

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

VITOR FRANZOI FONSECA

**UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS NA
COORDENAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES
EM BIM: ESTUDO DE CASO**

Porto Alegre

2021

VITOR FRANZOI FONSECA

**UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS NA
COORDENAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES
EM BIM: ESTUDO DE CASO**

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: Eduardo Luis Isatto

Porto Alegre

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Fonseca, Vitor
UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS NA
COORDENAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM
BIM: ESTUDO DE CASO / Vitor Fonseca. -- 2021.
89 f.
Orientador: Eduardo Luis Isatto.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de
Engenharia, Curso de Engenharia Civil, Porto Alegre,
BR-RS, 2021.

1. Plataformas Web Colaborativas. 2. Gestão da
Comunicação. 3. BIM. 4. Coordenação de Projetos. 5.
Processo de Projeto de Edificações. I. Isatto, Eduardo
Luis, orient. II. Título.

VITOR FRANZOI FONSECA

**UTILIZAÇÃO DE PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS NA COORDENAÇÃO DO
PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM BIM: ESTUDO DE CASO**

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, maio de 2021

Eduardo Luis Isatto
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Eduardo Luis Isatto (UFRGS)
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Cícero Sallabery (Construflow)
Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

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

Ellen Renata Bernardi (OSPA)
Arquiteta pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Dedico este trabalho de conclusão aos meus pais
engenheiros civis e a todo(a)s o(a)s demais
engenheiro(a)s que constroem um mundo melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, por todo o carinho, estrutura e apoio que possibilitou eu cursar este curso de Engenharia Civil na renomada Universidade Federal do Rio Grande do Sul e estar encerrando este ciclo com a apresentação do meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a todos os professores do curso que contribuíram com seus conhecimentos durante esses seis anos de faculdade. Agradecimentos especiais para o meu professor e orientador, Eduardo Isatto, que se mostrou muito disponível e com muita sabedoria e didática me guiou para alcançar este objetivo.

Agradeço à construtora do estudo por todo o suporte e autorização para uso do material deste trabalho que foi fundamental para alcançar os resultados desejados. Agradecer aos meus antigos colegas de obra que me apresentaram a realidade da construção civil e aos meus colegas do setor de projetos que confiaram em mim e me auxiliaram para a realização deste trabalho de conclusão, especialmente ao Diogo Franciosi, Rafaela Jung, Rafael Flach, Michelle Schneider e Maicon Leal pelas importantes contribuições.

Agradecer à equipe da Construflow, em nome do Cícero Sallabery e Rodrigo Ferreira, que também apoiaram o objetivo do trabalho de conclusão e se mostraram extremamente disponíveis para discussões e sugestão de melhorias.

Agradecer a todos os amigos, colegas de curso e profissionais da área os quais trocamos ideias, discussões e conhecimentos que complementaram este trabalho de conclusão. Agradecimento especial aos grandes parceiros Daniel Fridman e Lucas Rosa, que me acompanharam por todas as cadeiras desde o primeiro semestre, onde realizamos incontáveis trabalhos juntos na famosa cobertura e com que troquei muitas ideias sobre meu TCC e experiências.

Por último, mas não menos importante, agradecer a todos os leitores e todos aqueles que tem uma paixão por engenharia civil, coordenação de projetos e BIM.

“Scientists study the world as it is, engineers create the world that never has been.”

Theodore van Kármán (1881-1963)

RESUMO

Motivada pelo contínuo aumento da complexidade e redução de prazos no desenvolvimento de empreendimentos imobiliários, a coordenação do processo de projeto praticada hoje por construtoras apresenta obstáculos que dificultam a gestão do grande fluxo de informação comunicada durante etapa de desenvolvimento, impactando na qualidade final de projetos. As empresas construtoras, por sua vez, estão buscando, a partir da tecnologia da informação, novos processos que mitiguem essas dificuldades. As plataformas web colaborativas, quando utilizadas em conjunto com o BIM, surgem como uma ferramenta poderosa para centralizar e realizar a gestão da comunicação, aumentando a eficiência da coordenação de projetos. Dessa forma, o presente trabalho propõe uma análise da implementação de uma plataforma web colaborativa e seus reflexos na coordenação e gestão da comunicação no processo de projeto de edificações com uso da tecnologia BIM. Um estudo de caso foi realizado no setor de projetos de uma construtora e incorporadora de grande porte de Porto Alegre. O trabalho foi dividido em duas etapas principais: (a) compreensão do problema a partir de entrevistas e diagnóstico do setor de projetos da empresa; (b) implementação da plataforma no desenvolvimento de projetos de dois empreendimentos da empresa. A revisão bibliográfica foi realizada durante as duas etapas. Os resultados deste trabalho estão relacionados com a identificação de dificuldades na coordenação do processo de projeto praticada atualmente, bem como análise das contribuições e desafios da implementação da plataforma web colaborativa. Como principais contribuições, é possível destacar as boas práticas de comunicação descritas e a identificação de funcionalidades necessárias em uma plataforma para obter maior eficiência e controle da coordenação de projetos.

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

ABSTRACT

Motivated by the continuous increase in complexity and reduction of deadlines in the development of real estate projects, the coordination of the design process practiced today by construction companies presents obstacles that hinder the management of the flow of information communicated during the design development, impacting on projects final quality. Construction companies, in turn, are looking for new processes based on information technology to mitigate these difficulties. Collaborative web platforms, when used in conjunction with BIM, emerge as a powerful tool to centralize and manage communication, increasing the efficiency of project coordination. Thus, the present work proposes an analysis of the implementation of a web-based issues collaboration platform and its reflexes in the coordination and communication management in the building design process using BIM technology. A case study was carried out in the design coordination department of a large construction company and developer in Porto Alegre. The work was divided into two main stages: (a) understanding of the problem from interviews and diagnosis of the company's design coordination department; (b) implementation of the platform in the design coordination of two company's projects. The literature review was carried out during the two stages. The results of this work are related to the identification of difficulties in the design coordination practiced today, as well as analysis of the contributions and challenges of the implementation of web-based issues collaboration platform. As main contributions, it is possible to highlight the good communication practices described and the identification of the main functionalities needed in a platform to obtain greater efficiency and control over the design coordination.

Keywords: web-based issues collaboration platforms, communication management, design coordination, BIM.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Problemas mais frequentes durante desenvolvimento de projetos.....	15
Figura 2 – Processo de projeto como conversão	19
Figura 3 – Processo de projeto como fluxo de informação.....	20
Figura 4 – Problemas relacionados ao processo de projeto como fluxo de informação	21
Figura 5 – Coordenação de projetos.....	23
Figura 6 – Gestão da coordenação.....	24
Figura 7 – Aspectos da coordenação técnica.....	25
Figura 8 – Curva de MacLeamy.....	28
Figura 9 – Representação de um modelo federado	29
Figura 10 – Fluxo de coordenação com uso de BCF	35
Figura 11 – Representação de um <i>clash</i>	37
Figura 12 – Delineamento da pesquisa.....	40
Figura 13 – Relatório de compatibilização de Elétrica.....	50
Figura 14 – Relatório de validação de modelo BIM de Elétrica	50
Figura 15 – Apontamento em planta baixa “COMPAT”.....	51
Figura 16 – Esferas de “COMPAT” do modelo BIM de arquitetura.....	51
Figura 17 – Check-list de Briefing de projeto elétrico	51
Figura 18 – Relatório de compatibilização R00 enviado ao projetista de HID.....	52
Figura 19 – E-mail consultando projetista de climatização	53
Figura 20– Relatório de compatibilização R01 enviado ao projetista de hidrossanitário.....	54
Figura 21– Fluxograma de processos do apontamento	55
Figura 22 – Esquema ilustrando a comunicação do time de projeto	57
Figura 23 – Janela de criação de apontamento da Construflow	61
Figura 24 – Interface da plataforma Construflow.....	62
Figura 25 – Janela Dashboard do Construflow	63
Figura 26 – Fluxograma de processos de um apontamento com plataformas web colaborativas.....	66
Figura 27 – Exemplo de fluxo de processos de um apontamento	67
Figura 28 – Exemplo de apontamento com atividade de análise.....	68
Figura 29 – Viewpoint gerada no software Navisworks	70
Figura 30 – Lista de conflitos no software Navisworks	71
Figura 31 – Exemplo de apontamento com disciplinas envolvidas para conhecimento	73
Figura 32 – Exemplo de apontamento com lista de tarefas.....	74
Figura 33 – Gráfico de status no tempo	76
Figura 34 – Gráfico do total de apontamentos por disciplinas envolvidas	78
Figura 35 – Acessos e comentários por disciplina por mês.....	79
Figura 36 – Esquema ilustrando comunicação centralizada pela plataforma	80
Figura 37 – Relação entre dificuldades observadas, funcionalidades da plataforma e contribuições.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Status presentes nas plataformas do mercado consultadas	38
Quadro 2 – Entrevistas com especialistas	41
Quadro 3 – Entrevistas com funcionários do setor de projeto da empresa.....	41
Quadro 4 – Comparativo das funcionalidades das plataformas web colaborativas	59

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	14
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	17
2.3 DELIMITAÇÕES	17
2.4 LIMITAÇÕES.....	18
2.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS	19
3.1 O PROCESSO DE PROJETO	19
3.2 OBSTÁCULOS APONTADOS NO PROCESSO DE PROJETO.....	20
3.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO.....	21
3.4 CONCEITO DE COORDENAÇÃO.....	22
3.5 ATIVIDADES DA COORDENAÇÃO	23
3.5.1 Gestão da coordenação	24
3.5.1.1 Gestão do Projeto	24
3.5.1.2 Gestão da Qualidade.....	24
3.5.1.3 Gestão da Comunicação.....	25
3.5.2 Coordenação técnica.....	25
3.5.2.1 Reuniões de Coordenação.....	25
3.5.2.2 Compatibilização de Projetos.....	26
3.5.2.3 Análise Crítica de Projetos	26
4 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	27
4.1 DEFINIÇÃO.....	27
4.2 MODELAGEM PARAMÉTRICA	27
4.3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM	28
4.3.1 Visualização 3D e revisão dos modelos	30
4.3.2 Detecção automática de interferências	30
5 GESTÃO DA COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO	32
5.1 COMUNICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS.....	32
5.2 PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS	33
5.3 PROCESSO DE COMUNICAÇÃO COM BIM.....	34
5.4 APONTAMENTO DE PROJETO.....	35
5.4.1 Conceito de apontamento de projeto.....	35

