a partir da fase de Anteprojeto, quando o produto já foi lançado no mercado. Os projetos seguem as fases de Estudo de Viabilidade e Estudo preliminar em 2D, porém, para se obter uma melhor visualização do produto o projeto arquitetônico é desenvolvido em 3D no SketchUP<sup>1</sup>. As fases de projeto

---

<sup>1</sup> O SketchUp é um software de modelagem 3D utilizado para a elaboração de projetos arquitetônicos e conceituais. Apesar de permitir a criação de modelos tridimensionais detalhados, o SketchUp não constitui uma plataforma BIM, pois não gerencia informações integradas de construção.

são: Estudo de Viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto/Pré-executivo (fase em que se inicia a modelagem) e Executivo.

Até final do ano de 2024, todos os projetos eram modelados por uma equipe terceirizada. A partir de 2024 as diretrizes BIM foram ajustadas para a contratação de projetistas que já entregassem os projetos / modelos em BIM. A partir de 2025, esse critério está sendo aplicado em três projetos que ainda não chegaram na fase de Anteprojeto. Atualmente para os projetos em andamento, a gestão é realizada pela própria empresa (gestão e coordenação dos processos, cronogramas, análise crítica, planejamento e controle dos projetos, entre outros) e o desenvolvimento do processo BIM é feito pelo consultor BIM, que tem como escopo a entrega dos modelos de acordo com o sequenciamento construtivo, as análises de clash detection, e a elaboração do BEP (Plano de Execução BIM). A empresa contratante tem como responsabilidade fornecer as diretrizes para elaboração da documentação e aprovar a versão final.

Especificamente para os três empreendimentos cujos projetos foram contratados com a modelagem, alterou-se o papel do consultor / auditor BIM, passando a ser responsável pela aferição dos modelos entregues pelos projetistas, pela garantia das premissas estabelecidas no BIM Mandate para os objetivos da organização (sejam eles modelos para orçamentação, coordenação ou planejamento), pelo suporte técnico na federação dos modelos, pela extração dos quantitativos e pela análise de clash detection.

Na fase de Anteprojeto/Pré-executivo o objetivo da modelagem é a compatibilização, não sendo exigido um nível de modelagem com todos os detalhamentos. Nesta fase são exigidos os detalhes principais para a compatibilização, por exemplo, pontos elétricos, eletro calhas, tubulações hidráulicas e de ar condicionado com o objetivo de realizar os mark-ups de furação. Todo o detalhamento da modelagem é realizado na fase de Projeto Executivo de forma a evitar retrabalhos.

De acordo com a entrevistada não houve mudanças de prazo no cronograma com base no acréscimo dos modelos em BIM, pois o consultor BIM como modelagem terceirizada passou a ser mais um fornecedor a ser gerenciado pela equipe de coordenação interna, os prazos de duração para a elaboração dos projetos nas etapas mantiveram-se entre 12 meses a 18 meses aproximadamente, é importante salientar que a empresa tem como premissa a liberação dos projetos antes do início da obra. O prazo de início de obra após o lançamento do empreendimento varia entre 10 a 12 meses aproximadamente, a depender da complexidade do empreendimento.

Figura 58 – Etapas de desenvolvimento do projeto da Empresa “B”



Fonte: De autoria própria

As documentações são entregues em todas as fases no formato dwg, pdf, rvt ou pln, e ifc, no repositório de arquivos do Autodoc. As ferramentas utilizadas na empresa são:

Quadro 6 - Ferramentas e Plataformas Utilizadas

Finalidade	Ferramentas	Observações
Gestão de comunicação e apontamentos	Construflow	Utilizada desde o Estudo Preliminar, mesmo sem modelo BIM.
Projeto piloto (gestão integrada)	BIMWorkplace	Em teste em um empreendimento; centralizará a comunicação e o modelo federado desde a fase de Anteprojeto.
Visualização e manipulação de modelos federados	BIMColabZoom ou Navisworks	Para análise e navegação nos modelos federados.
Visualização e apontamentos em obra	Dalux	Permite visualização off-line e registro de apontamentos em campo.

Fonte: De autoria própria

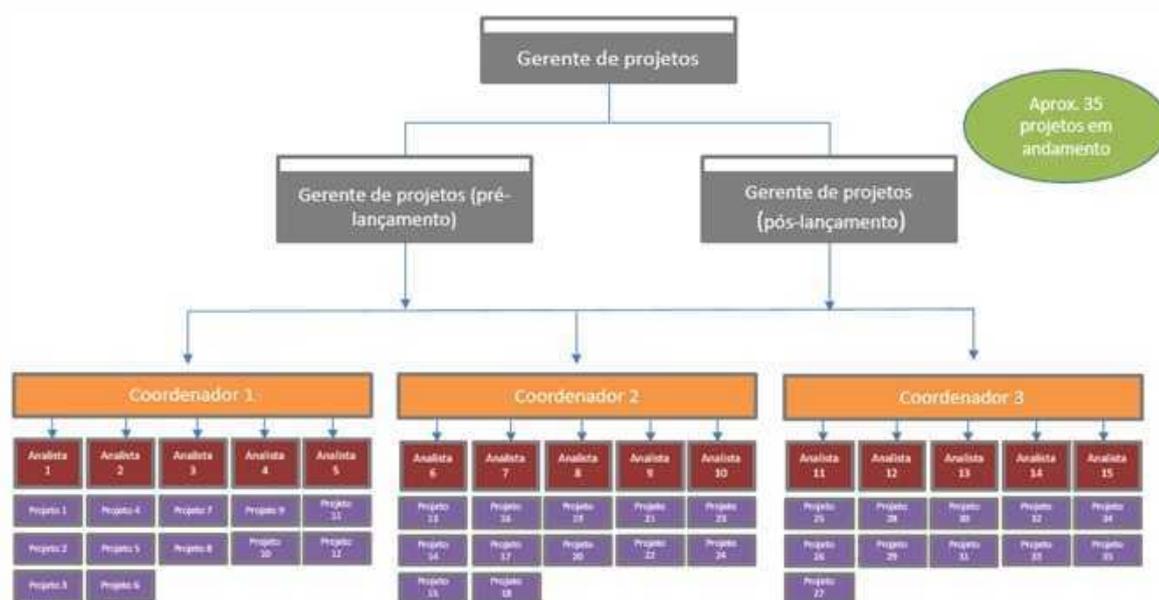
Sobre o escopo dos agentes que atuam com os projetos na organização, a equipe de Produto é responsável pela contratação e definição do escopo do projeto arquitetônico, paisagismo e decoração. A equipe de coordenação de projetos, ou seja, os Analistas envolvidos na negociação fazem a gestão desses contratos e a o cálculo para pagamentos. Também ficam responsáveis pela contratação dos demais projetos complementares, definição de escopo, negociação, elaboração e gestão dos contratos e liberação dos pagamentos.

No que se refere ao planejamento até a fase de pré-lançamento, o Produto é responsável pela elaboração e controle de cronograma. Sequencialmente, após o lançamento, o Analista estará encarregado.

Os coordenadores de projetos atuam de forma mais estratégica na organização, coordenando a equipe, ou seja, fazem a gestão da coordenação, como por exemplo: gestão da comunicação, gestão do prazo, planejamento dos processos, planejamento dos recursos. Já os Analistas fazem a coordenação técnica, que incluem cronogramas, análise crítica dos projetos, reuniões de compatibilização e análise dos projetos em 2D juntamente com o modelo BIM com o objetivo de verificar erros recorrentes associados a problemas observados na etapa de obra.

A equipe de projetos é formada por 1 Gerente de Projetos Geral, 1 Gerente de projetos pré-lançamento e 1 Gerente de Projetos pós-lançamento, 3 Coordenadores e 15 Analistas. Cada analista fica responsável por aproximadamente de 2 a 3 projetos incluindo os que já estão em obra.

Figura 59 – Organograma setor da coordenação de projetos da empresa “B”



Fonte: De autoria própria

A experiência dos Coordenadores e Analistas foi adquirida na empresa por meio de treinamentos. Esses profissionais possuem no mínimo cinco anos de experiência de mercado, independentemente de já terem expertise prévia em BIM. A equipe é majoritariamente composta por arquitetos, contando ainda com dois engenheiros.

Em relação ao organograma da coordenação, não houve alteração estrutural para incorporar o BIM no processo de projeto. A implementação da nova metodologia demandou, sobretudo, a capacitação da equipe para atuar de forma mais gerencial nos processos, mantendo a modelagem como atividade terceirizada.

De acordo com a entrevistada, os fluxos de trabalho permaneceram sequenciais, sem modificações significativas. Na fase de viabilidade, o estudo de massa e a análise de viabilidade técnica e econômica do produto são conduzidos pela equipe de Produto, com participação de arquitetura, negócios e incorporação. A coordenação de projetos assume a liderança a partir do Estudo Preliminar, responsabilizando-se pelo atendimento normativo, contratação de projetistas complementares e pela maturação do produto, além da emissão da primeira versão do Projeto Legal. No Anteprojeto, a arquitetura e os principais projetistas complementares – como estrutura e instalações – atuam na compatibilização, no protocolamento do Projeto Legal e na preparação do material de vendas. Nessa fase, os projetos são entregues em 2D, enquanto a modelagem em BIM é desenvolvida em paralelo

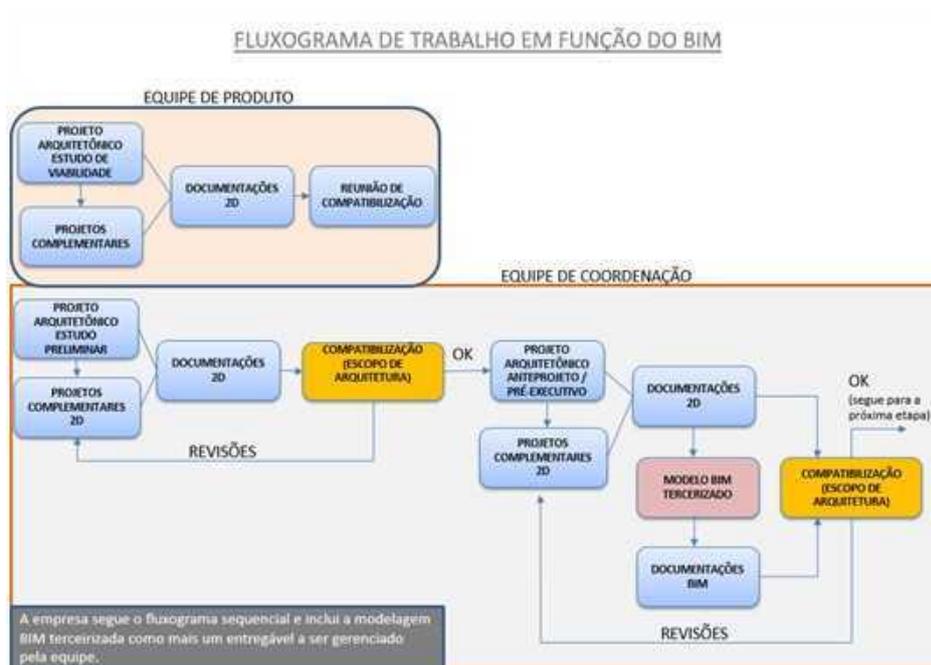
por uma equipe externa. No Projeto Executivo, os projetos são detalhados e liberados para a obra. Em relação aos “as-built”, a gestão fica a cargo da obra, que contrata aditivos junto aos projetistas e gerencia a entrega, atualizando apenas a documentação 2D, sem revisão do modelo BIM.

As especialidades que são modeladas por um consultor terceirizado e entregues em BIM são: arquitetura, estrutura, ar condicionado/pressurização, elétrica, hidráulica, fundação, paisagismo, decoração, vedação.

Conforme mencionado anteriormente, a empresa mantém a contratação de projetos em 2D (DWG), enquanto a modelagem BIM é realizada por um consultor terceirizado a partir da fase de Anteprojeto. A análise de interferências (clash detection) é entregue em dois formatos: um arquivo BCF, que permite a navegação dos conflitos diretamente no modelo, e um relatório em PDF, que consolida as pendências identificadas. Após o recebimento, as pendências apontadas pelo consultor BIM são incorporadas ao relatório de compatibilização da Arquitetura – documento oficial da compatibilização, que continua sendo realizada com base nos arquivos 2D. Em seguida, a equipe de coordenação direciona essas pendências aos projetistas por meio do Construflow, de acordo com o fluxo de comunicação estabelecido pela empresa. Os projetistas também têm acesso aos modelos, geralmente em formato IFC, disponibilizados pelo consultor, o que permite uma visualização tridimensional do projeto. Quanto ao acompanhamento do modelo BIM, este não é frequente; as entregas ocorrem ao final de cada fase, e as revisões seguem os marcos definidos no cronograma do empreendimento.

A compatibilização dos projetos – que inclui tanto os entregues em 2D (DWG) quanto os modelos BIM – exige uma análise conjunta. Embora a análise seja realizada com base nas documentações 2D, ela é auxiliada pela visualização 3D e pela detecção de interferências. Qualquer revisão necessária é retornada aos projetistas para ajustes tanto nos documentos 2D (DWG) quanto no modelo BIM. A compatibilização de projetos é formalmente de responsabilidade da arquitetura, embora o Analista de projetos interno realize uma verificação complementar focada em erros recorrentes observados em obra. No processo BIM, a modelagem e a clash detection são terceirizadas, mas a equipe interna de coordenação executa uma dupla checagem, priorizando falhas frequentes identificadas durante a execução da obra.

Figura 60 – Fluxograma de trabalho em função do BIM da empresa “B”



Fonte: De autoria própria

De acordo com a entrevistada, um dos maiores impactos do BIM nas atividades de coordenação de projetos foi:

- Melhor visualização e entendimento do projeto;
- Maior eficiência na comunicação entre os agentes envolvidos;
- Facilidade para analisar soluções técnicas, por exemplo, ajuste de rotas das instalações, verificação de alternativas de altura de forros, análise de diferentes tipologias de fachadas, simulações de alternativas de posicionamento de shafts e prumadas, entre outros.
- Auxílio na tomada de decisões durante reuniões, por meio da visualização integrada dos modelos;
- Maior confiabilidade nos orçamentos para contratação de serviços em obra;
- Redução da recorrência de incompatibilidades durante a execução da obra.

Um dos principais desafios visto pela entrevistada na implantação seria a questão cultural, custos e prazos, garantia de qualidade, engajamento dos projetistas a nível de

colaboração e o perfil do coordenador que poderá ser um influenciador para e ritmar os processos de implantação e engajar os colaboradores.

### Empresa “C”

Trata-se de uma construtora que atua na região de São Paulo em obras residenciais e comerciais, com empreendimentos que variam entre 26.000m<sup>2</sup> a 92.000m<sup>2</sup>.

Todos os projetos, como arquitetura e projetos complementares são terceirizados assim como a coordenação e compatibilização. A empresa possui um departamento interno para a modelagem BIM, porém os modelos desenvolvidos pela empresa têm como objetivo auxiliar na quantificação e planejamento das obras. A construtora atua em duas vertentes, construindo para as incorporadoras, onde os projetistas já vêm definidos e contratados, e a construtora executa a obra com base nos projetos recebidos, porém fazendo a modelagem. Já no caso em que a empresa atua como responsável por empreendimentos turnkey “chave na mão”, a mesma assume a contratação de projetistas, bem como, contratação da coordenação e compatibilização. Nesses casos, o gerenciamento dos projetos, as documentações para a contratação e padronização e a auditoria dos modelos é realizado pelo gerente BIM da empresa, e a coordenação técnica é terceirizada.

A empresa implantou o BIM em 2011, a estratégia foi contratar um gerente BIM para auxiliar na execução de um modelo de construção virtual, desta forma possibilitou gerar quantitativos para a contratação de serviços e para o planejamento da execução. A implantação iniciou com 3 empreendimentos piloto sendo eles residenciais e comerciais, houve a necessidade de criar um departamento próprio para a modelagem BIM dos empreendimentos.

