

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

GUILHERME VEIGA CRAVEIRA PINTO

**COMO AS PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS PODEM AUXILIAR
NA GESTÃO DE PROJETOS**

Porto Alegre

2023

GUILHERME VEIGA CRAVEIRA PINTO

**COMO AS PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS PODEM AUXILIAR
NA GESTÃO DE PROJETOS**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado
ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção
do título de Engenheiro Civil

Orientador: Daniela Dietz Viana

Porto Alegre

2023

GUILHERME VEIGA CRAVEIRA PINTO

**COMO AS PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS PODEM AUXILIAR
NA GESTÃO DE PROJETOS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador e pelo Professor Relator da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, abril de 2023

Daniela Dietz Viana
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Banca Examinadora

Daniela Dietz Viana (UFRGS)
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Cícero Rodrigues Sallaberry (Construflow)
Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Eduardo Alcides Peter (Delpro)
Doutor em Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

*Dedico este trabalho a todos os inconformados
que constroem um mundo melhor a cada dia.*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, quero expressar minha mais profunda gratidão aos meus pais, que com sacrifícios e obstáculos, renunciaram a seus próprios interesses para me apoiar com amor e dedicação incondicionais na realização deste curso de Engenharia Civil na prestigiosa instituição de ensino, UFRGS. Vocês são minha inspiração, orientação e alicerce na vida.

Também quero agradecer a todo o apoio e amor da minha família, com destaque especial aos meus avós, que, apesar de não estarem presentes fisicamente para prestigiar a apresentação deste trabalho, sempre foram refúgio, suporte e exemplos morais em minha caminhada. Tenho certeza de que eles estão orgulhosos e celebrando este momento onde quer que estejam.

Sou igualmente grato à minha amada companheira, que há quase uma década me apoia e encoraja na realização deste sonho, sendo meu porto seguro nos momentos mais difíceis e compartilhando as vitórias e desafios pelo caminho. Sua compreensão nas noites em claro e fins de semana dedicados aos estudos foi essencial para a conclusão deste curso.

Aos meus amigos e colegas que estiveram ao meu lado durante os seis anos desta graduação, estendo meus agradecimentos por sua companhia, ajuda e pelas risadas compartilhadas. Vocês tornaram esta jornada mais leve e feliz. Agradeço também aos colegas da obra pelos ensinamentos valiosos e experiências compartilhadas ao longo de quase três anos. Meu agradecimento especial vai para Alessandro Fialho, Eduardo Peter e Maro Melo por sua amizade e apoio.

Aos professores comprometidos com a excelência no ensino e o ambiente acolhedor em sala de aula, em especial ao Professor João Ricardo Masuero, que foi coordenador, orientador de estágio e o melhor docente que tive o prazer de conhecer nesta universidade, minha sincera gratidão. Da mesma forma, sou grato à minha orientadora neste trabalho, Professora Daniela Dietz Viana, que aceitou este desafio mesmo à distância e me guiou rumo ao sucesso.

Por fim, gostaria de agradecer à equipe da Construflow pelo apoio e interesse inabalável na realização deste trabalho e pelas discussões e sugestões de otimização. Meus agradecimentos especiais aos Engenheiros Cícero Sallaberry e Rodrigo Ferreira, que me receberam calorosamente e contribuíram para encontrar propósito e direcionamento na minha carreira profissional.

A todos vocês, minha profunda gratidão e reconhecimento por terem desempenhado um papel significativo na realização deste trabalho de conclusão de curso e na conclusão desta importante etapa da minha vida.

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original."

Albert Einstein. (1879- 1955)

RESUMO

O desenvolvimento de empreendimentos imobiliários tem se tornado cada vez mais complexo e com prazos reduzidos, o que pode gerar obstáculos para a coordenação do processo de projeto. Essas dificuldades na gestão do grande fluxo de informações comunicadas durante a etapa de desenvolvimento podem impactar na qualidade final dos projetos. Nesse cenário, a tecnologia da informação pode ser uma alternativa viável para mitigar essas dificuldades. As plataformas web colaborativas, em conjunto com o *Building Information Modeling* (BIM), são ferramentas poderosas para centralizar e gerir a comunicação, aumentando a eficiência da coordenação de projetos.

Com o objetivo de analisar a implementação de uma plataforma web colaborativa e seus impactos na coordenação e gestão da comunicação no processo de projeto de edificações com uso da tecnologia BIM, realizou-se um estudo de caso no setor de análise de dados de uma dessas plataformas, uma startup de gerenciamento de apartamentos. Esse trabalho foi dividido em duas etapas principais: (a) compreensão do problema a partir de entrevistas e diagnóstico do setor de projetos de construtoras e projetistas clientes da plataforma; e (b) implementação da plataforma no desenvolvimento de projetos de uma empresa parceira, seguida do (c) acompanhamento do uso prolongado da plataforma, a partir do ponto de vista de uma empresa que já a utiliza há mais de um ano. Além disso, foram realizadas revisões bibliográficas ao longo das três etapas. Os resultados obtidos neste trabalho permitiram identificar as dificuldades atuais na coordenação do processo de projeto e analisar as contribuições e desafios da implementação da plataforma web colaborativa. Dentre as principais contribuições, foram destacadas as boas práticas de comunicação descritas e a identificação das funcionalidades necessárias em uma plataforma para obter maior eficiência e controle da coordenação de projetos. Essas conclusões podem ser de grande valia para empresas do setor imobiliário que desejam aprimorar sua gestão de projetos e otimizar seus processos de comunicação e coordenação.

Palavras-chave: plataformas web colaborativas, gestão da comunicação, coordenação do processo de projeto e BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de comunicação modelo emissor-receptor	13
Figura 2 – Problemas mais frequentes durante desenvolvimento de projetos	15
Figura 3 – Meios de comunicação mais frequentes no desenvolvimento de projetos ..	15
Figura 4 – Meios de comunicação mais frequentes no desenvolvimento de projetos .	16
Figura 5 – Processo intelectual de projeto	20
Figura 6 – Processo de projeto como fluxo de informação	21
Figura 7 – Problemas relacionados ao processo de projeto como fluxo de informação	22
Figura 8 – Coordenação de projetos	25
Figura 9 – Gestão da coordenação	26
Figura 10 – Aspectos da coordenação técnica	27
Figura 11 – Curva de MacLeamy	30
Figura 12 – Representação de um modelo federado	32
Figura 13 – Fluxo esquematizado de coordenação com uso de arquivos BCF	38
Figura 14 – Representação de um clash	40
Figura 15 – Fluxograma etapas de pesquisa	43
Figura 16 – Trecho de relatório de compatibilização	53
Figura 17 – Exemplo de planta baixa de compatibilização	54
Figura 18 – Print do modelo federado	55
Figura 19 – Planta de compatibilização	55
Figura 20 – Fluxo de compatibilização Empresa A	56
Figura 21 – Comunicação na empresa de estudo	57
Figura 22 – Plataforma de estudo, tela inicial	59
Figura 23 – Janela de criação de apontamentos	62
Figura 24 – Aba de criação de apontamentos, visão do coordenador	63
Figura 25 – Resumo de status	64
Figura 26 – Disciplinas e Prioridade	65
Figura 27 – Locais e Disciplinas	65
Figura 28 – Curva de evolução	66
Figura 29 – Disposição dos apontamentos da empresa C por categoria	69
Figura 30 – Disposição dos apontamentos da empresa C por etapa de criação	70
Figura 31 – Exemplo de apontamento da empresa C	71
Figura 32 – Fluxo de compatibilização na empresa C	72
Figura 33 – Plugin integrador entre a ConstrufLOW e o software Navisworks	73
Figura 34 – Aba de Plugins e downloads	74
Figura 35 – Visão resumida - Power BI	74
Figura 36 – Itens ativos - Power BI	75
Figura 37 – Métricas de uso - Power BI	76
Figura 38 – Fluxo observado na empresa C	77
Figura 39 – Limitações, Funcionalidades e benefícios da plataforma	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Entrevistas com engenheiros especialistas	44
Quadro 2 – Entrevistas com colaboradores da empresa A	45
Quadro 3 – Entrevistas com engenheiros da empresa C	46
Quadro 4 – Entendimento dos 3 empreendimentos do estudo	48
Quadro 5 – Comunicação na empresa de estudo	59
Quadro 6 – Rotina de implementação da empresa B	66

LISTA DE ABREVIATURAS

3D – Tridimensional

ARQ – Arquitetura

BCF – Building Collaboration Format

BEP – BIM Execution Plan

BIM – Building Information Modeling

CDE – Common Data Environment

CLI – Instalações de Climatização

DWG – Formato de arquivo *Drawing*

ELE – Instalações Elétricas

ESP – Instalações de Escada Pressurizada

EST - Estrutura

HID – Instalações Hidrossanitárias

INC – Instalações de Incêndio

TI – Tecnologia da Informação

Sumário

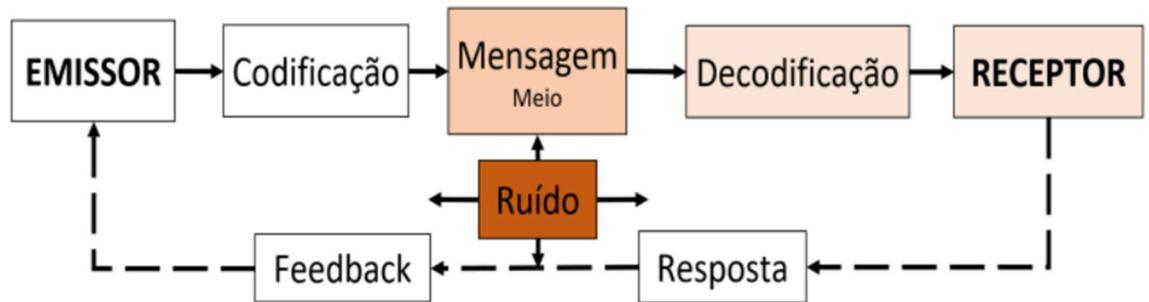
1. INTRODUÇÃO	13
2. DIRETRIZES DE PESQUISA	17
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA.....	17
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA.....	17
2.2.1 Objetivo principal	17
2.2.2 Objetivos secundários.....	18
2.3 DELIMITAÇÕES.....	18
2.4 LIMITAÇÕES	19
2.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	19
3. COORDENAÇÃO DE PROJETOS	19
3.1 O PROJETO	19
3.2 O PROCESSO DE PROJETO.....	21
3.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO	22
3.4 CONCEITO DE COORDENAÇÃO	23
3.5 ATIVIDADES DA COORDENAÇÃO	25
3.5.1 Gestão da coordenação.....	25
3.5.1.1 Gestão do Projeto	26
3.5.1.2 Gestão da Qualidade	26
3.5.1.3 Gestão da Comunicação.....	26
3.5.2 Coordenação técnica	27
3.5.2.1 Reuniões de Coordenação.....	27
3.5.2.2 Compatibilização de Projetos.....	28
3.5.2.3 Análise Crítica de Projetos.....	28
4. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	29
4.1 DEFINIÇÃO.....	29
4.2 MODELAGEM PARAMÉTRICA	29
4.3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM	30
4.3.1 Visualização 3D e revisão dos modelos.....	33
4.3.2 Detecção automática de interferências	33
5. GESTÃO DA COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO	35
5.1 COMUNICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS.....	35
5.2 PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS.....	36
5.3 PROCESSO DE COMUNICAÇÃO COM BIM.....	37
5.4 APONTAMENTO DE PROJETO	39

5.4.1	Conceito de apontamento de projeto	39
5.4.2	Etapas de um apontamento de projeto	40
6.	MÉTODO DE PESQUISA	41
6.1	ABORDAGEM DA PESQUISA	41
6.2	DELINEAMENTO DA PESQUISA	42
6.3	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	44
6.3.1	Etapa 1 – Compreensão do problema	44
6.3.2	Etapa 2 – Acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa	45
6.3.3	Etapa 3 – Entendimento de um case de sucesso	46
6.4	Empresas e empreendimentos selecionados	47
7.	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	49
7.1	COMPREENSÃO DO PROBLEMA	49
7.1.1	Contextualização do processo de coordenação e comunicação	49
7.1.2	Diagnóstico da empresa	51
7.1.2.1	Padrão de procedimento da empresa	51
7.1.2.2	Dificuldades identificadas	56
7.1.3	Considerações finais	57
7.2	IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA WEB COLABORATIVA	58
7.2.1	Escolha da plataforma web colaborativa	58
7.2.2	Descrição da plataforma escolhida	59
7.2.3	Definição dos objetivos e treinamento da equipe	66
7.3	O USO AVANÇADO DA PLATAFORMA	67
7.3.1	PROCESSO E FLUXO	67
7.3.2	MODELO BIM E NAVISWORK	73
7.3.3	ANÁLISE DE DADOS AVANÇADA	73
7.4	CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES OBSERVADOS	77
7.4.1	Contribuições	77
7.4.2	Limitações e oportunidades de melhorias	79
7.4.3	Considerações finais	80
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	81
8.1	CONCLUSÕES	81
8.2	RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS	84
	REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, a comunicação tem sido uma ferramenta fundamental para a interação e instrução entre as pessoas em diversas atividades. De acordo com Kotler e Keller (2012), o processo de comunicação pode ser representado pelo modelo emissor-receptor, conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Processo de comunicação modelo emissor-receptor



Fonte: Kotler e Keller (2012)

O emissor é responsável por emitir a mensagem para o receptor, codificando-a em uma linguagem comum para ambos. Já o receptor é o destinatário da mensagem, responsável por interpretar a informação transmitida. Se a percepção da mensagem ocorrer como o emissor pretendia, o processo de comunicação é considerado bem-sucedido. No contexto do gerenciamento de projetos, a comunicação é uma das áreas de conhecimento listadas pelo Project Management Institute - PMI (2017) e é altamente valorizada dentro das organizações.

Fontenelle (2002) ressaltou que a indústria da construção civil enfrentava uma série de desafios relacionados à detecção de problemas e omissões de projeto durante a etapa de execução. Da mesma forma, ainda hoje, esses problemas são frequentes devido à falta de coordenação e compatibilização dos projetos, o que gera atrasos, custos adicionais e uma perda na qualidade final do produto. Assim como a falta de comunicação e métodos inadequados de controle também são fatores que contribuem para essa situação (MANZIONE, 2013).

Já Silva (2005, p.12) destaca que a falta de qualidade no projeto pode ser atribuída a um processo não planejado, segmentado e sequencial na indústria da construção civil. Segundo o autor, esse processo não contempla uma visão abrangente e integrada do binômio projeto e execução, o que resulta na ausência de interação e comunicação entre os diversos agentes envolvidos. Essa falta de integração e coordenação pode levar à ocorrência de problemas e

omissões de projeto que são detectados somente durante a etapa de execução, gerando prejuízos financeiros e impactando na qualidade final do produto construído.

Em 2013, Medeiros et al. destacou que a indústria da construção civil enfrentava um aumento na complexidade dos empreendimentos imobiliários, exigindo um desenvolvimento de projetos mais dinâmico. Ele observou que, no passado, uma equipe de projeto de uma edificação envolvia entre cinco e seis disciplinas, porém em 2013 esse número já poderia chegar a quinze ou vinte. Hoje, essas questões permanecem relevantes e desafiadoras no setor, de forma que essa crescente quantidade de disciplinas demanda uma coordenação eficaz entre os membros da equipe multidisciplinar.

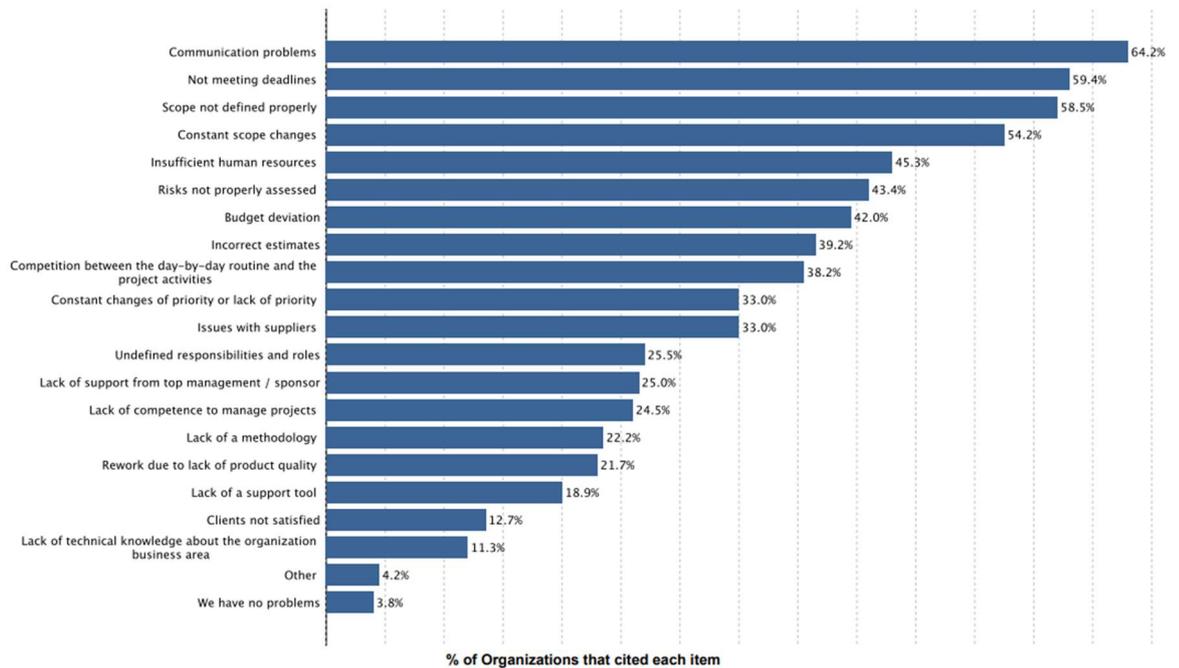
Para aumentar a qualidade do processo de projeto e a competitividade no mercado, empresas construtoras e projetistas têm utilizado o Building Information Modeling (BIM) (EASTMAN et. al., 2014). O BIM permite a navegação e visualização dos projetos em um ambiente tridimensional munido de informações semânticas e ferramentas de compatibilização, como a verificação automática de inconsistências. Dessa forma, é possível identificar uma maior quantidade de inconsistências e melhorias de projetos que necessitam ser comunicadas aos projetistas, ajustadas e validadas pelo coordenador.

Além disso, a comparação entre o Building Information Modeling (BIM) e o Computer-Aided Design (CAD) destaca vários erros e inconsistências que os gerentes de projetos não podem ignorar, o que exige uma comunicação mais eficaz e um maior número de decisões a serem tomadas pelas equipes de projeto (MANZIONE, 2013).

No entanto, os sistemas tradicionais de coordenação e comunicação de projetos, como registros de presença, controle de números de revisões de planos e troca de e-mails para informações, são insuficientes para lidar com o grande volume de dados gerados nos processos de projeto atuais (MANSO, 2007; MEDEIROS et al., 2013).

De acordo com uma pesquisa realizada em 2014 pelo PMSURVEY.ORG com 400 organizações de vários países ao redor do mundo - Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, França, México, EUA e Uruguai - "problemas de comunicação" foram a principal causa de problemas em vários tipos de projetos, como indicado por 64,2% dos entrevistados (Figura 2).

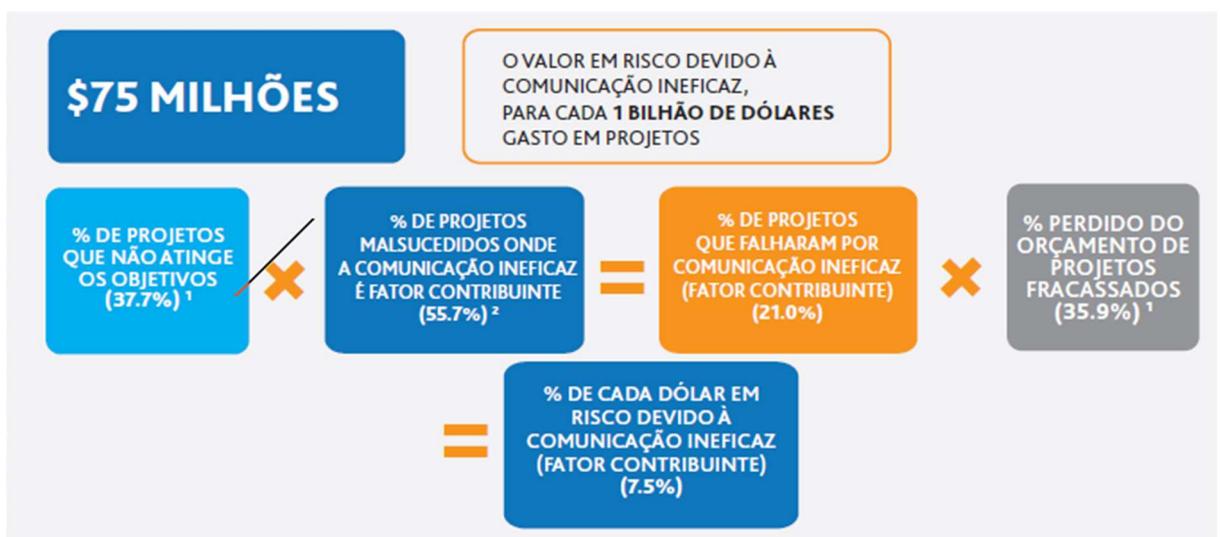
Figura 2 – Problemas mais frequentes durante desenvolvimento de projetos



Fonte: PMSURVEY.ORG, 2014

O artigo PMI (2013), “*The Essential Role of Communications*”, também revelou que o fator mais crucial de sucesso no gerenciamento de projetos é a comunicação eficaz com as partes interessadas — uma competência fundamental crítica a todas as organizações. A figura 3 a seguir, do citado artigo, mostra que para cada dólar investido, 7,5% do risco está associados a uma comunicação ineficaz.

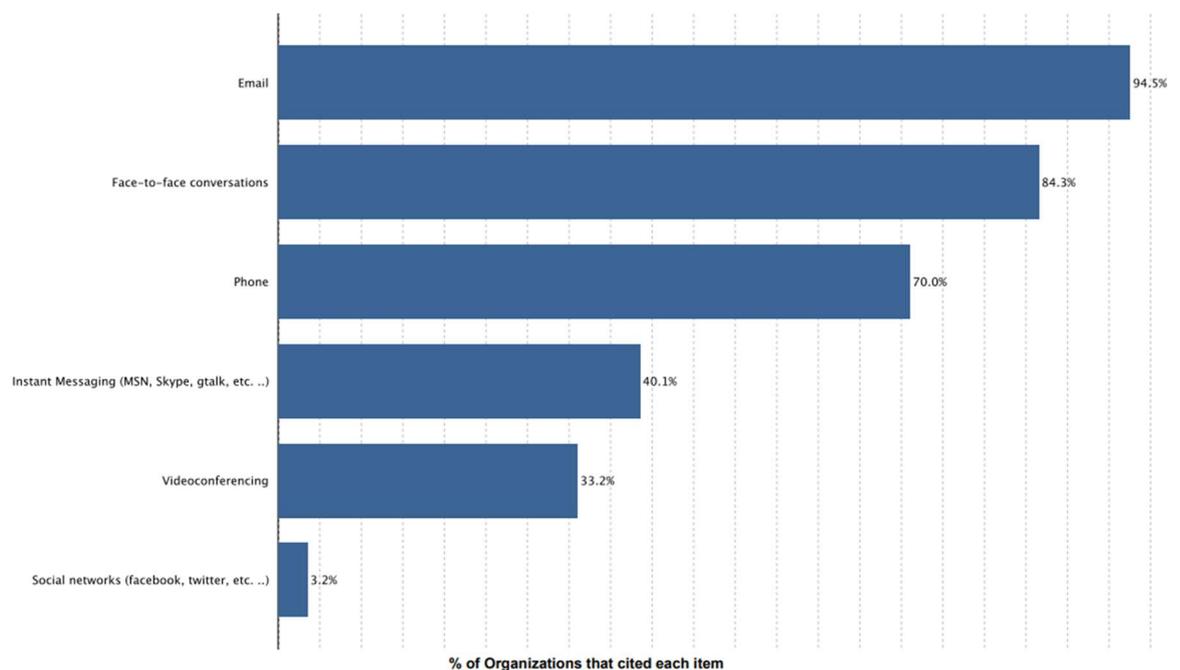
Figura 3 – Meios de comunicação mais frequentes no desenvolvimento de projetos



Fonte: PMI, 2013.