5.4.2 Etapas de um apontamento de projeto.....	37
6 MÉTODO DE PESQUISA	39
6.1 ABORDAGEM DA PESQUISA.....	39
6.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	39
6.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS.....	40
6.3.1 Etapa 1 – Compreensão do problema.....	40
6.3.2 Etapa 2 – Acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa	42
6.4 ESTUDO DE CASO	43
6.4.1 Empresa construtora selecionada.....	43
6.4.2 Empreendimentos do estudo de caso	44
6.4.2.1 Empreendimento A	44
6.4.2.2 Empreendimento B	44
6.4.3 Coleta de dados do estudo	45
7 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	46
7.1 COMPREENSÃO DO PROBLEMA	46
7.1.1 Contextualização do processo de coordenação e comunicação	46
7.1.2 Diagnóstico da empresa.....	48
7.1.2.1 Padrão de procedimento da empresa	48
7.1.2.2 Dificuldades identificadas.....	54
7.1.3 Considerações finais	56
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	64
7.2.4 Processo de coordenação e comunicação.....	64
7.2.4.1 Integração do processo de coordenação em BIM com a plataforma web colaborativa.....	69
7.2.4.2 Práticas de comunicação adotadas	72
7.2.4.3 Gestão dos apontamentos ativos pelos coordenadores.....	75
7.2.4.4 Análise do processo de coordenação a partir de dados da plataforma.....	77
7.3 CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES OBSERVADOS DURANTE IMPLEMENTAÇÃO	79
7.3.1 Contribuições	79
7.3.2 Limitações e oportunidades de melhorias	81
7.3.3 Considerações finais	83
8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	84
8.1 CONCLUSÕES	84
8.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	86
REFERÊNCIAS.....	88

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil sofre atualmente com o grande número de problemas e omissões de projeto que acabam sendo verificadas apenas na etapa de execução devido à má coordenação e compatibilização dos projetos, o que gera atrasos, custos adicionais e perda da qualidade final do produto (FONTENELLE, 2002). Manzione (2013) descreve em sua tese de doutoramento que isso ocorre devido a diversos obstáculos inerentes ao processo de projeto, tais como processo fragmentado e desestruturado, falta de comunicação e métodos inadequados de controle.

Já Silva (2005, p.12) comenta que a falta de qualidade no projeto “decorre de um processo não planejado, segmentado e sequencial, sem uma visão abrangente e integrada do binômio projeto e execução, com evidente ausência de interação e comunicação entre os diversos agentes envolvidos”.

Aliado a isso, Medeiros et. al. (2013) cita que os empreendimentos imobiliários desenvolvidos na indústria da construção civil têm se tornado cada vez mais complexos e o desenvolvimento de projetos mais dinâmico. Enquanto, há 20 anos, uma equipe de projeto de uma edificação era composta de cinco a seis disciplinas de projeto, hoje este número gira em torno de quinze a vinte disciplinas, exigindo uma articulação eficiente de toda a equipe multidisciplinar envolvida.

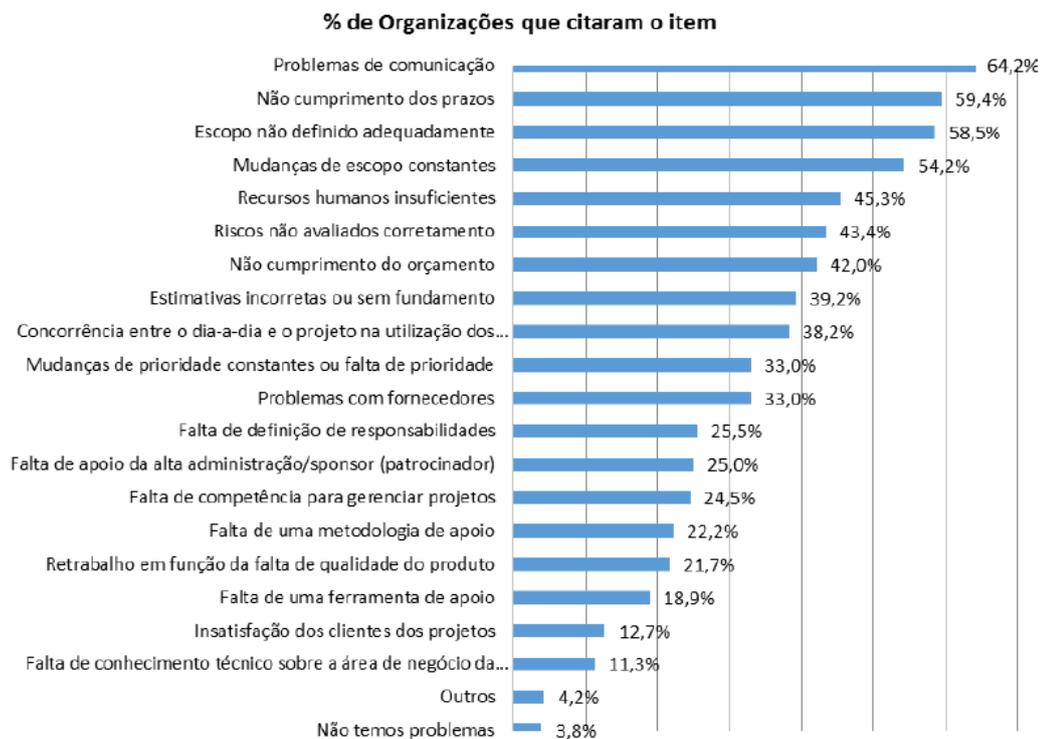
Empresas construtoras brasileiras, por sua vez, procurando maior competitividade no mercado, têm buscado aumentar a qualidade do seu processo de projeto a partir da utilização do *Building Information Modeling* (BIM) (EASTMAN et. al., 2014). O BIM, a partir da navegação e visualização dos projetos em um ambiente tridimensional munido de informações semânticas e ferramentas de compatibilização, como a verificação automática de inconsistências, permite identificar uma maior quantidade de inconsistências e melhorias de projetos que necessitam ser comunicadas aos projetistas, ajustadas e validadas pelo coordenador.

Complementarmente, o processo de modelagem com BIM, diferente do desenho em CAD, evidencia diversos erros e inconsistências que os projetistas não podem mais ignorar. Dessa maneira, torna-se necessário uma maior comunicação e um maior número de definições a serem tomadas pelo time de projetos (MANZIONE, 2013).

Os sistemas mais comumente encontrados para coordenação e comunicação de projetos, tais como registros de atas de reunião, controle de número de revisões de pranchas e e-mails para troca de informações não são suficientes para lidar com o grande fluxo de informações que se verificam no processo de projetos atualmente (MANSO, 2007; MEDEIROS et. al., 2013) .

Uma pesquisa realizada pelo PMSURVEY.ORG (2014) apresenta, através do relatório anual elaborado com a participação de 400 organizações, provenientes da Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colômbia, França, México, EUA e Uruguai, que “Problemas de comunicação” aparecem em primeiro lugar dentre os problemas mais frequentes em diferentes tipos de projetos, citados por 64,2% das organizações pesquisadas, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Problemas mais frequentes durante desenvolvimento de projetos



(fonte: PMSURVEY.ORG, 2014)

Segundo Tribelsky e Sacks (2010) faltam ferramentas adequadas para ter um controle mais detalhado deste fluxo de informação durante o desenvolvimento de projetos.

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

eficiência do processo de projeto e seu controle pela equipe (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

As plataformas web colaborativas são sistemas que permitem a troca de qualquer informação entre projetistas e a comunicação de inconsistências à equipe de projeto através de apontamentos ou *design coordination issues*, segundo literatura estrangeira (MEHRBOD et al., 2019). Nestes apontamentos é informada a questão de projeto a ser analisada com diversas informações estruturadas que possibilitam maior controle e gestão, como localização, disciplinas envolvidas, responsáveis, prioridade e prazos, as quais facilitam a gestão das informações pela equipe. Ainda conforme MEHRBOD et al. (2019), este é um tópico ainda pouco abordado na literatura.

O registro de apontamentos a partir da tecnologia de sistemas web colaborativos em um empreendimento permite centralizar toda a informação que tradicionalmente existiria pulverizada em atas de reunião, planilhas de controle de pendências e e-mails. Segundo Owen (2009, apud Manzione, 2013), “as tecnologias digitais existem para sustentar os processos, sendo que estes sustentam à criação e manutenção de informações coerentes e relevantes, e estas, por sua vez, sustentam à colaboração das pessoas envolvidas em um mesmo projeto”.

Os problemas de falta de comunicação e de falta de controle sobre a coordenação do processo de projeto também são observados pelo autor em seu local de trabalho, no setor de projetos de uma construtora. Isto, aliado a pouca informação disponível na literatura sobre plataformas web colaborativas, motivou o autor a realizar este trabalho.

2 DIRETRIZES DE PESQUISA

Este capítulo se dedica à apresentação das diretrizes da pesquisa definidas para este trabalho de conclusão.

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

O questionamento da pesquisa pode ser definido da seguinte forma: como a adoção de plataformas web colaborativas afeta a coordenação e comunicação no processo de projeto de edificações com o uso da tecnologia BIM?

2.2 OBJETIVO DA PESQUISA

2.2.1 Objetivo principal

Analisar criticamente a implementação de uma plataforma web colaborativa e seus reflexos na coordenação e gestão da comunicação no processo de projeto de edificações com uso da tecnologia BIM.

2.2.2 Objetivos secundários

A seguir são descritos os objetivos específicos da pesquisa:

- a) Verificar as contribuições das plataformas web colaborativas;
- b) Verificar limitações referente ao processo de projeto ou da própria plataforma que trazem dificuldades para a coordenação do processo de projeto;
- c) Listar funcionalidades desejáveis a uma plataforma web colaborativa que permita uma melhor coordenação e gestão da comunicação no processo de projetos.