O marco do BIM na empresa foi a execução de um shopping, em 2014, em que o gerenciamento do projeto foi realizado pela construtora, bem com a contratação dos projetos em BIM. Esse empreendimento foi um dos marcos pois além da complexidade do empreendimento tiveram que explorar o uso do BIM quando ainda era pouco utilizado no mercado da construção civil, porém observaram diversos ganhos estratégicos e operacionais com o uso do BIM, sendo eles, melhor coordenação entre disciplinas, reduzindo interferências e retrabalhos, identificação antecipada de incompatibilidades, controle de custos e cronograma (5D BIM), economia e sustentabilidade, reconhecimento do setor.

A iniciativa para a implementação do BIM partiu da Diretoria de engenharia, com o objetivo de maior eficiência nos levantamentos de quantitativos para a contratação de serviços

em obra, redução de retrabalhos e melhor planejamento de execução da obra. No início, o Diretor da engenharia tomava a decisão das obras que deveriam ser modelados, levando em consideração fatores como o grau de complexidade do empreendimento, o volume de interferências entre disciplinas e a criticidade do prazo de entrega. A partir de 2014 a empresa passou a utilizar o BIM em todos os empreendimentos.

No total a empresa possui aproximadamente 86 empreendimentos em BIM, sendo que 3 deles os modelos BIM são nativos (desenvolvido no software de autoria da disciplina). Atualmente todas as obras estão sendo modeladas em BIM, com o escopo necessário para extração de quantitativos e planejamento da obra, por exemplo, modelagem da impermeabilização, fachada, gesso e argamassas na parede, alvenarias, estrutura, fundação, contenção. A auditoria dos modelos é realizada pela própria empresa. No caso de projetos nativos em BIM, quando necessário a empresa refaz os modelos com o intuito de acrescentar mais informações que auxiliem na extração de quantitativos para a contratação dos serviços em obra.

A entrevistada relatou a experiência com um empreendimento onde o modelo de contratação englobava a coordenação e modelagem BIM. O gerenciamento dos projetos foi realizado pela empresa, desde a contratação de projetistas à entrega da obra, contratou-se uma equipe de coordenação terceirizada para gerenciar as entregas, validar a qualidade dos modelos, realizar a federação dos modelos e compatibilização dos projetos, seguindo os templates enviados pela contratante. A gerente BIM da empresa realizou o BEP (Plano de Execução BIM) de acordo com o objetivo do uso estipulado pelo cliente e auxiliou na interação entre a equipe de coordenação com a construtora e na tomada de decisões. De acordo com a entrevistada as etapas de projetos foram: Estudo de viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Legal, Projeto Executivo, porém até a etapa de Projeto legal eram detalhadas somente as áreas e as massas necessárias, a partir da aprovação, o projeto foi evoluindo com os detalhamentos, a fim de evitar retrabalhos aos projetistas. O objetivo da contratação do BIM nesse projeto foi de reduzir as incompatibilidades entre as disciplinas, extrair informações de quantitativos para orçamentos, planejamento da obra, controle da obra visual utilizando o 4D com o uso de drone e manter as informações as built. Para esse empreendimento o modelo BIM foi utilizado desde a área de projetos, permeando pela execução da obra, uso e operação. O gerente BIM definiu o escopo do projeto de acordo com as necessidades do cliente e as datas macros de entrega dos projetos, essas informações foram repassadas à equipe de coordenação terceirizada. O cronograma teve um prazo aproximado de

18 meses de execução de obra e aproximadamente 2 anos para elaboração de projetos. Não houve a simultaneidade no desenvolvimento dos projetos, para essa obra seguiram-se as etapas e fases estipuladas no cronograma. A principal mudança no fluxo de desenvolvimento desse projeto foi a adoção da metodologia BIM desde as fases iniciais, promovendo uma coordenação integrada e colaborativa entre projetistas, construtora e clientes. A compatibilização passou a ser realizado de forma contínua, desde a concepção do projeto, com revisões visuais em reuniões frequentes, o que possibilitou a antecipação e resolução de conflitos entre disciplinas. Além disso, o modelo digital centralizado permitiu integrar o planejamento (4D) e o orçamento (5D) ao projeto, tornando os processos mais ágeis, precisos e alinhados à execução da obra. Em todas as fases de projeto houve as entregas das documentações. O gerente BIM utilizou o software Solibri e o BIMcollab, para auditoria dos modelos e comunicação com os agentes envolvidos.

O departamento criado para desenvolver os modelos em BIM em 2011 é formado por 3 funcionários e uma gerente BIM, a equipe foi treinada internamente pelo BIM Manager, e não possuía expertise para trabalhar com o BIM. É importante salientar que essa modelagem é para a construção da obra, e os projetos são recebidos pela incorporadora na fase de executivo, próximo ao início das obras. O software utilizado pela empresa para a modelagem é o Archicad e o Synchro 4D Pro para o planejamento, porém no caso em que a construtora faz o gerenciamento do projeto é utilizado o Solibri e o BIMCollab.

De acordo com a entrevistada, a modelagem BIM na construtora trouxe uma melhora com relação à quantidade de interferências e incompatibilidade antes percebidas durante a execução da obra. Os objetivos do uso do BIM estão sendo atingidos pela empresa, principalmente com relação ao planejamento e a contratação de serviços. No exemplo do empreendimento em que a construtora atuou como gerenciadora, obteve-se uma redução estimada de 6% nos custos de obra com eliminação de desperdícios e aditivos financeiros advindos de falhas no projeto, além de instigar melhorias colaborativas com o compartilhamento de dados, maior agilidade nas tomadas de decisões, aderência aos padrões de qualidade pré-estabelecidos, aumento em 24% da presença da equipe em campo como ferramenta de gestão, ou seja, intensificou a atuação dos profissionais (coordenadores, gestores, engenheiros) no canteiro de obras possibilitando maior controle dos processos e melhoria no cumprimento dos prazos.

O maior desafio percebido no uso do BIM na empresa é a padronização, tanto no que diz respeito aos modelos e famílias utilizados, quanto aos processos de modelagem,

nomenclaturas, organização dos arquivos e forma de compartilhamento das informações entre os diferentes profissionais e disciplinas. Essa falta de padronização pode gerar inconsistências, retrabalhos e dificuldades na coordenação entre os modelos.

### Empresa “D”

A empresa atua na região de São Paulo, com empreendimentos residenciais verticais voltados ao mercado de médio e alto padrão, com área construída de aproximadamente 32.000 metros quadrados.

Todos os projetos, como arquitetura e projetos complementares são terceirizados assim como a gestão / coordenação e compatibilização.

A empresa implantou o BIM em 2022, utilizando como teste inicial 2 empreendimentos finalizados, em que a empresa terceirizada modelou os projetos de arquitetura, estrutura, instalações e paisagismo, indicando os parâmetros de modelagem, bem como as documentações do BIM Mandate e o BEP. Após as documentações a empresa começou a desenvolver um empreendimento piloto na fase de Pré-executivo, com área construída de aproximadamente 19.000m<sup>2</sup>, que já havia sido lançado. A contratação dos projetos de arquitetura, estrutura, instalações, decoração, paisagismo e piscina já em formato BIM. Como estratégia, a empresa optou pela contratação de equipe de coordenação terceirizada, para a federação dos modelos, levantamento de clash detection, gerenciamento das informações, gestão da documentação e auditoria dos modelos para esse empreendimento.

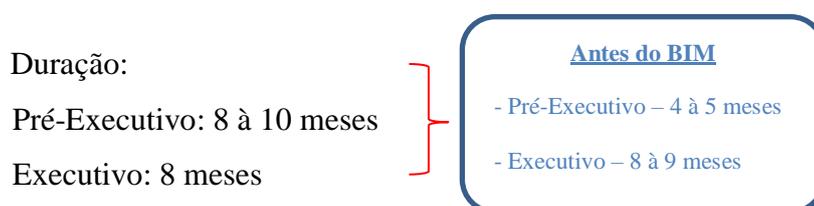
Houve treinamentos para que a equipe interna pudesse manusear os modelos, porém como a equipe não dominava o software utilizavam os modelos em LO para se familiarizarem com os modelos e processos. Atualmente a coordenação BIM ainda é terceirizada.

A iniciativa partiu da Diretoria de construção, sendo o principal fator a redução de interferências e retrabalhos em obra, análise antecipada das interferências, redução de custos e prazos, aumentando o grau de industrialização na empresa.

A empresa tem até o momento possui 6 empreendimentos em BIM finalizados, porém em obra há 10 empreendimentos e 4 na fase de desenvolvimento de projetos. Atualmente, todos os empreendimentos da empresa são desenvolvidos em BIM, sendo os modelos iniciados na fase de Anteprojeto. Até a fase de estudo preliminar, os projetos são liderados pela equipe de incorporação, a equipe de engenharia começa a atuar nas fases de Anteprojeto, Pré-executivo / Básico e Executivo com os detalhamentos e ampliações, as disciplinas contratadas em BIM são arquitetura, estrutura, fundação, instalações elétricas e hidráulicas,

pressurização, piscinas, paisagismo e decoração. Não houve alteração nas etapas de projeto, sendo eles, Estudo de viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto, Pré-executivo e Executivo, porém para atender ao cronograma, o Pré-executivo foi antecipado em 2 meses para que no quarto mês já se tenha a condição de início da obra. Antes, a obra se iniciava após 6 meses do lançamento, ou seja, seis meses após início do desenvolvimento de Pré-executivo, atualmente com a antecipação do Pré-executivo a obra consegue ter início antecipado de 2 meses. Houve alteração no prazo total do cronograma, onde as datas das entregas dos projetos tiveram que ser ajustadas para que atendesse tanto o prazo da companhia quanto as necessidades dos projetistas. A prática da empresa é de dividir as entregas dos projetos no cronograma em pavimento tipo para cima e embasamento, e isso continua com as entregas dos modelos BIM, como estratégia para antecipação de início das obras. Todas as documentações são entregues em 2D e BIM em todas as fases de projeto, conforme cronograma.

De acordo com a entrevista, houve mudanças no prazo total do cronograma, os prazos de duração para a elaboração dos projetos nas etapas de Pré-executivo e Executivo eram de aproximadamente 12 à 14 meses, e com a implementação do modelo BIM passou a ser entre 16 à 18 meses aproximados, não foi possível obter informações de prazos das etapas de Estudo Preliminar e Anteprojeto. Na fase de pré-executivo tem-se uma etapa denominada condição de início de obra, onde os projetos de fundação e contenção já estão finalizados.

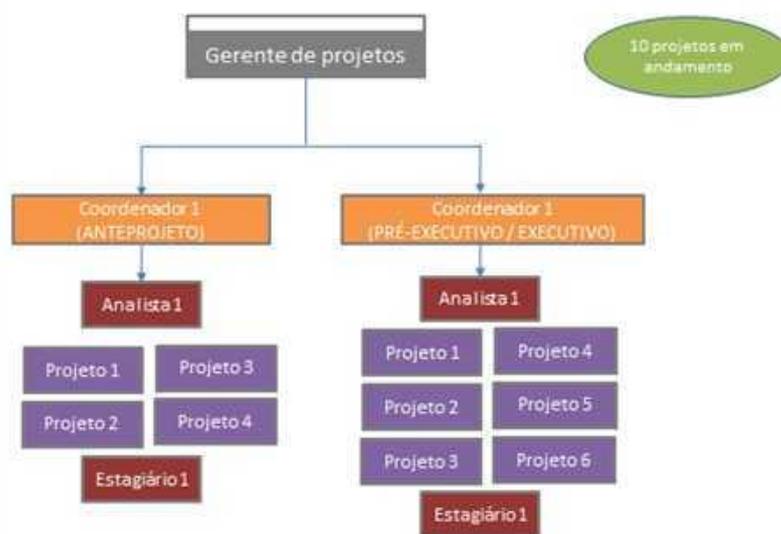


A equipe interna que atua com projetos é formada por 1 Gerente de projetos, 1 coordenador (a) que atua até o Projeto Básico, após lançamento existe outra coordenação que atua no Pré-executivo e Executivo, ou seja, a equipe interna é formada por 1 Gerente de projetos, 2 Coordenadores, 2 Analistas e 2 estagiários, sendo que, todos da equipe trabalham com o modelo BIM. Não houve alteração em função da implementação do BIM. A experiência dos colaboradores que atuam com coordenação e gerenciamento dos projetos variam entre 17 à 30 anos de experiência em coordenação de projetos e são todos arquitetos.

O coordenador é responsável pela coordenação dos projetos, fazendo toda a parte técnica, como cronogramas, reuniões, análise crítica, contratação de projetistas,

gerenciamento das entregas. O modelo federado vem da terceirizada e os analistas têm a função de auxiliar as atividades que correspondem ao coordenador. Toda a equipe adquiriu experiência com treinamentos internos, porém a equipe de projetos não atua diretamente com a gestão dos modelos, devido à uma estratégia da companhia que exige maior agilidade na execução dos projetos. A equipe de projetos utiliza os modelos para análise visual em comparação com o 2D.

Figura 61 - Organograma setor da coordenação de projetos da empresa “D”



Fonte: De autoria própria

A empresa utiliza o Autodesk Construction Cloud para armazenamento de arquivos, visualização dos modelos e gerenciamento de informações, não utilizando softwares de compatibilizações ou para desenhos tridimensionais, ficando como escopo da equipe terceirizada toda a federação dos modelos, compatibilização, auditoria e indicações de conflitos, a equipe de coordenação externa faz o gerenciamento dos *issues* com os projetistas. A equipe interna faz a análise crítica do projeto utilizando de forma visual o modelo BIM, porém caso seja identificada a necessidade de alguma alteração no projeto, deverá ser reportada à equipe terceirizada que fará o apontamento na plataforma e o direcionamento para os respectivos responsáveis.

A empresa contrata projetistas para desenvolver os projetos em BIM, cadastrando as documentações tanto em 2D quanto no modelo digital. A principal mudança no fluxo da equipe interna foi a análise conjunta do modelo BIM e da documentação 2D. O BIM não

substituiu a análise tradicional em 2D, uma vez que a documentação que chega ao canteiro de obras permanece sendo a versão 2D.

O escopo dos entregáveis foram readequados para cada etapa de projetos, de acordo com as interferências de projetos com as demais disciplinas, por exemplo, no pré-executivo não há necessidade de detalhamentos de camadas de revestimentos, mas é necessário que os caminhamentos das instalações sejam indicados para compatibilização com as demais disciplinas, porém no executivo é necessário todo o detalhamento.

A empresa usa o modelo tanto para orçamento e planejamento da obra, porém para orçamento os modelos de instalações não são utilizados para extração de quantitativos, ainda é utilizado para orçamentação somente uma verba de instalações. Para projetos As built os modelos não são atualizados, uma vez que o responsável pela elaboração desses projetos são os fornecedores.

De acordo com a entrevistada, os maiores impactos observados foram:

- Solução de dúvidas em canteiro de obras por meio da visualização do modelo;
- Apoio ao planejamento, permitindo melhor compreensão do andamento da obra e agilidade na orçamentação;
- Facilitação do entendimento do projeto na coordenação, graças à visualização 3D;
- Antecipação de interferências que, no método tradicional, só seriam identificadas durante a execução.

Os desafios enfrentados pela empresa são: o modo que os projetos BIM ainda são tratados pelos projetistas, com relação à colaboração e ao compartilhamento de informações; bem como apontamentos de incompatibilidades, mantendo como responsabilidade o compatibilizador do projeto, ainda sendo uma questão cultural dos projetistas para trabalhar de forma compartilhada com as demais disciplinas.

#### Empresa “E”

A empresa atua na região de Balneário Camboriú, Santa Catarina, com projetos residenciais e residenciais com uso misto, com empreendimentos de luxo e imóveis de alto padrão e área construída na maioria dos empreendimentos de aproximadamente 35.000 metros quadrados.

Projeto de arquitetura, compatibilização, gestão e coordenação são realizados por equipe interna somente os projetos complementares são terceirizados.