Segundo Tribelsky e Sacks (2010) faltam ferramentas adequadas para ter um controle mais detalhado deste fluxo de informação durante o desenvolvimento de projetos. Como mostra a figura 4 a seguir, que representa as ferramentas utilizadas por empresa, a partir da pesquisa realizada em 2014 pelo PMSURVEY.ORG.

Figura 4 – Meios de comunicação mais frequentes no desenvolvimento de projetos



Fonte: PMSURVEY.ORG, 2014

Dentre algumas ferramentas inovadoras surgindo no mercado, as plataformas web colaborativas para coordenação de projetos de edificações vêm ganhando espaço e, quando utilizadas em conjunto com BIM, podem impulsionar a colaboração e comunicação entre os participantes do time de projeto, diminuindo a necessidade das reuniões de coordenação e aumentando a eficiência do processo de projeto e seu controle pela equipe (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

De acordo com a literatura estrangeira (MEHRBOD et al., 2019), as plataformas web colaborativas são sistemas que possibilitam a troca de informações entre projetistas e a comunicação de inconsistências à equipe de projeto através de apontamentos ou problemas de coordenação de design. Esses apontamentos incluem informações estruturadas que permitem

um melhor controle e gestão, como localização, disciplinas envolvidas, responsáveis, prioridade e prazos, o que facilita a gestão das informações pela equipe. MEHRBOD et al. (2019) ainda afirmam que este é um tema pouco explorado na literatura.

Ao utilizar a tecnologia de sistemas web colaborativos para registrar apontamentos em um projeto, é possível centralizar toda a informação que normalmente estaria espalhada em atas de reunião, planilhas de controle de pendências e e-mails. Segundo Owen (2009, apud Manzione, 2013), as tecnologias digitais são desenvolvidas para sustentar os processos, que por sua vez sustentam a criação e manutenção de informações coerentes e relevantes, o que, por fim, sustenta a colaboração das pessoas envolvidas no projeto.

Com a evolução da tecnologia, surgem cada vez mais ferramentas que podem auxiliar na gestão das informações e na comunicação entre os envolvidos. Nesse sentido, o uso de sistemas web colaborativos pode ser uma excelente solução para centralizar as informações e promover uma comunicação mais eficiente e transparente. O objetivo deste trabalho é explorar as vantagens e desafios do uso desses sistemas em projetos, bem como apresentar algumas boas práticas para sua implementação.

2. DIRETRIZES DE PESQUISA

Neste capítulo, serão apresentadas as diretrizes de pesquisa estabelecidas para este trabalho de conclusão.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A pesquisa busca responder quais os impactos da adoção de plataformas web colaborativas na coordenação e comunicação no processo de projetos de edificações com uso de tecnologia BIM.

2.2 OBJETIVO DA PESQUISA

2.2.1 Objetivo principal

Realizar uma análise crítica sobre a implementação e evolução do uso de uma plataforma web colaborativa, bem como seus impactos na coordenação e gestão da comunicação no processo de projetos de edificações com a utilização da tecnologia BIM.

2.2.2 Objetivos secundários

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- a) Avaliar as contribuições das plataformas web colaborativas no processo de projetos;
- b) Identificar limitações da plataforma ou do próprio processo de projetos que possam dificultar a coordenação;
- c) Investigar a efetividade no longo prazo das plataformas web colaborativas;
- d) Elaborar uma lista de funcionalidades desejáveis em uma plataforma web colaborativa que possibilite uma melhor coordenação e gestão da comunicação no processo de projetos.

2.3 DELIMITAÇÕES

Este trabalho tem como proposta a criação de uma solução para aprimorar a coordenação e comunicação em projetos de edificações verticais e horizontais de diversos segmentos, incluindo residencial, comercial e institucional. A pesquisa se baseia na utilização da tecnologia BIM, que apresenta vantagens na troca de informações e tomada de decisões em comparação ao uso de projetos CAD.

Para atingir esse objetivo, a pesquisa adota um estudo de caso realizado em uma startup de gerenciamento de projetos, em conjunto com escritórios parceiros responsáveis pela coordenação dos projetos. A análise crítica da implementação e efetividade de uma plataforma web colaborativa e seus efeitos na coordenação e gestão da comunicação do processo de projeto de edificações é o foco central da pesquisa.

Adicionalmente, a proposta desta pesquisa abrange a identificação das limitações da plataforma e/ou do próprio processo de projeto, que possam dificultar a coordenação, a avaliação da efetividade no longo prazo das plataformas web colaborativas e a elaboração de uma lista de funcionalidades desejáveis em uma plataforma web colaborativa para aprimorar a coordenação e gestão da comunicação no processo de projetos.

A pesquisa contribui para o entendimento sobre como as plataformas web colaborativas podem influenciar a coordenação e gestão da comunicação em projetos de edificações, e pode ser aplicada em outras empresas ou plataformas, adaptando-se às conclusões obtidas de acordo com o contexto organizacional.

2.4 LIMITAÇÕES

As limitações deste estudo são apresentadas a seguir:

a) O estudo de caso foi baseado em um processo sequencial de desenvolvimento de projetos, com entregáveis por fase, conforme descrito por Fabrício et al. (1999);

b) A análise dos benefícios da plataforma web colaborativa na coordenação e comunicação foi limitada pelo fato de ter sido adaptada ao processo específico de desenvolvimento de projetos dos escritórios parceiros, que era fragmentado, sequencial e, muitas vezes, apressado;

c) Algumas questões identificadas na compreensão do problema não foram abordadas neste trabalho, pois não estavam diretamente relacionadas ao tema central.

2.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 3 apresenta uma revisão da literatura sobre coordenação de projetos, o Capítulo 4 sobre *Building Information Modeling* e o Capítulo 5 sobre a gestão da comunicação na coordenação de projetos.

O Capítulo 6 descreve a metodologia utilizada na pesquisa, o Capítulo 7 apresenta a análise dos resultados obtidos e o Capítulo 8 traz as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

3. COORDENAÇÃO DE PROJETOS

3.1 O PROJETO

De acordo com Melhado (1994), no âmbito da construção civil, a atividade de projeto pode ser definida como um serviço que faz parte do processo de construção, sendo responsável por desenvolver, organizar, registrar e transmitir as características físicas e tecnológicas que são especificadas para uma obra e que devem ser consideradas na fase de execução.

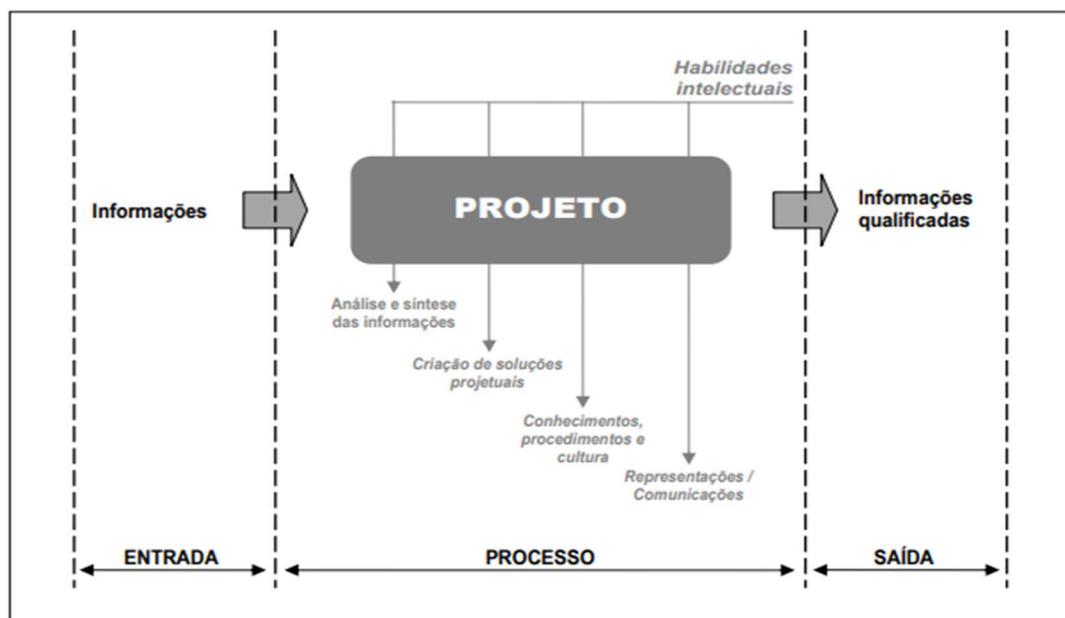
Além disso, Andery (2003) considera o projeto como um processo que inclui diversas atividades coordenadas, com o resultado sendo o "produto projeto", o que implica no estabelecimento de métodos e técnicas construtivas e considera todas as fases de um empreendimento.

Williams (2002) complementa essas definições ao afirmar que um empreendimento é um projeto único, com começo e fim definidos, conduzido por pessoas para alcançar metas estabelecidas dentro de parâmetros de custo, tempo e qualidade.

Tzortzopoulos (1999, p.34) descreve o processo de projeto utilizando o conceito de "Projeto como Conversão", onde projetar é a atividade de transformar os requisitos dos clientes, tanto internos como externos, em projetos que atendam a esses requisitos.

De acordo com Fabrício (2002, p. 118), o processo de elaboração de projetos é complexo e requer diversas habilidades intelectuais e motoras, assim como a utilização dos sentidos, memória, raciocínio e habilidades manuais. A Figura 5 apresenta um esquema que ilustra o processo intelectual de projeto proposto pelo autor.

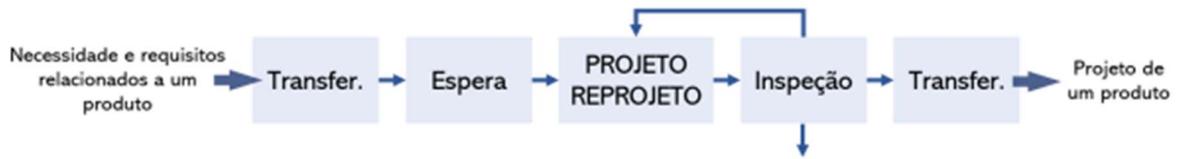
Figura 5 – Processo intelectual de projeto



Fonte: Fabrício (2002, p. 118)

Ballard e Koskela (1998) propõem uma visão do processo de elaboração e gestão de projetos baseada no conceito de "Projeto como Fluxo de Informações". Nessa abordagem, conforme ilustrado na Figura 6, a ênfase é na transferência de informações e os autores argumentam que a minimização do desperdício na gestão de informações é o principal objetivo para otimizar o projeto.

Figura 6 – Processo de projeto como fluxo de informação



Fonte: Ballard e Koskela (1998)

Neste trabalho, adotaremos as definições de projeto propostas por Melhado (1994), de empreendimento apresentada por Williams (2002) e de processo de projeto descrita por Andery (2003) e Ballard e Koskela (1998).

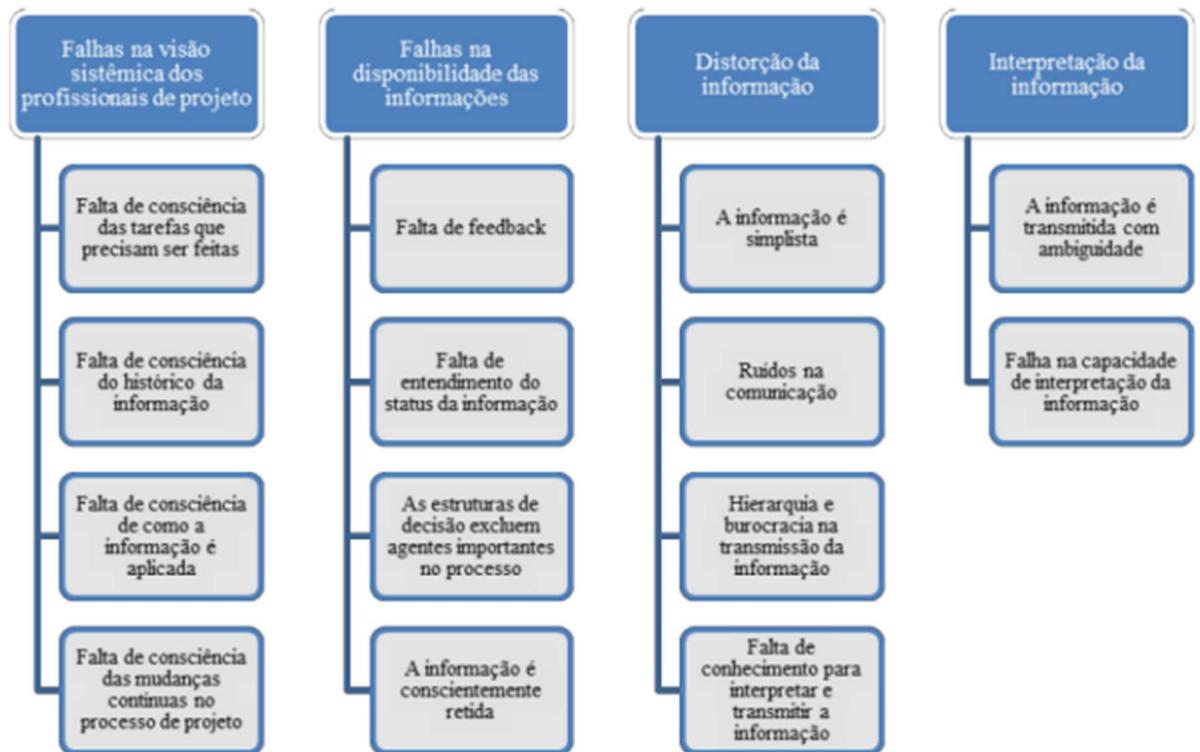
3.2 O PROCESSO DE PROJETO

No processo de projeto, há diversos obstáculos que podem dificultar o cumprimento dos objetivos. Manzione (2013) destaca algumas questões problemáticas apontadas por Ballard e Koskela (1998) em relação ao uso da visão do projeto como conversão. Entre essas questões, destacam-se:

- a) a administração rígida e sequencial do trabalho de projeto, que se concentra exclusivamente no cumprimento dos contratos individuais dos projetistas;
- b) a fragmentação das tarefas, que valoriza mais a conclusão individual de cada tarefa do que a interação entre elas;
- c) a compreensão limitada da gestão do projeto como uma gestão isolada de tarefas, o que pode levar a resultados insatisfatórios para o cliente;
- d) a falta de trabalho colaborativo para a solução conjunta de problemas na equipe de projetos;
- e) a percepção limitada da natureza cíclica e interativa do projeto, o que pode gerar um alto índice de retrabalho;
- f) a negligência aos requisitos do cliente em longas sequências de trabalho.

Por outro lado, a visão do processo de projeto como fluxo de informações apresenta seus próprios desafios em relação à gestão do fluxo de informações, como destacado por Eckert, Clarkson e Stacey (2001) na Figura 7.

Figura 7 – Problemas relacionados ao processo de projeto como fluxo de informação



Fonte: Manzione (2013) – Adaptado de Eckert, Clarkson e Stacery (2001)

Embora haja aceitação e utilização de ambos os termos na literatura, com obstáculos semelhantes, este estudo opta por adotar o termo "processo de projeto", conforme proposto por Ballard e Koskela (1998), para se referir ao fluxo de informações. O objetivo é aprimorar a gestão das informações transmitidas e reduzir os obstáculos identificados por Eckert, Clarkson e Stancery (2001), que estão mais alinhados com o modelo de desenvolvimento de projetos observado atualmente na indústria da construção e proposto neste estudo.

3.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO

Conforme Tzortzopoulos (1999, p.22), existem várias definições na literatura para as etapas do processo de projeto devido à complexidade do processo, que envolve tomada de decisões em diferentes níveis, dependendo do grau de detalhamento do projeto e das características dos intervenientes envolvidos. Além disso, o processo é desenvolvido com alto grau de incerteza, contribuindo para a variedade de abordagens encontradas na bibliografia.

A autora ainda destaca que a falta de padronização das etapas de projeto pode estar relacionada ao nível de especialização de projetos específicos durante o desenvolvimento, o que pode gerar problemas ao longo do processo. Isso ocorre devido à compreensão diferenciada do conteúdo técnico de cada uma das etapas descritas, resultando em dificuldades e desafios que podem afetar o resultado do projeto.

Tzortzopoulos (1999, p.23), dessa maneira, define em sua tese de mestrado as seguintes fases de projeto: (a) Planejamento e concepção do empreendimento; (b) Estudo preliminar; (c) Anteprojeto; (d) Projeto legal; (e) Projeto executivo; (f) Acompanhamento de obra; (g) Acompanhamento de uso. Essa classificação é adotada também por Silva e Novaes (2008).

Fabrizio, Melhado e Baia (1999) propõem uma divisão do desenvolvimento de projetos em três etapas: (I) planejamento do empreendimento; (II) concepção do produto; e (III) desenvolvimento do produto, que é subdividido em cinco subetapas: (a) anteprojeto; (b) projeto legal; (c) pré-executivo; (d) executivo e detalhamento; e (e) projeto de produção.

Rodríguez (2005) defende que as etapas de planejamento e concepção do empreendimento são diferentes do processo de projeto, já que nessa fase a atividade projetual propriamente dita é incipiente. Manzione (2013, p.144) simplifica a divisão do processo de projeto em quatro etapas no conceito de Projeto Tradicional: (a) estudo preliminar; (b) anteprojeto; (c) pré-executivo; e (d) executivo e detalhamento. Essa divisão contempla as principais fases do processo de projeto, desde a análise preliminar até o detalhamento do projeto.

Essa última classificação é amplamente utilizada em procedimentos de grandes construtoras brasileiras, incluindo duas das empresas selecionadas para o estudo de caso. Por isso, essa classificação será adotada neste trabalho.

3.4 CONCEITO DE COORDENAÇÃO

Segundo Pinto e Slevin (1988), o gerenciamento de projetos é "a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos seus requisitos". Isso envolve a definição de objetivos, a identificação e gestão de recursos, a elaboração de um plano de ação e a monitorização e controle do progresso do projeto.

De acordo com Silva e Souza (2003), o gerenciamento de projeto consiste em administrar todas as responsabilidades, prazos e objetivos estabelecidos, por meio de planejamento, organização e controles que são mantidos durante todo o processo de projeto. Essa definição destaca a importância de uma gestão eficiente para garantir o sucesso do projeto, envolvendo desde o planejamento até a execução e entrega.

Franco e Agopyan (1993) definem a coordenação de projetos como a atividade que fornece suporte ao desenvolvimento dos projetos, visando atender aos objetivos do empreendimento. Essa atividade é crucial para garantir que todas as etapas do processo de projeto sejam realizadas de forma integrada e coordenada, a fim de minimizar erros e garantir a qualidade do projeto.

Segundo Melhado (1994, p.199), a coordenação de projetos deve ter como objetivos básicos:

- (a) orientar a equipe de projeto e garantir o atendimento às necessidades dos clientes do projeto;
- (b) garantir a obtenção de projetos coerentes e completos, sem conflitos entre as especialidades (vazios de projeto);
- (c) coordenar o desenvolvimento do projeto, distribuindo tarefas e estabelecendo prazos, disciplinando o fluxo de informações entre os participantes e demais envolvidos no projeto, transmitindo dados e realizando consultas, organizando reuniões de integração e controlando a qualidade do "serviço projeto";
- (d) decidir entre alternativas para solução de problemas técnicos, em especial nas interfaces entre especialidades.

A coordenação dos projetos pode ser realizada de diferentes formas, como um serviço praticado pela própria construtora e incorporadora, visando maior controle sobre o processo de projeto e padrões exigidos, ou ser terceirizada a uma empresa de consultoria externa. Além disso, a coordenação pode ser realizada pelo escritório projetista de arquitetura (Manson, 2007).

3.5 ATIVIDADES DA COORDENAÇÃO

As atividades de coordenação de projetos englobam dois aspectos fundamentais: a gestão da coordenação e a coordenação técnica, como ilustrado na Figura 8 abaixo.

Figura 8 – Coordenação de projetos



Fonte: SILVA, 2005

Essas atividades são interdependentes e devem ser realizadas de forma integrada para garantir a eficiência e eficácia da coordenação de projetos. A gestão da coordenação envolve a organização e gestão do processo de coordenação em si, incluindo a definição de responsabilidades, o estabelecimento de prazos e a gestão das comunicações entre a equipe de projeto. Já a coordenação técnica se concentra na integração e resolução de conflitos entre as diferentes especialidades envolvidas no projeto, garantindo a coerência e consistência do projeto como um todo.

3.5.1 Gestão da coordenação

Considerando que o objetivo deste estudo está centrado no gerenciamento de projetos e não no planejamento do processo, a análise bibliográfica será direcionada aos elementos relacionados à gestão da coordenação, conforme descrito por Silva e Novaes (2008) e representado na Figura 9.

Figura 9 – Gestão da coordenação



Fonte: SILVA, 2005

3.5.1.1 Gestão do Projeto

De acordo com Silva e Novaes (2008), a administração do processo de projeto assegura que todas as etapas do desenvolvimento do projeto sejam realizadas em conformidade. Essa gestão estabelece os objetivos e critérios a serem seguidos durante a elaboração dos projetos e avalia e valida as diferentes propostas de projeto.

3.5.1.2 Gestão da Qualidade

Segundo Silva e Novaes (2008, p.61), a gestão da qualidade dos projetos é responsável pelo controle da qualidade do conteúdo técnico e da representação gráfica dos projetos, através das seguintes atividades:

- Elaboração e preenchimento das listas de verificação para o controle da qualidade de todos os projetos;
- Análise e compatibilização das interferências entre os diferentes projetos;
- Garantia da qualidade das soluções técnicas adotadas, integrando as soluções de projeto com o processo de execução;
- Conciliação, compatibilização e integração contínuas do conjunto de projetos, soluções e padrões ao longo do processo.

3.5.1.3 Gestão da Comunicação

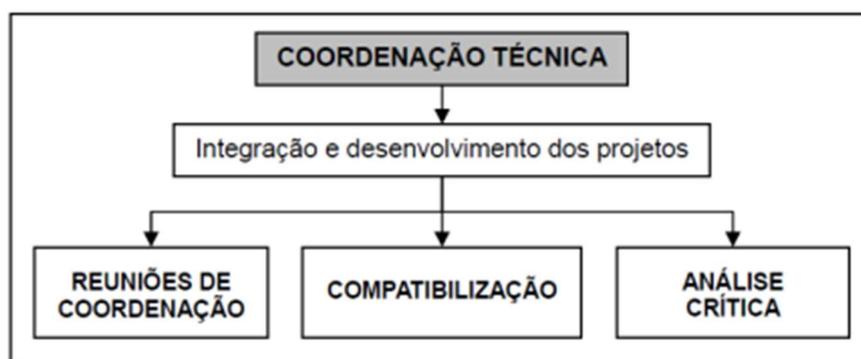
Conforme Silva e Novaes (2008), a gestão da comunicação em projetos de edificações tem como objetivo promover uma comunicação eficiente entre todos os envolvidos no projeto. Para isso, é necessário estabelecer procedimentos para a geração e troca de informações técnicas

entre os profissionais responsáveis pelo projeto, durante todas as fases de desenvolvimento. Aprofundaremos esse tópico no capítulo 5.

3.5.2 Coordenação técnica

De acordo com Silva (2005), os aspectos relacionados à coordenação técnica envolvem as reuniões de coordenação, compatibilização e análise crítica, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Aspectos da coordenação técnica



(fonte: SILVA, 2005)

3.5.2.1 Reuniões de Coordenação

As reuniões de coordenação, segundo Silva e Novaes (2008), envolvem a participação dos profissionais envolvidos no projeto do empreendimento e têm como objetivo obter a compatibilização entre as soluções adotadas nos diversos projetos. Durante essas reuniões, são discutidas questões relacionadas ao planejamento do projeto, controle de interfaces, dados de entrada, revisões e pendências. Também são relatadas interferências e incompatibilidades identificadas durante o desenvolvimento dos projetos, e são discutidas soluções propostas pelas diferentes disciplinas.

De acordo com Silva e Novaes (2008, p.64), existem diferentes formas de registrar as discussões e definições realizadas durante as reuniões de coordenação, tais como:

- Elaboração de ata: que consiste em uma síntese de todas as informações relevantes, questões analisadas, pendências de projeto e decisões definidas e deliberadas;
- Registro da reunião: em que a ata com os motivos das decisões tomadas, os prazos e as responsabilidades é assinada pelo coordenador e demais participantes, e deve ser validada entre as partes, por se constituir em documento oficial;

- Controle de pendências: que utiliza uma tabela de pendências de projeto com as informações a serem geradas e os prazos pré-estabelecidos.

3.5.2.2 Compatibilização de Projetos

A compatibilização dos projetos envolve a análise das soluções propostas, a integração das diferentes fases do projeto e a avaliação das especificações técnicas. É possível realizar a compatibilização por meio da sobreposição de entregáveis, como desenhos em formato impresso ou digital em pranchas bidimensionais ou tridimensionais.