2.3 DELIMITAÇÕES

A proposta deste trabalho se aplica para a coordenação e comunicação de projetos de edificações verticais e horizontais de qualquer segmento, residencial, comercial ou institucional. A proposta desta pesquisa pressupõe o desenvolvimento de projetos utilizando a

tecnologia BIM, em que a troca de informações e as tomadas de decisões durante as etapas de projeto são muito maiores quando comparado ao desenvolvimento de projetos CAD.

O estudo de caso foi desenvolvido em uma incorporadora e construtora de grande porte do Rio Grande do Sul, a qual era inteiramente responsável pela coordenação dos projetos, devendo-se então levar em consideração os aspectos regionais inerentes ao processo de projeto e as características e demandas específicas da empresa em estudo. Se aplicado em outras empresas, as conclusões obtidas necessitam de possíveis adaptações e validações de acordo com o contexto da organização.

2.4 LIMITAÇÕES

As limitações do trabalho são descritas a seguir:

- a) O desenvolvimento de projetos do estudo de caso foi sequencial composto por entregáveis de projeto por fase conforme descrito por Fabrício et al. (1999);
- b) A melhoria no processo de coordenação e comunicação a partir da implementação da plataforma web colaborativa foi limitada, pois teve que se adequar ao processo específico de desenvolvimento de projetos da construtora, processo este fragmentado, sequencial e muitas vezes apressado;
- c) Alguns usos potenciais do BIM e plataforma web colaborativas em conjunto não foram implementados devido a conclusão da empresa de estudo que a equipe de projeto não possuía maturidade suficiente para utilização de ferramentas BIM mais robustas;
- d) Algumas questões identificadas no capítulo de compreensão de problema não foram abordadas por não se relacionarem com o tema deste trabalho de conclusão.

2.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Capítulo 3, 4 e 5 compõem a revisão da literatura sobre coordenação de projetos, *Building Information Modeling* e gestão da comunicação inerente a coordenação, respectivamente. Capítulo 6 descreve a metodologia, 7, a análise dos resultados, e 8, as conclusões e recomendações de trabalhos futuros.

3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS

3.1 O PROCESSO DE PROJETO

Segundo Melhado (1994), projeto, no contexto da construção civil, pode ser definido como a “atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”.

Já o projeto como processo, “engloba atividades distintas e coordenadas, e que, tendo como resultado o “produto projeto”, implica no estabelecimento de métodos e técnicas construtivas, e que em seu escopo leva em conta todas as fases de um empreendimento” (ANDERY, 2003).

E complementando as definições de Melhado (1994) e Andery (2003), Williams (2002) afirma que um empreendimento é “uma empreitada única, com início e fim definidos, conduzida por pessoas para atingir metas estabelecidas dentro de parâmetros de custo, tempo e qualidade”.

Tzortzopoulos (1999, p.34) descreve o processo de projeto através do conceito de “Projeto como Conversão”. Nesta abordagem, o conceito de projetar é “a atividade de transformar requisitos dos clientes (internos e externos) em projetos preenchendo estes requisitos” como mostra a Figura 2.

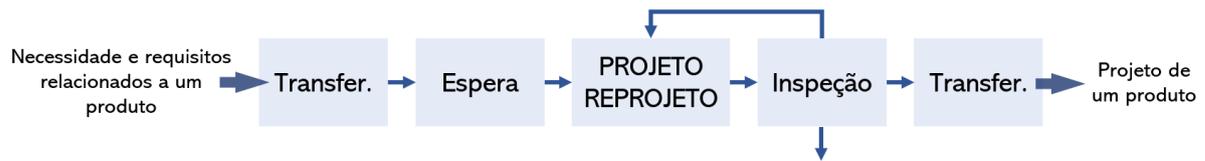
Figura 2 – Processo de projeto como conversão



Fonte: Tzortzopoulos (1999)

Ballard e Koskela (1998) descreve o processo de projeto também a partir do conceito de “Projeto como Fluxo de Informações”. Nesta abordagem, ilustrada na Figura 3, a ênfase do processo está na transferência da informação e os autores entendem que a redução do desperdício de tempo gasto na gestão da informação é o principal objetivo para otimização do projeto.

Figura 3 – Processo de projeto como fluxo de informação



Fonte: Ballard e Koskela (1998)

Para fins deste trabalho, utilizaremos a definição de projeto segundo Melhado (1994), empreendimento segundo Williams (2002) e processo de projeto conforme Andery (2003) e Ballard e Koskela (1998).

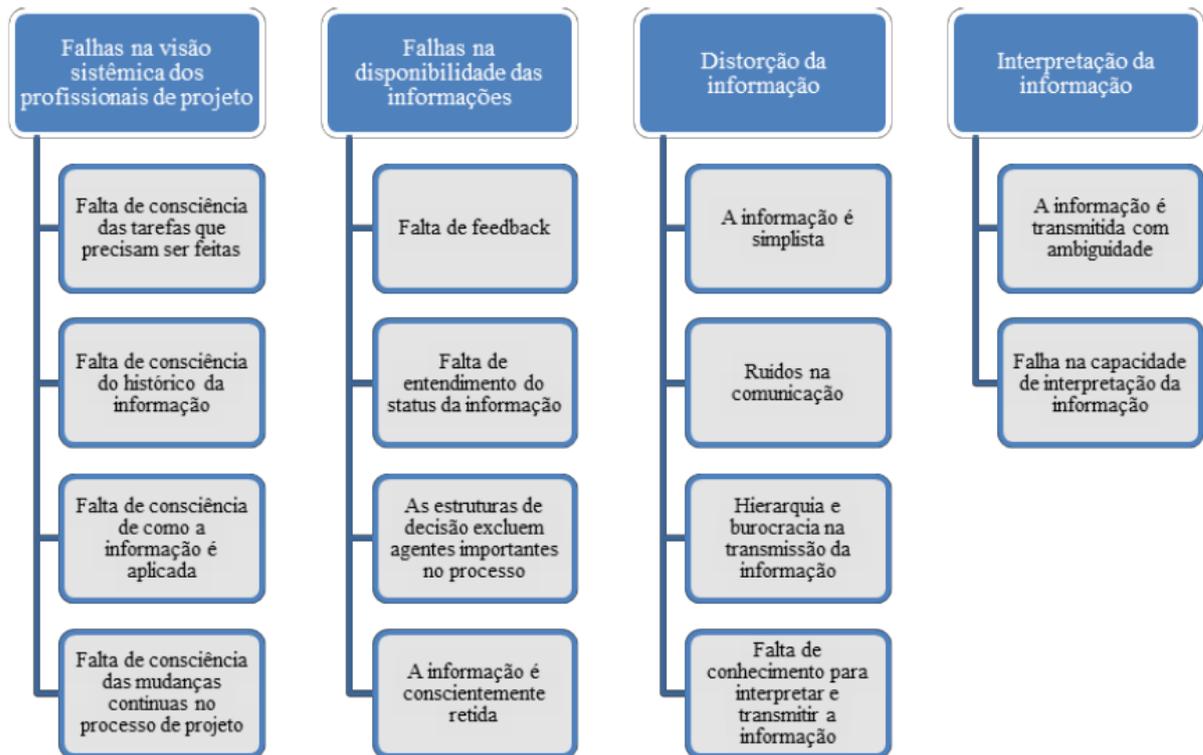
3.2 OBSTÁCULOS APONTADOS NO PROCESSO DE PROJETO

Manziane (2013) relata alguns pontos problemáticos trazidos por Ballard e Koskela (1998) do uso da visão do projeto como conversão:

- a) O trabalho de projeto é sequencial, rigidamente segmentado e sua administração se concentra apenas nos cumprimentos dos contratos individuais dos projetistas;
- b) Fragmentação (é mais importante, na visão convencional, concluir a tarefa isoladamente do que promover a interação entre as diferentes tarefas);
- c) O entendimento da gestão do projeto apenas como gestão isolada de suas tarefas, não conseguindo capturar conceitualmente a geração de valor e trazendo resultados pobres para o cliente;
- d) Não existe trabalho colaborativo para a solução conjunta de problemas na equipe de projetos;
- e) A natureza cíclica e interativa do projeto é pouco percebida no processo, o que gera uma elevada carga de retrabalho;
- f) Os requisitos do cliente vão sendo esquecidos ou negligenciados nas longas sequências de trabalho decorrentes dessa visão.

Já na visão do processo de projeto como fluxo de informações, Eckert, Clarkson e Stacery (2001) trazem os seguintes problemas em relação a gestão do fluxo de informações descritos na Figura 4 abaixo.

Figura 4 – Problemas relacionados ao processo de projeto como fluxo de informação



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

Embora ambos os conceitos são aceitos e utilizados pela literatura e possuem obstáculos similares, será utilizado o termo “processo de projeto” para designar o processo como fluxo de informação conforme Ballard e Koskela (1998) neste estudo, onde o foco é na melhoria da gestão desta informação transmitida e na mitigação dos obstáculos observado por Eckert, Clarkson e Stacey (2001) que melhor se aproximam do modelo de desenvolvimento de projetos observado hoje na indústria da construção e proposto neste estudo.

3.3 ETAPAS DO PROCESSO DE PROJETO

Há diversas definições na bibliografia para as etapas do processo de projeto.

Segundo Tzortzopoulos (1999, p.22), isso ocorre pois o “processo de projeto é complexo, envolve a tomada de decisões em diferentes níveis dependendo do grau de detalhamento do projeto e das características dos intervenientes envolvidos, e é desenvolvido com alto grau de incerteza.”

Ainda conforme a autora, a falta de padronização das etapas de projetos pode estar relacionada ao nível de especialização de projetos específicos durante o desenvolvimento, que acabam tendo “uma compreensão diferenciada do conteúdo técnico de cada umas das etapas descritas, fato que muitas vezes acaba gerando os mais diversos tipos de problemas ao longo do processo”.

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).

Já Fabrício, Melhado e Baia (1999) dividem o desenvolvimento de projetos em 3 etapas: (I) Planejamento do empreendimento; (II) Concepção do produto; (III) Desenvolvimento do produto. Este último é subdividido em 5 sub-etapas: (a) Anteprojeto; (b) Projeto Legal; (c) Pré-executivo; (d) Executivo e detalhamento; (e) Projeto de Produção.