O processo de modelagem de projetos na empresa teve início na área de projetos em 2020, com um projeto piloto desenvolvido de forma híbrida, com projetos de arquitetura e complementares em 2D e estudos de fachada modelados pelo departamento de arquitetura no software Archicad. Para o segundo empreendimento, em 2021, como estratégia para adoção dessa tecnologia tiveram como premissa a contratação de um BIM Manager, para atuar internamente na empresa, o qual estabeleceu a documentação, como o BIM Mandate, BIM Protocol e o BEP, além de conduzir treinamento da equipe, criando diretrizes para o uso do BIM na área de projetos (coordenação / compatibilização e arquitetura). Para esse segundo empreendimento, foi contratado a modelagem dos projetos complementares, sendo o projeto de arquitetura iniciado em BIM.

Atualmente, o modelo BIM é utilizado somente no setor de projetos, mais especificadamente na área de arquitetura, coordenação, compatibilização de projetos e também para a extração de quantitativos, que começou a ser realizado esse ano. Não sendo utilizado para as áreas de orçamentação, planejamento, entre outros. A implementação da metodologia BIM na empresa ainda se encontra em processo de evolução e aprimoramento, pois depende da definição de estratégias para a adoção do uso do BIM em outros setores da empresa.

A iniciativa da implementação da metodologia BIM partiu de um dos Diretores, que atua tanto na área de projetos quanto na gestão de obras. Teve início no setor de projetos, o que demandou a implementação do BIM na área de projetos foi a melhoria na qualidade de projeto e a busca pela agilidade para a verificação de inconsistência entre disciplinas, que aumentaria a precisão das informações e proporcionaria maior segurança nas tomadas de decisões, levou-se em consideração o quanto o BIM auxiliaria na coordenação de projetos, facilitando a compatibilização de projetos, centralizando a comunicação entre os projetistas e o compartilhamento de informações, reduzindo interferência que só eram percebidos na fase de obra. De acordo com a entrevistada um dos maiores ganhos foi na verificação antecipada de interferências entre instalações e estrutura, principalmente relacionadas às furações de vigas, que, devido à dificuldade de identificação na fase de projeto, eram percebidas somente durante a execução da obra.

Até o momento a empresa desenvolveu dois empreendimentos em BIM, o primeiro a obra está em andamento, e o segundo está previsto para ser lançado ainda este ano. Os demais

empreendimentos que haviam sido anteriormente contratados em formato 2D (DWG) permaneceram nesse formato e estão na fase de andamento / finalização. A premissa para os futuros empreendimento é que os projetos sejam todos modelados em BIM.

Sobre os projetos que estão em andamento e foram contratados em BIM, destacam-se as disciplinas consideradas como principais pela empresa, como, estrutura, fundações, instalações, ar condicionado, impermeabilização, paisagismo e arquitetura de interiores. Outras disciplinas que a empresa não enxerga como relevante a ser entregue em BIM, continuam sendo entregues somente em 2D, como por exemplo, vedações e detalhamento de esquadrias de alumínio, para esses projetos ainda em 2D a análise crítica é realizada de forma híbrida.

Na empresa, o projeto está sendo modelado desde a fase de concepção, na qual foram estabelecidos marcos de entregáveis de acordo com o BEP em cada uma dessas fases, que são: Concepção / Estudo de viabilidade, Estudo Preliminar, Anteprojeto e Executivo, sendo a fase de Pré-executivo eliminada, uma vez que no processo de projeto tradicional 2D a compatibilização ocorria na fase de Pré-executivo, já no processo de projeto BIM a compatibilização ocorre desde a fase de Estudo Preliminar e todas as pendências precisam ser concluídas no final da fase de Anteprojeto.

Houve a necessidade de revisar o escopo dos entregáveis por fase. Já no estudo de viabilidade, o projeto passou a demandar um nível maior de detalhamento, como por exemplo, uma volumetria mais precisa, diretrizes de fachada e elementos construtivos, ou seja, informações que antes só aconteceriam nas fases subsequentes, foram antecipadas, fornecendo subsídios mais consistentes para a tomada de decisão e possibilitando verificar os conflitos entre diferentes disciplinas logo nas fases iniciais de projeto. Na fase de Anteprojeto, o produto deve estar definido, uma vez que somente é possível liberar a etapa de Projeto Executivo quando todas as informações estiverem concluídas. Essa diretriz busca evitar retrabalhos tanto dos projetistas terceirizados quanto da equipe interna. A empresa possui um escopo definido por disciplina, detalhando o nível de informações exigidas em cada fase e servindo de base para a elaboração da carta-convite. A principal mudança observada nesse escopo foi a antecipação das informações nas fases iniciais do projeto, uma vez, que o projeto deve estar todo compatibilizado no Anteprojeto, eliminando assim a fase de Pré-executivo. Quanto ao projeto as built, a empresa está na fase de amadurecimento, uma vez que os empreendimentos estão na fase de início de obra.

Segundo a entrevistada, as fases de Estudo Preliminar e Anteprojeto foram subdivididas em duas etapas cada, devido à evolução progressiva dos itens do projeto. Ao final de cada subfase, realiza-se uma rodada de compatibilização – por exemplo, após o Estudo Preliminar 1 e novamente após o Estudo Preliminar 2, com o mesmo procedimento sendo repetido no Anteprojeto.

Os modelos BIM são entregues em todas as etapas, mas não há verificação da evolução do modelo antes das datas de entrega estabelecidas no cronograma. Para antecipar a visualização e a identificação de inconsistências, a empresa optou por subdividir as fases de Estudo Preliminar e Anteprojeto.

Ao término de cada subfase, após o recebimento dos modelos de todas as disciplinas, o analista integra os modelos de coordenação enviados pelos projetistas, formando o modelo federado, e realiza a compatibilização por meio do software Solibri.

No caso de projetos que ainda são desenvolvidos apenas em formato 2D – como vedações e esquadrias –, se houver apontamentos, o coordenador analisa as pendências e a arquitetura fica responsável por incorporar as alterações no modelo BIM.

Na fase de Estudo Preliminar é gerado o Projeto Legal, e o material de vendas ocorre na fase de Anteprojeto quando todo o projeto já foi definido. O lançamento do empreendimento ocorre no final da fase de Anteprojeto. Ao iniciar a obra ainda não se tem todos os projetos complementares concluídos, sendo parte deles finalizados durante a execução da obra.

Quanto ao cronograma, a entrevistada cita que a empresa não utilizava cronograma e que o mesmo foi implantado com a sua contratação, não havendo prazos estabelecidos em cronogramas para elaboração dos projetos, os prazos eram definidos de acordo com a necessidade da obra. Atualmente de acordo com o cronograma, as entregas dos projetos seguem de forma sequencial até a fase de Anteprojeto, após toda a compatibilização final, quando o projeto entra na fase de Executivo todos os projetos complementares são detalhados de forma simultânea. A fase de executivo está voltada somente aos detalhamentos. O cronograma é realizado no MSProject e gerenciado pela equipe interna por meio da plataforma ClickUp.

As informações detalhadas sobre os prazos por fase não foram disponibilizadas pela empresa. Entretanto, constatou-se que o prazo total atualmente é de aproximadamente 18 meses a 21 meses, a partir do Estudo Preliminar. Esse período é menor que o praticado anteriormente à reestruturação da área de projetos, quando os processos apresentavam

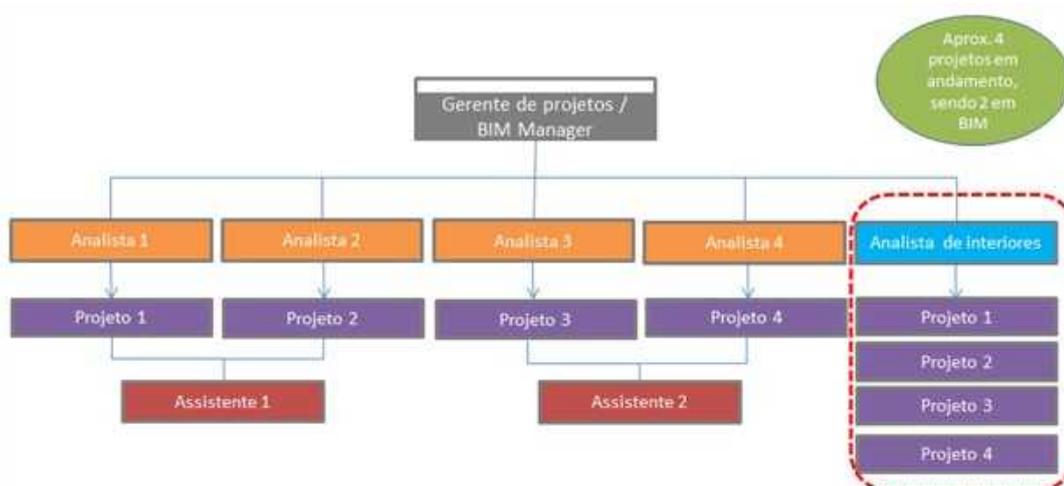
duração superior. Embora seja possível identificar uma redução no prazo total, não há dados suficientes para atribuir esse resultado exclusivamente a um único fator, como a reestruturação organizacional ou a adoção do BIM.

A estrutura organizacional do departamento de projetos para a operacionalização dos projetos em BIM está formada da seguinte forma: 1 Gerente de Projetos, que gerencia tanto o departamento de arquitetura quanto o departamento de coordenação. O departamento de coordenação de projetos é composto por 4 analistas que coordenam os projetos, 2 assistentes que auxiliam as atividades dos Analistas e 1 Analista de interiores, responsável por verificar a decoração de todos os empreendimentos. A empresa até o momento não tem um coordenador de projetos específico, papel pelo qual é desempenhado pelo Analista de projetos, sendo cada analista é responsável por um projeto.

A equipe de projetos é estruturada em dois núcleos: coordenação e desenvolvimento de projetos. A equipe de desenvolvimento de projetos também é gerenciada pelo Gerente de Projetos e engloba a equipe de criação do produto, a equipe de personalização e a equipe de interiores. Essa estrutura conta com dois profissionais responsáveis pela criação do produto e 3 profissionais dedicados ao desenvolvimento dos projetos.

A estrutura organizacional abaixo representa somente a equipe de coordenação de projetos não abrangendo a equipe interna que desenvolve projetos.

Figura 62– Organograma setor de coordenação de projetos da empresa “E”



Fonte: De autoria própria

De acordo com a entrevista, a principal alteração na estrutura organizacional foi a contratação de uma Gerente de Projetos, referida também como BIM Manager. Sua atuação concentrou-se na reorganização da equipe, na definição de funções e atribuições e na realização de treinamentos para o manuseio de modelos BIM.

O tempo de experiência dos profissionais varia conforme a posição:

- Assistentes são geralmente recém-formados ou estagiários;
- Analistas são arquitetos com mais de 4 anos de experiência em coordenação e compatibilização de projetos.

A experiência em BIM da equipe de coordenação foi adquirida internamente, por meio de treinamentos e cursos focados no domínio de plataformas e softwares. A empresa ainda se encontra em fase de transição do 2D para o BIM, mantendo projetos iniciados em 2D em andamento. Contudo, toda a equipe participa de capacitações contínuas voltadas ao BIM, visando aprimorar tanto habilidades técnicas quanto comportamentais – partindo do pressuposto de que os analistas já possuem experiência prévia em coordenação e compatibilização.

A entrevistada ressalta que não houve mudança na estrutura organizacional em função da inserção do BIM. A empresa segue desenvolvendo internamente as mesmas atividades, como compatibilização, coordenação de projetos, desenvolvimento de arquitetura e interiores. A reorganização em setores, conduzida pela Gerente de Projetos contratada em 2021, foi motivada pela otimização do fluxo de projetos como um todo, e não especificamente pela adoção do BIM.

A função desses profissionais:

- O Gerente de Projeto: Faz a contratação dos projetistas, gestão de contratos e cronogramas, realização de checklists e estruturação do BEP, coordena a equipe de Analistas e também a equipe de Arquitetura.
- O Analista: faz a compatibilização e coordenação dos projetos (auditoria dos modelos, integração dos projetos (modelo federado), gerenciamento dos cronogramas, gerenciamentos das informações, reuniões e o preenchimento do BEP).

- O Assistente: São responsáveis pela conferência das entregas, conferência da nomenclatura de arquivos e pontos de inserção do modelo, eles dão suporte às atividades dos analistas.
- Analista de interiores: é responsável pela compatibilização dos projetos de interiores (decoração das áreas comuns e apartamento decorado).

A documentação para estruturar o BEP é realizada pela gerente de projetos, bem como as diretrizes e os checklist de auditoria, constituídos por um conjunto de regras pré-estabelecidas para verificação dos modelos BIM, as quais são aplicadas pelos coordenadores e especialistas em seus respectivos projeto.

Os responsáveis pela auditoria dos modelos são os Analistas, a empresa utiliza o software Solibri, onde foi desenvolvido um template, com parâmetros criados para avaliar os itens de cada disciplina. Quando o projeto é cadastrado, o Analistas utilizam esse software para realizar a análise da qualidade do modelo entregue de cada disciplina, além da compatibilização. De acordo com a entrevistada esse template com o checklist de verificação está sempre em processo de retroalimentação.

Na equipe de arquitetura tem 1 arquiteto de criação e 1 arquiteto de viabilidade, após verificar a viabilidade do empreendimento o projeto é repassado para um analista da equipe de arquitetura, ele quem dará andamento em todo o detalhamento do projeto arquitetônico do Estudo Preliminar, Anteprojeto e Executivo.

A equipe de coordenação, no caso o analista, preenche o BEP e comunica os projetistas com relação aos prazos. Os projetistas complementares iniciam o trabalho a partir do modelo inicial cadastrado pela arquitetura. Após o recebimento dos projetos complementares os analistas fazem a compatibilização no software Solibri. Para a análise dos projetos foi desenvolvido um template que auxiliam na auditoria do modelo e também nos apontamentos de incompatibilidades entre as diversas disciplinas, como resultado é gerado um relatório com apontamentos a serem revisados no formato BCF que é importado no ConstruCode. Ao armazenar o BCF na ConstruCode, todos os envolvidos no projeto que têm acesso à plataforma poderão baixar ou consultar esse BCF com os *issues* (apontamentos). O agente responsável por cada projeto recebe as notificações com os apontamentos a serem revisados, e fica responsável pela alteração e atualização do projeto, após revisão e compartilhamento do projeto, o modelo será reavaliado pelo Analista da equipe de coordenação.

A equipe de coordenação e compatibilização utiliza o software Solibri para verificação dos modelos e compatibilização dos projetos, a modelagem da arquitetura é realizada no Archicad. Para fazer o gerenciamento do fluxo de informações e armazenamentos dos arquivos é utilizado a plataforma colaborativa ConstruCode onde as informações ficam na nuvem e permite uma melhor gestão da comunicação entre os agentes envolvidos e o gerenciamento dos arquivos cadastrados. Todas as documentações são entregues no formato 2D e Modelo em todas as fases de projeto, conforme o cronograma. Atualmente a obra não utiliza o modelo para planejamento.

De acordo com a entrevistada o maior impacto percebido nas atividades da coordenação de projetos foi a melhoria no processo da compatibilização de projetos, uma vez que o modelo integrado facilitou a visualização das interferências, principalmente aquelas envolvendo instalações com as demais disciplinas. O processo de projetos em BIM também aprimorou a comunicação entre os envolvidos, proporcionou reuniões mais objetivas e com menor frequência, bem como, ampliou a confiabilidade nas tomadas de decisões possibilitando simulações de soluções técnicas que surgiram durante o desenvolvimento do projeto.

De acordo com a entrevistada, um dos principais desafios ainda está na capacidade dos projetistas de atenderem ao escopo e à qualidade esperada. Essa dificuldade é mais evidente nas fases iniciais, onde são consolidadas as diretrizes do empreendimento, com definições das soluções técnicas que servirão como base de informações para as etapas seguintes. A metodologia BIM exige que muitos desses elementos sejam antecipados e desenvolvidos com maior nível de precisão já no início do processo, o que implica em uma maior carga inicial. Como muitos profissionais ainda não estão plenamente familiarizados com esses requisitos persistem barreiras culturais e certa resistência à adaptação, refletindo-se em entregas que nem sempre correspondem ao nível esperado.