Quando são identificadas incompatibilidades, é importante registrá-las e comunicá-las aos projetistas para que possam ser ajustadas e monitoradas para validação na próxima entrega. Essa abordagem é indicada por especialistas no assunto, como Silva e Novaes (2008) e Melhado (1994).

3.5.2.3 Análise Crítica de Projetos

Por fim, há a etapa de análise crítica dos projetos, em que o coordenador realiza a análise dos diversos projetos. Nessa etapa, é importante indicar alterações ou complementações que visem atender às diretrizes do cliente ou contribuir para a qualidade dos projetos. Isso pode incluir adequar as características do produto, aumentar sua construtibilidade, reduzir custos ou prazos, otimizar métodos construtivos e racionalizar a produção.

De acordo com Melhado, Barros e Souza (1996), essa etapa é essencial para garantir a qualidade dos projetos. A NBR ISO 9000 também normatiza essa atividade, definindo-a como uma análise realizada para determinar a pertinência, adequação e eficácia do que está sendo examinado, visando alcançar os objetivos estabelecidos (ABNT, 2000).

4. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

4.1 DEFINIÇÃO

Conforme explicado por Eastman et al. (2014) em seu livro BIM Handbook, *Building Information Modeling* (BIM) é uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados que permitem produzir, comunicar e analisar modelos de construções. Esses modelos de construção são caracterizados pela presença de componentes de construção representados como elementos digitais inteligentes, ou seja, objetos que possuem informações sobre si mesmos e que podem ser associados a atributos gráficos e semânticos computáveis e regras paramétricas.

Succar et al. (2007), por sua vez, apresentam uma definição mais ampla do *Building Information Modeling* (BIM), considerando-o um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permitem o desenvolvimento colaborativo de projetos, construção e operação de uma edificação. Para que a colaboração ocorra de maneira efetiva entre as disciplinas em todo o ciclo de vida do projeto, é necessário que haja uma troca precisa de dados do modelo 3D e informações associadas. Isso pode ser feito tanto por meio do uso de softwares proprietários como por meio de arquivos de padrões abertos, como o IFC (Industry Foundation Classes), que permite a interoperabilidade entre diferentes softwares e plataformas (SUCCAR et al., 2012).

4.2 MODELAGEM PARAMÉTRICA

Eastman et al. (2014) destaca que a modelagem paramétrica de objetos é uma forma poderosa de criar e editar geometrias. Ela permite representar objetos por meio de parâmetros e regras que determinam a geometria, bem como suas propriedades e características não geométricas. Essas regras permitem que os objetos se atualizem automaticamente de acordo com o controle do usuário ou mudança de contexto. No entanto, a modelagem paramétrica exige que o projetista defina as informações necessárias desde o início do projeto, a fim de garantir a correta modelagem do objeto. As tecnologias que permitem aos usuários produzirem modelos

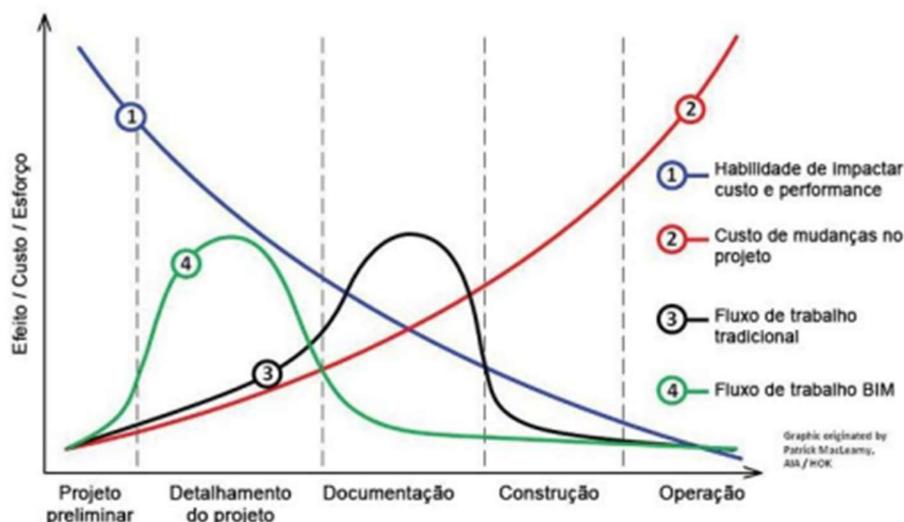
de construção baseados em objetos paramétricos são consideradas softwares BIM autorais (EASTMAN et al., 2014).

É importante compreender que o *Building Information Modeling* (BIM) é uma base de dados que relaciona e controla os componentes de um modelo, e que a geometria tridimensional desses componentes é um aspecto relevante, mas não o único. O mais importante na aplicação da modelagem paramétrica e do BIM é a habilidade de agregar, editar, escolher e compilar informações gráficas e não gráficas a esses objetos, visando aumentar a qualidade dos projetos (HARDIN; MCCOOL, 2015)

4.3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM

A curva de MacLeamy (Figura 11) é amplamente conhecida na área de projetos, pois ilustra a relação entre a antecipação do esforço de projeto e a capacidade de influenciar nos custos e qualidade final do empreendimento. Essa curva, desenvolvida pelo arquiteto Patrick MacLeamy, mostra que investir mais tempo e recursos na fase de projeto pode levar a uma redução significativa de custos e problemas durante a construção e operação do edifício.

Figura 11 – Curva de MacLeamy



Fonte: AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007

Por outro lado, deixar para resolver questões importantes apenas na fase de construção ou pós-ocupação pode gerar custos elevados e comprometer a qualidade do empreendimento. A curva de MacLeamy é considerada uma ferramenta útil para conscientizar os profissionais e

clientes sobre a importância de investir em um projeto bem planejado e antecipar possíveis problemas (AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007).

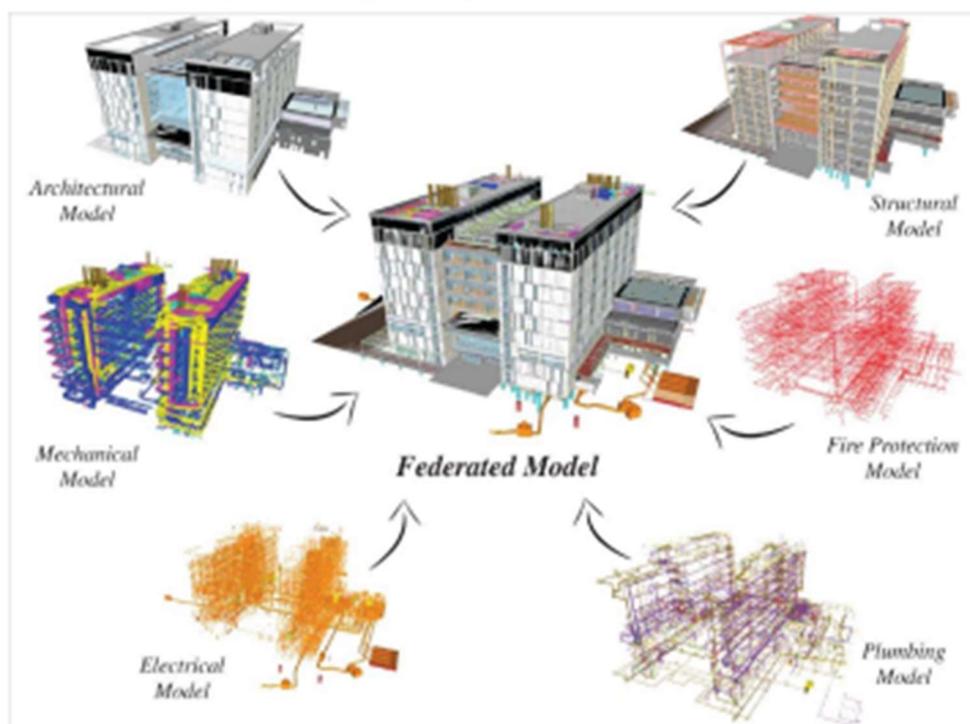
A tecnologia BIM, por sua essência, obriga os profissionais a anteciparem as tomadas de decisão durante o desenvolvimento dos projetos. Isso contribui para uma redução de custos e uma melhoria na qualidade final do empreendimento, como destacado pelo AIA (2007).

Por exemplo, em um software CAD convencional, o traçado de uma tubulação pode ser representado apenas por uma linha. No entanto, na modelagem paramétrica do BIM, é necessário definir o diâmetro da tubulação desde o primeiro lançamento, o que antecipa a definição do shaft ou espaço no entreferro pela arquitetura para acomodar a tubulação

A coordenação e compatibilização de projetos em BIM é realizada através do uso do modelo federado, que é composto pelos modelos BIM de diferentes disciplinas e logicamente ligados. Neste modelo, as fontes de dados mantêm sua identidade e integridade, mesmo estando interligadas, ou seja, uma mudança realizada em um modelo não afeta os demais elementos do modelo federado (LOWE e MUNCEY, 2009).

A Figura 12 ilustra o conceito de um modelo federado, no qual é possível visualizar a integração de diferentes disciplinas em um único modelo, permitindo a identificação de possíveis conflitos entre os diferentes elementos e a realização de ajustes necessários antes da construção. Esse processo colaborativo e integrado é uma das principais vantagens do BIM, contribuindo para a redução de conflitos, economia de tempo e redução de custos durante a execução da obra.

Figura 12 – Representação de um modelo federado



Fonte: Leite, 2019

De acordo com Leusin (2018), o Modelo Federado é uma abordagem que permite que todos os envolvidos em um projeto visualizem as disciplinas de outros participantes, possibilitando a identificação de eventuais conflitos e problemas de projeto. Além disso, essa abordagem também oferece ferramentas de comunicação para que os envolvidos possam comunicar esses problemas aos demais. Vale ressaltar, no entanto, que cada projetista só pode alterar o modelo de sua autoria.

Segundo Eastman et al. (2014), o Modelo Federado é comumente criado em ferramentas de integração e verificação de modelos BIM, como os softwares Autodesk Navisworks® ou Solibri Model Checker®. Ao contrário dos softwares autorais, essas ferramentas não permitem a modelagem ou edição das informações dos elementos, mas oferecem funções específicas de visualização, navegação, validação e compatibilização de modelos, que auxiliam nas atividades de coordenação do projeto. Dessa forma, essas ferramentas são úteis para identificar conflitos e problemas de projeto, permitindo a comunicação entre os envolvidos de maneira mais eficiente.

4.3.1 Visualização 3D e revisão dos modelos

Conforme apontado pela CBIC (2016), a modelagem 3D é uma ferramenta importante para garantir a visualização exata do que está sendo projetado, mesmo em instalações ou edificações complexas. A visualização precisa é fundamental para garantir o entendimento e a eficácia na comunicação e no alinhamento entre todos os envolvidos na construção do empreendimento. Por sua vez, segundo Eastman et al. (2014), a visualização em 3D permite identificar inconsistências de projeto que não seriam facilmente perceptíveis em desenhos 2D.

Eastman et al. (2014) destacam que os softwares de integração e revisão possuem como característica fundamental a visualização dos modelos digitais em múltiplas perspectivas, permitindo aos usuários navegar pelo modelo e fazer consultas de forma interativa, como visualizar partes específicas do modelo por meio de caixas de corte. Esses softwares também permitem que o usuário consulte as propriedades dos elementos do modelo de cada disciplina, bem como filtre os elementos com as mesmas propriedades ou da mesma categoria.

Conforme mencionado anteriormente, os softwares de integração e revisão permitem filtrar os elementos do modelo com base em suas propriedades ou categorias. A partir dessa ferramenta de filtragem, é possível ligar ou desligar a visibilidade de um conjunto de elementos com as mesmas propriedades, o que facilita a compreensão dos projetos de disciplinas específicas.

Por exemplo, é possível filtrar os diferentes sistemas de esgoto pluvial, sanitário e água fria em um projeto hidrossanitário com base nas informações contidas nos elementos de tubulação e conexões e isolar a visualização de apenas um dos sistemas, se necessário. Isso torna mais fácil entender e avaliar o projeto hidrossanitário e identificar possíveis problemas ou conflitos.

4.3.2 Detecção automática de interferências

Conforme destacado por Eastman et al. (2014), a detecção automática de interferências, ou Clash Detection, é provavelmente o uso mais comum do BIM na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). No entanto, essas ferramentas vão além da simples detecção de conflitos entre geometrias 3D. Elas combinam essa detecção com análises de interferências

baseadas em semântica e regras baseadas nas informações dos elementos. Isso permite identificar conflitos qualificados e estruturados, considerando as informações específicas de cada elemento do modelo.

Conforme mencionado por Eastman et al. (2014), as ferramentas de detecção de conflitos baseadas em BIM permitem que construtores verifiquem conflitos de maneira seletiva entre sistemas específicos. Por exemplo, é possível fazer a checagem de conflitos entre os sistemas mecânicos e estruturais, porque cada componente no modelo é associado a um tipo específico de sistema.

Conforme mencionado anteriormente, a detecção automática de interferências em modelos BIM é realizada em softwares de verificação de modelos BIM, como Autodesk Navisworks® ou Solibri Model Checker®. Esses softwares permitem criar diversas regras de detecção, como a configuração dos conjuntos de elementos a serem selecionados para o teste, tolerâncias permitidas e tipos de interferências que podem ser ignoradas. Cada interferência entre duas geometrias é contabilizada individualmente e é chamada de colisão, ou clash, em inglês.

De acordo com Leite et al. (2011), durante o processo de identificação de interferências, nem todas as colisões encontradas representam interferências reais no projeto. Algumas podem ser conflitos duplicados ou erros de modelagem, e são chamadas de Falsos Positivos. Isso significa que apenas uma fração do total de colisões encontradas representa interferências reais entre os elementos do projeto.

Portanto, embora o processo de detecção de interferências seja automático, a análise das interferências para identificar quais realmente são interferências de projeto faz parte do trabalho do coordenador de projetos, como destaca Mehrbod (2019). É importante que o profissional responsável pela coordenação do projeto tenha conhecimento e experiência para identificar as interferências reais e garantir a qualidade e a precisão do projeto.

Conforme destacado por Silva e Novaes (2008), em um processo de projeto com BIM, a ferramenta de detecção automática de interferências é aplicada durante as etapas de compatibilização de projetos e escopo da Coordenação Técnica. No entanto, é importante

salientar, conforme apontado por Mehrbod (2019), que as ferramentas BIM disponíveis atualmente ainda são incapazes de identificar automaticamente várias inconsistências e questões de projeto que são particularmente desafiadoras de se coordenar e resolver. Dessa forma, é necessário utilizar a visualização 3D e navegação nos modelos com a detecção automática em paralelo e com a experiência do coordenador para aumentar a qualidade da compatibilização.

5. GESTÃO DA COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO

5.1 COMUNICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

De acordo com TZORTZOPOULOS (1999), a relevância da comunicação durante a produção de edificações é evidenciada por diversos fatores, tais como a natureza mutável do processo construtivo, a participação de múltiplos agentes, a necessidade de colaboração em equipe e o alto nível de coordenação exigido para garantir o sucesso das atividades envolvidas.

MANSO e MITIDIERI FILHO (2007) afirmam que a falta de habilidade nas comunicações é responsável pela maioria dos conflitos, desentendimentos e insatisfações entre as pessoas, quando se analisa o relacionamento humano.

Segundo MEDEIROS e MELHADO (2013), a efetividade na condução de um projeto em seu processo de desenvolvimento está diretamente relacionada à adoção de um modelo de comunicação capaz de integrar e colaborar com as partes envolvidas, de forma a agregar o conhecimento individual em prol dos objetivos compartilhados pelo projeto, e não somente para alcançar objetivos individuais.

A efetividade na condução de um projeto em seu processo de desenvolvimento está diretamente relacionada à adoção de um modelo de comunicação capaz de integrar e colaborar com as partes envolvidas, de forma a agregar o conhecimento individual em prol dos objetivos compartilhados pelo projeto, e não somente para alcançar objetivos individuais (MEDEIROS; MELHADO 2013)

MARTINS et al. (2017) destacam que, em um contexto colaborativo de desenvolvimento de projetos, as trocas de informações entre os participantes são fundamentais para sanar dúvidas e discutir soluções construtivas a serem aplicadas na execução do projeto.

Segundo Molena (2010, apud Martins et al., 2017), não é suficiente que os gerentes de projetos dediquem grande parte do tempo para se comunicar com a equipe através de e-mails ou conversas, se não conseguirem se expressar de forma clara, direcionada aos envolvidos e dentro do prazo adequado.

Em sua pesquisa, Akponeware e Adamu (2017) afirmam que, ao entrevistar seis coordenadores de projeto em um estudo de caso, quatro deles relataram que o processo de comunicação para relatar problemas encontrados nos modelos BIM era majoritariamente feito por e-mail com os projetistas, enquanto dois informaram que não havia nenhum processo formal estabelecido.

De acordo com Manzione (2013), grande parte da comunicação que ocorre no desenvolvimento de projetos é realizada de forma informal, e muitas vezes não é dada a devida atenção a esse tipo de comunicação.

Segundo Leusin (2018), o processo colaborativo do BIM implica em um aumento significativo das trocas de informações entre os membros da equipe, o que gera a necessidade de sistemas que organizem essas comunicações de forma formal, garantindo a segurança e a rastreabilidade das informações.

5.2 PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS

Com o intuito de minimizar as falhas de comunicação em projetos, que são responsáveis por diversas falhas, o mercado tecnológico tem introduzido novas soluções, como as plataformas online que atuam como intermediárias entre os gestores e outros membros da equipe. Essas tecnologias têm sido adotadas pelas empresas para facilitar a troca de informações entre as organizações envolvidas na execução de um projeto, permitindo a gestão distribuída de projetos (MARTINS et al., 2017).

De acordo com Manso e Mitidieri Filho (2007), as plataformas web colaborativas são ferramentas computacionais que conectam, por meio da internet, todos os membros envolvidos na elaboração do projeto. Esses sistemas possibilitam a gestão online de todas as etapas do projeto, utilizando um único banco de dados disponibilizado por um servidor.

Uma das funções das plataformas web colaborativas é permitir a troca de informações em tempo real entre construtores e projetistas por meio da internet, registrando essas informações na nuvem. Isso acelera o processo de comunicação, evitando atrasos e aumentando a confiabilidade do processo (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Além disso, de acordo com Leusin (2018, p.100), uma das principais vantagens dessas plataformas é a substituição das atas de reuniões, uma tarefa trabalhosa que se dilui no decorrer das trocas, seja em reuniões presenciais ou virtuais, mantendo o registro de todas as comunicações entre os participantes.

No entanto, é importante destacar que apenas o uso de uma ferramenta colaborativa não é o suficiente para garantir o sucesso do processo de gestão da comunicação. É necessário estabelecer regras claras para a troca de informações (MANSO; MITIDIERI FILHO, 2007).

5.3 PROCESSO DE COMUNICAÇÃO COM BIM

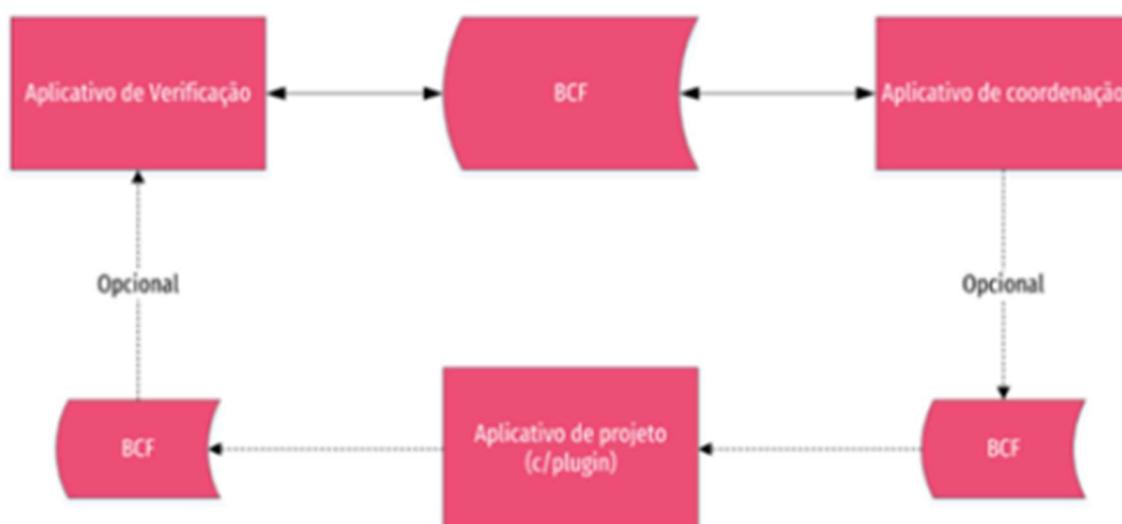
Até 2010, a única forma de comunicar informações sobre modelos BIM era enviando o modelo completo, embora com algumas informações filtradas, ou enviando imagens de um trecho do modelo, que eram difíceis de localizar. Quem recebia a solicitação tinha que comparar diferentes versões do modelo para entender o que estava sendo solicitado (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

A partir de 2010, o formato *Building Collaboration Format* (BCF) foi desenvolvido como solução para o problema de comunicação sobre modelos BIM. Esse formato é baseado em linguagem XML de padrão aberto e permite o envio de relatórios com imagens de vistas tridimensionais coordenadas do modelo BIM geradas pelo software de verificação, chamadas *viewpoints*, vinculadas dinamicamente a elementos que podem ser acessados por usuários de

diversos locais e especialidades. Além disso, o BCF também permite a comunicação de responsabilidades e prazos, assim como as plataformas web colaborativas (LEUSIN, 2018).

Com o uso do software de verificação e coordenação, os conflitos ou questões de projeto com suas informações inerentes são gerados em um arquivo BCF que pode ser enviado individualmente para cada projetista. O processo de comunicação com o uso do BCF é representado na Figura 13 no fluxograma básico (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Figura 13 – Fluxo esquematizado de coordenação com uso de arquivos BCF



Fonte: GDP *apud* ABDI,2017

Os softwares BIM podem ser integrados às plataformas web colaborativas por meio de plugins, possibilitando que qualquer conflito ou problema identificado no software de verificação seja registrado como um apontamento no servidor web da plataforma e vinculado aos elementos e viewpoints do modelo BIM de cada disciplina. Caso a plataforma comercial ofereça os plugins necessários para os softwares autorais, essa integração permite que os apontamentos sejam visualizados, comentados e resolvidos na nuvem diretamente nos softwares BIM, sem a necessidade de compartilhar arquivos BCF (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2017). As plataformas web colaborativas mais conhecidas no mercado que possuem essa funcionalidade são o BIM 360 da Autodesk®, o BIMCollab ZOOM da Kubus®, o BIMTrack da BIMOne® e o BIMSsync da Catenda®.

5.4 APONTAMENTO DE PROJETO

5.4.1 Conceito de apontamento de projeto

De acordo com Leusin (2018), o termo *issue* é utilizado para se referir a qualquer problema ou inconsistência identificado durante o processo de projeto por meio de rodadas de compatibilização ou análise crítica. O autor afirma que esses problemas devem ser registrados e comunicados aos participantes envolvidos por meio de uma plataforma web colaborativa. Antigamente, os *issues* eram analisados e comunicados à equipe de projeto por meio de e-mails, relatórios e reuniões de coordenação.

Mehrbod et al. (2019), ao abordarem a coordenação BIM, empregam o termo *design coordination issue* e o definem como um conflito mais complexo entre sistemas que não pode ser detectado apenas pela funcionalidade de *clash detection*. Em vez disso, sua resolução requer uma análise mais aprofundada.

Neste trabalho, adotamos a definição de *issue*, traduzido livremente como apontamento de projeto, proposta por Leusin (2018), que o define como uma questão, seja ela um problema, conflito, inconsistência, omissão ou melhoria, identificada, comunicada e monitorada durante o desenvolvimento de projetos por meio de ferramentas de verificação e colaboração. A solução dos apontamentos busca alterar ou complementar um projeto, ou ainda tornar dois ou mais projetos compatíveis, resultando na melhoria da consistência, clareza, construtibilidade e compatibilidade dos projetos de um empreendimento.