Alguns autores como Rodríguez (2005) ainda defende que as etapas de planejamento e concepção do empreendimento são etapas diferentes do projeto, pois, conforme Rodríguez, “nesta etapa a atividade projetual propriamente dita é incipiente (apenas são realizadas análises sobre o potencial de terrenos), mas do projeto.”

Dessa maneira, Manzione (2013, p.144), em seu conceito de Projeto Tradicional, simplifica a divisão em 4 etapas: (a) estudo preliminar; (b) anteprojeto; (c) pré-executivo; (d) executivo e detalhamento.

Essa última classificação é frequentemente encontrada nos procedimentos de grandes construtoras brasileiras, caso da empresa selecionada para estudo de caso, e será adotada neste trabalho.

3.4 CONCEITO DE COORDENAÇÃO

O gerenciamento de projeto “consiste na administração de todas as responsabilidades, prazos, objetivos estabelecidos e requer planejamento, organização e controles que sejam mantidos ao longo de todo o processo de projeto” (SILVA e SOUZA, 2003).

A coordenação de projetos é a atividade que dá suporte ao desenvolvimento dos projetos para que sejam atendidos os objetivos do empreendimento (FRANCO e AGOPYAN, 1993).

Melhado (1994, p.199) define que a coordenação deve possuir os seguintes objetivos básicos:

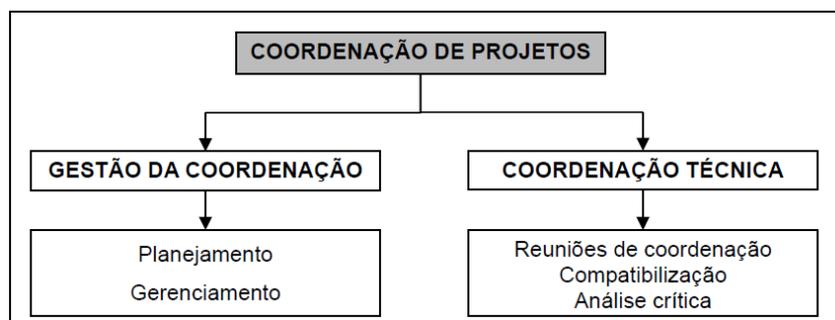
- a) Orientar a equipe de projeto e garantir o atendimento às necessidades dos clientes do projeto;
- b) Garantir a obtenção de projetos coerentes e completos, isto é, sem conflitos entre as especialidades (vazios de projeto);
- c) Coordenar o desenvolvimento do projeto, distribuindo tarefas e estabelecendo prazos, além de disciplinar 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 um serviço praticado pela própria construtora e incorporadora, visando maior controle sobre o processo de projeto e padrões exigidos, ser terceirizada a uma empresa de consultoria externa ou ser realizado pelo escritório projetista de arquitetura (MANSON, 2007).

3.5 ATIVIDADES DA COORDENAÇÃO

As atividades de coordenação de projetos abrangem dois aspectos fundamentais, a gestão da coordenação e a coordenação técnica, esquematizados na Figura 5 abaixo.

Figura 5 – Coordenação de projetos

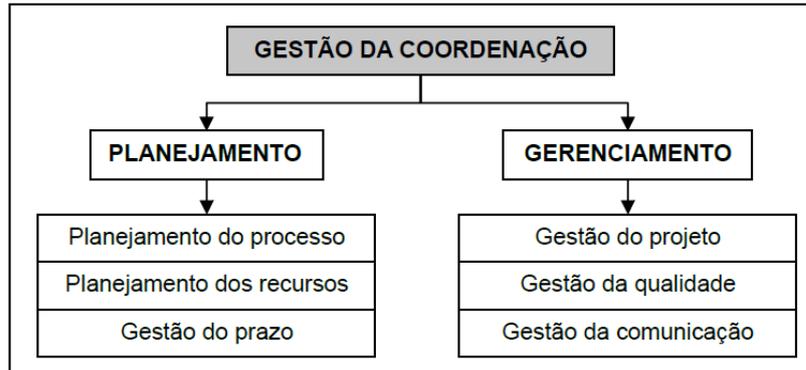


(fonte: SILVA, 2005)

3.5.1 Gestão da coordenação

Visto que o escopo dessa pesquisa foca no gerenciamento dos projetos e não no planejamento do processo, a revisão bibliográfica será focada nos aspectos de gerenciamento da gestão da coordenação de acordo com Silva e Novaes (2008) ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Gestão da coordenação



(fonte: SILVA, 2005)

3.5.1.1 Gestão do Projeto

“A gestão do processo de projeto garante a conformidade do desenvolvimento dos projetos de acordo com todas as suas fases. Define os objetivos e parâmetros a serem seguidos na elaboração dos projetos. Avalia e valida os diversos projetos.” (SILVA e NOVAES, 2008)

3.5.1.2 Gestão da Qualidade

A gestão da qualidade dos projetos, conforme Silva e Novaes (2008, p.61), controla a sua qualidade, no que tange ao seu conteúdo técnico e a sua explicitação gráfica, ao:

- Elaborar e preencher as listas de verificação para o controle da qualidade de todos os projetos;
- Analisar e compatibilizar as interferências entre os diferentes projetos;
- Promover e garantir a qualidade das soluções técnicas adotadas, integrando as soluções de projeto com o processo de execução;
- Conciliar, compatibilizar e integrar, durante todo o processo, o complexo de projetos, soluções e padrões.

Além dos citados acima, deve-se considerar o controle da qualidade gráfica da documentação de projeto, através da validação dos documentos entregues, analisando se há todas as informações, se os detalhamentos estão coerentes, se a representação dos desenhos nas diversas pranchas e diagramas estão bem apresentados para obra (TILLEY, 1997).

3.5.1.3 Gestão da Comunicação

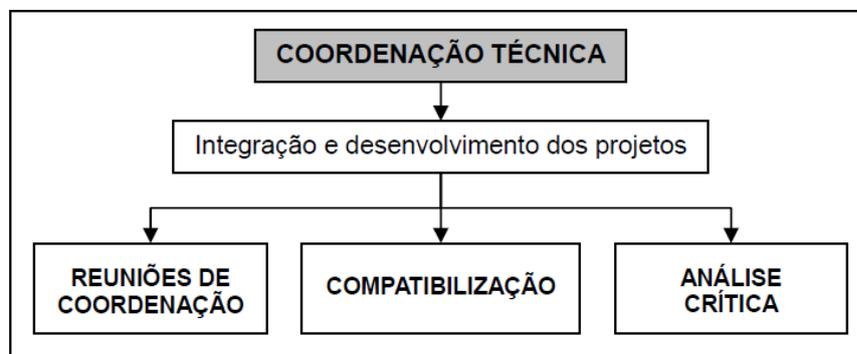
A gestão da comunicação nos projetos de edificações deve promover uma comunicação eficiente entre todos os participantes do projeto. Deve elaborar procedimentos para a geração e troca de informações técnicas entre os profissionais de projeto, durante todo o processo de desenvolvimento dos projetos (SILVA e NOVAES, 2008).

Este tópico será abordado com maior profundidade no capítulo 5.

3.5.2 Coordenação técnica

Já os aspectos da coordenação técnica, segundo Silva (2005), correspondem às reuniões de coordenação, compatibilização e análise crítica, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Aspectos da coordenação técnica



(fonte: SILVA, 2005)

3.5.2.1 Reuniões de Coordenação

As reuniões de coordenação são realizadas entre os participantes envolvidos no projeto do empreendimento. Seu objetivo é obter a compatibilização entre as soluções adotadas nos diversos projetos. É discutido entre os participantes questões referentes ao planejamento do projeto, ao controle de interfaces, dados de entrada, revisões e pendências. Nas reuniões são

relatadas interferências e incompatibilidades identificadas durante o desenvolvimento de projetos e discutidas soluções propostas pelas diferentes disciplinas (SILVA; NOVAES, 2008).

Conforme Silva e Novaes (2008, p.64), existem algumas maneiras de realizar o registro dos assuntos discutidos e definições feitas durante as reuniões:

- Elaboração da ata: “uma síntese com todas as informações relevantes, questões analisadas, pendências de projeto e as decisões definidas e deliberadas.”
- Registro da reunião: “A ata com os motivos das decisões tomadas, os prazos e as responsabilidades, assinada pelo coordenador e demais participantes, deve ser validada entre as partes, por se constituir em documento oficial.”
- Controle de pendências: “Usa-se 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 consiste na avaliação das soluções propostas, compatibilização entre elas desde a fase de estudo preliminar até projeto executivo e integração dos projetos e especificações técnicas. A compatibilização pode ser feita a partir da sobreposição de entregáveis de projeto, sejam eles desenhos impressos, digitais em prancha bidimensionais ou em 3D (SILVA, NOVAES, 2008).

Uma vez relatadas as diversas incompatibilidades, estas devem ser registradas, comunicadas aos projetistas para ajustes e monitoradas para validação em nova entrega (MELHADO, 1994).

3.5.2.3 Análise Crítica de Projetos

Por último, existe a etapa de análise crítica dos projetos, em que ocorre a análise dos diversos projetos pelo coordenador. Este deve indicar alterações ou complementações que visem atender a diretrizes do cliente ou contribuir com a qualidade dos projetos, como adequar a características do produto, aumentar sua construtibilidade, reduzir custos ou prazos ou otimizar métodos construtivos e racionalizar a produção (MELHADO; BARROS; SOUZA, 1996).

A NBR ISO 9000 normaliza a atividade de análise crítica. Ela é “realizada para determinar a pertinência, a adequação e a eficácia do que está sendo examinado, para alcançar os objetivos estabelecidos” (ABNT, 2000).

4 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

4.1 DEFINIÇÃO

Segundo Eastman et al. (2014) em seu livro *BIM Handbook, Building Information Modeling* (BIM) é “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construções”. Os modelos de construção são caracterizados por possuírem componentes de construção que são representados como elementos digitais inteligentes (objetos) que “sabem” o que eles são e que podem ser associados com atributos gráficos e semânticos computáveis e regras paramétricas.