#### 4.1.2 RESULTADOS OBTIDOS

A seguir são apresentados, por meio de tabelas comparativas, os resultados obtidos com base nas entrevistas realizadas em cada empresa. Também são mapeadas as principais alterações no setor de projetos decorrentes da adoção da metodologia BIM.

Inicialmente são expostos os dados de caracterização das empresas estudadas. Em seguida, para facilitar a compreensão, as informações são organizadas segundo dois parâmetros de análise:

- Implantação do BIM na empresa

- Implementação do BIM na área de projeto

Esses parâmetros são detalhados, respectivamente, nos Quadro 8 e Quadro 9.

Posteriormente, são discutidas as principais alterações no setor de projetos decorrentes do uso do BIM, os desafios enfrentados durante a implementação, os benefícios observados com a utilização das ferramentas e o nível de maturidade alcançado em relação aos processos e tecnologias adotados.

Ressalta-se que os resultados apresentados se referem às atividades desempenhadas no processo de coordenação de projetos como um todo, e não exclusivamente à figura do coordenador, uma vez que cada empresa possui estruturas, funções e responsabilidades distintas para esse papel.

Quadro 7 - Dados iniciais das empresas estudadas

	Empresa "A"	Empresa "B"	Empresa "C"	Empresa "D"	Empresa "E"
<b>Tipo de empresa</b>	Construtora e Incorporadora	Construtora e Incorporadora	Construtora e Incorporadora	Construtora e Incorporadora	Construtora e Incorporadora
<b>Mercado de atuação</b>	Privado	Privado	Privado	Privado	Privado
<b>Tempo de atuação da empresa</b>	47 anos	63 anos	39 anos	48 anos	57 anos
<b>Região de atuação</b>	Campinas (SP), São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ)	Diversas regiões do Brasil, sendo as principais: São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Sul (RS), Bahia (BA), Santa Catarina (SC), entre outros.	São Paulo (SP)	São Paulo (SP)	Santa Catarina (SC)
<b>Setores do mercado imobiliário</b>	Residenciais e de uso misto	Residenciais e de uso misto e comerciais	Residenciais e de uso misto, comercial, corporativo, outros.	Residenciais e de uso misto	Residenciais e de uso misto
<b>Segmento de atuação</b>	Médio a alto padrão	Diversos segmentos: "X" – Alto padrão e luxo; "Y" – Médio padrão; "Z" – Padrão econômico	Diversos segmentos: - Médio e alto padrão;	Médio a alto padrão	Alto padrão e Luxo

<b>Área construída (aproximada)</b>	20.000 a 40.000 m <sup>2</sup>	30.000 a 120.000 m <sup>2</sup>	26.000 a 92.000 m <sup>2</sup>	Aprox. 32.000 m <sup>2</sup>	Aprox. 35.000 m <sup>2</sup>
<b>Modelo de Coordenação / gestão de projetos</b>	<p><b>Terceirizados:</b> - Projetos e compatibilização</p> <p><b>Equipe interna:</b> - Gestão / Coordenação</p>	<p><b>Terceirizados:</b> - Projetos e compatibilização</p> <p><b>Equipe interna:</b> - Gestão / Coordenação</p>	<p><b>Terceirizados:</b> - Projetos, Coordenação / Compatibilização.</p>	<p><b>Terceirizados:</b> - Projetos, Coordenação / Compatibilização.</p>	<p><b>Equipe interna:</b> - Gestão / Coordenação / Compatibilização / Projetos de Arquitetura</p> <p><b>Terceirizados:</b> - Projetos complementares</p>

\* Para a empresa B foi estudado o segmento “X” Empreendimentos residências e comerciais de alto padrão e luxo.

Fonte: De autoria própria

Quadro 8 - Tabela comparativa – Implantação BIM

Aspecto / Pergunta	Empresa “A”	Empresa “B”	Empresa “C”	Empresa “D”	Empresa “E”
Início da implantação do BIM	2016	2018	2011	2022	2020
Motivação inicial (fator decisivo da alta gestão)	<p>Uso do modelo para o planejamento da obra e extração de quantitativos para orçamentação.</p> <p>Auxiliar na tomada de decisões, na verificação de interferências entre disciplinas e confrontar as informações de quantitativos.</p> <p>Reduzindo o prazo do ciclo de produção do empreendimento.</p>	<p>Uso do modelo para o planejamento da obra e extração de quantitativos para orçamentação.</p> <p>Auxiliar na tomada de decisões, na verificação de interferências entre disciplinas e confrontar as informações de quantitativos.</p> <p>Reduzindo o prazo do ciclo de produção do empreendimento.</p>	<p>Uso do modelo para o planejamento da obra e extração de quantitativos para orçamentação e contratação dos serviços. Além da melhoria da compatibilização de projetos, redução de retrabalhos e aumento do controle dos custos e prazos da obra.</p>	<p>Melhoria da compatibilização de projetos, redução de retrabalhos em obra e aumento do controle dos custos e prazos da obra.</p>	<p>Melhoria da compatibilização de projetos, redução de retrabalhos em obra e aumento do controle dos custos e prazos da obra.</p>

Área responsável pela decisão da implantação	Diretoria de Engenharia	Diretoria de Engenharia	Diretoria de Engenharia	Diretoria de Engenharia	Diretoria de Engenharia
Estratégia da Implantação	<p>- Contratação do BIM Manager (interno);</p> <p>- Treinamento interno setorizado;</p> <p>- Modelagem terceirizada.</p> <p>Piloto: 4 projetos executivos 2D modelados em BIM por uma empresa terceirizada.</p>	<p>- Visitas Benchmark;</p> <p>- Contratação de Consultoria externa;</p> <p>- Treinamento interno setorizado;</p> <p>- Modelagem terceirizada.</p> <p>Piloto: 1 projeto na fase de Pré-Executivo, modelados em BIM por uma empresa terceirizada em paralelo com o desenvolvimento do projeto tradicional 2D.</p>	<p>A empresa atua com dois formatos de contratação:</p> <p>1º- Construindo para as incorporadoras;</p> <p>2º- Responsável pelo empreendimento desde o projeto até a entrega final (turnkey).</p> <p>- Contratação do BIM Manager (interno);</p> <p>- Departamento interno para modelagem BIM (modelagem para orçamentação e planejamento de obra)</p> <p>- Treinamento interno.</p> <p>Piloto: 3 projetos, sendo eles residências e comerciais</p> <p>Marco do BIM na empresa em 2014: Modelo de contratação Turnkey</p>	<p>- Treinamento interno setorizado;</p> <p>- Modelagem terceirizada.</p> <p>1º - Contratação de uma empresa terceirizada para modelagem e documentações de 2 empreendimentos finalizados.</p> <p>2º - Piloto: 1 empreendimento na fase Pré-executivo com a contratação de projetos nativos em BIM</p>	<p>- Contratação do BIM Manager (interno);</p> <p>- Treinamento interno;</p> <p>Piloto: 1 empreendimento, somente o estudo das fachadas modeladas</p>

Número de projetos desenvolvidos em BIM até o momento	<p>Aproximadamente 65, sendo 22 em andamento.</p> <p>100% dos empreendimentos são modelados em BIM (BIM 3D Nativos e modelos 3D Terceirizados)</p>	<p>Até 2021 foram aproximadamente 45 empreendimentos, atualmente estão sendo desenvolvidos 35 empreendimentos em BIM.</p> <p>100% dos empreendimentos são modelados em BIM</p> <p>Até 2024 – (BIM 3D Terceirizados) A partir de 2024 - (BIM 3D Nativos e BIM 3D Terceirizados)</p>	<p>A empresa possui aproximadamente 86 empreendimentos modelados em BIM, sendo que 3 deles são projetos com modelo BIM nativos.</p> <p>100% dos empreendimentos são modelados em BIM para extração de quantitativos e planejamento da obra.</p>	<p>6 empreendimentos finalizados.</p> <p>10 empreendimentos em obra e 4 na fase de desenvolvimento de projetos.</p> <p>100% dos empreendimentos são modelados em BIM</p>	<p>Até o momento a empresa desenvolveu 2 projetos em BIM, sendo que o primeiro a obra está em andamento, e o segundo está previsto para ser lançado ainda este ano.</p>
Setores que utilizam o modelo BIM na empresa	Projetos, Orçamento, Planejamento de obra e Assistência Técnica.	Projetos, Orçamento e Planejamento de obra.	Projetos, Orçamentação e Planejamento de obra.	Projetos, Orçamentação e Planejamento de obra.	Projetos e orçamentação

Fonte: De autoria própria

Quadro 9 - Tabela comparativa – Implementação BIM na área de projetos

Aspecto / Pergunta	Empresa “A”	Empresa “B”	Empresa “C”	Empresa “D”	Empresa “E”
Fases de projeto	<p>De 2016 à 2019: Estudo de Viabilidade / Estudo Preliminar / Anteprojeto / Pré-executivo e Executivo</p> <p>À partir de 2019: Estudo de Viabilidade / Estudo Preliminar / Projeto Básico / Executivo</p> <p><b>(junção do Anteprojeto + Pré-executivo = Projeto Básico)</b></p>	<p>Estudo de Viabilidade / Estudo Preliminar / Anteprojeto / Executivo</p> <p><b>(Eliminado a fase de Pré-executivo)</b></p>	<p>A empresa atua com dois formatos de contratação:</p> <p>1º- Construindo para as incorporadoras; <b>(recebe os projetos em Executivo e modela internamente)</b></p> <p>2º- Responsável pelo empreendimento desde o projeto até a entrega final (turnkey).</p> <p>Segundo modelo: Estudo de viabilidade / Estudo Preliminar / Anteprojeto / Projeto executivo</p> <p><b>(Eliminado a fase de Pré-executivo)</b></p>	<p>Estudo de Viabilidade / Estudo Preliminar / Anteprojeto / Pré-executivo / Executivo</p> <p><b>Não houve alteração das fases de projeto</b></p>	<p>Estudo de Viabilidade / Estudo Preliminar / Anteprojeto / Executivo</p> <p><b>(Eliminado a fase de Pré-executivo)</b></p>
Fase de início da modelagem BIM	<p>Até 2019: Pré-Executivo</p> <p>A partir de 2019: Projeto Básico</p>	<p>A partir do Anteprojeto</p>	<p><b>Modelo de contratação turnkey:</b></p> <p>A modelagem começou desde o Estudo Preliminar, com os estudos de massas e áreas, porém o detalhamento completo dos projetos só se deu na fase executiva, após aprovação do Projeto Legal.</p>	<p>A partir do Anteprojeto</p>	<p>Concepção / Estudo de Viabilidade</p>

Tipos e formato das documentações entregues	<p>Estudo preliminar – 2D</p> <p>Projeto Básico e Executivo (2D / Modelo BIM nativo e terceirizado)</p> <p><i>Algumas disciplinas continuam somente no formato 2D</i></p>	<p>Estudo preliminar – 2D</p> <p>Anteprojeto e Executivo (Modelo BIM terceirizado / 2D)</p> <p><i>Algumas disciplinas continuam somente no formato 2D</i></p>	<p><b>Modelo de contratação turnkey:</b></p> <p>BIM em todas as fases desde o Estudo Preliminar / documentações 2D</p> <p><i>(as documentações 2D foram extraídos do modelo BIM)</i></p>	<p>Estudo preliminar – 2D</p> <p>Anteprojeto / Pré-executivo e/ Executivo - Modelo BIM nativo e documentações 2D</p> <p><i>(as documentações 2D a partir do Anteprojeto são extraídos do modelo BIM)</i></p>	<p>BIM em todas as fases desde o Estudo de Viabilidade / Documentações 2D</p> <p><i>Algumas disciplinas continuam somente no formato 2D</i></p>
Escopo dos projetos desenvolvidos em BIM	<p><b>Estudo Preliminar:</b> Definição do produto e projeto legal;</p> <p><b>Projeto Básico:</b> Desenvolvimento e compatibilização, Material de vendas, orçamentação inicial.</p> <p><b>Executivo:</b> Desenvolvimento do projeto, detalhamentos, validação final e auditorias do modelo para liberar à obra.</p> <p><b>Liberado Obra:</b> Detalhamentos e entrega final</p>	<p><b>Estudo Preliminar:</b> Definição do produto, e Projeto Legal.</p> <p><b>Anteprojeto:</b> Desenvolvimento e compatibilização, protocolo Projeto Legal, Material de vendas, orçamentação inicial.</p> <p><b>Executivo:</b> Desenvolvimento do projeto, detalhamentos, validação final e auditorias do modelo para liberar à obra.</p>	<p><b>Estudo Preliminar:</b> Definição do produto, definição das áreas e compatibilização.</p> <p><b>Anteprojeto:</b> Desenvolvimento e compatibilização, orçamentação, Projeto Legal.</p> <p><b>Executivo:</b> Desenvolvimento do projeto, detalhamentos, validação final e auditorias do modelo para liberar à obra.</p>	<p><b>Estudo Preliminar:</b> Definição do produto e projeto legal;</p> <p><b>Anteprojeto:</b> Desenvolvimento e compatibilização, Material de vendas, orçamentação inicial.</p> <p><b>Pré-executivo</b> Desenvolvimento e compatibilização, liberação dos projetos para iniciação de obra, orçamentação</p> <p><b>Executivo:</b> Desenvolvimento do projeto, detalhamentos, validação final e auditorias do modelo</p>	<p><b>Estudo Preliminar:</b> Definição do produto, definição das áreas e compatibilização.</p> <p><b>Anteprojeto:</b> Desenvolvimento e compatibilização, orçamentação, Projeto Legal.</p> <p><b>Executivo:</b> Desenvolvimento do projeto, detalhamentos, validação final e auditorias do modelo para liberar à obra.</p> <p><b>Estudo Preliminar e Anteprojeto:</b> Dividido em Fase 1 e 2</p>

Entregas das documentações	Realizadas em todas as fases do projeto.	Realizadas em todas as fases do projeto.	Realizadas em todas as fases do projeto.	Realizadas em todas as fases do projeto.	Realizadas em todas as fases do projeto.
Organograma atual do setor de projetos  (Equipe de Coordenação interna)	Não houve mudanças no quadro de colaboradores, apenas readequação de atividades.  Estrutura: 1 Gerente de projetos, 2 Coordenadores, 4 Analistas e 4 Especialista.	Não houve mudanças no quadro de colaboradores, apenas readequação de atividades.  Estrutura: 1 Gerente de projetos, 1 Gerente de projetos (pré-lançamento) e 1 Gerente de projetos (pós lançamento) 3 Coordenadores, 15 Analistas	Criou-se um setor para modelagem BIM.  Estrutura: 1 Gerente BIM e 3 modeladores	Não houve mudanças no quadro de colaboradores, apenas readequação de atividades.  Estrutura: 1 Gerente de projetos, 2 Coordenadores, 2 Analistas e 2 estagiários.	Houve mudança no quadro de colaboradores.  Contratação de uma Gerente  Estrutura: 1 Gerente de projetos, 5 Analistas e 2 Assistentes.
Atividades dos agentes da equipe	<b>Gerente de Projeto:</b> Estruturação do BEP, diretrizes e checklists para auditoria, gestão de contratos, entre outros.  <b>Coordenador:</b> planejamento dos projetos (equipe, projetista, cronograma, análise crítica, reuniões, preenchimento do BEP e a auditoria)  <b>Especialista:</b> fazem as mesmas atividades dos coordenadores, porém também conferem o recebimento, verifica os modelos e integram (modelo federado)  <b>Analistas:</b> Conferem as entregas, verifica os modelos e integram (modelo federado)	<b>Gerente de Projetos:</b> Integra todas as áreas envolvidas e toma as decisões estratégicas.  <b>Coordenador:</b> gestão dos prazos, gestão da comunicação, planejamento dos processos e recursos.  <b>Analistas:</b> fazem o planejamento dos projetos (equipe, projetista, cronograma, análise crítica, reuniões). Recebimento e conferência dos projetos 2D e 3D BIM  <b>Consultor BIM externo:</b> Elaboração dos modelos 3D BIM, preenchimento do BEP, clash	Modelo de contratação turnkey:  <b>Gerente de Projetos:</b> Definição do Escopo por meio do BEP, interação entre a equipe de coordenação e a construtora, auxílio nas tomadas de decisões.  <b>Coordenação externa:</b> Gerenciar as entregas, cronogramas, reuniões, validação da qualidade dos modelos, federação e compatibilização do projeto.	<b>Coordenador:</b> fazem o planejamento dos projetos (equipe, projetista, cronograma, análise crítica, reuniões). Recebimento e conferência dos projetos  <b>Analistas:</b> têm a função de auxiliar as atividades que correspondem ao coordenador	<b>Gerente de Projetos:</b> Contratação de projetistas, gestão de contratos e cronogramas, estruturação do BEP e checklist, coordena a equipe de Analistas e Projetos.  <b>Analistas:</b> Compatibilização e coordenação, auditoria dos modelos, gerenciamento do cronograma, reuniões, Preenchimento do BEP, modelo federado.  <b>Assistentes:</b> Conferência das entregas, conferência da nomenclatura dos arquivos e pontos de inserção do modelo.