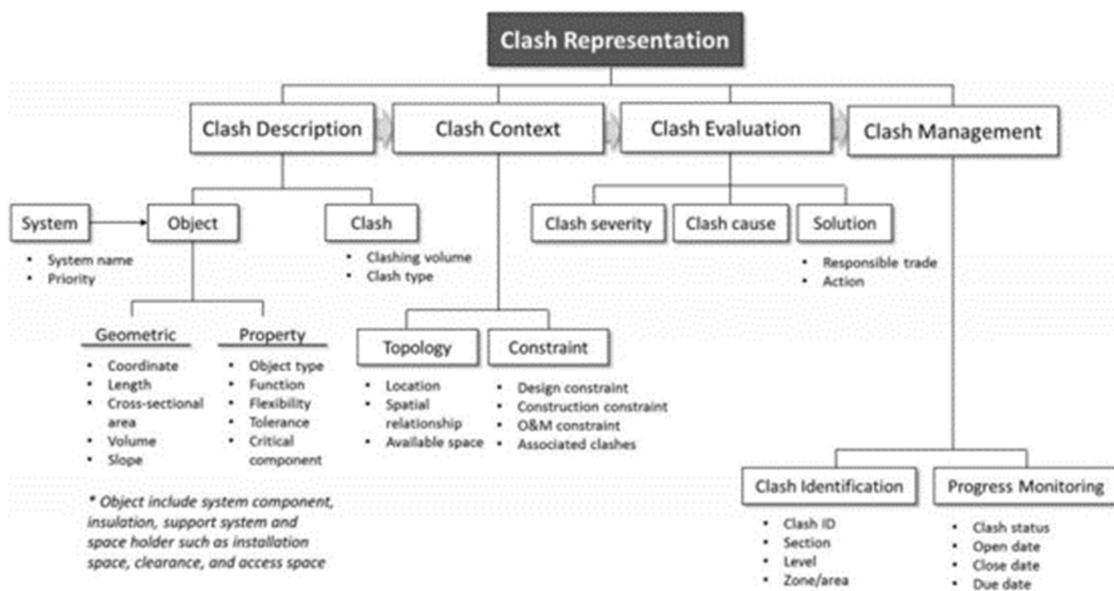
Geralmente, os apontamentos de projeto registrados em plataformas web colaborativas são acompanhados de várias outras informações estruturadas que ajudam os participantes a entender e compreender o apontamento. Essas informações incluem a localização, as disciplinas envolvidas, a prioridade, os responsáveis e, se vinculados ao modelo BIM, os elementos dos modelos envolvidos. Wang e Leite (2016) propõem um esquema para representar todas as informações contidas no processo de análise e resolução de um determinado conflito, como mostrado na Figura 14.

Um apontamento pode conter diversas informações semelhantes às de um *clash*, como prioridade, causa, solução, localização, restrições e datas. No entanto, como apontado por

Mehrbod (2019), o clash não é capaz de representar problemas ou questões de projeto mais complexos, o que torna necessário o uso de apontamentos para inserir outras informações necessárias para análise e gestão desses problemas. O autor destaca que esse assunto é pouco explorado na literatura e requer investigação adicional.

A qualidade e a precisão do processo de projeto podem ser relacionadas ao volume de apontamentos identificados e às informações inerentes a eles, conforme mencionado acima. As plataformas web colaborativas facilitam esse controle, pois geralmente apresentam o número de apontamentos, permitindo que eles sejam classificados por usuários ou filtrados por tags em algumas plataformas. A partir dessas classificações, é possível criar indicadores de precisão do projeto. Em última análise, o objetivo é sempre reduzir o número de apontamentos (Leusin, 2018).

Figura 14: Representação de um *clash*.



Fonte: Wang e Leite, 2016

5.4.2 Etapas de um apontamento de projeto

De acordo com Mehrbod et al. (2019), o processo de comunicação no processo de projeto com anotações envolve quatro fases distintas:

1) Identificação do apontamento, na qual o coordenador recebe os modelos BIM dos projetos entregues, vincula-os ao software de verificação e cria o modelo federado. Depois, por

meio da visualização e navegação no modelo e da ferramenta *clash detection* do software, são identificados os apontamentos.

2) Análise e resolução do apontamento, na qual o coordenador se reúne com o time de projetistas para revisar, discutir e encontrar soluções para resolver os apontamentos identificados, observando o modelo federado e as documentações de projeto.

3) Documentação do apontamento, é registrada a solução definida para cada apontamento, destacando quais ajustes são necessários e quem são os responsáveis.

4) Validação do apontamento, o coordenador valida os ajustes realizados após nova entrega de modelos

A maioria das plataformas web colaborativas utilizam dois ou três status para organizar os apontamentos, de acordo com o fluxo mencionado anteriormente.

1) Ativo ou Aberto, em que o apontamento é criado, publicado para todos e atribuído a um ou mais responsáveis para resolvê-lo.

2) Resolvido, Respondido ou Pronto para Revisão, em que o responsável atribuído resolveu ou respondeu ao apontamento e o coordenador deve validá-lo.

3) Fechado, em que o apontamento foi validado pelo coordenador e arquivado.

6. MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo são apresentados o método de pesquisa utilizado para elaboração deste trabalho, juntamente com as etapas e atividades executadas, além de apresentar as empresas e empreendimentos escolhidos para o estudo de caso.

6.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

O presente estudo é identificado como uma pesquisa qualitativa, tendo como base um estudo de caso. Conforme afirmado por Yin (2018), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que permite uma análise aprofundada e holística de um fenômeno dentro de seu contexto real, principalmente quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são distintas.

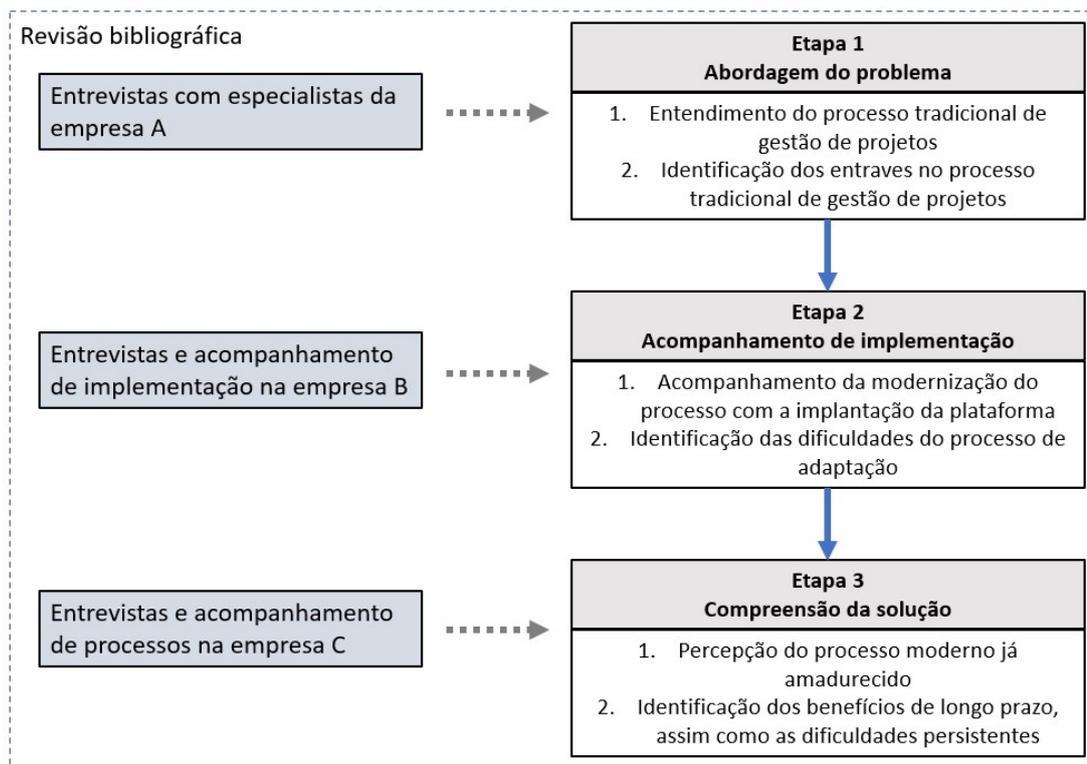
Apesar de sua ampla utilização em pesquisas, os estudos de caso não podem ser generalizados, uma vez que se concentram em um caso singular. Marconi e Lakatos (2017) afirmam que "o estudo de caso se refere à análise detalhada de um caso ou grupo humano em todos os seus aspectos. No entanto, é limitado, uma vez que se restringe ao caso estudado, o qual não pode ser generalizado". Isso significa que, embora o estudo de caso seja uma ferramenta valiosa para obter *insights* profundos sobre um fenômeno específico, seus resultados não podem ser aplicados a outras situações sem uma avaliação cuidadosa das diferenças contextuais.

Apesar das limitações em sua generalização, os estudos de caso ainda oferecem diversas vantagens, como aponta Gil (2009). Devido à sua capacidade de fornecer dados ricos, profundos e singulares, esse tipo de pesquisa permite uma análise aprofundada do objeto de estudo, considerando suas múltiplas dimensões. Além disso, o estudo de caso pode ser útil para explorar questões complexas e multifacetadas em um ambiente real, fornecendo uma compreensão detalhada de como um fenômeno funciona na prática (Yin, 2018).

6.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O presente estudo foi delineado em três etapas principais, as quais são apresentadas na Figura 15. Ademais, foi realizada uma revisão bibliográfica ao longo de todo o processo a fim de garantir a sustentação teórica necessária para embasar os resultados encontrados.

Figura 15: Fluxograma etapas de pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor

A etapa inicial da pesquisa compreendeu o entendimento dos problemas inerentes ao processo de coordenação e comunicação no desenvolvimento de projetos. Esse objetivo foi alcançado por meio de consulta a especialistas da área de coordenação de projetos e diagnóstico dos procedimentos adotados pela Empresa A, a primeira empresa investigada no estudo de caso.

A segunda etapa da pesquisa consistiu no acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa no processo de coordenação de projetos de quatro empreendimentos da Empresa B, segunda empresa analisada no estudo de caso.

A terceira e última etapa da pesquisa envolveu a análise dos processos de coordenação e comunicação da Empresa C, terceira empresa estudada, que já faz uso da plataforma há mais de um ano.

Nessa etapa, foram avaliados tanto o fluxo de trabalho quanto a maturidade e fluidez dos processos adotados pela empresa.

6.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

No presente capítulo serão delineadas as etapas que foram previamente estabelecidas no capítulo de delineamento da pesquisa.

6.3.1 Etapa 1 – Compreensão do problema

Inicialmente, foram conduzidas entrevistas abertas com dois especialistas renomados da área de projetos. O objetivo dessas entrevistas foi obter uma compreensão mais abrangente a respeito do processo de coordenação e comunicação em projetos de edificações, utilizando os métodos mais comumente empregados no mercado da construção civil, conforme indicado no Quadro 1.

Quadro 1 – Entrevistas com engenheiros especialistas

Tipo de entrevista	Modelo	Data	Duração	Perfil do entrevistado
Entrevista aberta	Online	20/mar	1h	Engenheiro civil, sócio da "Empresa A"
Entrevista aberta	Online	20/mar	1h	Engenheiro civil, gerente do setor de projetos da "Empresa A"

Fonte: elaborado pelo autor

O intuito dessa fase foi identificar as principais dificuldades encontradas no cenário atual e avaliar possíveis melhorias na qualidade do processo de projeto, por meio da estruturação dos problemas de projeto identificados e da adoção de plataformas web colaborativas para registro, comunicação e gestão.

Em seguida, realizou-se uma análise detalhada do processo interno de coordenação do projeto na primeira empresa estudada. Foram examinadas as atividades de compatibilização e análise crítica, bem como a comunicação com os projetistas sobre os problemas identificados e o acompanhamento dessas atividades, com base nos procedimentos adotados pela empresa e nos vários documentos usados diariamente no setor de projetos.

Adicionalmente, entrevistou-se um analista de projetos e um assistente técnico do setor, cujas descrições de perfil estão no Quadro 2, para aprofundar a análise dos gargalos existentes no processo. Essas entrevistas permitiram entender o processo atual como um todo, o fluxo de análise e ajuste de um problema de compatibilização e mapear suas diferentes etapas, com o

objetivo de ilustrar as dificuldades encontradas no processo de coordenação de projetos conduzido pela empresa.

Quadro 2 – Entrevistas com colaboradores da empresa A.

Tipo de entrevista	Modelo	Data	Duração	Perfil do entrevistado
Entrevista aberta	Presencial	21/mar	2h	Analista de Engenharia Civil com mais de 5 anos de experiência no setor de projetos da "Empresa A"
Entrevista aberta	Presencial	21/mar	1h e 30 min	Assistente técnico de Engenharia Civil, colaborador no setor de projetos da "Empresa A"

Fonte: elaborado pelo autor

Ao final, será apresentada uma descrição mais ampla das dificuldades identificadas durante o diagnóstico, seguida por uma reflexão baseada nas conclusões obtidas a partir das entrevistas realizadas e da revisão bibliográfica efetuada.

6.3.2 Etapa 2 – Acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa

Nesta fase, é apresentado como ocorreu a implementação da plataforma web colaborativa em um escritório de compatibilização de projetos e como isso afetou o processo de coordenação e comunicação durante o desenvolvimento de projetos de seus empreendimentos.

Todo o acompanhamento desse processo foi facilitado ao autor por acordo mútuo entre a equipe de implantação da plataforma e a “Empresa B”, onde o mesmo pôde participar nas etapas tradicionais de implantação, todas realizadas em formato de apresentações participativas online:

Inicialmente, foi realizada uma breve introdução na qual foram apresentadas as plataformas web disponíveis no mercado. Em seguida, foi detalhado o processo interno da empresa que resultou na escolha da plataforma utilizada no estudo, bem como suas principais funcionalidades.

Com base nisso, foi descrito o processo de implementação observado, incluindo os objetivos que o escritório almejou com a plataforma e os treinamentos ministrados aos projetistas e à equipe de coordenação de projetos. Neste estudo de caso, a equipe de coordenação era composta pelos dois coordenadores de projetos, que eram os principais responsáveis pela gestão da troca de informações na plataforma.

Foram detalhados os processos adotados para promover a coordenação e comunicação entre os projetos por meio da plataforma web colaborativa. Para exemplificar as situações observadas durante a implementação e ilustrar os novos fluxos empregados, foram utilizados exemplos retirados do estudo de caso.

6.3.3 Etapa 3 – Entendimento de um case de sucesso

De forma análoga à primeira etapa, foram realizadas entrevistas abertas com o coordenador e um analista de projetos da Empresa C, de forma a entender como se dá seu uso da plataforma, assim como quais são seus processos e fluxos de projeto.

Por meio das entrevistas, buscou-se observar os pontos e fluxos de uma empresa que há mais de um ano faz uso da plataforma, possuindo um fluxo bem estabelecido para a coordenação e comunicação em projetos, utilizando a plataforma como ferramenta central para registro e acompanhamento das atividades.

Quadro 3 – Entrevistas com engenheiros da empresa C

Tipo de entrevista	Modelo	Data	Duração	Perfil do entrevistado
Entrevista aberta	Presencial	23/mar	1h	Engenheiro Civil, coordenador do setor de projetos da "Empresa C"
Entrevista aberta	Presencial	23/mar	2h	Engenheiro Civil, especialista em BIM da "Empresa C"

Fonte: elaborado pelo autor

Além disso, devido ao maior histórico de uso, foram destacados os benefícios de longo prazo obtidos pela empresa, assim como os processos mais avançados e complexos que por ela são empregados.

No final dos resultados, as diversas contribuições da plataforma observadas pelo autor no estudo de caso são descritas, juntamente com as limitações identificadas e oportunidades de melhorias. Essa análise foi baseada não apenas nos dados coletados, mas também em feedbacks informais recebidos dos coordenadores e da equipe de projetistas.

Ao final do estudo, nas considerações finais, é feita uma relação entre as contribuições identificadas e as funcionalidades da plataforma. Além disso, é abordada a influência dessas contribuições na superação das dificuldades encontradas na primeira etapa de compreensão do problema.

6.4.1 Empresas e empreendimentos selecionados

Buscou-se selecionar empresas relativamente semelhantes no tocante a porte, estilo de negócio e corpo técnico. Dessa forma, as três empresas são escritórios de compatibilização e coordenação de projetos em BIM, prestando serviços para grandes construtoras brasileiras, todas fazem uso dos softwares mais usados no mercado, a se destacar Revit e Navisworks, ambos da empresa Autodesk.

Vale ressaltar que os projetos em BIM representam esmagadora maioria nessas empresas, sendo que somente alguns detalhes de projetos ainda são feitos em CAD através do software Autocad, da mesma empresa acima citada, normalmente por uma demanda muito específica e extraordinária, porém como representam parcela insignificante do processo, não farão parte desse estudo.

O corpo técnico desses escritórios é formado em média por cerca de 15 profissionais: pouco menos da metade desses costumam ser estagiários; os outros possuem graduação em engenharia civil ou arquitetura. As empresas trabalham todas em regime presencial e na região sul do Brasil.

As empresas englobam todo processo de gerenciamento e compatibilização de projetos das diferentes disciplinas necessárias a edificações de grande porte. Para cada empresa, escolheu-se como objeto de estudo um empreendimento, tratando-se de empreendimentos residenciais que, em média, possuíam 14 disciplinas diferentes, 15 andares, com cerca de 15.000m² de área construída.

Quadro 4 – Entendimento dos 3 empreendimentos do estudo.

Empreendimento em análise	Pavimentos	Área construída (m²)	Disciplinas envolvidas
Empreendimento A	14	13905	12
Empreendimento B	15	14875	15
Empreendimento C	15	16100	16

Fonte: elaborado pelo autor

De acordo com Stake (1995), há três fontes principais de evidências para um estudo de caso: (a) documentação; (b) entrevistas; e (c) observação direta. Stake argumenta que essas fontes são complementares e podem ser usadas de forma integrada para fornecer uma compreensão mais abrangente e profunda do caso em estudo.

A etapa 1 deste estudo de caso utilizou evidências da análise de documentos, incluindo os procedimentos do setor de projetos, e-mails e relatórios de coordenação de empreendimentos da empresa construtora.

Além disso, foram realizadas entrevistas para coleta de dados e suporte na tomada de decisões durante a pesquisa. Conforme Cervo e Bervian (2007), a entrevista é uma técnica valiosa para obter informações que não estão disponíveis em registros ou fontes documentais.

Na etapa 1 deste estudo, foram realizadas entrevistas não estruturadas para coleta de dados. Marconi e Lakatos (2017) explicam que em entrevistas não estruturadas o entrevistador tem liberdade para desenvolver as perguntas de maneira mais adequada e explorar mais amplamente uma questão. Além disso, as informações contidas na plataforma web colaborativa foram utilizadas como fonte de evidências para exemplificar os resultados encontrados durante a implementação.

Na etapa 2, o autor do estudo trabalhou diretamente na implementação da plataforma na empresa B, o que permitiu utilizar a observação participante como principal fonte de evidência. De acordo com Stake (1995), a observação direta é uma forma de investigação na qual o pesquisador tem contato direto e prolongado com os atores sociais do estudo em seus contextos culturais, tornando-se parte da amostra.

Vinten (1994) afirma que estar imerso na progressão dos eventos permite ao observador estar em uma posição privilegiada para obter conhecimentos aprofundados e obter mais informações do que seria possível por outras vias. A participação do autor no estudo por meio da observação participante foi fundamental para relatar os resultados encontrados com maior profundidade.

7. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA

Este capítulo aborda os resultados da etapa 1 do delineamento de pesquisa

7.1.1 Contextualização do processo de coordenação e comunicação

Com base nas duas entrevistas realizadas, foi possível aprofundar o conhecimento sobre as rotinas de coordenação e comunicação adotadas pelos entrevistados para lidar com questões e inconsistências de projeto durante o desenvolvimento de projetos BIM de edificações.

Inicialmente, durante as entrevistas, os dois profissionais destacaram pelo menos seis ferramentas e práticas de gestão que utilizam para coordenar projetos BIM de edificações:

a) Cronograma de projetos: esta ferramenta é considerada a ferramenta principal do desenvolvimento de projetos, sendo essencial para o planejamento e controle das atividades e entregáveis do projeto. Segundo o coordenador entrevistado, o cronograma permite uma gestão mais eficiente do projeto.

b) Reuniões de coordenação de projetos: as reuniões são realizadas com toda a equipe de projetistas e coordenadores, a fim de discutir questões e problemas do projeto, definições, ações a serem realizadas e a gestão dos compromissos. As informações são registradas em atas de reunião, que contêm descrição, prioridade, data planejada e responsável pela ação.

c) Relatórios de compatibilização: estes relatórios registram e comunicam incompatibilidades verificadas durante a compatibilização, ajustes necessários no projeto devido a alterações e ajustes diversos solicitados em reuniões. Eles podem ser em arquivos de texto, apresentações em slides ou planilhas.

d) Repositório de arquivos: trata-se de um local na nuvem onde todos os documentos do projeto são armazenados e compartilhados pelos projetistas. Existem regras para permissões de acesso e liberação de documentos, que são gerenciadas pelo coordenador.

e) E-mails: este é o principal meio de comunicação para formalizar trocas de informações e combinações que não estão presentes nas atas de reuniões e nos relatórios de compatibilização. Também serve para a troca de documentos, tais como atas, relatórios, planilhas, apresentações, entre outros.

f) Contato telefônico ou por aplicativo de mensagens instantâneas no celular: os entrevistados mencionaram que esta é uma das formas mais comuns de comunicação informal, utilizada para esclarecimento de dúvidas ou combinações entre o coordenador e o projetista.

Uma vez entendido o processo e fluxo da empresa A, foram abordadas as dificuldades e limitações envolvidas nesse cenário, listadas a seguir:

a) Dificuldade de registro de informações e combinações: os entrevistados apontaram a dificuldade de registrar informações ou combinações para que todos os envolvidos tenham acesso ao histórico de decisões e ações. Um dos entrevistados exemplificou que as definições feitas por contato telefônico entre projetistas raramente eram registradas em algum documento diferente do e-mail, uma vez que não havia um local específico para isso. Isso fez com que muitas vezes o histórico de tomada de decisões de uma questão de projeto não fosse encontrado. A falta de registro das informações dificultava o acompanhamento do projeto e a identificação de responsabilidades por decisões e ações tomadas.

b) Falta de transparência e abrangência: A falta de registros precisos e compartilhamento inadequado de informações pode resultar em pressão excessiva sobre o coordenador do projeto para intermediar a comunicação entre os membros da equipe. Isso pode levar a atrasos na execução das atividades e gerar ineficiências no processo de desenvolvimento do projeto. Além disso, a falta de transmissão de informações importantes para todos os envolvidos pode causar dependência de outras pessoas para concluir determinadas tarefas, o que pode prejudicar o andamento geral do projeto.

c) A dispersão da informação: Os entrevistados do estudo também destacaram que a informação em projetos de engenharia civil está frequentemente dispersa em muitos documentos, o que pode dificultar a verificação do status de problemas de projeto. De acordo com um dos entrevistados, pode ser difícil ter uma visão geral de todos os itens pendentes rapidamente, já que é necessário acessar diferentes locais e gastar horas de trabalho para ter uma "imagem do todo". Além disso, outro entrevistado mencionou que é difícil buscar e compilar questões específicas de um local ou disciplina específica do projeto. Essa dispersão de informações pode levar a atrasos e ineficiências na gestão do projeto.

d) A falta de registro das origens dos problemas: Outro ponto considerado é que muitos problemas e erros de projetos surgem sem que se possa

identificar sua origem ou o responsável por eles, o que dificulta apontar os culpados e evidenciar os projetistas cujos erros de projeto geram retrabalhos e atrasos no desenvolvimento dos projetos. Além disso, a ausência de registro do histórico dos problemas também pode levar o coordenador do projeto a perder tempo com erros simples e bobos dos projetos, em vez de se concentrar na análise crítica e na compatibilização dos mesmos. Um sistema de mapeamento das origens dos problemas pode ser útil para avaliar a qualidade do serviço de projeto e permitir ações corretivas mais efetivas.

Após uma análise do processo de gestão da coordenação e comunicação com base na experiência dos especialistas da área, foi realizada uma investigação para verificar como a empresa A, objeto de estudo de caso, gerencia essas questões.

Dessa forma, buscou-se compreender como a empresa lida com a coordenação e a comunicação entre os diferentes projetistas envolvidos no desenvolvimento de um projeto de engenharia civil. Essa análise é importante para identificar as possíveis causas de problemas de coordenação e comunicação, bem como as boas práticas adotadas pela empresa na gestão dessas questões.

7.1.2 Diagnóstico da empresa

O propósito desta seção é analisar o processo de coordenação e comunicação utilizado no desenvolvimento de projetos dentro da empresa A, a fim de compreender o problema em questão.