Já Succar et al. (2007) utilizar uma definição mais abrangente para o BIM, considerando-o um conjunto de tecnologias, processos e políticas que permite o desenvolvimento de projetos, construção e operação de uma edificação de forma colaborativa. Para que a colaboração ocorra de maneira efetiva entre disciplinas em todo ciclo de vida de projeto, é necessário a troca precisa de dados do modelo 3D e informações associadas, tanto através do uso de softwares proprietários, como também a partir de arquivos de padrões abertos, como o IFC (SUCCAR et al., 2012).

4.2 MODELAGEM PARAMÉTRICA

Para Eastman et al. (2014), a modelagem paramétrica de objetos é uma forma poderosa de criar e editar geometrias. Ela representa objetos por parâmetros e regras que determinam a geometria, assim como propriedades e características não geométricas. Estas regras permitem que os objetos se atualizem automaticamente de acordo com o controle do usuário ou mudança de contexto. A modelagem paramétrica exige do projetista a definição de informações já no 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 considerados softwares BIM autorais (EASTMAN et al., 2014).

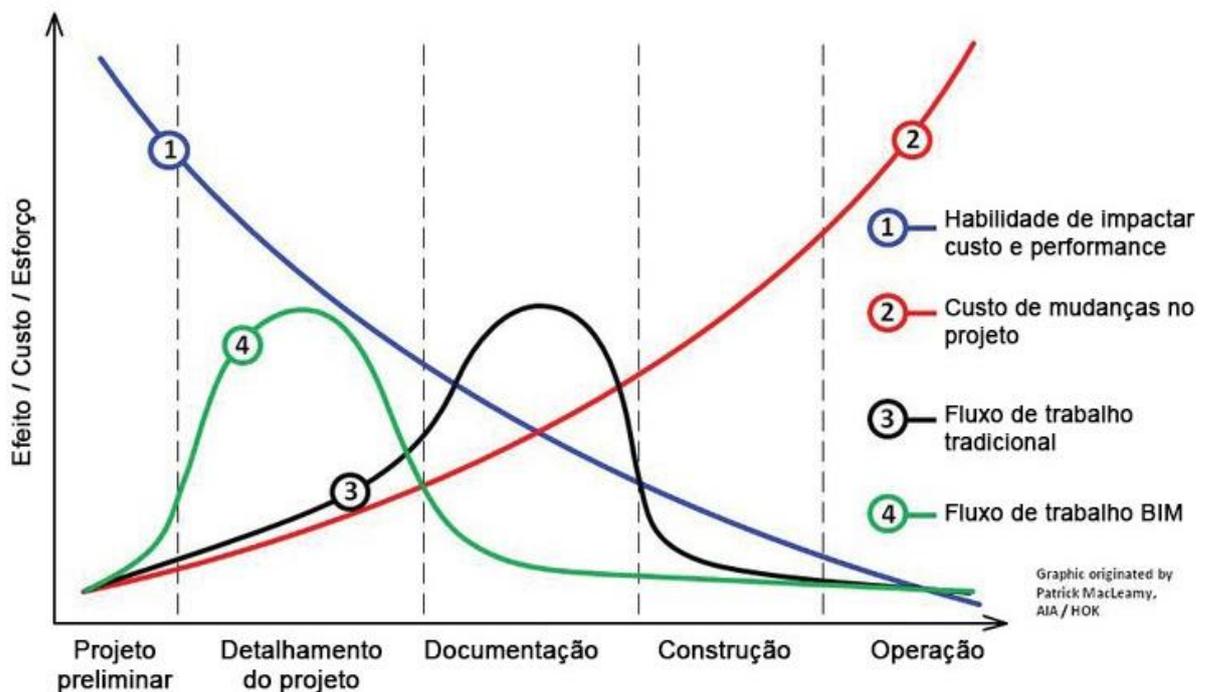
Dessa maneira, é necessário compreender que BIM é uma base de dados que relaciona e controla os componentes de um modelo e que a geometria tridimensional destes é um aspecto relevante. Todavia, o mais importante da aplicação da modelagem paramétrica e do BIM é a

habilidade de agregar, editar, escolher e compilar as informações gráficas e não gráficas a estes objetos, com o objetivo de aumentar a qualidade dos projetos (HARDIN; MCCOOL, 2015).

4.3 COORDENAÇÃO DE PROJETOS EM BIM

A curva de MacLeamy (Figura 8) é bem conhecida na área de projetos, pois demonstra a relação entre a antecipação do esforço de projeto e a capacidade de influenciar nos custos e qualidade final do empreendimento (AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007).

Figura 8 – Curva de MacLeamy



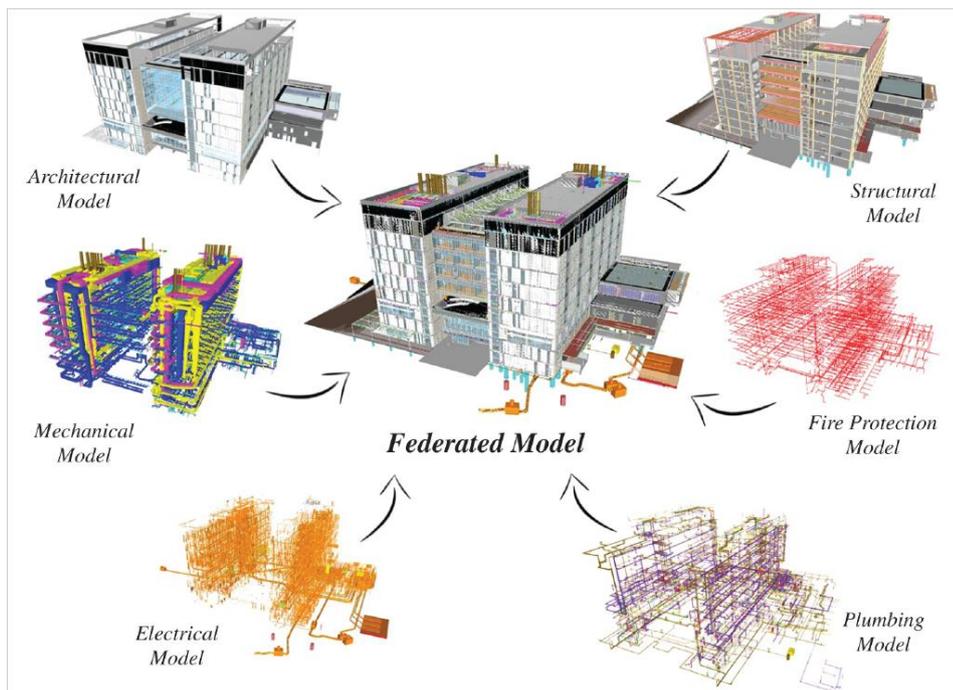
(fonte: AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007)

A tecnologia BIM, em sua essência, força a antecipação de tomadas de decisões durante desenvolvimento de projetos. Dessa maneira, segundo AIA (2007), ela contribui para uma redução de custos e uma melhoria da qualidade final de projeto do empreendimento.

Por exemplo, um traçado de tubulação seria representado no CAD com apenas uma linha. Conforme descrito anteriormente, a modelagem paramétrica do BIM não permite modelar o mesmo traçado de tubulação sem a definição do diâmetro da mesma. Dessa maneira, o projetista necessita tomar a decisão do diâmetro a ser utilizado já no primeiro lançamento da tubulação, o que já antecipa a definição do shaft ou espaço no entreforço pela arquitetura para acomodar a tubulação.

A coordenação e compatibilização de projetos em BIM é realizada a partir do uso do modelo federado, que é composto pelos modelos BIM de diferentes disciplinas e ligados logicamente, no qual suas fontes de dados não perdem a identidade ou integridade por estarem ligadas, ou seja, uma mudança realizada em um modelo não modifica os demais elementos do modelo federado (LOWE e MUNCEY, 2009). A Figura 9 abaixo ilustra o conceito de um modelo federado.

Figura 9 – Representação de um modelo federado



(fonte: Leite, 2019)

O Modelo Federado permite que todos os participantes do projeto visualizem as demais disciplinas, possibilitando identificar possíveis conflitos e problemas de projeto e comunicar aos envolvidos através de ferramentas de comunicação. Entretanto, cada projetista só consegue alterar o modelo de sua autoria (LEUSIN, 2018).

Este Modelo Federado é comumente criado em ferramentas de integração e verificação de modelos BIM, podendo citar como exemplo os softwares Autodesk Navisworks® ou Solibri Model Checker®, que, diferente dos softwares autorais, não permitem modelar ou editar informações dos elementos, mas possuem funções específicas de visualização, navegação, validação e compatibilização de modelos que auxiliam nas atividades de coordenação (EASTMAN et al., 2014).

4.3.1 Visualização 3D e revisão dos modelos

A modelagem 3D possibilita a visualização exata do que está sendo projetado, por mais complexa que seja a instalação ou edificação. Somente a correta e inequívoca visualização do que está sendo projetado garante o entendimento e a eficácia no processo de comunicação e alinhamento entre todos os envolvidos na construção de um empreendimento (CBIC, 2016). Através da visualização 3D, permite-se encontrar diversas inconsistências de projeto que não seriam possíveis de visualizar em desenhos 2D (EASTMAN et al., 2014).

Os softwares de integração e revisão tem como característica fundamental a visualização dos modelos digitais, permitindo aos usuários que naveguem pelo modelo de múltiplas perspectivas e façam consultas de forma interativa, como visualizar parte dos modelos em caixa de corte. Nestes softwares, é possível consultar a propriedade dos elementos do modelo de cada disciplina e filtrar os elementos com as mesmas propriedades ou de mesma categoria (EASTMAN et al., 2014).

A partir desta ferramenta de filtragem, pode-se ligar ou desligar a visibilidade de um conjunto de elementos com mesmas propriedades, facilitando a compreensão dos projetos de disciplinas específicas. Como exemplo, se bem configurado na modelagem, é possível filtrar os diferentes sistemas de esgoto pluvial, sanitário e água fria em um projeto hidrossanitário através da informação contida nos elementos de tubulação e conexões e escolher isolar a visualização de apenas um dos sistemas.

4.3.2 Detecção automática de interferências

Provavelmente o uso mais utilizado do BIM na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) seja a detecção automática de interferências, em inglês, *Clash Detection*. Segundo Eastman et. al. (2014), essas ferramentas diferem da simples detecção de conflitos entre geometrias 3D, pois combina essa mesma detecção com análises de interferências baseadas em semântica e regras baseadas nas informações dos elementos para identificar conflitos qualificados e estruturados.