		detection, sequenciamento construtivo.			<b>Analistas de interiores:</b> Responsáveis pela compatibilização das áreas comuns e apartamento decorado.
Responsável pela auditoria dos modelos	Coordenadores e Especialistas	Consultor BIM externo	Gerente BIM interno	Consultor BIM externo	Analistas
Perfil profissional dos agentes envolvidos	Profissionais com 10 a 15 anos de experiência em Coordenação de Projetos. Parte da equipe adquiriu experiência em BIM internamente, por meio de treinamentos.	Profissionais com mais de 5 anos de experiência em Coordenação de Projetos. Parte da equipe adquiriu experiência em BIM internamente, por meio de treinamentos.	Profissionais com mais de 5 anos de experiência em modelagem BIM.  Profissional com mais de 10 anos de experiência como gerente BIM	Profissionais com mais de 17 anos de experiência em Coordenação de Projetos. Parte da equipe adquiriu experiência em BIM internamente, por meio de treinamentos.	Profissionais com mais de 4 anos de experiência em coordenação. Parte da equipe adquiriu experiência em BIM internamente, por meio de treinamentos.
Principais ferramentas (softwares) para a gestão da informação	<b>Autodoc e Contruicode:</b> Armazenamento de arquivos.  <b>Solibri, Solibri Anyware (gratuito) e o BIMCollab Zoom:</b> Para manuseio dos modelos federados / validação técnica dos modelos / auditoria.  <b>Construflow:</b> Gestão da comunicação a gerenciamento de informações.	<b>Autodoc:</b> Armazenamento de arquivos.  <b>Construflow:</b> Gestão da comunicação a gerenciamento de informações.  <b>BIMCollabZoom e Navisworks:</b> Para manuseio dos modelos federados / validação técnica dos modelos / gerenciamento das pendências.  <b>DALUX:</b> Visualização dos modelos Bim na obra.	<b>Modelo de contratação turnkey:</b>  <b>Solibri:</b> Validação do modelo / auditoria e extração de quantitativos.  <b>BIMCollab:</b> Centralização das informações, gestão da comunicação / gestão de conflitos.  <b>Synchro Planejamento 4D</b>	<b>Audodesk Construction Cloud:</b> para a visualização e para gerenciamento de arquivos e informações.	<b>Solibri:</b> Validação do modelo / auditoria, clash detection.  <b>Construicode:</b> Gestão da comunicação e gerenciamento dos arquivos (CDE)  <b>Archicad:</b> Projetos

<p>Mudança no fluxo no desenvolvimento de projetos em BIM</p>	<p>Junção de fases Anteprojeto e Pré-Executivo, criando o Projeto Básico.</p> <p>Necessidade de gestão das entregas em diferentes formatos (2D, BIM 3D Nativo e BIM 3D terceirizado), integração dos modelos, compatibilização antecipada, centralização das informações.</p>	<p>Necessidade de gestão das entregas em diferentes formatos (2D e BIM 3D terceirizado), centralização das informações.</p>	<p>Modelo de contratação turnkey:</p> <p>Necessidade da gestão das entregas dos modelos, compatibilização desde a concepção do projeto com reuniões frequentes para resolução de conflitos.</p>	<p>Necessidade de integrar o modelo 3D no dia-a-dia para análise comparativa com os modelos 2D.</p>	<p>Eliminação do Pré-executivo.</p> <p>Necessidade de gestão das entregas em diferentes formatos (2D e BIM)</p> <p>Divisão das fases de Estudo Preliminar e Anteprojeto, devido à evolução do modelo e compatibilização, Integração dos modelos, compatibilização antecipada, centralização das informações.</p>
<p>Especialidades entregues no formato 2D / BIM 3D</p>	<p><b>2D (DWG):</b> Acústica e impermeabilização</p> <p><b>Modelo nativo (BIM):</b> Arquitetura / Estrutura / Fundações / Instalações / Ar condicionado e Vedações.</p> <p><b>Modelo terceirizado (BIM):</b> Interiores, paisagismo e luminotécnica.</p> <p><i>As documentações são entregues em todas as fases</i></p>	<p><b>Especialidades entregues em 2D e modeladas por empresa terceirizada:</b> Arquitetura / Estrutura / Fundações / Instalações / Ar condicionado, paisagismo, decoração e vedação.</p> <p><i>As documentações são entregues em todas as fases</i></p>	<p><b>Modelo de contratação turnkey:</b></p> <p>Todos os projetos foram desenvolvidos em BIM.</p>	<p><b>Modelos Nativos (BIM):</b> Arquitetura / estrutura / fundações / instalações elétricas e hidráulicas / impermeabilização / paisagismo e decoração.</p> <p><b>2D (DWG):</b> Vedações e detalhamento de esquadrias.</p>	<p><b>Modelos Nativos (BIM):</b> Arquitetura / estrutura / fundações / instalações elétricas e hidráulicas / impermeabilização / paisagismo e decoração.</p> <p><b>2D (DWG):</b> Vedações e detalhamento de esquadrias.</p>

Cronogramas de projetos desenvolvidos em BIM	Os prazos de desenvolvimentos dos projetos foram mantidos, com duração média entre 12 e 18 meses	Os prazos de desenvolvimentos dos projetos foram mantidos, com duração média entre 12 e 18 meses.	<p><b>Modelo de contratação turnkey:</b></p> <p>Aproximadamente 2 anos de projeto (24 meses)</p> <p>18 meses para execução da obra</p>	<p><b>Antes do BIM:</b> 12 a 14 meses</p> <p><b>Implementação do BIM:</b> 16 a 18 meses</p>	<p>Implementação do BIM: 18 a 21 meses.</p> <p><i>Informações detalhadas sobre o cronograma antes da implementação do BIM não foram disponibilizadas.</i></p>
Simultaneidades no desenvolvimento dos projetos	O fluxo de desenvolvimento dos projetos segue o cronograma, com base nos entregáveis previstos em cada etapa.	O fluxo de desenvolvimento dos projetos segue o cronograma, com base nos entregáveis previstos em cada etapa.	<p><b>Modelo de contratação turnkey:</b></p> <p>O fluxo do desenvolvimento de projetos seguiu um cronograma, porém houve as compatibilizações e reuniões foram mais frequentes.</p>	O fluxo de desenvolvimento dos projetos segue o cronograma, com base nos entregáveis previstos em cada etapa.	<p>O fluxo de desenvolvimento dos projetos segue o cronograma, com base nos entregáveis previstos em cada etapa.</p> <p>Na fase de executivo, após o projeto estar compatibilizado, todas as disciplinas trabalham em conjunto.</p>
Principais impactos percebidos	Foram observadas melhorias na visualização e interpretação dos projetos, facilidade na compatibilização entre disciplinas e uma comunicação mais eficiente entre os agentes envolvidos.	Melhoria na interpretação dos projetos, redução de incompatibilidades em obra, facilidade de análise das soluções construtivas, aumento da confiabilidade dos orçamentos, melhoria na comunicação e colaboração dos projetistas.	O uso do BIM na construtora reduziu interferências, otimizou o planejamento e contratação, gerou economia de 6% nos custos, aumentou a colaboração, agilizou decisões, melhorou a qualidade, ampliou a presença da equipe em campo em 24% e garantiu a entrega no prazo.	Melhoria na resolução de dúvidas no canteiro de obras, agilidade no orçamento, facilidade no entendimento do projeto e antecipação de possíveis interferências.	Melhoria na compatibilização de projetos, comunicação mais eficiente e maior confiabilidade nas decisões.

Dificuldades e desafios	A maior dificuldade enfrentada refere-se à qualificação completa dos projetistas externos, considerando a necessidade de integração entre domínio técnico e conhecimento da metodologia BIM.	Um dos principais desafios observados, envolve a mudança cultural, custos, prazos, garantia da qualidade, engajamento dos projetistas e o perfil do coordenador, que deve atuar como influenciador dos processos.	O maior desafio no uso do BIM é a falta de padronização nos modelos, processos e compartilhamento, o que gera retrabalho, inconsistências e dificulta a coordenação entre disciplinas.	Compartilhamento de informações, apontamento de incompatibilidades durante a execução dos projetos, os projetos ainda são tratados como se fossem entregues em 2D.	Desafio na adaptação dos projetistas ao BIM, com entregas iniciais abaixo do esperado devido à antecipação de informações e barreiras culturais
-------------------------	--	---	--	--	---

Fonte: De autoria própria

Com base nas pesquisas, sobre as alterações causadas pela metodologia BIM no setor de projetos das empresas, especificamente na de gestão e coordenação, foram classificadas em quatro categorias: Gestão, Técnica, Operacional e Qualificação e organizadas conforme as particularidades identificadas em cada empresa estudada.

- **Gestão:** referem-se a mudanças nos processos de planejamento, coordenação de equipes, definição de responsabilidades, controle de prazos e ajustes no escopo de entregáveis.
- **Técnica:** envolve alterações relacionadas à modelagem, softwares utilizados, padronização de modelos, validação de informações e análises técnicas, como clash detection e extração de quantitativos.
- **Operacional:** abrange as modificações na execução prática das atividades diárias da equipe de projetos, incluindo fluxos de trabalho, integração entre disciplinas e entrega de modelos e documentação.
- **Qualificação:** refere-se à capacitação, treinamento e desenvolvimento das habilidades da equipe para operar a metodologia BIM de forma eficiente.

A seguir, apresentam-se os resultados organizados por empresa, com a descrição das principais alterações observadas em cada uma das quatro categorias de análise. No caso da empresa “C”, as considerações foram realizadas com base no modelo de contratação adotado, especificamente o formato *turnkey*, no qual o contratado foi responsável pela entrega integrada do empreendimento e da modelagem BIM, assegurando a compatibilização, a coordenação técnica e o atendimento aos requisitos definidos pelo contratante.

### **Empresa “A”**

#### **Gestão:**

- Contratação de uma Gerente BIM, que atuasse internamente, responsável por reestruturar as áreas internas da empresa, elaborar as documentações estratégicas (BIM Mandate, BIM Protocol e o BEP (Plano de execução BIM));
- Restruturação das fases de projeto, unificando o Anteprojeto e Pré-executivo, mantendo o prazo global do cronograma, porém estendendo o período dedicado a fase de Projeto Executivo para os detalhamentos.
- Revisão do escopo de entregáveis em cada fase, com a antecipação de informações essenciais para tomadas de decisões e compatibilizações ainda nas fases iniciais.
- Reorganização do fluxo dos projetos, considerando a necessidade de gerenciar entregas dos projetos em múltiplos formatos (2D, modelo nativo e modelo terceirizado), o que aumentou a complexidade da coordenação.
- Inclusão da etapa do modelo terceirizado nos cronogramas, garantindo sua rastreabilidade dentro do fluxo de desenvolvimento.
- Redistribuição e ampliação das responsabilidades da equipe de coordenação, incluindo atividades como auditorias de modelos, preenchimento do BEP (Plano de Execução BIM), produção de protótipos virtuais, além da manutenção das funções tracionais de análise crítica e gestão de pendências.
- Inclusão de novos softwares e plataformas para organizar arquivos e gerenciar informações, garantindo rastreabilidade e controle. Exemplos incluem ferramentas de armazenamento e colaboração como Autodoc e plataformas de comunicação como ConstrufLOW.

### **Empresa “B”**

#### **Gestão:**

- Implantação estruturada, baseada em benchmark com visitas a outras empresas e análise de boas práticas do mercado;
- Contratação de consultoria externa para definir os processos de implantação e elaborar as documentações como BIM Mandate, BIM Protocol e o BEP;

- Reestruturação da fase de projetos, como início da modelagem ainda no Anteprojeto, realizada por um consultor externo;
- Unificação da fase de Anteprojeto e Pré-executivo (diferente do Manual do Escopo de Coordenação), para manter o prazo total de duração do cronograma.
- Reorganização do fluxo de trabalho, considerando a necessidade de gerenciar entregas dos projetos em múltiplos formatos (2D, modelo nativo e modelo terceirizado). Até 2024 as contratações de projetos eram somente no formato 2D e modeladas por um consultor BIM externo e a partir de 2025 passaram a ser contratados projetos BIM nativos. Porém, o consultor BIM ainda continuará responsável pela auditoria, detecção de interferências e federação dos modelos, além de dar suporte técnico para a equipe de coordenação interna.
- Revisão do escopo de entregáveis em cada fase, com a antecipação de informações essenciais para tomadas de decisões e compatibilizações ainda nas fases iniciais.
- Inclusão de uma nova etapa no cronograma para entrega dos modelos terceirizados junto com o material 2D, garantindo rastreabilidade.
- Adoção de novos softwares e plataformas para manuseio dos arquivos, organização, comunicação e controle de informações (ex.: Autodoc, ConstrufLOW, BIMCollab Zoom, Navisworks, Dalux).
- Manutenção das funções tradicionais de análise crítica e gestão das pendências pela equipe interna, que permanece com papel gerencial, enquanto a modelagem e auditoria dos seguem com a equipe terceirizada.

### **Empresa “C”**

#### **Gestão:**

- Contratação de uma Gerente BIM interna, responsável por reestruturar os processos da empresa e elaborar as documentações estratégicas, como BIM Mandate, BIM Protocol e o BEP (Plano de execução BIM);
- Contratação terceirizada dos projetos complementares, bem como da coordenação e compatibilização;

- No modelo turnkey, a construtora contratada assumiu a responsabilidade integral do empreendimento, abrangendo desde estudo preliminar até entrega final da obra ao cliente.
- Criação de um departamento próprio de modelagem voltado a execução de obra, atuando como apoio nas contratações dos serviços e planejamento da obra.
- Revisão do escopo de entregáveis por fase, com a antecipação de informações essenciais para tomadas de decisões e compatibilizações ainda nas fases iniciais.
- Manutenção das funções tradicionais das disciplinas de projeto, considerando que o gerenciamento passou a ocorrer por meio de plataformas e softwares específicos.
- Restruturação das fases de projeto, com a unificação do Anteprojeto e Pré-executivo, mantendo o prazo global do cronograma, porém estendendo o período dedicado a fase de Projeto Executivo para os detalhamentos.
- Inclusão de novos softwares e plataformas para análise dos arquivos, organização dos documentos e gerenciamento das informações, garantindo rastreabilidade e controle. Exemplos incluem ferramentas como Solibri e BIMCollab.

### **Empresa “D”**

#### **Gestão:**

- Contratação de um BIM Manager terceirizado, responsável por estabelecer parâmetros de modelagem e elaborar as documentações estratégicas (BIM Mandate, BIM Protocol e o BEP (Plano de execução BIM));
- Contratação terceirizada dos projetos complementares, bem como da coordenação e compatibilização;
- As fases de projeto se mantiveram como Estudo Preliminar, Anteprojeto, Projeto Legal, Pré-executivo e Executivo, porém houve a readequação do cronograma para atender ao prazo de início de obra, desta forma a etapa de Pré-executivo foi antecipado em 2 meses.