7.1.2.1 Padrão de procedimento da empresa

Durante o estudo de caso, foi analisado o procedimento documentado pela empresa, no qual consta que a coordenação de projetos é realizada através da verificação de *checklists* específicos, ou *briefings*, de cada disciplina, além da compatibilização de projetos utilizando um documento denominado Processo Padrão de Compatibilização, que descreve itens relevantes a serem observados durante o processo de compatibilização, e por meio de reuniões de coordenação.

De acordo com o procedimento registrado pelo escritório de projetos de estudo, a coordenação dos projetos é realizada por meio de *checklists* específicos para cada disciplina e pela compatibilização dos projetos, seguindo um processo padrão. As reuniões de coordenação

ocorrem de uma a duas vezes por semana e são registradas em atas pelos estagiários. O analista de projeto acompanha a conclusão das ações planejadas nas atas e também é responsável pela complementação da compatibilização dos projetos, que é realizada pela equipe de arquitetura.

Para documentar e comunicar as observações de projeto encontradas durante a compatibilização, são elaborados relatórios que contêm informações em 2D com notas indicando as observações. Esses relatórios são compartilhados com os projetistas por e-mail para que possam fazer os ajustes necessários. Os projetistas devolvem o relatório com seus comentários e uma nova revisão dos projetos, com as modificações solicitadas.

Dentro do setor, havia documentos internos que continham orientações detalhadas sobre como realizar a validação, compatibilização e análise crítica de projetos em BIM. Além disso, os coordenadores participavam de reuniões periódicas para que pudessem estar cientes do processo e receber treinamentos para a execução dessas atividades.

Os documentos contendo as instruções para as etapas de validação, compatibilização e análise crítica dos projetos em BIM eram bastante detalhados, visando garantir que todos os aspectos relevantes fossem considerados. Eles forneciam orientações específicas para cada etapa do processo, desde a verificação de conformidade com as normas e regulamentos até a análise de interferências entre diferentes disciplinas e sistemas.

Por meio da análise dos documentos de coordenação de projetos da Empresa A, de acordo com os procedimentos padrão do setor, e das entrevistas realizadas, foram identificados 5 métodos principais para gerenciar os problemas de projeto.

a) Relatórios de compatibilização (figura 16): que apresentam todas as inconformidades e questões resultantes da compatibilização e análise crítica dos projetos. Esses relatórios verificam interferências, inconsistências e sugestões de melhorias no projeto, além de registrar os ajustes necessários que foram definidos em ata de reuniões.

b) Relatórios de validação de modelo BIM: que trazem todas as diretrizes de modelagem BIM do BEP do empreendimento que não foram atendidas. Esses relatórios permitem identificar as áreas que precisam ser ajustadas para garantir que o modelo atenda às especificações e padrões exigidos.

c) Plantas baixas de compatibilização (Figura 17): que consistem em arquivos CAD ou PDF contendo plantas baixas de cada pavimento com nuvens, legendas e textos que apontam as inconformidades. Essas plantas permitem visualizar com clareza onde ocorrem as interferências e inconformidades, facilitando a tomada de decisão para solucionar os problemas.

d) Checklist de *briefing*: que é uma planilha com requisitos e boas práticas de projeto da construtora que necessitam de atenção do projetista ao desenvolver os projetos. Essa ferramenta visa melhorar a qualidade do projeto, garantindo que os requisitos e padrões da construtora sejam atendidos.

e) E-mails: que são usados para troca de informações sobre questões diversas de projeto e gestão de compromissos.

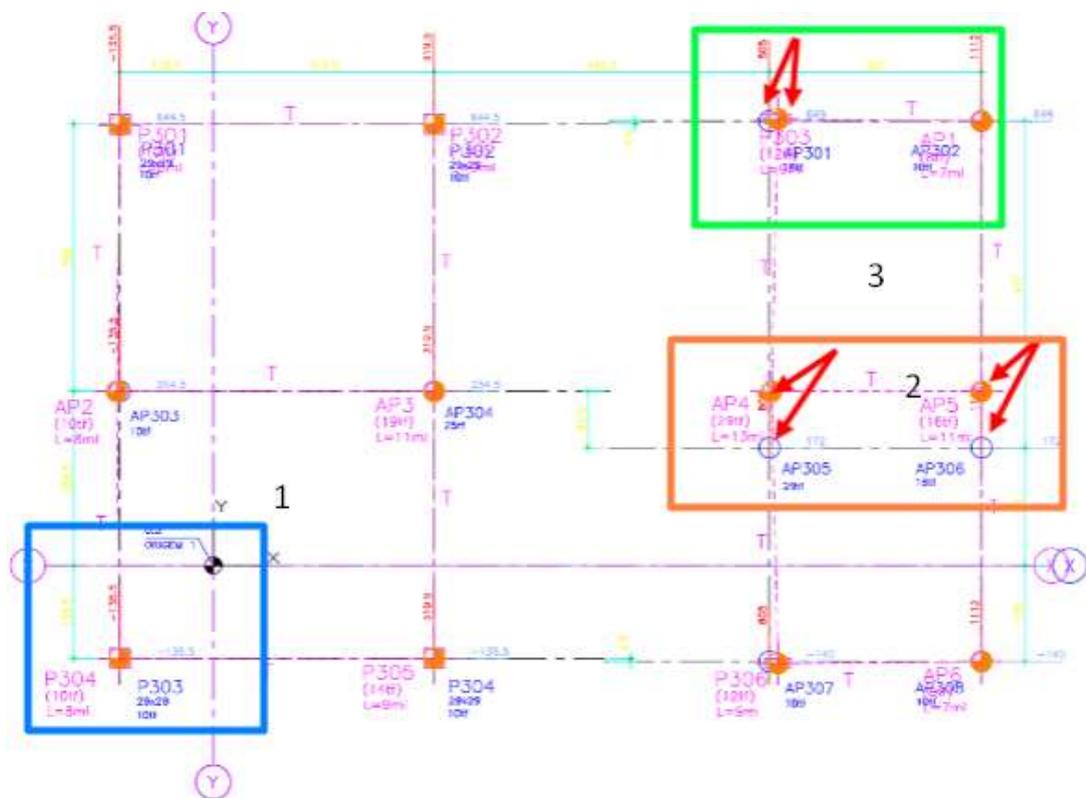
Figura 16 – Trecho de relatório de compatibilização

Ausência de rebaixo nas vigas de **marquises**, **platibandas**, **sacadas** e **floreiras** para passagem de impermeabilização.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 – Exemplo de planta baixa de compatibilização



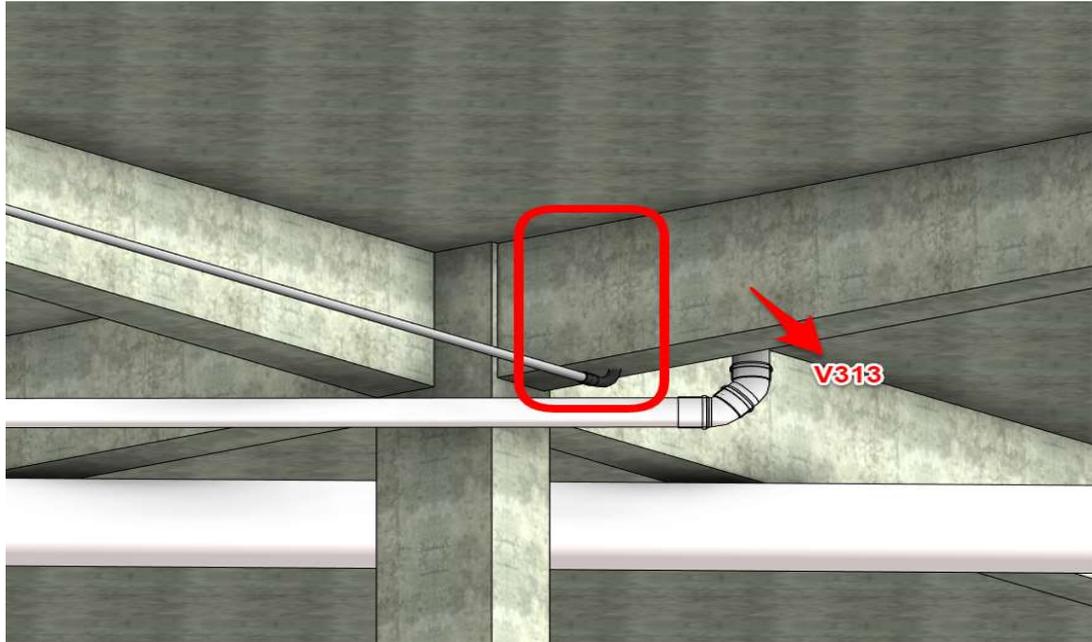
Fonte: Elaborado pelo autor

Durante as entrevistas realizadas, foi observado que os entrevistados apontaram que o fluxo de trabalho atual demanda muito tempo durante a coordenação dos projetos, devido ao fato de ser uma tarefa manual. Eles ressaltaram que esse tempo poderia ser utilizado de forma mais eficiente, para atividades como a compatibilização de projetos ou planejamento das próximas etapas.

Por meio das entrevistas realizadas, foi possível mapear o processo de gestão de problemas de projeto, identificando um exemplo de inconsistência durante a compatibilização dos projetos executivos da disciplina de instalações elétricas (ELE).

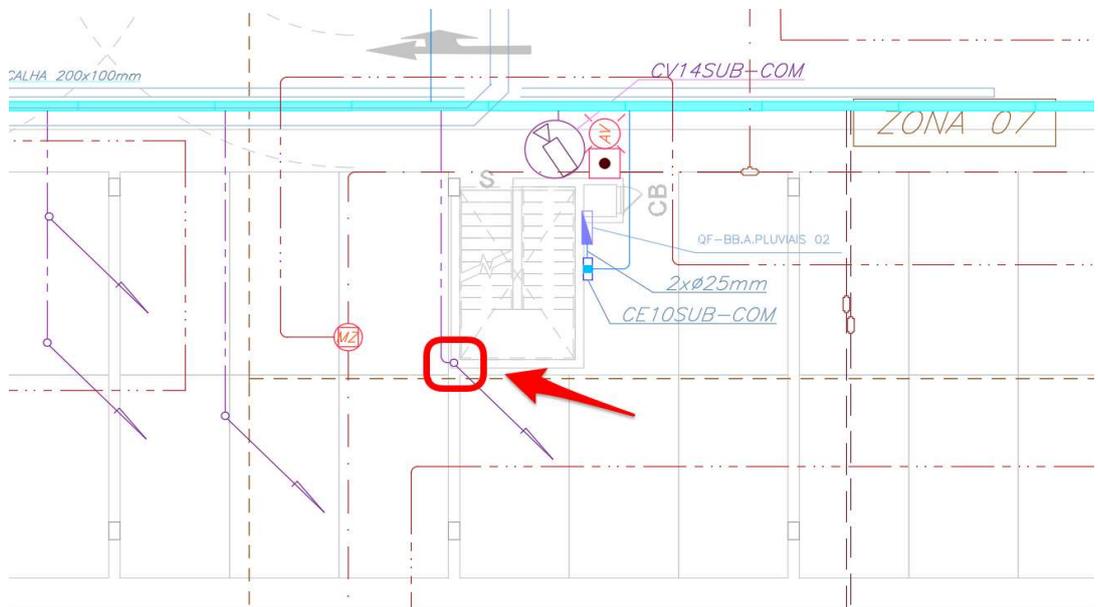
Nessa situação exemplificada, a identificação de uma interferência entre um eletroduto e uma viga do estacionamento foi realizada pelo coordenador, que registrou a informação no relatório de compatibilização. O relatório descreveu a interferência e solicitou a ação de desvio da tubulação para evitar a viga. As figuras 18 e 19 apresentam um quadro do modelo federado e da planta baixa inseridos no relatório.

Figura 18 – *Print* do modelo federado



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 19 – Planta de compatibilização.



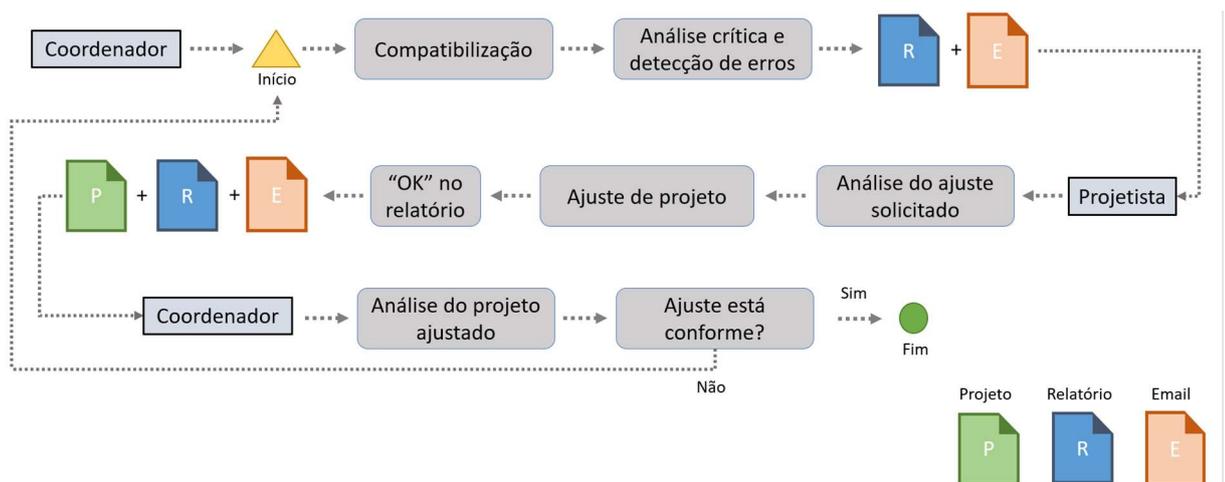
Fonte: elaborado pelo autor

Após receber o novo modelo BIM de ELE com as alterações solicitadas no relatório de compatibilização, o coordenador analisa minuciosamente a solução proposta pelo projetista. Se satisfeito com as mudanças realizadas, envia uma validação via e-mail, confirmando que o

problema foi solucionado. No entanto, se ainda houver inconsistências ou não estiver satisfeito com a solução proposta, o coordenador repete o processo acima descrito, solicitando novas alterações até que se chegue a uma solução final. Vale ressaltar que a cada nova solicitação de alteração é necessário realizar uma nova revisão do relatório e do modelo, e que frequentemente se chega em 3 revisões.

A Figura 20 apresenta o fluxo de processos para identificação, análise, ajuste e validação de problemas, como descrito anteriormente. É possível notar que, em um processo com n revisões, são produzidos $4n$ documentos diferentes ($2n$ relatórios e $2n$ e-mails). Por exemplo, em um cenário com 3 revisões, seriam gerados 12 documentos no total (6 relatórios e 6 e-mails) para transmitir informações desde a identificação do problema até a validação final do coordenador.

Figura 20 – Fluxo de compatibilização Empresa A.



Fonte: elaborado pelo autor

7.1.2.2 Dificuldades identificadas

Neste subcapítulo, apresentam-se as principais dificuldades identificadas durante o diagnóstico realizado

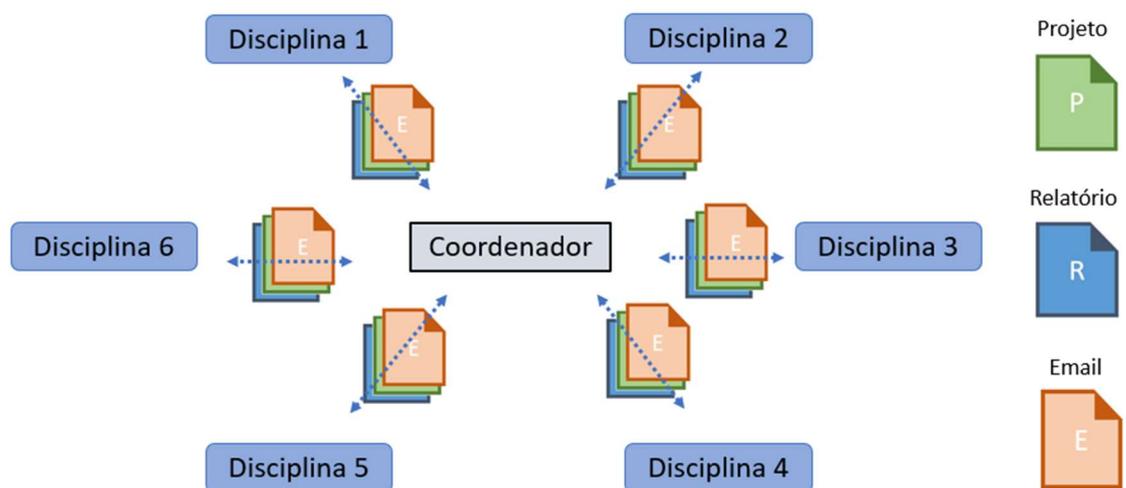
a) A dependência do coordenador para a transmissão da informação é uma dificuldade identificada, uma vez que o fluxo de processos da Figura 21 mostra que a informação é encaminhada apenas ao coordenador, cabendo a ele repassar a informação aos demais envolvidos.

b) Fluxo de trabalho manual: o fluxo de trabalho identificado durante o diagnóstico é altamente dependente de tarefas manuais, o que demanda muito tempo dos envolvidos e aumenta os riscos de erros e inconsistências no processo.

c) Falta de padronização: os documentos gerados durante o processo de gestão de problemas de projeto não possuem uma padronização clara, o que dificulta a compreensão e a transmissão da informação entre os envolvidos.

d) Falta de histórico claro: devido à falta de padronização dos documentos e ao fluxo de trabalho manual, muitas vezes não fica claro qual foi a solução final adotada para um determinado problema de projeto, o que pode gerar retrabalho e perda de tempo no futuro.

Figura 21: Comunicação na empresa de estudo



Fonte: elaborado pelo autor

7.1.3 Considerações finais

De acordo com os especialistas entrevistados, que possuem experiência tanto em CAD 2D quanto em BIM, o uso desta última tecnologia tem resultado em uma melhora significativa na troca de informações e na comunicação entre os membros da equipe de projeto, como também observado por Leusin (2018). Porém, os processos e ferramentas atuais de coordenação e comunicação para o fluxo CAD não foram capazes de lidar com essa maior interação. A Figura 23 apresentada ilustra a comunicação e gestão desordenadas dos problemas de projeto, decorrentes da troca de diversos arquivos entre projetistas e coordenadores.

Essa coordenação caótica resulta em gargalos no processo de desenvolvimento de projetos, resultando em projetos de baixa qualidade, mal compatibilizados e com atrasos nos

prazos. Ademais, os entrevistados concordam que novas tecnologias de informação e comunicação são necessárias para aprimorar a coordenação e a comunicação. Contudo, vale ressaltar que em seu estudo, Porwal e Hewage (2018) destacam que a adoção de tecnologias de colaboração na construção civil deve ser acompanhada por uma mudança de cultura e pela definição de processos claros de comunicação e tomada de decisão, com o objetivo de maximizar os benefícios da tecnologia e minimizar seus impactos negativos.

7.2 IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA WEB COLABORATIVA

Neste capítulo serão abordados os resultados da etapa 2 do delineamento da pesquisa.

7.2.1 Escolha da plataforma web colaborativa

A partir das entrevistas realizadas nas 3 etapas citadas, além de conversas internas com o departamento de sucesso do cliente e mapeamento de concorrentes da plataforma a qual o autor faz parte, chegou-se aos principais concorrentes. Obteve-se nomes BIMCollab ZOOM da Kubus®, BIMTrack da BIMOne®, BIMSync da Catenda®, além de BIM 360 e Autodesk 4BIM ambos da Autodesk®, todas oferecem vinculação de apontamentos com elementos dos modelos BIM, além de serem robustas e possuírem diversas outras funções para comunicação e gerenciamento de projetos de construção.

Além das plataformas supracitadas, uma solução nacional, a startup Construflow®, criada em 2019 por 2 engenheiros egressos da UFRGS, surge como uma alternativa mais especializada, passível de atendimento mais especializado e disponibilidade de personalizações específicas, além de possuir um custo muito mais atrativo e uma curva de aprendizado significativamente menor.

Uma vez que para as empresas em estudo, todas as plataformas analisadas foram capazes de atender às suas demandas e necessidades, foram analisados os outros fatores que implicaram na escolha da Construflow, conforme o Quadro 5. É importante ressaltar que as plataformas líderes de mercado, apesar de apresentarem um maior número de funcionalidades nativas, possuem custos de licença anuais consideravelmente mais elevados em comparação com a Construflow. Esse aumento de preço se dá principalmente em decorrência do custo em dólares e da sua posição consolidada no mercado. Além disso, essa consolidação também pode representar um problema quando se busca atendimento de demandas personalizadas ou específicas.

Quadro 5: Comunicação na empresa de estudo

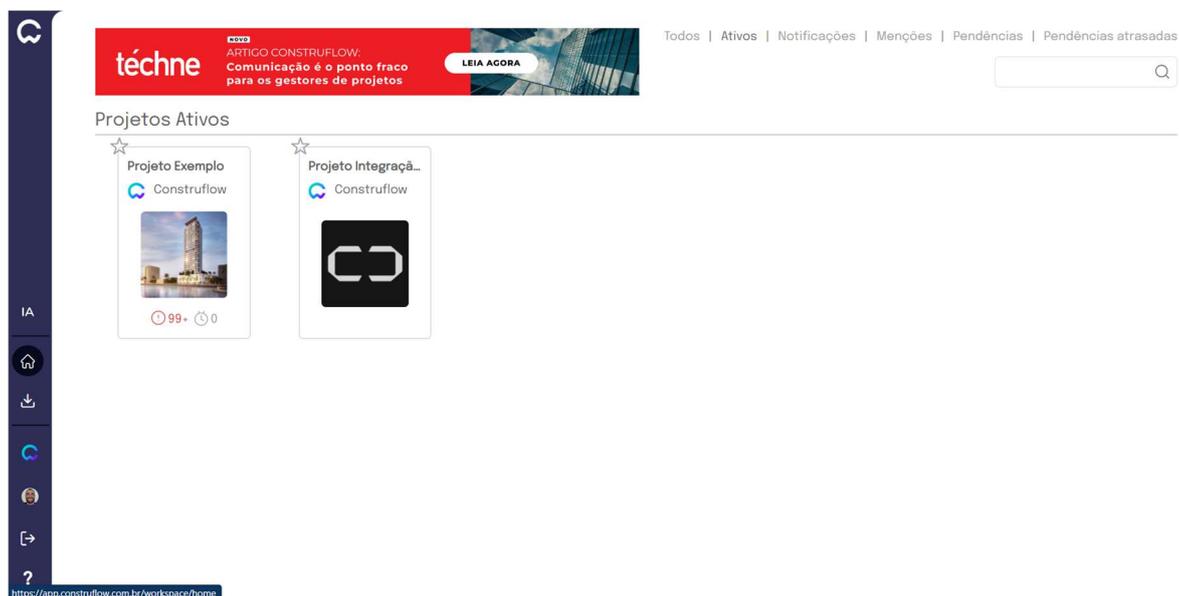
Item em análise	BIM Collab ZOOM	BIM Track	BIM 360	BIM Sync	Autodoc 4BIM	Construflow
Nível de capacitação necessário para o uso (Variando de 1 a 5, sendo 1 muito baixo e 5 muito difícil)	4 (difícil)	4 (difícil)	4 (difícil)	5 (muito difícil)	3 (médio)	1 (muito baixo)
Atendimento personalizado (Variando de 1 a 5, sendo 1 muito Inflexível e 5 muito flexível)	3 (médio)	3 (médio)	3 (médio)	2 (inflexível)	1 (muito inflexível)	4 (flexível)
Custo de licença	\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$	\$

Fonte: elaborado pelo autor

7.2.2 Descrição da plataforma escolhida

A plataforma Construflow permite a criação de inúmeros projetos por empresa, o custo da licença é calculado com base nessa e em outras variáveis. A página inicial permite ao usuário selecionar um projeto específico para trabalhar, como mostra a Figura 22.

Figura 22: Plataforma de estudo, tela inicial.



Fonte: Elaborado pelo autor

Dentro do escopo do projeto, há quatro abas principais (Apontamentos de Projeto, Modelos BIM, Dashboards e Configurações de Projeto) que são fundamentais para que os usuários possam desempenhar suas funções. Essas abas serão descritas com mais detalhes neste subcapítulo. Antes de tudo, é necessário criar os usuários que irão participar do projeto,

incluindo coordenadores, administradores, colaboradores, entre outros. Cada usuário receberá um login e senha exclusivos, garantindo o acesso somente a ele.

Após a criação dos usuários, é responsabilidade do coordenador realizar as configurações da plataforma de acordo com as características do empreendimento que será coordenado, na janela de Configuração do Projeto. Nessa aba, é necessário criar as disciplinas envolvidas no projeto, incluindo seus nomes e siglas, bem como designar os usuários responsáveis por cada uma delas. Além disso, é necessário listar os pavimentos do empreendimento, criando os respectivos locais.