As ferramentas de detecção de conflitos baseadas em BIM permitem que construtores verifiquem conflitos de maneira seletiva entre sistemas especificados, como a checagem de conflitos entre os sistemas mecânicos e estrutural, porque cada componente no modelo é associado a um tipo específico de sistema (EASTMAN et al., 2014).

A detecção automática de interferências em modelos BIM é realizada nos softwares de verificação de modelos BIM, tais como Autodesk Navisworks® ou Solibri Model Checker® já citados neste trabalho. Estes softwares permitem criar diversas regras de detecção, como, 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, em inglês, *clash*.

Durante o processo de identificação de interferências, diversas colisões não necessariamente representam interferências reais no projeto, podendo ser conflitos duplicados ou erros de modelagem, e estes são chamados de Falsos Positivos (LEITE et al., 2011). Apenas uma fração do total de colisões encontradas representa interferências reais entre elementos de projetos. Ou seja, o processo de detecção de interferências é automático, porém a análise das interferências para identificar quais realmente são interferências de projeto faz parte do trabalho do coordenador de projetos (MEHRBOD, 2019).

Em um processo de projeto com BIM, a ferramenta de detecção automática de interferências é aplicada durante as etapas de compatibilização de projetos, escopo da Coordenação Técnica (SILVA; NOVAES, 2008).

Vale destacar que, segundo Mehrbod (2019), as ferramentas BIM disponíveis atualmente são incapazes de identificar automaticamente várias inconsistências e questões de projeto que são particularmente desafiadoras de se coordenar e resolver. Sendo necessário utilizar a visualização 3D e navegação nos modelos com a detecção automática em paralelo e com a experiência do coordenador para aumenta a qualidade da compatibilização.

5 GESTÃO DA COMUNICAÇÃO NO PROCESSO DE PROJETO

5.1 COMUNICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS

A natureza dinâmica do processo de construção, a ação de vários agentes, a necessidade de trabalho em equipe e do alto grau de coordenação de todas as atividades envolvidas são alguns fatores que mostram a importância do papel da comunicação no processo de produção de edificações (TZORTZOPOULOS, 1999).

Ao analisar o relacionamento entre as pessoas, pode-se observar que a grande maioria dos mal-entendidos, atritos e frustrações verificadas são causados pela deficiência nas comunicações (MANSO; MITIDIERI FILHO, 2007).

O sucesso do projeto durante seu desenvolvimento depende da escolha de um modelo de comunicação entre os participantes que permita a integração e colaboração necessárias para agregar o conhecimento de cada parte aos objetivos comuns do projeto, e não apenas metas individuais (MEDEIROS; MELHADO, 2013).

Dentro desse cenário de colaboração, para o desenvolvimento de um projeto, os participantes precisam realizar inúmeras trocas de informações, sejam elas no sentido de sanar dúvidas ou debater sobre soluções construtivas a serem utilizadas na execução deste projeto (MARTINS et al., 2017).

De acordo com Molena (2010, apud Martins et al., 2017), “não adianta os gerentes de projetos usarem grande parte de seu tempo falando ou mandando e-mails se não se fizerem entender, de forma correta, direcionada corretamente aos envolvidos e em tempo hábil”.

Akponeware e Adamu (2017) relatam em sua pesquisa que, ao entrevistar seis coordenadores de projeto em um estudo de caso, quatro informaram que o processo de comunicação dos problemas de projeto encontradas nos modelos BIM era majoritariamente realizado junto aos projetistas por meio de e-mail e dois informaram que não existia processo implementado.

Segundo Manzione (2013), muito da comunicação que ocorre no desenvolvimento de projetos é realizada informalmente e não é dada a devida atenção a este tipo de comunicação.

As interações informais que ocorrem nos ambientes das empresas têm uma função vital na condução do trabalho rotineiro e na condução dos processos, e a importância disso precisa ser mais bem considerada no estudo da melhoria dos processos colaborativos. Uma evidência disso é que, quando as pessoas trabalham somente “dentro das regras” – ou dentro do que, no Brasil, é comumente chamado de “operação padrão” – os resultados são medíocres e a lentidão impera (MANZIONE, 2013, p.5).

O processo colaborativo do BIM resulta em um aumento exponencial das comunicações entre os membros da equipe, o que resulta numa demanda por sistemas que organizassem essas trocas de informações de maneira formal com segurança e rastreabilidade (LEUSIN, 2018).

5.2 PLATAFORMAS WEB COLABORATIVAS

Diante das diversas falhas ocasionadas em projetos, oriundas, principalmente das falhas de comunicação, o mercado tecnológico vem apresentando novas soluções, como as plataformas online que fazem a interface entre os gestores e os demais envolvidos, tentando amenizar os problemas de integração e comunicação entre as equipes envolvidas. As empresas vêm adotando algumas destas tecnologias para promover a troca de informação entre as organizações envolvidas na execução de um empreendimento, possibilitando o gerenciamento de projetos de forma mais distribuída (MARTINS et al., 2017).

“As plataformas web colaborativas são ferramentas computacionais que integram, pela internet todos os envolvidos na elaboração do projeto. Esses sistemas permitem a gestão *on-line* de todo o ciclo de projetos, utilizando um único banco de dados disponibilizado por um servidor.” (MANSO; MITIDIÉRI FILHO, 2007)

Uma de suas funções é a troca de informações em tempo real entre construtores e projetistas através da internet e o registro dessas informações “na nuvem”, possibilitando acelerar o processo de comunicação. Com isso, evita-se atrasos e melhora a confiabilidade do processo (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

Segundo Leusin (2018, p.100), uma das grandes vantagens das plataformas web colaborativas é “substituir as atas de reuniões, uma tarefa ingrata e trabalhosa e que, então, se dilui no desenrolar das trocas, seja numa reunião física, seja virtual, além de manter o registro de todas as comunicações entre os participantes”.

No entanto, apenas a utilização de uma ferramenta colaborativa não é suficiente. Para que o processo de gestão da comunicação funcione é necessário que se criem regras claras para troca de informações (MANSO; MITIDIERI FILHO, 2007).

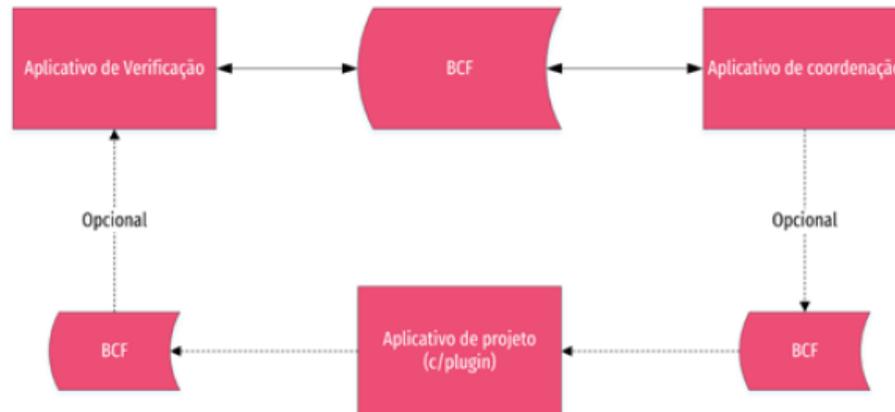
5.3 PROCESSO DE COMUNICAÇÃO COM BIM

A única maneira de realizar comunicação sobre os modelos BIM até 2010 era enviando o modelo completo, ainda que filtrando algumas informações, ou enviando imagens de um trecho do modelo, sempre bastante difíceis de localizar. Quem recebia a solicitação tinha que comparar versões do modelo para compreender o que estava sendo pedido (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

A partir de 2010, o formato *Building Collaboration Format* (BCF) foi desenvolvido para sanar esse problema. Ele tem como base a linguagem XML em padrão aberto e permite enviar relatórios com imagens de vistas tridimensionais coordenadas do modelo BIM geradas pelo software de verificação, chamadas *viewpoints*, vinculadas de modo dinâmico a elementos que podem ser acessados por usuários de diversos locais e especialidades, além de agregar funções de comunicação de responsabilidades e prazos, como as plataformas web colaborativas (LEUSIN, 2018).

A partir 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 fluxograma básico do processo de comunicação com uso do BCF está representado na Figura 10. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017)

Figura 10 – Fluxo de coordenação com uso de BCF

(fonte: GDP *apud* ABDI, 2017)

As plataformas web colaborativas podem possuir integração direta com os softwares BIM através de plugins, desta maneira, cada conflito ou questão identificada no software de verificação gera um apontamento (*issue*) no servidor WEB da plataforma vinculado a elementos e *viewpoints* do modelo BIM de cada disciplina. Caso a plataforma comercial disponibilize os plugins necessários para os softwares autorais, essa integração permite abrir, comentar e resolver apontamentos pela nuvem direto nos softwares BIM, sem necessidade de compartilhar os arquivos BCF (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2017).

As plataformas web colaborativas mais conhecidos no mercado no momento deste trabalho que possuíam esta funcionalidade eram o BIM 360 da Autodesk®, BIMCollab ZOOM da Kubus®, BIMTrack da BIMOne® e o BIMSync da Catenda®.

5.4 APONTAMENTO DE PROJETO

5.4.1 Conceito de apontamento de projeto

Leusin (2018) cita o termo *issue* para definir qualquer problema ou inconsistência de projeto identificado ao longo do processo de projeto a partir das rodadas de compatibilização ou análise crítica. Segundo o autor, o mesmo deve ser registrado e comunicado aos participantes envolvidos por uma plataforma web colaborativa. Tradicionalmente, os *issues* são analisados e comunicados ao time de projeto por meio de e-mails, relatórios e reuniões de coordenação.

Mehrbod et. al. (2019), sob a perspectiva da coordenação BIM, utiliza o termo *design coordination issue* e define-o como um conflito mais complexo entre sistemas que não pode ser detectado somente pela funcionalidade *clash detection* e requer uma análise mais profunda para sua resolução.