- Prática da empresa é a divisão das entregas dos projetos de embasamento e tipo, continua da mesma forma com as modelagens.
- Revisão do escopo de entregáveis em cada fase, com a antecipação de informações essenciais para tomadas de decisões e compatibilizações ainda nas fases iniciais.
- Reorganização do fluxo de trabalho, considerando a necessidade de gerenciar entregas dos projetos nos formatos 2D e modelo nativo.
- Inclusão de plataformas para organizar arquivos e gerenciar informações, garantindo rastreabilidade e controle como o Autodesk Construction Cloud.

### **Empresa “E”**

#### **Gestão:**

- Contratação de uma Gerente BIM interna, responsável por reestruturar os processos, revisar os fluxos e elaborar as documentações estratégicas (BIM Mandate, BIM Protocol e o BEP);
- Projeto de arquitetura, compatibilização, gestão e coordenação são realizados por equipe interna, somente os projetos complementares são terceirizados.
- Reestruturação das fases de projeto, com eliminação da etapa de Pré-executivo e ampliação da fase de Projeto Executivo.
- Subdivisão do Estudo Preliminar e do Anteprojeto em Fase 1 e Fase 2, permitindo acompanhar a evolução do desenvolvimento e fortalecer a compatibilização desde as etapas iniciais, com ajuste do cronograma para atender às demandas do BIM.
- Revisão do escopo de entregáveis em cada fase, com a antecipação de informações essenciais para tomadas de decisões e compatibilizações ainda nas fases iniciais.
- Reorganização do fluxo dos projetos, considerando a necessidade de gerenciar entregas dos projetos entregues no formato 2D e modelo 3D.
- Redistribuição e ampliação das responsabilidades da equipe de coordenação, com ênfase na gestão dos processos e na integração entre disciplinas.

- Inclusão de novos softwares e plataformas para organizar arquivos e gerenciar informações, garantindo rastreabilidade e controle. Exemplos incluem ferramentas como Solibri e Contrucode.

De modo geral, as cinco empresas analisadas demonstram que a adoção do BIM promoveu uma reestruturação nos modelos de gestão de projetos. Apesar das particularidades de cada organização, observa-se que as organizações estão revendo seus processos para aprimorar ou incluir a metodologia de trabalho ao seu cotidiano. A revisão das fases de projeto, a reorganização dos fluxos de trabalho e a incorporação de plataformas digitais passaram a constituir elementos essenciais para dar suporte à complexidade crescente do desenvolvimento em BIM, sobretudo diante da coexistência de entregas em 2D, modelos nativos (modelo desenvolvido no software de autoria da disciplina) e modelos terceirizados. Nesse contexto, a presença de profissionais especializados, sejam internos ou externos, desempenhou papel decisivo para conduzir a transição e sustentar a maturidade metodológica necessária. Em síntese, a categoria Gestão revela que a implantação do BIM transcende a simples adoção tecnológica, configurando-se como um processo de transformação organizacional que repercute diretamente na eficiência, na previsibilidade e na coordenação integrada dos projetos.

### **Empresa “A”**

#### **Técnica:**

- Modelagem antecipada no Projeto Básico, elevando o nível de desenvolvimento (LOD) e possibilitando maior precisão e análises iniciais. A fase do projeto executivo deve contemplar somente os detalhamentos, após a compatibilização final.
- Integração do BIM entre as disciplinas, envolvendo modelos nativos e terceirizados, o que exigiu padronização técnica entre fornecedores e diretrizes claras para entregas e revisões.
- Padronização dos modelos, com definição de nomenclaturas, templates e requisitos para garantir a consistência técnica;

- Diretrizes de interoperabilidade, relacionadas ao intercâmbio de arquivos IFC, assegurando que a integração entre diferentes softwares não resultasse em perda de informação.
- Auditorias e verificações técnicas de modelo, utilizando ferramentas especializadas como Solibri e BIMCollab Zoom para checagem de regras, qualidade de modelagem, validação geométrica e informacional.
- Compatibilização técnica antecipada, permitindo detecção precoce de inconsistências.
- Integração técnica entre diferentes formatos de arquivos, assegurando que as informações geométricas e paramétricas fossem mantidas, independente do software utilizado.

### Empresa “B”

#### **Técnica:**

- Modelagem iniciada no Anteprojeto, antecipando as análises de interferências.
- Nas fases de Concepção / Estudo de Viabilidade, arquitetura utiliza o SketchUp, com fim meramente visual.
- Verificação dos modelos terceirizados em conjunto com as pranchas em formato 2D.
- Utilização das ferramentas como Navisworks e BIMCollab Zoom para visualização, navegação e validação técnica.
- Compatibilização técnica antecipada, permitindo detecção precoce de inconsistências.

### Empresa “C”

#### **Técnica:**

- Início da modelagem já no **Estudo Preliminar**, incluindo estudos de massa, permitindo maior precisão e análises antecipadas. A fase do projeto executivo deve contemplar somente os detalhamentos, após a compatibilização final.

- Padronização dos modelos, com definição de nomenclaturas, templates e requisitos para garantir a consistência técnica;
- Estabelecimento de diretrizes de interoperabilidade relacionadas ao intercâmbio de arquivos IFC, assegurando que a integração entre diferentes softwares não resultasse em perda de informação.

### **Empresa “D”**

#### **Técnica:**

- Modelagem iniciada a partir do **Anteprojeto**.
- A empresa utiliza Autodesk Construction Cloud para visualização e gestão da informação.
- Análise crítica utilizando de forma visual o modelo em comparação com o 2D.

### **Empresa “E”**

#### **Técnica:**

- Modelagem inicia-se no Estudo conceitual, pela equipe de arquitetura interna.
- Modelagem antecipada no Anteprojeto, elevando o nível de desenvolvimento (LOD) e possibilitando maior precisão e análises iniciais. A fase do projeto executivo deve contemplar somente os detalhamentos, após a compatibilização final.
- Padronização dos modelos, com definição de nomenclaturas, templates e requisitos para garantir a consistência técnica;
- Diretrizes de interoperabilidade, relacionadas ao intercâmbio de arquivos IFC, assegurando que a integração entre diferentes softwares não resultasse em perda de informação.
- Auditorias e verificações técnicas de modelo, utilizando ferramentas especializadas como Solibri, para checagem de regras, qualidade de modelagem, validação geométrica e informacional.

- Preenchimento do BEP, integração dos modelos, detecção de pendências por meio de softwares e execução das funções técnicas de análise crítica e verificação dos modelos.
- Compatibilização técnica antecipada, permitindo detecção precoce de inconsistências.
- Integração técnica entre diferentes formatos de arquivos, assegurando que as informações geométricas e paramétricas fossem mantidas, independente do software utilizado.

A análise comparativa das práticas técnicas adotadas pelas cinco empresas evidencia um movimento convergente de antecipação da modelagem, porém conforme relatado nas entrevistas, algumas empresas iniciam a modelagem somente depois da definição do projeto, após as etapas iniciais, evidenciando que o BIM ainda não foi plenamente consolidado na organização. Observa-se que empresas como A, C e E iniciam a modelagem já no Estudo Preliminar ou Projeto Básico, enquanto B e D adotam a modelagem a partir do Anteprojeto, mas também com foco na detecção precoce de interferências. De modo geral, todas incorporam algum grau de padronização dos modelos, contemplando nomenclaturas, templates e requisitos informacionais. Outro ponto recorrente é o uso de ferramentas de auditoria e verificação técnica, com destaque para Solibri, Navisworks e BIMCollab Zoom, que sustentam processos de análise crítica, validação geométrica e revisão informacional. Mesmo nas empresas em que a modelagem não é nativa em todas as disciplinas, há esforços para integrar modelos, organizar informações e promover compatibilização antecipada. Assim, a categoria Técnica revela um alinhamento consistente com os princípios do BIM, traduzido na busca por maior precisão, rastreabilidade e padronização dos fluxos informacionais, consolidando práticas que fortalecem a qualidade e a confiabilidade do produto de projeto.

### **Empresa “A”**

#### **Operacional:**

- Integração dos modelos para análise do modelo federado, permitindo validação geométrica, coordenação entre as diferentes disciplinas e o uso do modelo para medições e controle de pagamentos;

- Automatização das tarefas de conferência, com detecção de inconsistências por meio de softwares, como o Solibri e o BIMCollab Zoom.
- Conferência manual complementar, comparando os modelos 3D com os documentos 2D e executando análises críticas, apoiadas por checklists e diretrizes descritas no BEP.
- Validação, registro e acompanhamento dos relatórios de interferências (BCF) emitidos pela equipe externa de compatibilização, definindo os prazos e responsáveis por meio de uma plataforma colaborativa ConstrufLOW.
- Realização de reuniões utilizando o modelo, o que aprimorou a comunicação, visualização das interferências e a tomada de decisão.
- Embora o fluxo de desenvolvimento siga um cronograma definido para os entregáveis, ocorre o acompanhamento frequente das entregas dos modelos, sendo analisados individualmente em cada entrega antes da federação final. Esse procedimento garante que o projetista subsequente trabalhe com a base de projeto correta.

### **Empresa “B”**

#### **Operacional:**

- Realização de reuniões utilizando o modelo como apoio, o que aprimorou a comunicação, visualização das interferências e a tomada de decisão;
- Inclusão do modelo terceirizado como novo entregável a ser controlado no cronograma;
- Automatização parcial das tarefas de conferência dos projetos no formato 2D com o auxílio da modelagem e ferramentas como Navisworks;
- Validação, registro e acompanhamento dos relatórios de interferências (BCF) emitidos pela equipe externa de modelagem;
- Administração dos relatórios de compatibilização emitidos pela arquitetura, definindo os prazos e responsáveis por meio de uma plataforma colaborativa ConstrufLOW.

### **Empresa “C”**

#### **Operacional:**

- Realização de reuniões utilizando o modelo 3D, o que aprimorou a comunicação, visualização das interferências e a tomada de decisão.
- Execução de auditorias e verificações técnicas de modelo, utilizando ferramentas especializadas como Solibri e BIMCollab
- Uso intensivo de Solibri, BIMCollab e Synchro (4D) para apoio ao planejamento e ao acompanhamento da obra.

### **Empresa “D”**

#### **Operacional:**

- Conferência manual complementar, comparando os modelos 3D com os documentos 2D e executando análises críticas, apoiadas por checklists e diretrizes descritas no BEP.
- Acompanhamento dos relatórios de interferências (BCF) emitidos pela equipe externa de coordenação e compatibilização, por meio da plataforma Autodesk Construction Cloud, não fazendo apontamentos, caso seja necessário a inclusão de apontamentos, o mesmo deve se reportar a equipe de coordenação / compatibilização.
- Participação das reuniões onde são utilizados o modelo, o que aprimorou a comunicação, visualização das interferências e a tomada de decisão.
- Entrega de documentações em todas as fases de projeto 2D e Modelo 3D.

### **Empresa “E”**

#### **Operacional:**

- Integração dos modelos para análise do modelo federado, permitindo validação geométrica, coordenação entre as diferentes disciplinas;
- Automatização das tarefas de conferência, com detecção de inconsistências por meio de softwares, como o Solibri.
- Gerenciamento das informações e pendências, por meio da plataforma Construcode com a definição dos prazos e responsáveis.

- Realização de reuniões utilizando o modelo, o que aprimorou a comunicação, visualização das interferências e a tomada de decisão.

A análise da dimensão operacional evidencia um padrão consistente entre as empresas no sentido de incorporar o modelo tridimensional como elemento central para comunicação, apoio à tomada de decisão e validação das informações de projeto. Todas utilizam reuniões baseadas em modelo, o que fortalece a visualização das interferências e a colaboração entre disciplinas. Observa-se também que a automação das conferências, realizada por ferramentas como Solibri, BIMCollab Zoom, Navisworks e, em alguns casos, plataformas 4D como Synchro, constitui prática consolidada nas empresas A, B, C e E, enquanto a conferência manual complementar permanece predominante nas empresas D e, parcialmente, B, reforçando a coexistência de processos digitais e tradicionais. O acompanhamento formal de interferências via arquivos BCF é igualmente recorrente, embora com diferentes graus de maturidade: algumas empresas registram, distribuem responsabilidades e controlam prazos em plataformas colaborativas, como ConstrufLOW, Construcode ou Autodesk Construction Cloud, enquanto outras apenas monitoram os relatórios emitidos por equipes terceirizadas.. De forma geral, a categoria Operacional demonstra avanços significativos na consolidação de rotinas de coordenação baseadas em BIM, ainda que cada empresa incorpore essas práticas em ritmos e profundidades distintas, revelando um cenário de transição em que processos automatizados, verificações técnicas e modelos federados passam progressivamente a ocupar o centro do fluxo de trabalho.

### **Empresa “A”**

#### **Qualificação:**

- Capacitação da equipe, com treinamentos de softwares para manuseio dos modelos, validação e auditoria dos modelos BIM e treinamentos para o uso das plataformas de gestão. Parte da equipe adquiriu o domínio do BIM internamente.
- Profissionais já experientes em coordenação de projetos, mas que passaram por cursos específicos para alinhar seus métodos de trabalho aos fluxos, ferramentas e requisitos estabelecidos pela metodologia BIM.

### **Empresa “B”**

#### **Qualificação:**

- Capacitação da equipe, com treinamentos de softwares para manuseio dos modelos BIM e treinamentos para o uso das plataformas de gestão. Parte da equipe adquiriu o domínio do BIM internamente.
- Profissionais já experientes em coordenação de projetos, mas que passaram por cursos específicos para alinhar seus métodos de trabalho aos fluxos, ferramentas e requisitos estabelecidos pela metodologia BIM.

### **Empresa “C”**

#### **Qualificação:**

- Atuação de uma Gerente BIM com mais de 10 anos de experiência, além de coordenação técnica terceirizada qualificada.
- Capacitação da equipe, com treinamentos de softwares para manuseio dos modelos e modelagem. Parte da equipe adquiriu o domínio do BIM internamente.

### **Empresa “D”**

#### **Qualificação**

- Profissionais já experientes em coordenação de projetos, mas que passaram por cursos específicos para alinhar seus métodos de trabalho aos fluxos, ferramentas e requisitos estabelecidos pela metodologia BIM, porém como estratégia da empresa a coordenação interna não atua diretamente com a coordenação e manuseio dos modelos.
  - Coordenação interna: Cronogramas; reuniões, análise crítica, contratação de projetistas e gerenciamento das entregas.

- Coordenação externa: Modelo federado, gerenciamento das informações, compatibilização, auditoria, gerenciamento dos conflitos.

### **Empresa “E”**

#### **Qualificação:**

- Capacitação da equipe, com treinamentos de softwares para manuseio dos modelos, compatibilização e gerenciamento das informações, validação e auditoria dos modelos BIM. Parte da equipe adquiriu o domínio do BIM internamente.
- Profissionais já experientes em coordenação de projetos, mas que passaram por cursos específicos para alinhar seus métodos de trabalho aos fluxos, ferramentas e requisitos estabelecidos pela metodologia BIM.

De modo geral, as cinco empresas evidenciam um movimento convergente de qualificação das equipes, marcado pela combinação entre a experiência prévia dos profissionais em coordenação de projetos e a necessidade de formação complementar para adequação aos requisitos da metodologia BIM. Observa-se uma preocupação comum em promover capacitação técnica, abrangendo o manuseio dos modelos, a utilização das plataformas de gestão, a compatibilização e, em alguns casos, a modelagem e auditoria.. No conjunto, essas iniciativas revelam que a adoção do BIM demanda não apenas investimento tecnológico, mas, sobretudo, o fortalecimento das habilidades humanas e gerenciais que sustentam a transformação dos processos de projeto.