Para o empreendimento de estudo, adotou-se as siglas das disciplinas de acordo com o padrão estabelecido pelo escritório responsável.

- a) ARQ para arquitetura;
- b) CLI para instalações de climatização ou ar-condicionado;
- c) EST para estrutura;
- d) AUT para automação;
- e) ELE para instalações elétricas;
- f) INT para design de interiores;
- g) FUN para fundações;
- h) GAS para instalações de gás ou redes de gás;
- i) HID para instalações hidrossanitárias;
- j) INC para sistemas de combate a incêndio;
- k) MOD para modulação de paredes;
- l) LUM para luminotécnico;
- m) PAI para paisagismo;
- n) PIS para instalações de piscina;
- o) SEG para sistemas de segurança;
- p) LOG para instalações de lógica.

Depois de configurado, a comunicação entre coordenadores e projetistas na plataforma ocorre na janela "Apontamentos de Projeto" por meio da criação de apontamentos. Cada apontamento é identificado por uma ID única e possui campos obrigatórios que precisam ser preenchidos, conforme apresentado na Figura 23:

- a) Título (vermelho claro): campo de texto livre que sintetiza a descrição do apontamento;
- b) Prioridade (verde escuro): campo não personalizável em que se seleciona a prioridade baixa, média ou alta para o apontamento. A prioridade pode ser definida de acordo com a urgência e importância do apontamento na conclusão do projeto.
- c) Disciplinas (laranja): campo onde é selecionado as disciplinas envolvidas no apontamento da lista de disciplinas de projeto configurada.
- d) Locais (rosa): campo do local do apontamento, a partir das listas de locais do empreendimento configurados;
- d) Categoria (vermelho escuro): campo onde é selecionado a categoria do apontamento, como Interferência entre disciplinas, Alteração de premissas, divergência de informação etc.
- e) Visibilidade (roxo claro): campo onde se seleciona se o apontamento será visível apenas para os coordenadores, para um grupo específico ou para todos os colaboradores do projeto;
- f) Etapa de criação (azul claro): campo que indica a etapa de projeto em que o apontamento foi criado, como, por exemplo, em projeto, em execução ou finalizado;
- g) Status (verde claro): campo que indica o status atual do apontamento;
- h) Descrição (cinza): campo de texto livre onde se detalha o apontamento, informando informações complementares que auxiliam na compreensão do mesmo;
- i) Anexos (roxo escuro): campo para anexar arquivos, tais como plantas, desenhos, fotos, entre outros, que sirvam como suporte visual ou informacional ao apontamento.

Figura 23: Janela de criação de apontamentos

The image shows a mobile application interface for creating an appointment. The main window is titled 'Criar apontamento'. It contains several form fields, each highlighted with a different colored border: 'Título *' (red), 'Prioridade *' (green), 'Disciplina' (orange), 'Locais *' (pink), 'Categoria *' (purple), 'Visibilidade *' (blue), 'Etapa de criação *' (cyan), and 'Status *' (green). The 'Descrição' field is a rich text editor with options for bold, italic, underline, strikethrough, and color. The 'Anexos' field has a dashed box with a plus sign. At the bottom right are 'Cancelar' and 'Salvar' buttons. The background shows a sidebar with a list of project items, including 'Projeto Exa', 'Ausência de pre', '7609', '1700', '6788', '7165', and '1392'.

Fonte: elaborado pelo autor

Existem quatro possíveis situações em que um apontamento pode existir desde a sua criação até o arquivamento:

- a) Não publicado: esta é a situação em que o apontamento foi criado, mas ainda não foi aprovado pelo coordenador para se tornar visível para todo o time do projeto;
- b) Ativo: após a aprovação do coordenador, o apontamento é publicado e se torna visível para todos os envolvidos no projeto, permitindo que as disciplinas envolvidas tomem ações em cima dele;
- c) Resolvido: quando o apontamento em questão está resolvido, é atribuído o status de resolvido;
- d) Reprovado: se o apontamento ativo não atende às expectativas, é reprovado.

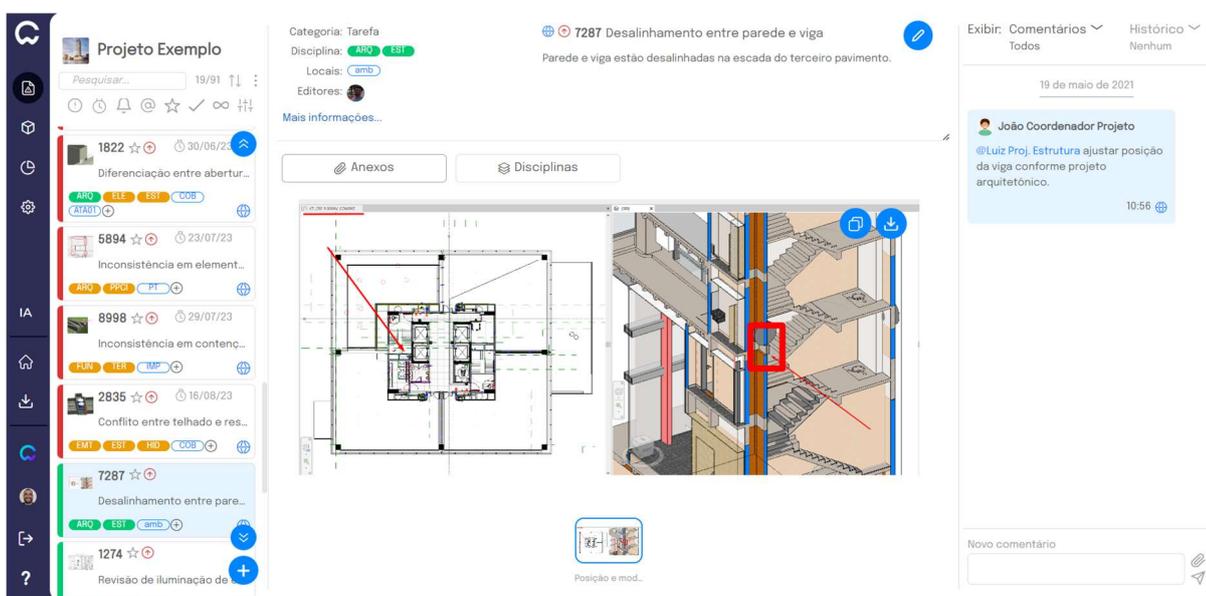
Um apontamento pode ser criado por qualquer usuário envolvido no projeto e sempre terá o status de "Não Publicado" até que o coordenador aprove ou reprove o apontamento. Após a abertura do apontamento, somente usuários com permissões de coordenador podem alterar o seu status para "Resolvido" ou "Reprovado". Quando o apontamento está no status "Ativo", todos os usuários visualizam as mesmas informações e a comunicação ocorre na janela de comentários, onde qualquer usuário pode deixar um comentário a respeito do apontamento.

A plataforma possui diferentes níveis de acesso e funções para seus usuários. Os projetistas têm acesso limitado e podem criar apontamentos apenas com status Não Publicado ou fazer comentários em apontamentos Ativos. Enquanto isso, os membros da equipe de coordenação possuem acesso ilimitado, podendo aprovar, mudar o status e editar qualquer informação de qualquer apontamento.

Os usuários recebem notificações sobre novos apontamentos e comentários através da janela de notificações e periodicamente no e-mail, conforme personalização. Os projetistas são notificados apenas sobre apontamentos relacionados à sua disciplina, enquanto os coordenadores são notificados sobre todas as ações na plataforma.

Na Figura 24, podemos ver a interface da aba de apontamento de projeto na visão de um usuário coordenador. Na parte esquerda, há uma lista de apontamentos ativos em vermelho e resolvidos em verde. No canto superior esquerdo, existem opções para criar, duplicar, editar, apagar ou publicar um apontamento. No centro, temos as informações do apontamento selecionado, incluindo os campos mencionados anteriormente. À direita, está a janela de comentários, onde os usuários podem compartilhar informações e discussões sobre o apontamento.

Figura 24: Aba de criação de apontamentos, visão do coordenador.



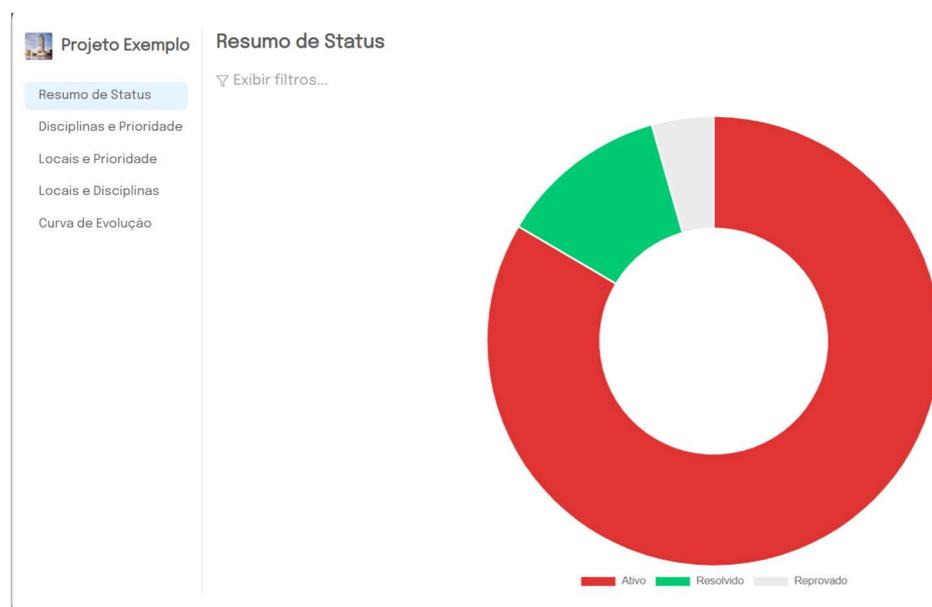
Fonte: elaborado pelo autor

A plataforma possui uma função de filtragem extremamente poderosa que permite buscar praticamente qualquer informação estruturada dentro do apontamento, desde uma disciplina específica até uma palavra-chave presente em sua descrição ou comentário. Esse é um dos principais diferenciais da plataforma em relação a outras soluções disponíveis no mercado. Com essa funcionalidade, que será abordada e exemplificada nos próximos capítulos, é possível realizar buscas precisas e ágeis, o que facilita muito o processo de acompanhamento e gestão dos apontamentos ao longo do projeto.

Na aba de modelos BIM, é possível visualizar o modelo federado e conectar os apontamentos a elementos específicos do modelo. A equipe de coordenação do estudo utilizou bastante essa funcionalidade em conjunto com o software NAVISWORK através de um plugin específico da plataforma que viabiliza essa integração. Os projetistas também podiam acessar essa função para verificar os apontamentos relacionados às suas disciplinas de projeto.

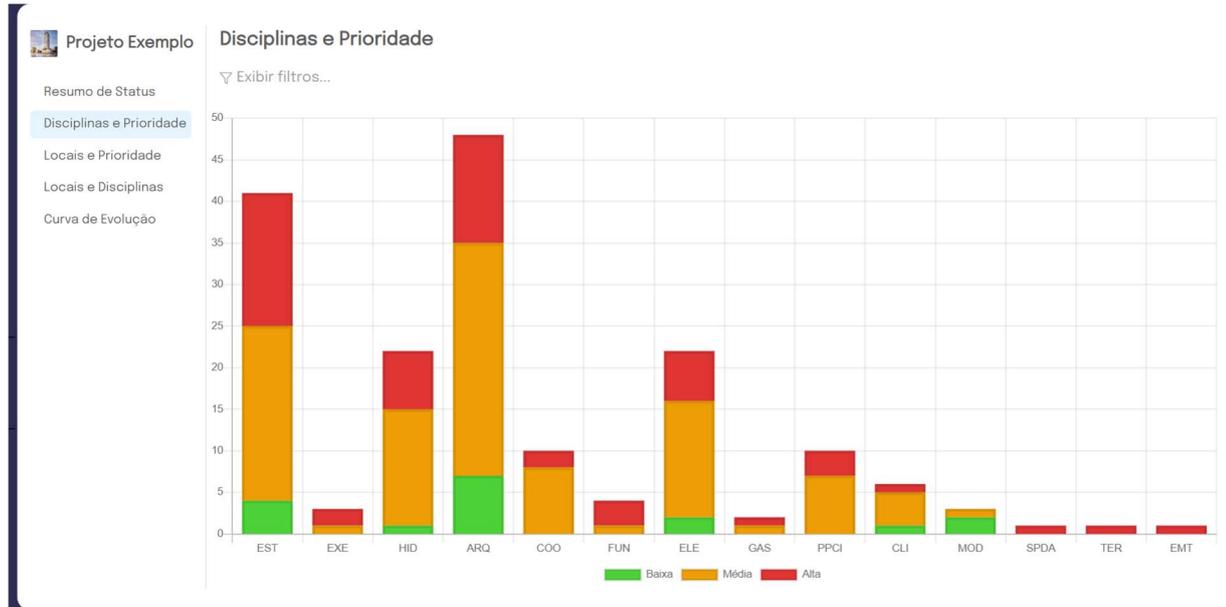
Na aba *Dashboards*, é possível acompanhar o andamento de um projeto na plataforma em tempo real, acompanhando informações gerais do projeto de forma rápida, como status dos apontamentos, disciplinas x prioridades, locais x prioridades, locais x disciplinas e uma curva de evolução baseada no conceito de curva s, que é uma importante ferramenta no controle e monitoramento de projetos de construção civil (BARTHOLAMAY, Fernando. 2007).

Figura 25 – Resumo de status



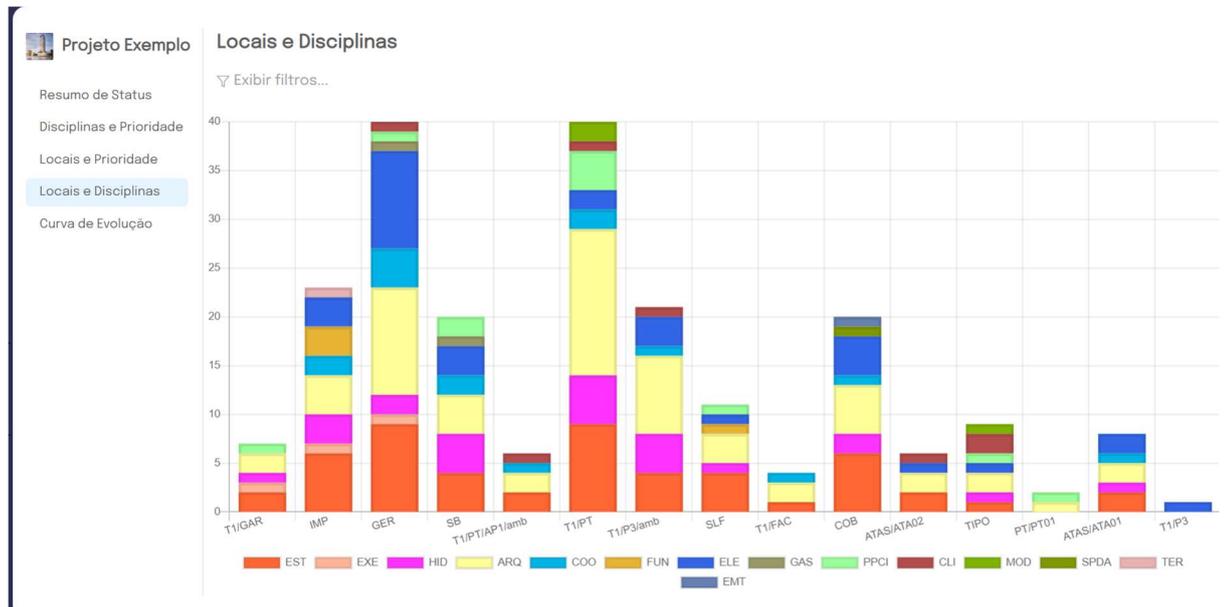
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 26 – Disciplinas e Prioridade



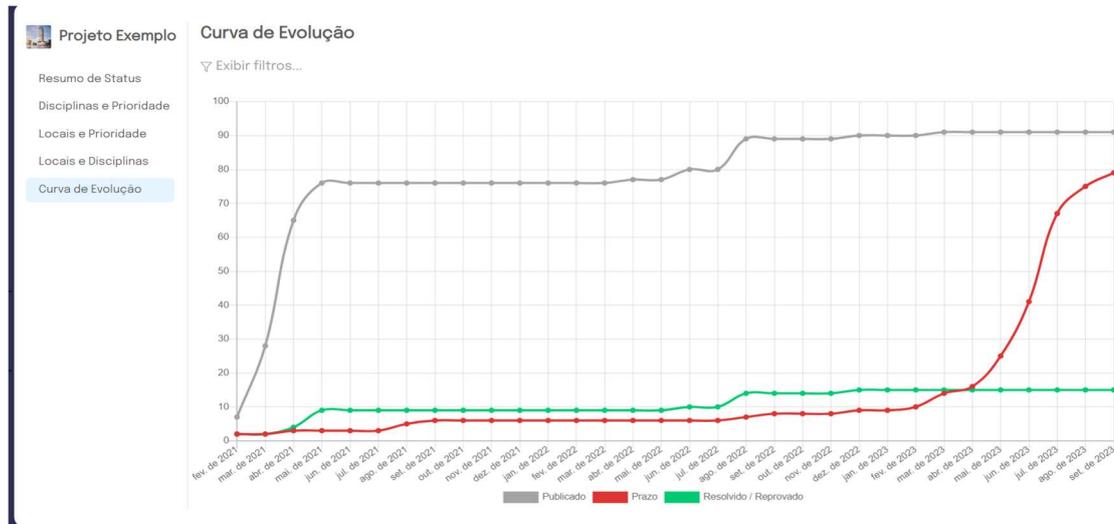
Fonte: elaborado pelo autor

Figura 27 – Locais e Disciplinas



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 28 – Curva de evolução



Fonte: elaborado pelo autor

7.2.3 Definição dos objetivos e treinamento da equipe

No início da implementação da plataforma colaborativa na empresa B, foram estabelecidos os objetivos desejados e realizados treinamentos para a utilização da ferramenta, conforme mostra o quadro 6. A equipe de coordenação da construtora e o time de projetistas alinharam os seguintes objetivos para a plataforma:

- a) migrar todas as análises e resoluções de questões encontradas durante o desenvolvimento de projetos, comunicadas até então por relatórios de compatibilização, e-mails e documentos de projeto, para a plataforma
- b) migrar todas as definições realizadas em reuniões de coordenação e registradas em ata para a plataforma;
- c) utilizar a plataforma como banco de dados para gestão do conhecimento em projetos de edificações.

Quadro 6: Rotina de implementação da empresa B

Apresentação	Modelo	Data	Duração	Equipe treinada
Plataforma e configurações iniciais	Online	10/mar	1h	10 pessoas
Treinamento básico da plataforma	Online	14/mar	1h e 30 min	9 pessoas
Treinamento intermediário e resolução de dúvidas	Online	17/mar	1h e 30 min	9 pessoas
Funcionalidades avançadas	Online	20/mar	1h	4 pessoas

Fonte: Elaborado pelo autor

O primeiro treinamento ocorreu para a equipe de coordenação, em uma sessão aberta com a instrutora da plataforma, a fim de discutir os melhores fluxos, diretrizes e padrões para uma comunicação clara e organizada que facilitasse a coordenação. Posteriormente, todos os projetistas receberam um treinamento via videoconferência, no qual foram apresentadas as principais funções da plataforma, seus objetivos, padrões e diretrizes a serem seguidos, além de simulação de alguns fluxos propostos. Após isso, foram realizados mais dois treinamentos para funcionalidades intermediárias e avançadas, sendo o segundo direcionado para os coordenadores e administradores do projeto.

Os procedimentos da empresa B foram atualizados, sinalizando que a ferramenta de comunicação principal seria a plataforma e que todos os colaboradores deveriam acessá-la, assim que possível uma vez que receberiam notificações personalizadas no email, pelo menos uma vez por semana para verificar se havia novos comentários ou apontamentos envolvendo sua disciplina.

7.3 O USO AVANÇADO DA PLATAFORMA

Uma vez entendido e acompanhado o processo de implantação, será percorrida a etapa 3 deste trabalho, onde o autor teve a oportunidade de analisar o uso da plataforma pelo ponto de vista de uma empresa que já faz uso da mesma há mais de um ano, *possuindo* já seus processos e diretrizes bem estruturados.

7.3.1 PROCESSO E FLUXO

Foi observado pelo autor na empresa C, um fluxo de coordenação de projetos muito mais fluido e organizado, amparado no bom uso da plataforma e da estruturação de processos e boas práticas, além da colaboração de todos da equipe.

O processo descrito no item 7.1 se refere a uma empresa com processos bem estruturados, profissionais capazes, mas que ainda não utilizavam alguma ferramenta colaborativa que os auxiliasse na gestão de seus projetos. Já a empresa C, além de possuir os mesmos atributos da Empresa A, conta com um uso avançado e maduro das funcionalidades oferecidas pela Construflow.

O autor pode, por meio das entrevistas realizadas, por documentos de procedimentos padrões da empresa na plataforma e pelo acompanhamento de um empreendimento específico

do escritório, entender o fluxo de um cadastro de projeto, assim como as boas práticas de criação de apontamentos na empresa C, os quais são descritos a seguir:

1. Configurar disciplinas no ConstrufLOW: Incluir disciplinas padrão da empresa e criar, conforme necessário para cada projeto, no estudo de caso:

- ARQ - Arquitetura
- CLI - Climatização
- COO - Coordenação
- EST - Estrutural
- FAC - Fachada
- FUN - Fundações
- FUR - Furações
- HID - Hidrossanitário
- INT - Interiores
- MET - Estrutura Metálica
- MOD - Modelagem
- PLN - Planejamento
- PSG - Paisagismo
- SPDA - Sistema de Proteção contra Descargas

No empreendimento específico do estudo, foram adicionadas mais disciplinas, conforme demanda:

- ELE-COM - Elétrico-Comunicação
- PCI - Proteção Contra incêndio

2. Definir locais: Criar os locais padrões da empresa, e conforme necessário, criar locais adicionais. Dentro dessa categoria, a empresa utiliza o local ATA, que se refere a atas de reunião e será aprofundado mais para frente.

2.2 Os locais padrões da empresa C são:

- IMP - Implantação
- TER - Térreo
- TIP - Pavimento Tipo
- ATI - Ático
- RES - Reservatório
- COB - Cobertura

- GER - Geral

- ATA - Atas

3. Cadastrar empresas parceiras: Garantir que todas as empresas responsáveis pelos projetos de cada disciplina estejam cadastradas e com os usuários engajados no Construflow.

4. Criar apontamentos: Organizar os apontamentos dentro de cada projeto, seguindo o padrão de formatação da empresa, que inclui diretrizes quanto ao preenchimento de prioridade, local, disciplinas envolvidas, entre outros.

Resumo do passo a passo descrito de processo padrão para criação de apontamentos:

a. Prioridade: Definir a prioridade de resolução do apontamento (Alta, Média ou Baixa), com base na experiência do profissional e em exemplos clássicos disponibilizados no arquivo.

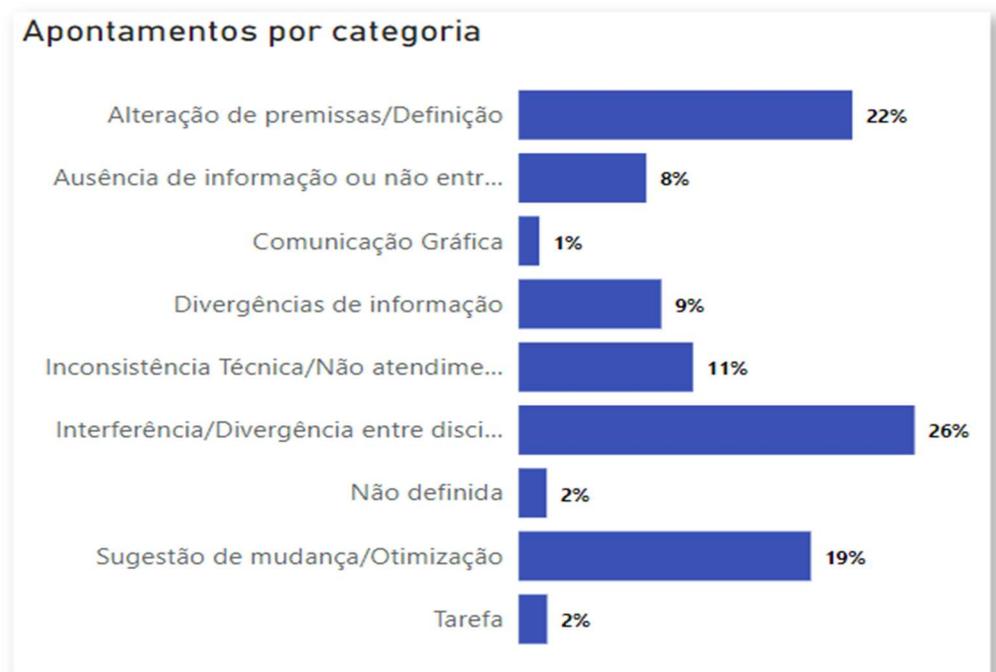
b. Prazo: Estimar a data para a solução do problema, da mesma forma que a prioridade, conta com embasamento em exemplos e experiência.

c. Disciplinas: Marcar as disciplinas envolvidas na interferência e atribuir status (pendente ou participa).

d. Locais: Indicar, conforme modelo BIM, o local onde o apontamento se refere.

e. Categoria: Escolher a categoria adequada para o apontamento. Conforme análise interna da plataforma, as categorias de uso da construtora se concentram conforme figura 29:

Figura 29 – Disposição dos apontamentos da empresa C por categoria.