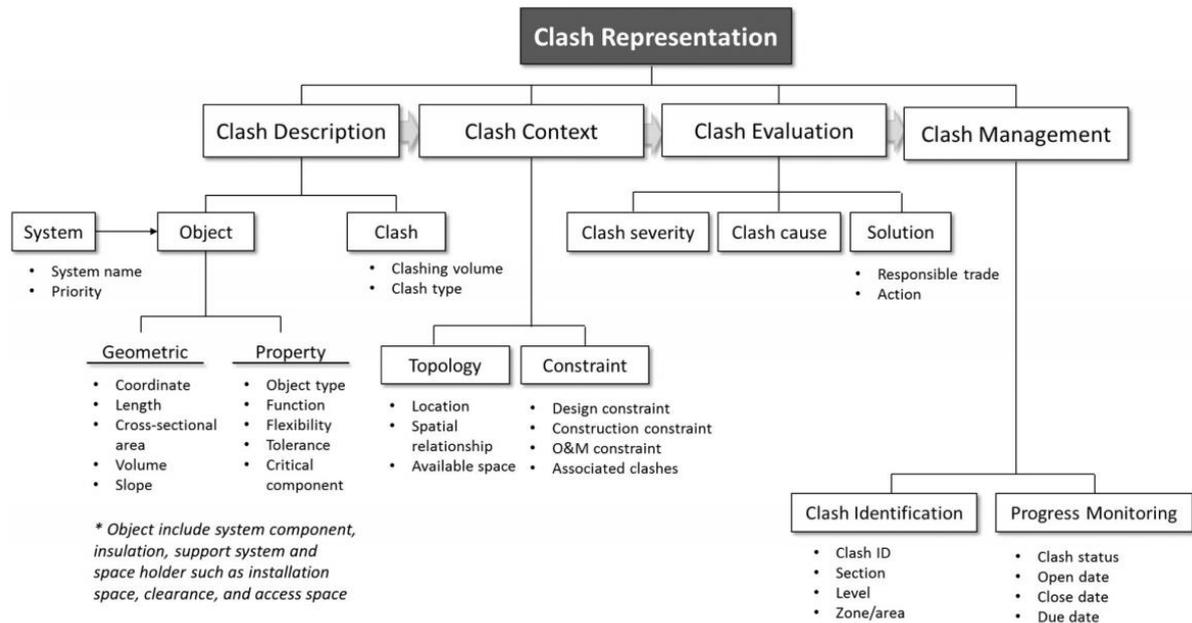
Para este trabalho, definiu-se **apontamento de projeto** a partir da definição de Leusin (2018), como uma questão, seja ela um problema, conflito, inconsistência, omissão ou melhoria, que é identificada, comunicada e monitorada durante o desenvolvimento de projetos por meio de ferramentas de verificação e colaboração. A solução do apontamento visa alterar ou complementar um projeto ou tornar dois ou mais projeto compatíveis, resultando na melhoria da consistência, clareza, construtibilidade e compatibilidade dos projetos de um empreendimento.

Normalmente, os apontamentos de projeto quando registrado em plataformas web colaborativas são munidos de diversas outras informações estruturadas que auxiliam os participantes no conhecimento e compreensão do apontamento, tais como localização, disciplinas envolvidas, prioridade, responsáveis e, se vinculados ao modelo BIM, os elementos dos modelos envolvidos.

Wang e Leite (2016) sugerem um esquema para representar todas as informações contidas no processo de análise e resolução de um determinado *clash* representado na Figura 11.

Diversas informações de um *clash* podem ser também encontradas em um apontamento, como prioridade, causa, solução, localização, restrições e datas. No entanto, conforme apontado por Mehrbod (2019), o *clash* falha ao tentar representar um problema ou questão de projeto mais complexo e por isso é necessário a definição de apontamento para inserir outras informações necessárias para análise e gestão deste problema. Ainda conforme o autor, este tópico é precário na literatura e cita que é necessária uma maior investigação sobre o assunto.

A qualidade e acurácia do processo de projeto podem ser vinculadas ao volume de apontamentos identificados e suas informações inerentes citadas acima. As plataformas web colaborativas facilitam este controle, pois em geral apresentam o número de apontamentos, sendo possível em algumas plataformas classificá-los por usuários ou usar tags para outros filtros. A partir das classificações, é possível criar indicadores de acurácia do projeto. De qualquer maneira, o objetivo é sempre a redução destes apontamentos (LEUSIN, 2018).

Figura 11 – Representação de um *clash*

(fonte: Wang e Leite, 2016)

5.4.2 Etapas de um apontamento de projeto

Segundo Merhbod et. al. (2019), o processo de comunicação no processo de projeto com apontamentos é realizado através de quatro etapas:

- 1) Identificação do apontamento: o coordenador recebe os modelos BIM dos projetos entregues e as documentações gerada e vincula os modelos BIM no software de verificação e cria o modelo federado. A partir da visualização e navegação no modelo e da ferramenta *clash detection* do software são identificados os apontamentos.
- 2) Análise e resolução do apontamento: o coordenador então se reúne com o time de projetistas para revisar, discutir e encontrar soluções para resolver os apontamentos identificados. A análise é feita observando o modelo federado e as documentações de projeto.
- 3) Documentação do apontamento: após análise e definição da solução de cada apontamento, o coordenador registra a solução, 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 pelos projetistas.

A maioria das plataformas web colaborativas organizam os apontamentos em dois ou três status, conforme fluxo citado acima:

- 1) Ativo ou Aberto: apontamento foi criado, publicado a todos e designado a um ou mais responsáveis para resolvê-lo;
- 2) Resolvido, Respondido ou Pronto para Revisão: apontamento foi resolvido ou respondido pelo responsável atribuído e se encontra disponível para validação do coordenador;
- 3) Fechado: apontamento foi validado pelo coordenador e arquivado;

No Quadro 1 apresentado abaixo é possível verificar os diferentes status disponíveis para as plataformas web colaborativas consultadas no período da pesquisa.

Quadro 1 – Status presentes nas plataformas do mercado consultadas

Status	<i>BIM Collab ZOOM</i>	<i>BIM Track</i>	<i>BIM 360</i>	<i>BIM Sync</i>	<i>Construflow v1</i>
Ativo ou Aberto	X	X	X	X	X
Resolvido, Respondido ou Pronto para Revisão	X		X	X	
Fechado	X	X	X	X	X

(fonte: elaborado pelo autor)

6 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo descreve o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, bem como as etapas e atividades realizada e apresenta a empresa e os empreendimentos selecionados para o estudo de caso.

6.1 ABORDAGEM DA PESQUISA

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa qualitativa a partir de um estudo de caso. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é “uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”.

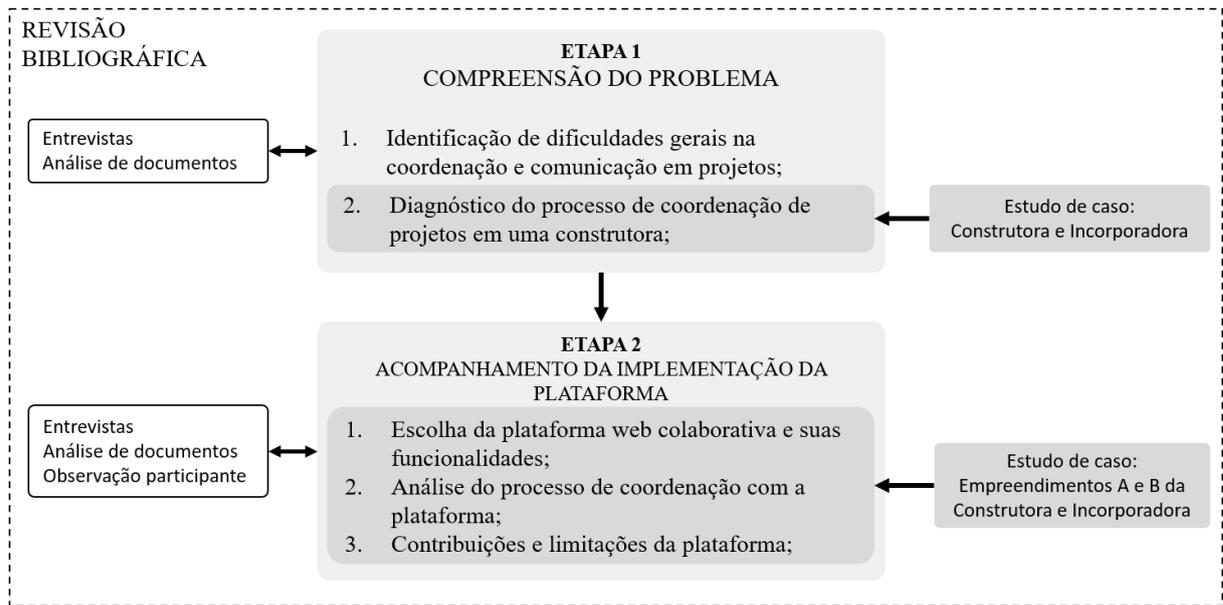
Embora estudo de caso seja amplamente utilizado em pesquisas, estes não podem ser generalizados, pois estudam um caso único. “O estudo de caso refere-se ao levantamento com mais profundidade de determinado caso ou grupo humano sob todos os seus aspectos. Entretanto, é limitado, pois se restringe ao caso estudado, que não pode ser generalizado” (MARCONI; LAKATOS, 2017, p.305).

De qualquer forma, Gil (2009) afirma que estudos dessa natureza ainda possuem vantagens, visto a riqueza, profundidade e singularidade dos dados obtidos. Este tipo de pesquisa permite estudar com profundidade o objeto de estudo, considerando suas múltiplas dimensões.

6.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O delineamento da pesquisa deste trabalho foi dividido em duas etapas principais e é apresentado na Figura 12. A revisão de bibliografia ocorreu durante toda pesquisa a fim de proporcionar a fundamentação teórica adequada e embasar os resultados encontrados.

Figura 12 – Delineamento da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A primeira etapa da pesquisa consistiu na compreensão dos problemas no processo de coordenação e comunicação durante desenvolvimento de projetos a partir de consulta a especialistas da área de coordenação de projetos e diagnóstico dos procedimentos da empresa de estudo de caso.

A segunda etapa da pesquisa foi composta pelo acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa no processo de coordenação de projetos de dois empreendimentos da empresa construtora de estudo.