#### **4.2 ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS**

Observou-se por meio da pesquisa que a inserção do BIM na empresa trouxe alterações no processo de projeto, em todas as empresas entrevistadas houve a necessidade de revisar o escopo de entregáveis, visto que, conforme a revisão bibliográfica as informações contidas nos projetos com a adoção da metodologia BIM devem ser antecipadas, com o fim de evitar retrabalhos na fase projetual e promover a antecipação da verificação de interferências. Mesmo para as empresas que preferiram contratar um gerente BIM externo para adoção de boas práticas no processo de projetos, houve a necessidade de a equipe interna

readequar suas atividades ao novo fluxo do processo de projetos. Por fim, todas as empresas aderiram a inclusão de novos softwares e plataformas que contribuíssem com o gerenciamento de informações e arquivos.

Figura 63 – Estratégia da implementação BIM nas empresas analisadas

Estratégias		Empresas				
		"A"	"B"	"C"	"D"	"E"
GESTÃO	Contratação de gerente BIM (INTERNO) Para elaboração de documentações	✓	✗	✓	✗	✓
	Contratação de gerente BIM (EXTERNO) Para elaboração de documentações	✗	✓	✗	✓	✗
	Reestruturação das fases de projetos	✓	✓	✓	✗	✓
	Revisão do escopo de entregáveis	✓	✓	✓	✓	✓
	Reestruturação da equipe interna	✗	✗	✓	✗	✗
	Reorganização do fluxo de projetos	✓	✓	✓	✓	✓
	Revisão de cronogramas	✓	✓	✓	✓	✓
	Reatribuição de atividades da equipe interna (como auditoria, BEP).	✓	✗	✓	✗	✓
	Inclusão de novos softwares e plataformas de gerenciamento de informações e arquivos	✓	✓	✓	✓	✓

Fonte: De autoria própria

No âmbito classificado como técnico os resultados mostraram que apenas duas das empresas entrevistadas utilizaram como estratégia o início da modelagem dos projetos na fase de Estudo Preliminar / Conceitual, a maioria adaptou o início da modelagem no Anteprojeto, por questões do mercado, para não atrasar o prazo de lançamento do empreendimento. Embora todas as empresas estudadas procuraram buscar padronização de documentações por meio de diretrizes especificadas no BIM Mandate e BEP, algumas delas ainda terceirizam a auditoria, deixam a cargo ou do modelador externo ou da compatibilização externa, esse cenário evidencia que a integração do BIM nos processos internos ainda não está plenamente consolidada. As maiorias dessas empresas ainda trabalham de forma híbrida gerenciando diferentes formatos de arquivos o que demonstra um estágio intermediário de maturidade digital e a necessidade de maior unificação dos fluxos de informação.

Figura 64 – Síntese dos resultados técnicos sobre a adoção do BIM nas empresas analisadas

Estratégias	Empresa "A"	Empresa "B"	Empresa "C"	Empresa "D"	Empresa "E"
Início da modelagem	AP+PR = BÁSICO	AP	EP	AP	EP
Formato de projetos	2D (DWG) Modelo BIM terceirizado Modelo BIM Nativo	2D (DWG) Modelo BIM terceirizado	Modelo BIM Nativo	2D (DWG) Modelo BIM Nativo	2D (DWG) Modelo BIM Nativo
Padronização dos modelos / definição de nomenclatura / Diretrizes de interoperabilidade (BIM Mandate / BEP)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Auditoria dos modelos utilizando ferramentas específicas (solibri, BIM Collab, entre, outras)	Sim	Sim EXTERNO	Sim	Sim EXTERNO	Sim
Compatibilização técnica antecipada	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Integração técnica entre diferentes formatos de arquivos.	Sim	Não	Não	Não	Sim

EP - ESTUDO PRELIMINAR  
AP - ANTEPROJETO  
PR- PRÉ-EXECUTIVO

Fonte: De autoria própria

Quanto as estratégias referentes a qualificação todas as empresas estudadas tiveram como premissa treinamentos internos para a operacionalização de projetos utilizando a metodologia BIM.

Para avaliar como a adoção do BIM impactou na atuação do coordenador de projetos nas empresas estudadas, foi elaborado um quadro com as atividades operacionais que o coordenador / analista passou a executar de acordo com a implementação do BIM. As atividades dos coordenadores / analistas foram listadas de acordo com o modelo de coordenação / gestão implantada nas empresas estudadas, tendo variações das funções, devido à terceirização das modelagens e auditorias ou até mesmo a terceirização da coordenação.

Quadro 10 – Principais atividades operacionais do Coordenador de acordo com as empresas analisadas

Empresa	Modelo de Coordenação / gestão de projetos	Principais atividades do Coordenador / Analista	Principais impactos observados
A	<p>Terceirizados: - <i>Projetos e compatibilização</i></p> <p>Equipe interna: - <i>Gestão / Coordenação</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integração dos modelos e análise do modelo federado;</li> <li>- Validação geométrica e coordenação multidisciplinar;</li> <li>- Preenchimento do BEP para envio aos projetistas;</li> <li>- Uso de Solibri e BIMCollab Zoom para detecção de inconsistências;</li> <li>- Conferência automatizada para os Modelos Nativos e manual complementar com comparação 3D Modelo × 2D (DWG);</li> <li>- Registro e acompanhamento de interferências via BCF (Construflow);</li> <li>- Condução de reuniões baseadas no modelo;</li> <li>- Acompanhamento frequente das entregas e checagem individual antes da federação.</li> <li>- Gerenciar as entregas das documentações que são entregues em todas as fases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhoria na visualização e interpretação dos projetos;</li> <li>- Facilidade na compatibilização entre as disciplinas;</li> <li>- Melhoria na comunicação;</li> </ul>
B	<p>Terceirizados: - <i>Projetos e compatibilização</i></p> <p>Equipe interna: - <i>Gestão / Coordenação</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reuniões com apoio do modelo para melhorar comunicação e decisões;</li> <li>- Inclusão e acompanhamento do modelo terceirizado como novo entregável no cronograma;</li> <li>- Automatização parcial da análise 2D (DWG) /3D modelo com Navisworks;</li> <li>- Validação e acompanhamento dos relatórios BCF da equipe externa;</li> <li>- Administração dos relatórios de compatibilização via Construflow.</li> <li>- Gerenciar as entregas das documentações que são entregues em todas as fases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhoria na visualização e interpretação dos projetos;</li> <li>- Redução de incompatibilidades em obra;</li> <li>- Facilidade da análise e soluções construtivas;</li> <li>- Maior confiabilidade dos orçamentos;</li> <li>- Melhoria na comunicação e colaboração entre os projetistas;</li> </ul>

C	<p>Terceirizados:- <i>Projetos, Coordenação / Compatibilização</i></p> <p>- <i>Equipe interna:- Gestão dos modelos e auditorias para construção</i></p>	<p>- Reuniões com uso do modelo 3D para visualização e decisão;</p> <p>- Auditorias e verificações técnicas dos modelos via Solibri/BIMCollab;</p> <p>- Uso de Solibri, BIMCollab e Synchro (4D) para planejamento e acompanhamento da obra;</p>	<p>- Redução de interferências em obra;</p> <p>- Otimização do planejamento e contratação dos serviços em obra;</p> <p>- Economia nos custos;</p> <p>- Maior colaboração entre os agentes;</p> <p>- Agilidade nas tomadas de decisões;</p> <p>- Ampliou a presença da equipe em canteiro.</p>
D	<p>Terceirizados:- <i>Projetos, Coordenação / Compatibilização</i></p>	<p>- Conferência manual 3D Modelo × 2D utilizando checklists e BEP somente para realizar análises críticas;</p> <p>- Acompanhamento de interferências via Autodesk Construction Cloud;</p> <p>- Participação em reuniões utilizando o modelo;</p> <p>- Gerenciar as entregas das documentações que são entregues em todas as fases.</p>	<p>- Melhoria na resolução de dúvidas no canteiro de obras;</p> <p>- Agilidade no orçamento;</p> <p>- Facilidade no entendimento do projeto;</p> <p>- Antecipação de interferências</p>

E	<p>Equipe interna:- <b>Gestão / Coordenação / Compatibilização / Projetos de Arquitetura</b></p> <p>Terceirizados:- <b>Projetos complementares</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Integração dos modelos e análise do modelo federado;</li> <li>- Validação geométrica e coordenação multidisciplinar;</li> <li>- Preenchimento do BEP para envio aos projetistas;</li> <li>- Automatização de conferência dos modelos via Solibri por meio de templates e checklists;</li> <li>-Preenchimento do BEP;</li> <li>- Gestão de pendências e responsabilidades via Construcode;</li> <li>- Reuniões com uso do modelo para facilitar comunicação e decisões.</li> <li>- Gerenciar as entregas das documentações que são entregues em todas as fases.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melhoria na compatibilização de projetos;</li> <li>- Maior confiabilidade nas tomadas de decisões;</li> <li>- Melhoria na comunicação.</li> </ul>
---	--	--	--

Fonte: De autoria própria

Com base no quadro acima, observa-se níveis distintos de maturidade com base nas cinco empresas estudadas. A empresa A e E demonstram maior consolidação dos processos de integração e validação dos modelos, adotando práticas de federação, verificação automatizada por softwares, acompanhamento das entregas, gerenciamento de pendências e fluxo de informações por meio de plataformas, possui um coordenação mais estruturada com fluxos padronizados.

Tanto a empresa C e D optou por terceirizar os serviços de coordenação e compatibilização, focando no acompanhamento das entregas dos modelos e análises críticas, além da execução e acompanhamento de cronogramas. Embora a empresa C tenha uma maturidade maior com relação ao uso do BIM para a construção de edifícios, conhecimento e expertise voltada para planejamento e execução da obra.

Já a empresa B situa-se em um nível intermediário, executam algumas automações para análise e verificações dos modelos, porém terceirizam a modelagem dos projetos com base nos projetos 2D (DWG), utilizando a modelagem como mais uma forma de verificar interferências e não como um modelo único de projeto.

Além disso, todas as empresas estudadas utilizam plataformas colaborativas, para melhorar a rastreabilidade das soluções e manter a comunicação mais eficiente. De modo geral, percebe-se que o BIM alterou a natureza operacional da coordenação e ampliou o papel do coordenador, que passa a intervir em diretrizes para padronizar os modelos, integrar e

analisar dos modelos federados, gerenciar as informações definindo as tarefas em um ambiente colaborativo, integrar / ou gerar as pendências por meio de plataformas e softwares.

Os achados desse estudo demonstram que as empresas estão na fase de amadurecimento do uso do BIM, algumas delas, conforme demonstrado acima abordam premissas para contratação dos modelos nativos, integração dos modelos, análises de interferências de forma automatizada, conexão da modelagem com o planejamento da obra, utilização da modelo para análises orçamentarias, ou seja, consideram o modelo como um instrumento central de decisões. Esse avanço, com base nas respostas dos entrevistados, repercutiu em melhoria no fluxo de informações, melhoria na interpretação das informações para tomada de decisões, análise de interferências antecipadas, menor retrabalho e maior rastreabilidade das informações. Porém apesar dos avanços identificados, observaram-se ainda muitos desafios relacionados à padronização de processos, com dependência de conferência manual, formatos híbridos de arquivos, dependência de terceirizados para modelagens, compatibilização e auditoria, além de limitações na integração plena entre plataformas e dificuldades em consolidar rotinas internas que assegurem consistência, governança e qualidade dos modelos produzidos.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A investigação realizada permitiu compreender que a adoção do Building Information Modeling (BIM) nas empresas estudadas configura um processo de transformação organizacional que vai além da incorporação de ferramentas digitais, atingindo dimensões gerenciais, técnicas, operacionais e humanas, com impacto direto na forma como a coordenação de projetos é estruturada e conduzida. Os resultados apontaram mudanças internas nas empresas, também revelaram desafios refletindo o estágio intermediário de maturidade em que essas organizações se encontram.

A partir da revisão bibliográfica e da análise dos estudos de caso, constatou-se que a implementação do BIM promove alterações substanciais no escopo e na responsabilidade do coordenador de projetos. Para além da compatibilização técnica, a coordenação passa a incorporar funções relacionadas à gestão da informação, à definição de fluxos colaborativos, à padronização de entregáveis e à mediação entre disciplinas e agentes envolvidos. Nesse contexto, o coordenador atua como elo entre processos, pessoas e tecnologias, sendo responsável não apenas pela integração dos projetos, mas também pela garantia da

consistência, rastreabilidade e confiabilidade das informações ao longo das diferentes fases do empreendimento.

No aspecto técnico, observou-se em algumas empresas a antecipação da modelagem, logo nas fases de concepção, o que favorece a identificação precoce de incompatibilidades e maior precisão das análises auxiliando na tomada de decisões. Já outras empresas estudadas inicia a modelagem do projeto a partir do projeto definido, ou seja, ainda encontram-se na fase de amadurecimento, utilizando o modelo somente para visualização e compatibilização. Entretanto, os resultados demonstraram que as empresas continuam em um processo híbrido, gerando documentações em todas as fases de projeto, além de não terem 100% dos seus projetos modelados, seguindo ainda um processo de projeto de forma sequencial. Constatou-se que as empresas estudadas estão na fase de adaptação da metodologia BIM para atender ao mercado. Todas as empresas entrevistadas gerenciam as informações em ambientes colaborativos, mantendo um fluxo integrado e centralizado dos dados. No entanto, a formalização documental, embora necessária, ainda não garante a plena internalização das práticas, evidenciando a distância entre o “BIM planejado” e o “BIM executado” no cotidiano das equipes.

Do ponto de vista operacional, para o coordenador, o modelo federado consolidou-se como um elemento central para comunicação e tomadas de decisão, com reuniões baseadas em visualização tridimensional, uso sistemático de relatórios BCF. Nesse cenário, a coordenação de projetos assume papel fundamental na organização, priorização e validação das informações compartilhadas, promovendo ganhos em previsibilidade, controle e integração entre disciplinas. Contudo, a análise revela que a automação das verificações e a integração plena dos modelos ainda são incipientes em parte das empresas, que continuam a depender de conferências manuais e de modelos incompletos ou parcialmente integrados. Nesses casos, o BIM opera mais como apoio à revisão do que como agente estruturante de todo o processo produtivo.

No que se refere à qualificação dos agentes envolvidos, observou um esforço contínuo de capacitação, com treinamentos voltados ao uso dos softwares, à leitura crítica dos modelos e à gestão da informação. Em muitos casos, observa-se uma forte dependência de consultorias externas para auditoria, compatibilização e federação de modelos, o que evidencia fragilidades estruturais e impede a consolidação de autonomia interna.

Também foi identificado o impacto da eliminação da fase de Pré-executivo ou da sua junção com o Anteprojeto em algumas das empresas estudadas, evidenciando um ponto

sensível a ser observado: a eliminação da fase de Anteprojeto pode aumentar o risco de divergências entre o executado e o aprovado no Projeto Legal, além de potencializar inconsistências com as imagens de vendas. A supressão dessa fase, que tradicionalmente consolida as soluções técnicas antes do detalhamento, revela uma tensão entre a busca por eficiência no cronograma e a necessidade de segurança projetual, se não bem administrado pode resultar em retrabalhos, conflitos e desalinhamentos informacionais.

Apesar desses desafios, os benefícios relatados pelos profissionais demonstram que o BIM tem contribuído para a melhoria da qualidade dos projetos. Entre os efeitos positivos, destacam-se: maior clareza na visualização das soluções, melhoria na comunicação entre agentes, identificação precoce de falhas, redução de aditivos contratuais e aumento da confiabilidade dos orçamentos.

Com base nos resultados das pesquisas foi possível perceber que as empresas analisadas encontram-se em um estágio intermediário de maturidade BIM, no qual práticas inovadoras convivem com limitações estruturais e culturais. Embora tenham avançado significativamente na visualização, compatibilização e coordenação, ainda apresentam desafios relacionados à padronização, qualificação, integração plena dos modelos e adequação das fases de projeto. Persistem características típicas de um ambiente em transição, como a produção simultânea de documentação em 2D (DWG) e 3D, o processo sequencial de desenvolvimento e a dependência de consultorias externas.