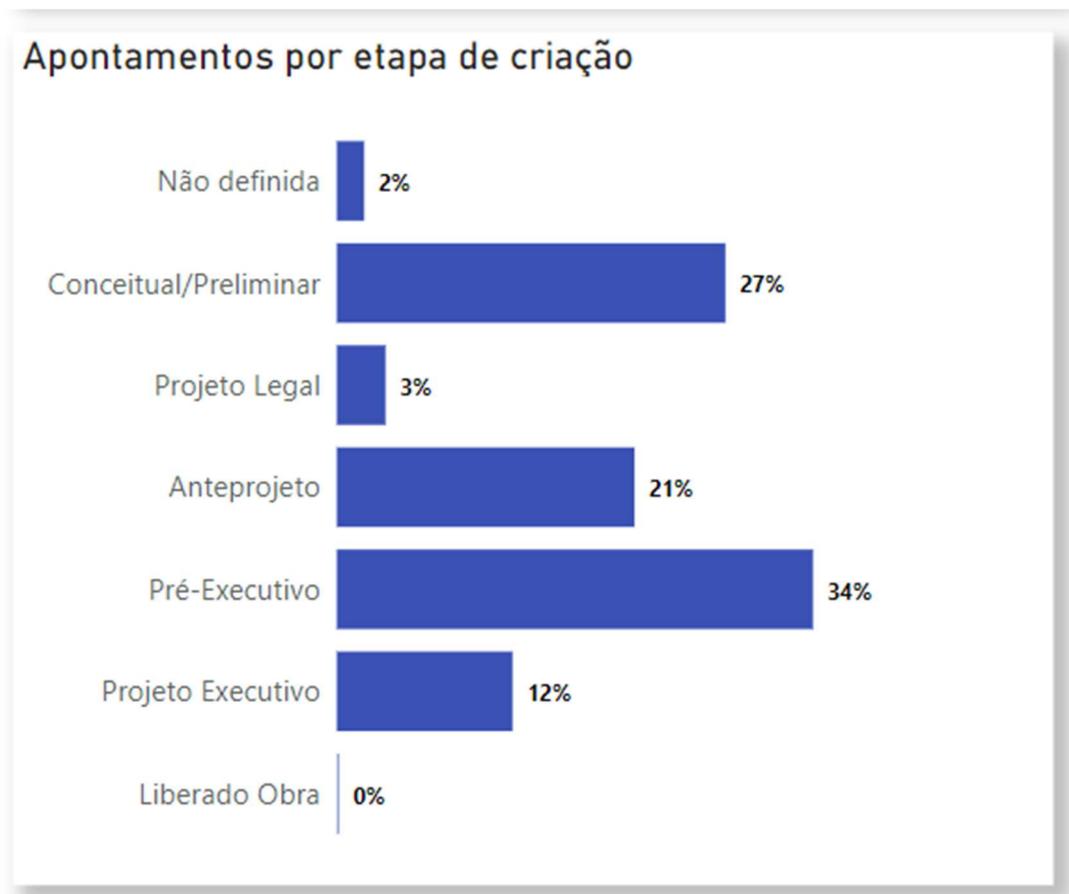


Fonte: Elaborado pelo autor

f. Visibilidade: Definir a visibilidade do apontamento (Rascunho, Grupo, Coordenação ou Público).

g. Etapa de criação: Especificar a etapa em que o apontamento foi verificado (ex: Estudo Preliminar, Anteprojeto, Pré-executivo, Projeto Executivo). Conforme análise interna da plataforma, as etapas de criação do escritório se distribuem da seguinte maneira:

Figura 30 – Disposição dos apontamentos da empresa C por etapa de criação.



Fonte: elaborado pelo autor

h. Status: Definir o status do apontamento (Ativo, Resolvido ou Reprovado), por padrão ao criar um apontamento se usa sempre o status Ativo.

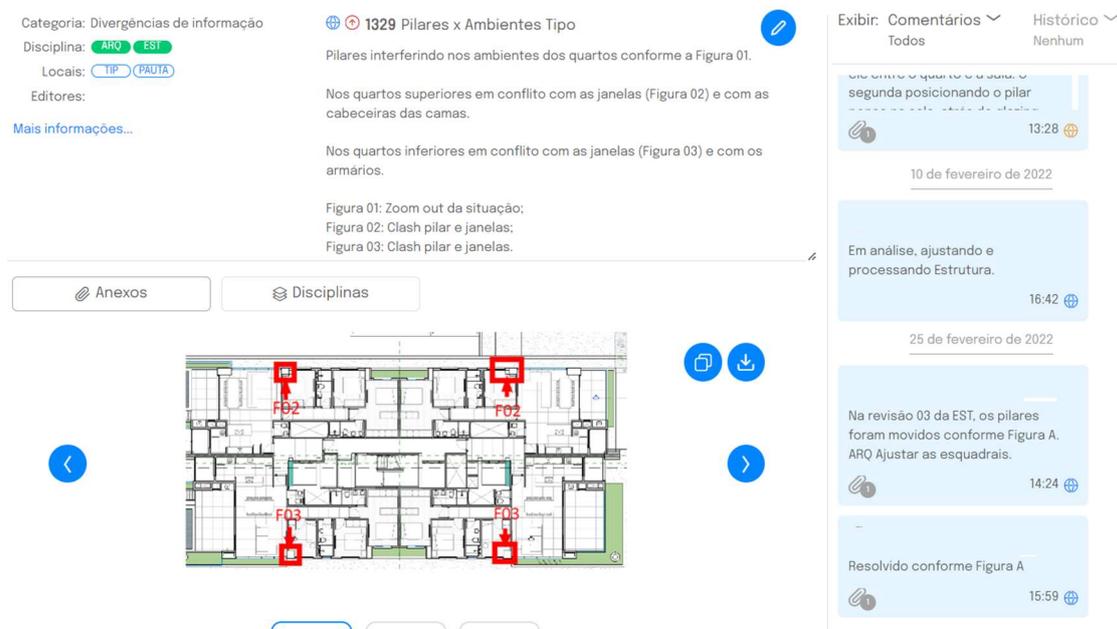
i. Título: Descrever brevemente o problema.

j. Descrição: Fornecer uma descrição detalhada do problema, incluindo contexto, proposta de solução (se houver) e referências às imagens.

k. Imagens: Inserir imagens relevantes com legendas indicando o índice da figura (Figura 01, Figura 02, etc.), usando o editor de figuras do ConstrufLOW para adicionar flechas, textos e outros elementos.

Dentro da empresa C, ao criar apontamentos, é importante seguir esse padrão para garantir uma comunicação clara e eficiente entre todas as partes envolvidas no projeto.

Figura 31: Exemplo de apontamento da empresa C



Fonte: elaborado pelo autor

5. Gerenciar apontamentos: Acompanhar e atualizar os apontamentos conforme necessário, inserindo informações sobre decisões tomadas em reuniões, soluções propostas e status de resolução. O objetivo é garantir que todos estejam cientes das últimas informações e decisões tomadas. Aqui estão algumas etapas para gerenciar apontamentos de maneira eficaz:

- a. Participar de reuniões de coordenação: Nessas reuniões, discuta os apontamentos com a equipe de projetistas e o cliente para chegar a uma solução consensual ou tomar decisões importantes.
- b. Atualizar a descrição do apontamento: Após a reunião de coordenação, atualize a descrição do apontamento para incluir as decisões tomadas, soluções propostas e quaisquer outras informações relevantes discutidas na reunião.
- c. Comunicar mudanças nos apontamentos: Utilize a seção de comentários do apontamento para informar sobre atualizações, como problemas resolvidos, parcialmente resolvidos ou novos problemas que surgiram em decorrência da resolução de apontamentos anteriores. Inclua detalhes como a revisão do projeto em que o problema foi solucionado e a solução adotada. Essa prática merece atenção especial e

será tratada mais detalhadamente a frente, uma vez que se criam vários apontamentos dentro do mesmo ID, não sendo uma prática recomendada pela Construflow.

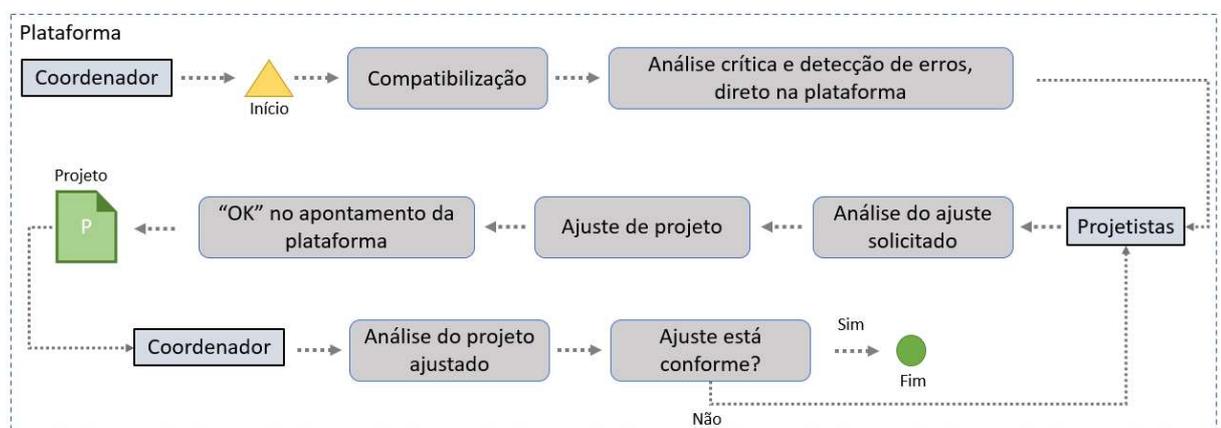
d. Alterar o status do apontamento: Atualize o status do apontamento para “Resolvido” quando o problema for solucionado ou para "Reprovado" se for decidido que o apontamento não precisa ser publicado. Caso o problema seja parcialmente resolvido, decida se vale a pena fechar o apontamento atual e abrir um novo ou simplesmente adicionar um comentário sobre o que ainda precisa ser ajustado.

e. Monitorar o progresso: Acompanhe os apontamentos regularmente para garantir que todas as partes envolvidas estejam cumprindo suas responsabilidades, e os problemas sejam solucionados dentro do prazo.

6. Gerir do uso da plataforma e engajamento: Ao longo do processo, é fundamental manter a comunicação clara e eficiente entre todas as partes envolvidas, seguindo os padrões estabelecidos e utilizando a plataforma Construflow para organizar e rastrear o progresso do projeto. Além disso se faz o acompanhamento do uso da plataforma através de *dashboards* avançados, disponibilizados de maneira externa através do *software* Power Bi, da microsoft, nos aprofundaremos nesse tópico a seguir.

Dessa forma, a partir do acompanhamento realizado pelo autor na empresa C, foi possível identificar o seu processo, que é representado pela Figura 32. A partir do fluxograma apresentado, ficam claras as diferenças em relação às empresas anteriores, uma vez que todo o processo da empresa C se dá dentro da plataforma, evitando a produção de inúmeros documentos e integrando o processo com projetistas e coordenador, resultando também na descentralização do processo.

Figura 32 – Fluxo de compatibilização na empresa C

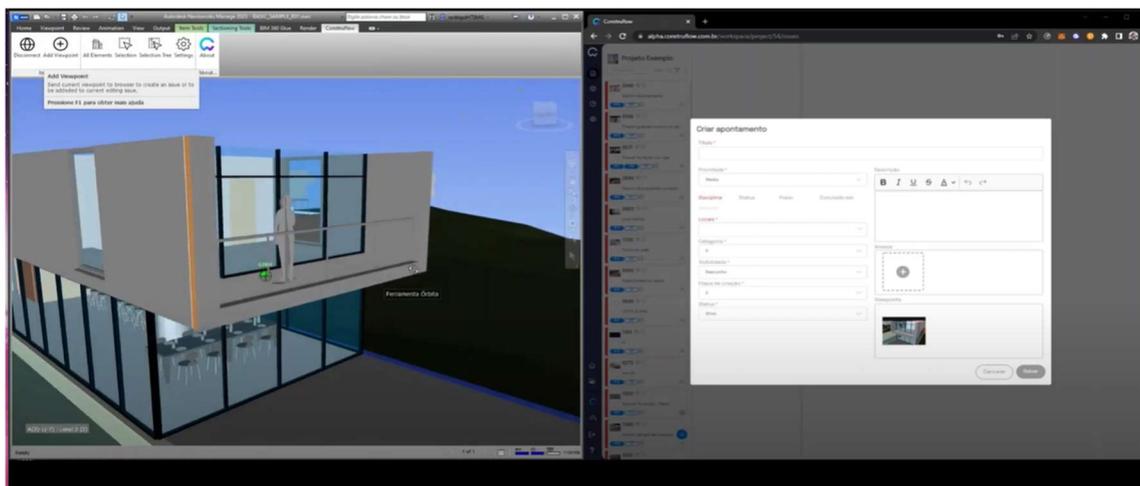


Fonte: Elaborado pelo autor

7.3.2 MODELO BIM E NAVISWORK

A empresa C também faz uso de uma tecnologia que está disponível para todos os usuários da Construflow. a criação de apontamentos integrada com modelo BIM através de um plugin que conecta os *softwares* Revit e Navisworks à plataforma, demonstrado na figura 33.

Figura 33 – Plugin integrador entre a Construflow e o software Navisworks



Fonte: elaborado pelo autor

Segundo os entrevistados, essa funcionalidade possibilita uma integração essencial ao resultado e a fluidez no trabalho do dia a dia. Através disso, a empresa consegue criar apontamentos de uma forma muito rápida, uma vez que usam a detecção automática de interferências no Navisworks e registram o apontamento na plataforma com a localização exata de forma automática.

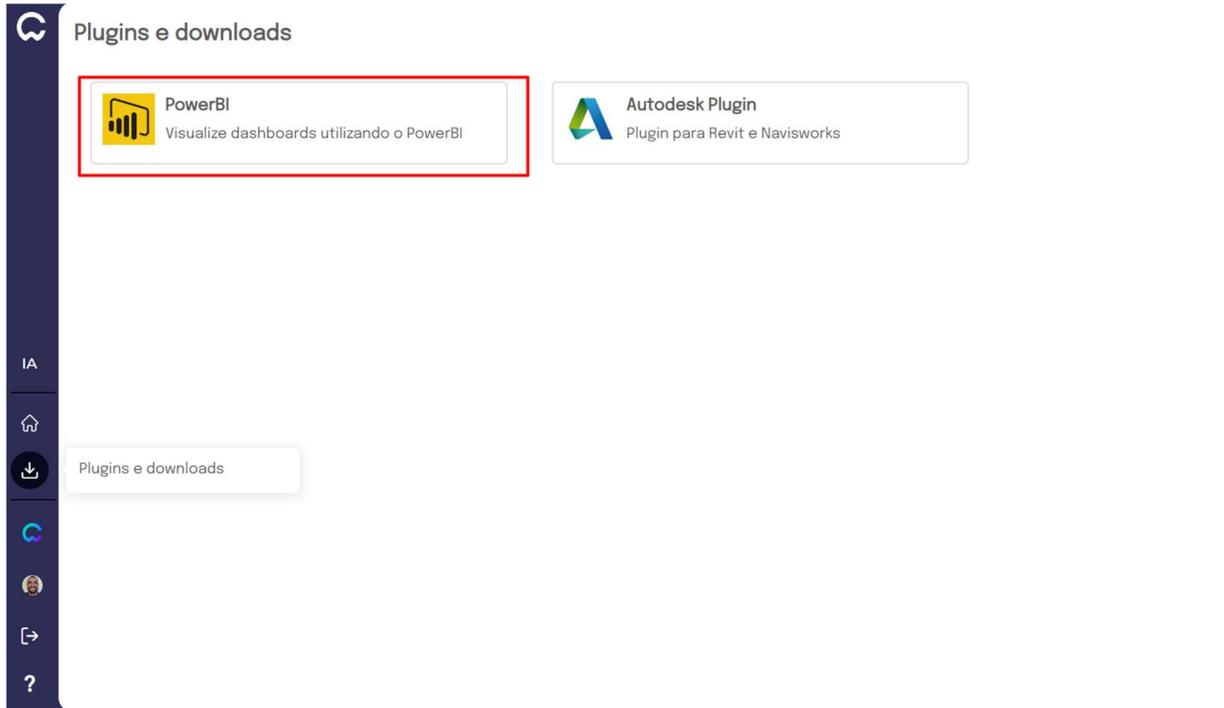
7.3.3 ANÁLISE DE DADOS AVANÇADA

Segundo Muthueloo, Ismail e Quoquab (2015), a análise de dados desempenha um papel crucial na tomada de decisões empresariais, contribuindo para o entendimento aprofundado dos clientes, otimização de operações, redução de custos e identificação de oportunidades de crescimento. Eles destacam que, ao utilizar análises de dados, as empresas podem desenvolver estratégias de negócios mais eficazes e baseadas em evidências, além de identificar potenciais ameaças e oportunidades no ambiente de negócios.

Na plataforma Construflow, além dos dashboards disponíveis diretamente na plataforma, existe um módulo de análise de dados avançada, que inclui vários *dashboards* extras, disponibilizados de maneira externa, através de arquivos do Power Bi, da Microsoft.

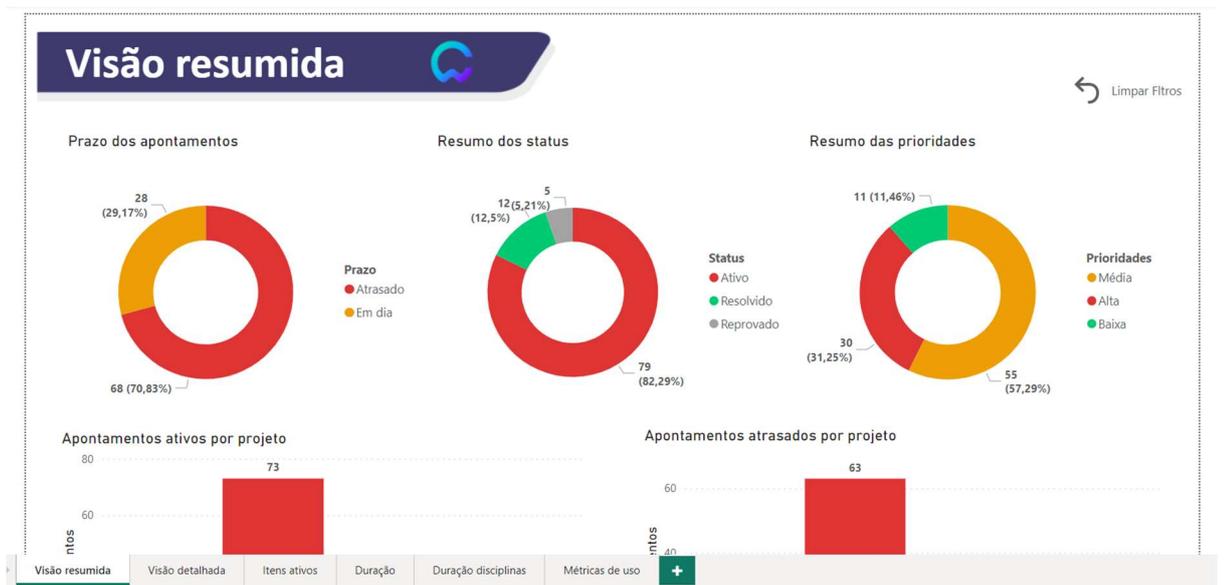
Dentro da plataforma, o usuário consulta a aba de *Plugins e Downloads*, tendo acesso ao arquivo referido, conforme figura 34.

Figura 34 – Aba de Plugins e downloads.



Como mostra a figura 35, no Power Bi, existem alguns *dashboards* disponíveis, há muitas análises possíveis de se realizar nas 6 abas disponíveis:

Figura 35: Visão resumida - Power Bi



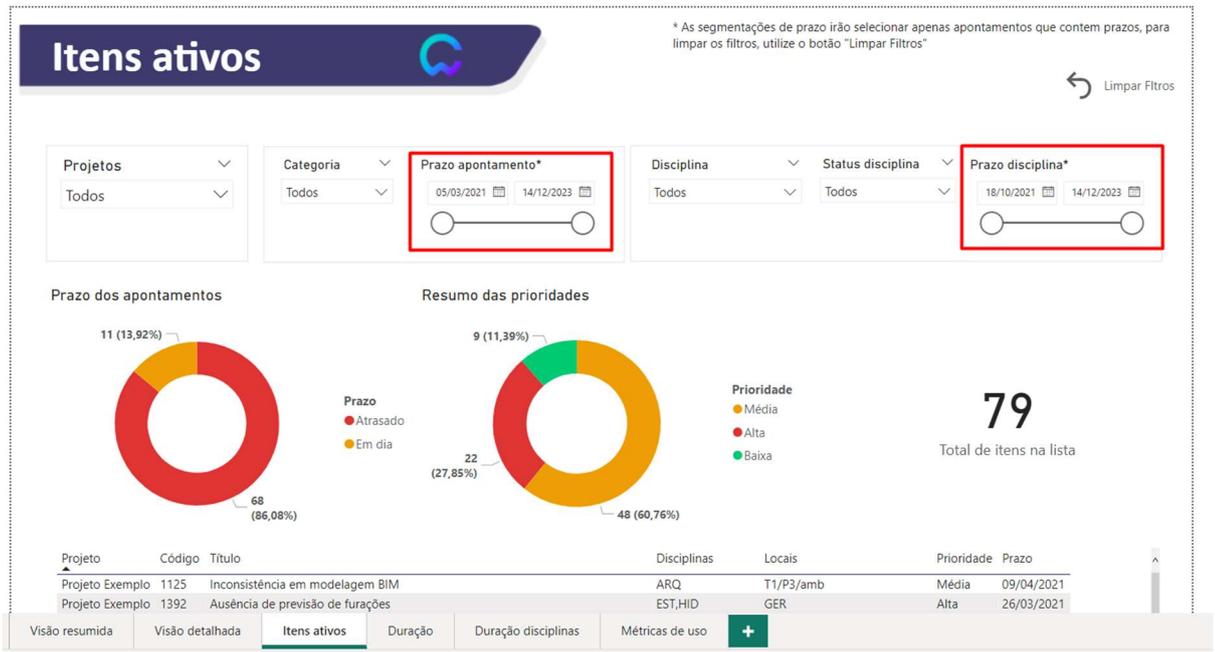
Fonte: elaborado pelo autor

- 1) Visão resumida: trata de forma rápida todos os projetos, proporcionando uma análise rápida do conceito geral. Por padrão possui todos os projetos da empresa.
- 2) Visão detalhada: aprofunda os conceitos abordados na primeira aba, assim como permite ao usuário filtrar projetos, disciplinas, status de apontamento etc.
- 3) Itens ativos: trata de uma visão resumida dos apontamentos que ainda não foram resolvidos, como mostra a figura 36.
- 4) Duração: Possibilita uma análise temporal do processo de criação e resolução de apontamentos.
- 5) Duração de disciplinas: Semelhante a aba de duração, mas focada nos aspectos de cada disciplina.
- 6) Métricas de uso: essa aba só está disponível para coordenadores ou administradores de projeto e traz vários gráficos direcionados a uma análise quanto ao engajamento dos participantes do projeto, através de visões empresariais e individuais.

A partir das entrevistas, chegou-se à conclusão de que a empresa C usa com bastante frequência 3 abas dentre as disponíveis, ficando em maior evidência:

- 1) Visão resumida: Para o acompanhamento geral e rápido de todos os projetos da empresa.
- 2) Itens ativos: visando a resolução dos itens antes de seu prazo, uma vez que é possível filtrar os dados por prazo do apontamento e prazo da disciplina, como mostra a figura 36.

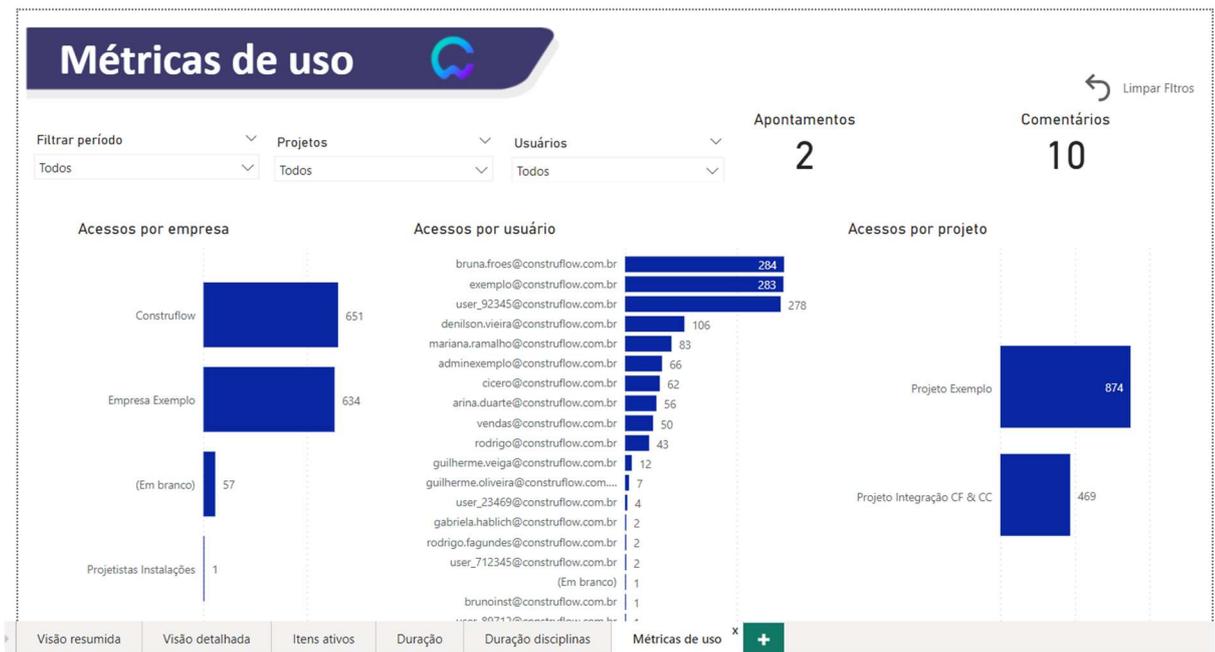
Figura 36: Itens ativos - Power Bi



Fonte: elaborado pelo autor

3) Métricas de uso: através dessa aba a empresa tem a possibilidade de analisar o acesso e interação (Criação ou edição de apontamentos) por usuário, empresa e projeto. Possibilitando assim verificar o engajamento de cada participante dos projetos, inclusive projetistas e empresas convidadas, como ilustra a figura 37.

Figura 37: Métricas de uso - Power Bi



Fonte: Elaborado pelo autor

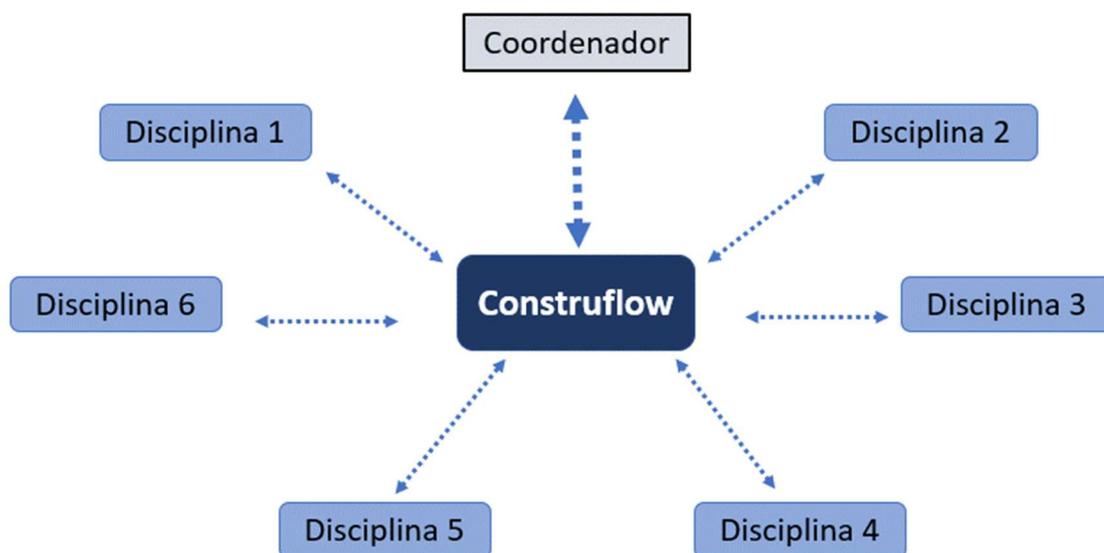
7.4 CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES OBSERVADOS

O presente capítulo de resultados descreve as contribuições advindas do uso da plataforma e as limitações identificadas durante o estudo de caso.

7.4.1 Contribuições

Após a análise do cenário sob três perspectivas distintas, observando as Empresas A, B e C em diferentes estágios de uso da plataforma, é possível entender, de forma mais ampla, como o avanço no estágio de maturidade do uso da plataforma resultou em uma comunicação mais centralizada na nuvem, permitindo aos projetistas trocar informações a qualquer momento e colaborar diretamente entre as disciplinas, como mostra a Figura 38.

Figura 38 – Fluxo observado na empresa C



Fonte: elaborado pelo autor

Esse novo modelo, que elimina a figura centralizadora do coordenador, proporcionou uma comunicação mais fluida e eficiente, encerrando o processo fragmentado e pouco produtivo que existia anteriormente na empresa. Agora, o coordenador exerce o papel de gestor da comunicação, gerenciando o fluxo de informações, solicitando feedbacks e ações dos projetistas envolvidos nos apontamentos e, quando necessário, tomando decisões.

Essas mudanças têm impactos significativos no processo de comunicação e colaboração entre os projetistas e disciplinas envolvidas, trazendo benefícios como maior transparência e agilidade na troca de informações. Essa nova forma de comunicação, além de aumentar a produtividade e a qualidade dos projetos, também proporciona um ambiente mais colaborativo e participativo, onde todos os envolvidos têm um papel ativo na construção do produto final. Com isso, a empresa se torna mais competitiva no mercado, com uma capacidade maior de atender às demandas e expectativas dos clientes, mantendo a excelência nos serviços prestados.

A adoção da plataforma trouxe às empresas B e C uma série de vantagens competitivas em relação a empresa A, dentre elas a possibilidade de estruturar e padronizar informações que anteriormente eram complexas de filtrar. Com campos específicos para localização, disciplinas envolvidas e prioridade em cada apontamento, os usuários da plataforma podem de maneira fácil e ágil verificar as questões e problemas de projeto ainda pendentes para um pavimento ou disciplina específica. Dessa forma, em reuniões com projetos e obras, o coordenador de projetos pode realizar a filtragem de apontamentos de um pavimento específico, viabilizando a proposição de planos de ação para apontamentos ainda ativos.

Além disso é possível metrificar algumas das contribuições geradas pelo bom uso da plataforma por parte da empresa C, a mais relevante delas é a diminuição no tempo de vida ou duração de um apontamento (Data de resolução – Data de publicação): a média de duração de um apontamento na plataforma é de 108 dias, contra 81 dias na empresa C, representando uma diminuição de 25%. Ou seja, os apontamentos são resolvidos em $\frac{3}{4}$ do tempo e consequentemente o projeto como um todo se desenvolve mais rapidamente.

Embora, mesmo na empresa C, o time de projetistas ainda utilize e-mails, mensagens instantâneas e ligações telefônicas para esclarecer dúvidas, a plataforma trouxe maior clareza nos apontamentos a serem discutidos e embasamento para tomada de decisões. Com figuras em vistas 3D dos modelos, plantas baixas, cortes e outras ilustrações com desenhos e anotações, todos referenciados a modelos BIM ou documentações entregues em que todos os participantes têm acesso, toda a informação necessária para discussão do apontamento está descrita na plataforma. Isso significa que os projetistas têm mais informações à disposição, o que leva a uma tomada de decisão mais embasada e precisa.

O uso avançado e maduro da plataforma mostrou possibilitar atingir objetivos maiores, sendo diferencial grande para a gestão eficiente de projetos e apontamentos na empresa C. Com o auxílio de *dashboards* analíticos, é possível realizar análises mais precisas e identificar rapidamente eventuais problemas ou gargalos no processo. Além disso, a plataforma contribui para o engajamento da equipe e dos projetistas parceiros, promovendo uma cultura de colaboração e transparência. Por meio desses benefícios, torna-se possível tomar decisões estratégicas mais informadas e orientar a empresa em direção ao sucesso.

7.4.2 Limitações e oportunidades de melhorias

Algumas limitações e oportunidades de melhoria foram observadas durante todo o estudo, esses pontos, na visão do autor, podem potencializar os benefícios gerados pela plataforma e aumentar a qualidade da gestão da comunicação no processo de projetos em BIM:

a) **Hospedagem de documentos de diretrizes e procedimentos padrões:** não existe um local ou funcionalidade para que a empresa cliente possa enviar seus procedimentos padrões e diretrizes de projeto, que são essenciais para o bom desempenho do projetista parceiro e dos colaboradores da empresa. Em conversa com os sócios da plataforma, o autor foi informado de que essa funcionalidade está no plano de desenvolvimento do primeiro semestre do ano de 2023.

b) **Templates padrões para empresas:** todo cadastramento de projeto na plataforma exige a configuração completa de um projeto, desde as disciplinas, locais, usuários e papéis de usuário. Essa prática se mostrou desgastante para a empresa B, pois essa empresa estava cadastrando mais de 20 projetos na plataforma e muitas configurações eram padrões de projetos da empresa. Da mesma forma do primeiro item, os sócios da plataforma informaram que estão desenvolvendo tal tecnologia e pretendem integrar à plataforma até agosto de 2023.

c) **Personalização de etiquetas:** ao longo do estudo, o autor pode perceber que muitas empresas tinham como objetivo documentar atas de reuniões na plataforma, porém a mesma não possui tal funcionalidade. A empresa C contornou essa limitação através da criação de “ATAS” no campo locais, mas essa adaptação parece não atender completamente a demanda específica dos usuários. Da mesma forma existem

necessidades específicas quanto a criação de campos, parecendo ao autor que a adição de etiquetas personalizáveis facilitaria muito o dia a dia dos usuários.

Além dos pontos supracitados, é importante ressaltar pontos externos a plataforma que podem travar seu desempenho funcional e fluido.

d) O autor e os demais coordenadores de projeto observaram que alguns integrantes das equipes de projeto apresentaram dificuldade em trabalhar de forma colaborativa, ou seja, em compartilhar um maior número de informações entre si, visando beneficiar a todos no final do processo.

e) Além da falta de colaboração, a falta de cooperação das equipes de projeto também foi percebida pelo autor durante a implementação da plataforma. Enquanto a colaboração se refere à troca de informações entre os membros da equipe, a cooperação envolve o cumprimento das tarefas individuais de cada um, para que os demais possam cumprir as suas. No entanto, a falta de incentivos financeiros ou culturais por parte da empresa construtora e dos escritórios de projeto para promover uma maior cooperação e a falta de capacitação técnica dos projetistas em novas ferramentas de TI foram identificadas como obstáculos para uma cooperação mais efetiva.

7.4.3 Considerações finais

Figura 39 – Limitações, Funcionalidades e benefícios da plataforma



Fonte: Elaborado pelo autor

As contribuições das melhorias propostas anteriormente podem ser visualizadas na Figura 39, assim como as dificuldades encontradas durante a etapa de compreensão e funcionalidades da plataforma. Essas dificuldades foram destacadas em negrito ao longo dos textos da seção 7.3.1 e representadas por duas cores diferentes na figura: o cinza claro indica as dificuldades identificadas na revisão da literatura, enquanto o cinza escuro representa as dificuldades observadas na compreensão do problema. Adicionalmente, foram incluídas sugestões de funcionalidades a partir das limitações observadas na plataforma de estudo, descritas na seção 7.3.2.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÕES

O aumento da complexidade e a redução dos prazos de desenvolvimento de empreendimentos estão tornando as práticas de coordenação de projetos atuais, utilizadas pelas grandes construtoras, incapazes de lidar com a grande quantidade de informações que são comunicadas durante o processo de desenvolvimento de projetos. De acordo com a literatura, esse problema decorre do processo fragmentado e desestruturado que não promove uma comunicação eficaz entre os agentes envolvidos, resultando em problemas e omissões que são descobertos somente na etapa de execução. Esses problemas impactam diretamente nos prazos, custos e qualidade final do produto.

Em razão disso, a indústria da construção civil está constantemente em busca de novas tecnologias para reduzir as dificuldades encontradas durante a fase de desenvolvimento de projetos. Nesse contexto, a utilização da plataforma web colaborativa em conjunto com BIM pode ser um diferencial significativo para melhorar o processo de coordenação. É fundamental enfatizar a importância da comunicação e incentivar a colaboração entre os membros da equipe para o sucesso da implementação dessa tecnologia.

Durante a fase de compreensão, foram identificadas, por meio de entrevistas com especialistas e aprofundamento no diagnóstico do processo de coordenação de empresas de

pesquisa, algumas dificuldades gerais. A gestão de múltiplos arquivos, a dispersão e simplificação de informações, a fragmentação da comunicação, a falta de padronização e estrutura são os principais motivos que dificultam a coordenação de projetos bem-sucedidos. Essas barreiras refletem na baixa compatibilidade e no atraso nos prazos, além de impactar negativamente na qualidade final dos projetos. Por isso, é importante buscar soluções para essas dificuldades a fim de melhorar a coordenação de projetos na área de pesquisa.

A plataforma web colaborativa estudada tem demonstrado ser uma ferramenta de grande valor e inovação no que diz respeito à gestão da comunicação em projetos, principalmente nos que utilizam a metodologia BIM. A capacidade de centralizar as informações, melhorar a colaboração entre equipes e otimizar o processo de tomada de decisões é digna de elogios e reconhecimento. Além disso, a interface amigável e intuitiva permite que os usuários se adaptem rapidamente à plataforma, tornando-a uma solução eficiente e eficaz para os desafios enfrentados na indústria da construção civil.

Como salientado, são notáveis os benefícios do bom uso da plataforma, descentralizando e ajudando a tornar o processo colaborativo, evitando a sobrecarga do coordenador, permitindo a centralização e padronização do armazenamento da informação, assim como acelerando em 25% a resolução de apontamentos.

No entanto, é importante salientar que, apesar de suas qualidades, a plataforma ainda apresenta algumas áreas com oportunidades de melhoria, como a hospedagem de documentos de diretrizes e procedimentos padrões, a criação de templates padrões para empresas e a personalização de etiquetas. A implementação dessas funcionalidades, conforme mencionado pelos sócios da plataforma, pode fortalecer ainda mais a proposta de valor da ferramenta e aumentar a qualidade da gestão da comunicação no processo de projetos em BIM.

Dessa forma, ao concluir esta pesquisa, fica evidente que, para superar as dificuldades identificadas e promover uma coordenação e gestão da comunicação mais eficaz no processo de projetos BIM de edificações, uma plataforma web colaborativa pode ser um aliado muito importante.

Tendo em vista o trabalho apresentado, ficam claros os benefícios da implementação da plataforma em estudo, otimizando muitos processos dentro das empresas estudadas. Além disso, o uso avançado dessa tecnologia permite resultados poderosos no tocante a gestão de projetos.

É importante ressaltar os pontos-chaves que a plataforma web-colaborativa precisa apresentar para que as mudanças e melhoras no processo sejam alcançadas:

- a) Possibilitar a comunicação de apontamentos de projeto de maneira centralizada na web, a qualquer momento;
- b) Armazenar de forma estruturada e padronizada todo o histórico de informações trocadas em um apontamento, desde sua identificação até seu encerramento e arquivamento;
- c) Dispor de todas as informações de um apontamento de forma organizada para futuras filtragens e permitir a criação de campos personalizáveis, de acordo com a gestão de cada empresa;
- d) Incluir a capacidade de adicionar ilustrações de vistas 3D de modelos BIM, plantas baixas, cortes e outros arquivos com anotações e textos, bem como possibilitar a integração da plataforma;

É crucial ressaltar que, além de selecionar e implementar uma plataforma com as funcionalidades adequadas, é necessário promover mudanças no processo de desenvolvimento de projetos de edificações, que atualmente é sequencial e fragmentado, como apontado por Ballard e Koskela (1998). A abordagem atual, que trata os projetos como entregáveis individuais, deve ser superada para melhorar a colaboração e dar maior importância à gestão da coordenação, conforme enfatizado por Manzione (2013). Essa questão persistente aparenta ser um desafio cultural ainda a ser vencido na indústria da construção civil brasileira. Portanto, a busca contínua pela melhoria dos processos e a eficiente utilização de tecnologias inovadoras, como as plataformas de gestão de projetos BIM, são essenciais na transformação do cenário atual.

8.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Tendo em vista os desafios e limitações identificados nos resultados, além da escassez de informações detalhadas na literatura sobre o papel das plataformas web colaborativas no desenvolvimento de projetos de edificações, sugere-se o seguinte como possíveis direcionamentos para pesquisas futuras:

a) Analisar a eficiência das plataformas colaborativas online adotando pontos de vista alternativos além daqueles fornecidos pelos coordenadores da pesquisa, por meio de abordagens estatísticas.

b) Empregar a plataforma web colaborativa como repositório de informações para administrar o conhecimento em projetos de construção de edificações.

c) Avaliar o impacto das plataformas web colaborativas em cenários distintos, como sua aplicação em canteiros de obras ou ambientes fabris, mensurando a efetividade e adaptabilidade dessas ferramentas em contextos variados.

d) Aprofundar-se nas análises estatísticas relacionadas ao uso das plataformas web colaborativas, desenvolvendo métodos de classificação simplificados e um histórico compartilhado das métricas de utilização da plataforma, facilitando a mensuração e compreensão do desempenho e engajamento dos usuários.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. [s.l.] ABDI, 2017.

AKPONEWARE, A. O.; ADAMU, Z. A. **Clash detection or clash avoidance? An investigation into coordination problems in 3D BIM**. *Buildings*, v. 7, n. 3, p. 1–28, 2017.

AL HATTAB, M.; HAMZEH, F. **Simulating the dynamics of social agents and information flows in BIM-based design**. *Automation in Construction*, v. 92, n. September 2017, p. 1–22, 2018.

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery: A Guide**. American Institute of Architects, p. 1–62, 2007.

ANDERY, P.R.P. **Análise do impacto da implementação da ISO 9001 em empresas de projeto: um estudo de caso**. III Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção – SIBRAGEC, 3., 2003, São Carlos, SP. Anais... UFSCar, São Carlos, SP – 16 a 19 set. 2003.

BALLARD, G.; KOSKELA, L. **on the Agenda of Pragmatism**. 6th Annual Conf., Int. Group for Lean Construction, International Group for Lean Construction, 1998.

BARTHOLAMAY, Fernando. **Gerenciamento de projetos de construção civil**. 1ª ed. São Paulo: PINI, 2007.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Editora Pearson PrenticeHall, 2007.

EASTMAN, C. et al. **Manual BIM: Um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores**. [s.l.] Bookman, 2014. FABRÍCIO, M. .; MELHADO, S. B.; BAIA, J. L. **Estudo Da Seqüência De Etapas Do Projeto Na Construção De Edifícios: Cenário E Perspectivas**. *Revista De Administração Mackenzie*, v. 1, n. 4, p. 1–25, 1999.

FABRÍCIO, M. M.; MELHADO, S. B. **DESAFIOS PARA INTEGRAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. III Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, p. 1–11, 2001.

FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

GIL, A. C. **Estudo de Caso – Fundamentação Científica; Subsídios para Coleta e Análise de Dados; Como Redigir o Relatório**. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

HARDIN, B.; MCCOOL, D. *Bim and construction management: proven tools, methods, and workflows*, second edition. Second ed. Indianapolis, IN: John Wiley and Sons, 2015.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**. 14. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2012.

LEITE, F. et al. **Analysis of modeling effort and impact of different levels of detail in building information models**. *Automation in Construction*, v. 20, n. 5, p. 601–609, 2011.

LEITE, F. L. **BIM for Design Coordination: A virtual design and construction guide for designers, general contractors, and MEP subcontractors**. 1. ed. Editora Wiley, 2019.

LEUSIN, S. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM: um guia de ferramentas e boas práticas para o sucesso de empreendimentos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos: [s.n.].

LOWE, R. H.; MUNCEY, J. M. **Consensus DOCS 301 BIM Addendum**. 2009, 9 p.

MANSO, M. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. **Modelo De Sistema De Gestão E Coordenação De Projetos Para Empresas Construtoras E Incorporadoras**. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 2, n. 1, p. 103–123, 2007.

MANZIONE, L. **Proposição de uma Estrutura Conceitual de Gestão do Processo de Projeto Colaborativo com o uso do BIM**. Universidade de São Paulo, p. 343, 2013

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, E. C. P. et al. **Gerenciamento da comunicação em projetos da construção civil na RMR**. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, n. November, p. 172, 2017.

MEDEIROS, M. C. I.; MELHADO, S. B. **Gestão do conhecimento aplicada ao processo de projeto na construção civil**: Estudos de caso em construtoras. p. 419, 2013.

MEHRBOD, S. et al. **Beyond the clash: Investigating BIM-based building design coordination issue representation and resolution**. *Journal of Information Technology in Construction*, v. 24, n. October 2017, p. 33–57, 2019.

MELHADO, S. B. **Qualidade do Projeto na Construção de Edifícios: Aplicação ao Caso das Empresas de Incorporação e Construção** Universidade de São Paulo, 1994.

MOLENA, A. **A comunicação na gestão de projetos**. 2010. Monografia (Pós-Graduação em Gestão de Projetos) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

MUTHUVELOO, R., ISMAIL, N., & QUOQUAB, F. 2015. **The Role of Data Analysis in Business Decision Making**. International Journal of Economics, Commerce and Management.

NBR ISO 9000/2000 - **Sistema de Gestão da Qualidade: Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

OWEN, R. **CIB White Paper on IDDS Integrated Design and Delivery Solutions**. Rotterdam, CIB, 2009, 14 p.

PINTO, J. K.; SLEVIN, D. P. Critical success factors across the project life cycle. *Project Management Journal*, v. 19, n. 3, p. 67-75, 1988.

PMI - Project Management Institute. **The Essential Role of Communications**, 2013.

PMI – Project Management Institute. **PMSURVEY.ORG**. p.76-94, 2014.

RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação técnica de Projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 172, 2005.

SILVA, M. V. M. F. P. **As atividades de coordenação e a gestão do conhecimento nos projetos de edificações**. 2005. 202 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SILVA, M. V. M. F. P.; NOVAES, C. C. **A coordenação de projetos de edificações: estudos de caso**. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, v. 3, n. 1, p. 44–78, 2008.

SILVA, M. A. C.; SOUZA, R. **Gestão do processo de projeto de edificações**. 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181 p.

Stake, R. E. . **The Art of Case Study Research**. Sage publications, 1995

SUCCAR, B. et al. **A proposed framework to investigate Building Information Modelling through knowledge elicitation and visual models**. *Australasian Universities Building Education (AUBEA2007)*, n. July 2007, 2007.

SUCCAR, B. et al. **BIM Education, BIM in Practice**. In: *BIM in Practice*. Sydney: Australian Institute of Architects and Consult Australia, 2012. v. E BIM Educp. 17.

TRIBELSKY, E.; SACKS, R. **Measuring information flow in the detailed design of construction projects**. *Research in Engineering Design*, v. 21, n. 3, p. 189–206, 2010.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

VINTEN, G. **Participant observation: A model for organizational investigation?** *Journal of Managerial Psychology*. Bradford, 9 (2), 1994.

WILLIAMS, R. **Modelling complex projects** Chichester, UK: John Willey & Sons, 2002.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5 ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2015

Yin, R. K. **Case study research and applications: Design and methods**. Sage publications 2018.