Portanto, a incorporação plena do BIM exige mais do que tecnologia: demanda maturidade colaborativa, revisão dos fluxos de trabalho, alinhamento cultural entre todos os agentes envolvidos e investimento contínuo em capacitação e padronização. As empresas estudadas demonstram estar caminhando nesse sentido, mas ainda enfrentam desafios que precisam ser superados para que a metodologia alcance todo o seu potencial.

Os resultados destes estudos são generalizáveis no âmbito conceitual, mas suas particularidades operacionais dependem do contexto de cada empresa analisada. Como limitações, destacam-se a natureza qualitativa dos dados e a ausência de métricas quantitativas que permitam mensurar o impacto da adoção do BIM nos indicadores de desempenho.

Dessa forma, este estudo cumpre sua proposta de analisar o papel do coordenador de projetos frente à implantação do BIM, evidenciando seu impacto na integração das equipes, na qualidade das informações e no desempenho dos projetos. Os resultados obtidos contribuem para o aprimoramento das práticas profissionais e para o avanço do conhecimento acadêmico sobre a coordenação de projetos em ambientes colaborativos.

Este trabalho se restringiu às alterações nas atividades do coordenador de projetos decorrentes da implantação da metodologia BIM, abrangendo também os impactos na estrutura organizacional, na estruturação da área de projetos e nas responsabilidades dos profissionais. Como trabalhos futuros, propõem-se: (i) a realização de estudos quantitativos que permitam mensurar os impactos da adoção do BIM por meio de indicadores de desempenho, tais como prazo, retrabalhos e incompatibilidades identificadas; e (ii) a ampliação do escopo do estudo, de modo a abranger os impactos da metodologia BIM em empresas de projetos.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade — Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015a. 59 p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 19.650: Organização da Informação acerca de trabalhos da construção – Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção – Fase 1 - Conceitos e Princípios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 40 p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 19.650: Organização da Informação acerca de trabalhos da construção – Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção – Fase 2 – Fase de entrega de ativos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 30 p.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Prática recomendadas NBR ISSO PR 1015: Ambiente Comum de Dados (CDE)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 14 p.

ADESSE, E. Coordenação de projetos: um estudo de caso junto aos empreendedores de edificações multifamiliares, padrão alto e médio, construídas na Vila Maria – São Paulo, SP. 2006. 218p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

ADESSE, E.; MELHADO, S.B. **A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes**. Anais Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios. Belo Horizonte: [s.n.]. 2003.

ALMEIDA, M. A. F.; BONALDO, E.. Título: Building Information Modeling – Princípios & tendências. 1ª Edição. Local de publicação: Belo Horizonte – Minas Gerais, Editora Poisson, 2023.

AMORIM, Sergio L. R.. Título: Gerenciamento e Coordenação de Projetos em BIM. 2ª Edição. Local de publicação: Rio de Janeiro GEN LTC, 31 de janeiro de 2023.

AZHAR, S. *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering*, . 2011. Disponível em: <[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)>. Acesso em 6 Ago. 2024.

BIM FÓRUM BRASIL. 2023. Inovação em BIM: IDS da BuildingSMART. Disponível em: <<https://mkt.bimforum.org.br/coletanea-guias-de-contratacao-bim>>. Acesso em: 24/08/2024.

BIM FÓRUM BRASIL; ABDI. *Digitalização nas Engenharias no âmbito da Indústria da Construção*. 2024. Disponível em: <https://www.abdi.com.br/e-books-gratuitos-abordam-a-maturidade-digital-da-construcao-civil-brasileira>. Acesso em: 03 dez. 2025.

BuildingSMART, Industry Foundation Classes (IFC). Disponível em : <<https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/>>. Acesso em 24/08/2024.

BRASIL. Decreto nº 9.983, 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. Diário Oficial da União. seção 1, Brasília, DF, 22 ago. 2019

CARVALHO, Nathália Martins. Grau de Maturidade BIM: Estudos de Caso em escritórios de coordenação de projetos residenciais. 2021. 99 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

CBIC. Implementação BIM - Parte 2: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção. – Brasília: CBIC, 2016.

CBIC. Colaboração e Integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras/ Câmara Brasileira da Indústria da Construção. – Brasília: CBIC, 2016.

DUQUE, M. A., FERNEDA, E., SILVA, A. P. B., STREIT, R. E., SCHEER, S. (2023). O uso BIM no FM: Aspectos legais no contexto da estratégia BIM BR. *Gerenciamento de Cidades*, 15 p.

EASTMAN, C. et al. *BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. Second. [S.l.]: John Willey & Sons, Inc., 2021.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FEITOSA, A. N. B. Implantação BIM em um escritório de engenharia estrutural da cidade de João Pessoa-PB. 2016. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

GEHRING1, L. W. (15 de Janeiro de 2022). *Matéria Técnica – A importância do Método BIM – Modelagem de Informações da Construção*. Acesso em 24 de 08 de 2024, disponível em Associação de engenheiros e arquitetos de São José dos Campos: <https://aeasjc.org.br/2022/01/15/a-importancia-metodo-bim/>

GONÇALVES, Sumaia Sleiman. **Implementação BIM em empresa incorporada e construtora brasileira**. 2023. 280p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia de Construção Civil da escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

GRECO, B. F. Coordenação de projetos em edifícios: Estudo de caso de coordenação interna em empresa construtora. 2015. 75p. Dissertação Pós-Graduação Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios - Departamento de Engenharia de Construção Civil da escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

GUIA ASBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM – Fascículo I. Disponível em: <<https://www.asbea.org.br/wp-content/uploads/2022/07/BIM1.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2024

GUIA ASBEA BOAS PRÁTICAS EM BIM – Fascículo II. Disponível em: <<https://www.asbea.org.br/wp-content/uploads/2022/07/BIM2.pdf>>. Acesso em: 03 jan. 2024

JIM STEEL; DROGEMULLER, R.; THOT, B. Model interoperability in building information modelling. *Software & Systems Modeling*, v.11, n.1, p.99-109, 2012.

LIMA, Fabiana Karenina de. **Implantação do Processo BIM no apoio à execução dentro de uma construtora**. 2019. 118p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia de Construção Civil da escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

LIMA, F. K. **TG-211: Coordenação de Projetos BIM**. São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2024. Anotação de aula.

MAGRETTA, Joan. **Entendendo Michael Porter: o guia essencial da estratégia e competição**. São Paulo: HSM Editora, 2012.

MANUAL de Escopo de Projetos e Serviços de: Coordenação de projetos. 3. ed. São Paulo: AGESC, 2019. 106 p. Disponível em: <<http://www.manuaisdeescopo.com.br/manual/>>. Acesso em: 1 abr. 2024.

MANZIONE, Leonardo; MELHADO, Silvio, NÓBREGA JÚNIOR, Claudio L. R.. Título: BIM e inovação em gestão de projetos. 1ª Edição. Local de publicação: Rio de Janeiro GEN LTC, 27 de setembro de 2021.

MANZIONE, L. Gestão, Coordenação e Compatibilização de Projetos em BIM. São Paulo: Instituto de Engenharia, São Paulo, 2024. Anotação de aula.

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

MANSO, Marco Antonio, VICENTE, M. F. C.. Título: Gestão e Coordenação de Projetos em Empresas Construtoras e Incorporadoras: da Escolha do Terreno à Avaliação Pós-ocupação. 1. ed. São Paulo: PINI, 2011. v. 1. 160p.

MELHADO, Sílvio Burrattino et al. A gestão de projetos de edificações e o escopo de serviços para coordenação de projetos. 2006, Anais. São Paulo: LARES, 2006. . Acesso em: 12 fev. 2024.

MELHADO, S. B.:Gestão, Cooperação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do projeto de projeto na construção de edifícios. 2001. 235p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MELHADO, S.B.; AGOPYAN, V. Conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle. São Paulo: EPUSP, 1995.20p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Bt/ Pcc/139).

MELHADO, S. B. Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MIKALDO, J. J; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na construção de edifícios, 2007, Curitiba, 2008.

NÓBREGA JÚNIOR, C. L.; MELHADO, S. B. Coordenador de projetos de edificações: estudo e proposta para perfil, atividades e autonomia. São Paulo: EPUSP, 2013. 26 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/579).

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

O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle.

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/278676297\\_O\\_conceito\\_de\\_projeto\\_na\\_construcao\\_de\\_edificios\\_diretrizes\\_para\\_sua\\_elaboracao\\_e\\_controle](https://www.researchgate.net/publication/278676297_O_conceito_de_projeto_na_construcao_de_edificios_diretrizes_para_sua_elaboracao_e_controle). Acesso em: 24 Jun. 2024.

OLEGÁRIO, W. L. C.; NOBREGA, C. L.; SOUZA, G. F. Revisão das atividades desempenhadas pelo coordenador de projetos frente à tecnologia BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC. 2018.

OKAMOTO, P. S. Teoria da coordenação de projetos de edificações residenciais na cidade de São Paulo. 2006. 183p. Dissertação Pós-Graduação Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios - Departamento de Engenharia de Construção Civil da escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PENN STATE. CIC Research Group, Department of Architectural Engineering, The Pennsylvania State University. **BIM Project Execution Planning Guide** Version 3.0, 2021. Disponível em: <<https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanning/>>. Acesso em: 24/08/2024.

PICCHI, F. A. **Sistemas da qualidade**: uso em empresas de construção de edifícios. São Paulo, 1993. 426 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PLATAFORMA BIM BR ABDI. 2017. O Processo de projeto em BIM: IDS da BuildingSMART. Disponível em: < <https://plataformabimbr.abdi.com.br/guias-normas>>. Acesso em: 24/08/2024.

PMI. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos - Guia *PMBOK* 6ª Edição. EUA: Project Management Institute, 2017.

Prefeitura de Belo Horizonte - SUDECAP. 2024. Manual de execução do BEP – Plano de execução do BIM. Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/sudecap/manual-de-execucao-do-bep-plano-de-execucao-do-bim>>. Acesso em: 24/08/2024.

Prefeitura de Belo Horizonte - SUDECAP. 2024. Manual do CDE. Disponível em: < <https://prefeitura.pbh.gov.br/sudecap/manual-de-execucao-do-bep-plano-de-execucao-do-bim>>. Acesso em: 24/08/2024.

RODRIGUEZ, M. A. A. ; HEINECK, L. F. M. Construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. Anais... São Carlos: SIBRAGEQ, 2003. p. 355-366.

ROMANO, F. V. Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações. 2003. 326 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANTOS, William Rodrigues. Estudos de Caso de implementação da modelagem da informação da construção em micro escritórios de arquitetura. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SILVA, M.; NOVAES, C. A coordenação de projetos de edificações: estudos de caso. Gestão & Tecnologia de Projetos, Brasil, n. 1, vol.3, mai. 2008, Brasil. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50927/55009/>>. Acesso em: 20 abr. 2024.

SILVA, M. V. M. F. P. As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações. 2004. 216p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Carlo, São Paulo, 2004.

SOUZA, F. R.; WYSE, M.; MELHADO, S. B. As responsabilidades do coordenador de projetos no processo de Modelagem da Informação da Construção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2013.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction 18 p. 357-375, 2009.

TAMAI, E. A. H. Análise de estudo de caso sobre coordenação de projetos. 2011. 79p. Dissertação Pós-Graduação Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios - Departamento de Engenharia de Construção Civil da escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

## APÊNDICE

### Solicitação para realização da entrevista

Sr(a).,

Um excelente dia,

Meu nome é Roseli Pedroso, sou aluna da Escola Politécnica da USP, do curso de Pós-graduação Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios, orientada pela Prof.<sup>a</sup> Ana Cristina Chalita.

Estou desenvolvendo a minha dissertação de monografia com o projeto de investigação que se intitula “**A IMPLEMENTAÇÃO DO BIM NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES EM CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS**”. O projeto tem por finalidade evidenciar as alterações que a metodologia BIM trouxe ou está trazendo às atividades de coordenação de projetos, bem como identificar os benefícios da inserção desse conceito para o processo de projetos.

A sua colaboração permitirá elucidar os impactos e as dificuldades enfrentadas para a adequação dessa tecnologia além de compreender o grau de maturidade que o BIM se encontra nas organizações. Tenho consciência que pode ser complicado arranjar uma hora para realizarmos essa entrevista, desta forma ficarei muito grata e reconhecida, sua colaboração aliada à sua experiência e conhecimento permitirá que meu estudo possa ser realizado.

Desde já agradeço a colaboração e a atenção dispensada.

Atenciosamente,

Roseli Pedroso

Empresa entrevistada	
Área de atuação do entrevistado	

### **Questionário**

1. Há quanto tempo a empresa implementou o BIM no desenvolvimento de projetos?
2. Qual foi o principal fator que demandou essa implementação?
3. Qual foi a estratégia adotada para a implementação? (por exemplo: contratação de modelagem dos projetos 2D, contratação de projetos em BIM, etc.)
4. Quantos projetos já foram desenvolvidos em BIM pela empresa?
5. As ferramentas BIM estão sendo aplicadas em todas as fases do projeto desde a concepção do produto até a finalização dos projetos? Se não, em qual etapa de projeto o modelo está sendo inicializado?
6. A gestão / coordenação dos projetos em BIM é feita por equipe interna ou terceirizada? E a compatibilização?
7. Como está organizada a estrutura do departamento de projetos para a operacionalização da gestão dos projetos em BIM? (explorar tanto no caso de ser contratada uma terceirizada como realizado por equipe própria)

#### **no caso de equipe própria**

- a. A equipe de coordenação de projetos dentro da empresa é composta por quantos funcionários? Qual formação e tempo de experiência dos mesmos?
- b. Existe uma equipe dedicada ou todos os integrantes da área incorporaram o BIM no seu dia a dia?
- c. As funções de cada colaborador da equipe estão bem definidas ou é o próprio Coordenador de Projetos quem integra os modelos BIM e faz as compatibilizações?
- d. (caso tenha uma equipe dedicada para o BIM explorar como é a interface com os demais membros da equipe)
- e. Foi necessário desenvolver alguma habilidade específica para o coordenador de projetos? Tanto no que se refere a técnica como comportamental?

#### **No caso de terceirização**

- f. Como está organizado o processo: interação coordenador terceirizado com a equipe interna e com os projetistas?
  - g. Foi necessário desenvolver alguma habilidade específica para o representante da equipe interna para atuação no processo?
8. Foi necessária mudança no processo de trabalho da equipe de coordenação e no fluxo de desenvolvimento dos projetos quando comparado com o método tradicional? Exemplifique
  9. Foi necessário revisar o escopo / entregáveis por fase? Se sim, exemplificar comparando o que era e o que ficou agora.
  10. Quais foram os impactos da adoção de BIM nos cronogramas de desenvolvimento de projetos? (abordar aspectos como prazo, número de etapas, entregáveis, análise crítica, liberação dos projetos para obra)
  11. Os projetos ainda continuam sendo entregues de acordo com as fases, concepção, estudo preliminar, pré-executivo, executivo, liberado obra, as built? (modelo e documentação em todas as etapas?)
  12. Todas as especialidades de projetos estão sendo entregues em BIM diretamente pelos projetistas responsáveis? Se não, especifique quais não estão sendo entregues e como estão sendo analisados esses projetos? Nesses casos, está sendo contratada empresa especializada em modelagem para essas disciplinas?
  13. Quem é responsável pela auditoria dos modelos? Foi desenvolvido algum template para esse fim?
  14. Quais softwares estão sendo utilizados pela empresa para gerenciar o fluxo de informações e garantir a qualidade do projeto?
  15. Quais os maiores impactos percebidos nas atividades da coordenação de projetos?
  16. Foram observados ganhos a partir da implementação do BIM no desenvolvimento dos projetos? Citar exemplos e dados numéricos se disponível (p.ex.: duração, nº de horas coordenação, retrabalho, incompatibilidade de projeto, interferências em obra, custos de projeto, dimensionamento de equipe)
  17. Qual é o maior desafio da coordenação de projetos na implementação de BIM?