6.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

Neste capítulo serão descritas as etapas apontadas no capítulo de delineamento da pesquisa.

6.3.1 Etapa 1 – Compreensão do problema

Primeiramente foram realizadas entrevistas abertas com três especialistas da área de projetos para entender a visão dos mesmos a respeito do processo de coordenação e comunicação em projetos de edificações através dos métodos mais usualmente encontrados no mercado da construção civil, conforme Quadro 2. O objetivo foi compreender quais as dificuldades encontradas no cenário atual e como poderia ser melhorada a qualidade do processo de projeto

através da estruturação dos problemas de projeto encontrados e utilização de plataformas web colaborativas para registro, comunicação e gestão.

Quadro 2 – Entrevistas com especialistas

TIPO DE ENTREVISTA	DATA	DURAÇÃO	PERFIL DO PARTICIPANTE
Entrevista Aberta	18/09	1h	Engenheiro Civil, coordenador do setor de Inteligência de Produto da construtora em estudo.
Entrevista Aberta	19/09	1h 20min	Engenheiro Civil, sócio de uma empresa de coordenação de projetos e consultoria BIM.
Entrevista Aberta	24/09	1h	Engenheiro Civil, sócio-gerente de uma empresa de desenvolvimento e gerenciamento de projetos.

(fonte: elaborado pelo autor)

Em seguida, foi realizado um diagnóstico do atual processo interno de coordenação do processo de projeto realizado pela empresa de estudo. As atividades de compatibilização e análise crítica bem como a comunicação aos projetistas das questões identificadas e acompanhamento das mesmas foram analisados a partir dos procedimentos da empresa e diversos documentos utilizados na rotina do setor de projetos. Também foram realizadas entrevistas com um coordenador de projetos e uma estagiária do setor, descritos no Quadro 3 a fim de aprofundar-se na análise dos gargalos do processo. Entrevistando a estagiária, foi possível resgatar o histórico inteiro do fluxo de análise e ajuste de um problema de compatibilização e mapear suas etapas a fim de exemplificar as dificuldades encontradas no processo realizado.

Quadro 3 – Entrevistas com funcionários do setor de projeto da empresa

Entrevista Aberta	22/09	1h	Arquiteto, coordenador de projetos da construtora em estudo.
Entrevista Aberta	26/09	1h 30min	Estagiária de Engenharia Civil, trabalhava no setor de projetos da construtora em estudo.

(fonte: elaborado pelo autor)

Ao final é realizado uma descrição das dificuldades identificadas durante o diagnóstico e feito uma reflexão junto as conclusões das entrevistas e da revisão de bibliografia realizadas.

6.3.2 Etapa 2 – Acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa

Nesta etapa é descrito como foi o processo de implementação da plataforma web colaborativa no setor de projetos da construtora e como isto alterou o processo de coordenação e comunicação durante desenvolvimento de projetos de dois empreendimentos, objetos do estudo de caso.

Primeiramente, foi feita uma breve introdução descrevendo as plataformas web disponíveis do mercado, descrevendo em seguida como ocorreu o processo que levou a escolher a plataforma utilizada no estudo, bem como as principais funcionalidades da mesma.

A partir disso, foi descrito o processo de implementação observado, comentando os objetivos que a construtora visou com a plataforma bem como os treinamentos realizados aos projetistas e equipe de coordenação de projetos, neste estudo de caso composto pelo coordenador de projetos e pelo autor, apoio do coordenador, sendo ele o principal responsável por gerir a troca de informação que ocorria na plataforma.

Foram explicados como ocorreu os processos adotados para realizar a coordenação e comunicação entre projetos com a plataforma web colaborativa. Foram utilizados exemplos do estudo de caso para exemplificar situações observadas durante a implementação e ilustrando os novos fluxos empregados.

Em diversos trechos da apresentação de resultados desta etapa, além da argumentação através da coleta de dados do estudo e de entrevistas aos especialistas, o autor utiliza de sua experiência profissional na área de projetos para complementar a análise e argumentação.

As diversas contribuições da plataforma observadas pelo autor no estudo de caso são descritas ao final dos resultados, bem como as limitações da plataforma e oportunidades de melhorias, a partir também de feedback informais dos coordenadores e da equipe de projetistas. Estes resultados foram apresentados a empresa da plataforma, sugerindo que as melhorias fossem implementadas em versões futuras.

Nas considerações finais é apresentado a relação das contribuições com as funcionalidades da plataforma, bem como a influência destas sob as dificuldades encontradas na etapa 1 de compreensão do problema.

6.4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentada a empresa escolhida para estudo de caso na etapa de diagnóstico e para a implementação da plataforma.

6.4.1 Empresa construtora selecionada

Foi selecionada para o estudo de caso uma das maiores construtoras e incorporadoras da região sul do Brasil que atua na construção de edificações residenciais, comerciais e de uso misto de médio e alto padrão na região de Porto Alegre. A empresa possui 50 anos de atuação no mercado, já construiu mais de 1 milhão de m², é certificada com o ISO 9001 desde 2012 e classificada com nível A pelo PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat). Durante o período de estudo, a empresa possuía 13 empreendimentos em obras e 9 empreendimentos em desenvolvimento de projetos.

A empresa é responsável pela concepção do produto do empreendimento ainda na etapa de incorporação. Uma vez definido o produto, inicia-se a etapa de desenvolvimento de projetos. Os projetos são realizados por escritórios terceiros e a construtora realiza a coordenação dos projetos internamente, possuindo um setor responsável para isso com procedimentos documentados e auditados. Todos os empreendimentos em desenvolvimento de projetos possuem um líder o qual é responsável pela coordenação desde a fase de estudo preliminar até acompanhamento de obras.

A empresa construtora iniciou a implementação do BIM no início de 2017, primeiramente no setor de projetos quando passou a exigir a entrega dos projetos em BIM. Atualmente, o BIM é utilizado pelo setor de projetos no processo de desenvolvimento e coordenação de projetos, no setor de orçamentos para a orçamentação de alguns escopos específicos, como volume de terraplenagem, e no setor de planejamento na simulação 4D de algumas etapas críticas das obras.

A partir de abril de 2020, a empresa decidiu implementar a plataforma web colaborativa em dois empreendimentos em etapa de desenvolvimento de projetos de modo piloto a fim de verificar melhorias no processo de coordenação e qualidade dos projetos. Os empreendimentos de estudo são descritos no capítulo a seguir.

6.4.2 Empreendimentos do estudo de caso

A implementação da plataforma web colaborativa ocorreu em dois empreendimentos com características e tamanhos distintos e em diferentes fases de projeto.

6.4.2.1 Empreendimento A

Empreendimento multiuso com duas torres corporativas, uma torre residencial, mall com 42 lojas e 3 subsolos de estacionamento, totalizando uma área de 60.000m². Equipe de projeto consistia em 2 coordenadores da construtora, sendo um deles o autor, e 20 disciplinas participantes, sendo 14 disciplinas principais trabalhando com modelagem BIM e 6 disciplinas em CAD, sendo as disciplinas CAD secundárias (segurança, sonorização, irrigação, impermeabilização, esquadrias e fundações) as quais tinham sua modelagem absorvidas pelas disciplinas principais (elétrica, hidráulica, arquitetura e estrutura).

A implementação da plataforma web colaborativa ocorreu na transição da fase de anteprojeto para fase de pré-executivo e foi o primeiro empreendimento da empresa a adotar a plataforma, em abril de 2020. O desenvolvimento de projetos do início da fase pré-executiva até entrega de todas as disciplinas em executivo estava com duração prevista de 12 meses.

6.4.2.2 Empreendimento B

Empreendimento residencial com 2 torres de 12 pavimentos cada, edifício garagem com 3 pavimentos e implantação com áreas de lazer, totalizando 23.000m² de área construída. A equipe de projeto consistia em 2 coordenadores da construtora, sendo um deles o autor, e 16 disciplinas participantes, sendo as 14 disciplinas principais trabalhando com modelagem BIM e 2 disciplinas em CAD (fundações e segurança).

Diferente do empreendimento A, a plataforma web colaborativa começou a ser utilizada desde o início do desenvolvimento de projetos, a partir da fase de estudo preliminar, iniciada em junho de 2020. O desenvolvimento de projetos ainda estava em andamento na fase pré-executiva ao final deste trabalho de conclusão.

6.4.3 Coleta de dados do estudo

De acordo com Yin (2015), as evidências para um estudo de caso podem vir de seis fontes distintas: (a) análise de documentos; (b) registros em arquivo; (c) entrevistas; (d) observação direta; (e) observação participante; e (f) artefatos físicos.

Foram utilizadas evidências a partir da análise de documentos para etapa 1, sendo as principais os procedimentos do setor de projetos, e-mails e relatórios de coordenação de empreendimentos da empresa construtora.

Realizou-se, também, entrevistas para levantamento de dados e suporte de decisões durante a pesquisa. Segundo Cerro e Bervian (2007), entrevista é uma forma de obter dados que não podem ser encontrados em registros e fontes documentais.

Para a etapa 1, foram realizadas entrevistas não estruturadas, nas quais “o entrevistador tem liberdade de desenvolver as questões da maneira que considerar mais adequada e explorar mais amplamente uma questão” (MARCONI; LAKATOS, 2017, p. 215).

As informações contidas na plataforma web colaborativa também serviram como fonte de evidências utilizadas no estudo. Diversos apontamentos foram utilizados para exemplificar os resultados encontrados durante a implementação.

Como o autor trabalhou diretamente na coordenação de projetos de ambos os empreendimentos A e B de estudo de caso, foi possível utilizar a observação participante como principal fonte de evidência na etapa 2 de acompanhamento da implementação da plataforma web colaborativa.

Segundo Yin (2015), observação participante é um tipo de investigação no qual é feito o contato direto, frequente e prolongado do investigador, com os atores sociais do estudo, nos seus contextos culturais, sendo o próprio investigador parte da amostra.

“Por estar imerso na progressão dos eventos, espera-se que o observador se encontre numa posição privilegiada para obter conhecimentos aprofundados e, portanto, muito mais informação do que aquela que seria possível adquirir por outras vias” (VINTEN, 1994).

Esta participação do autor no estudo 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

A partir das três entrevistas realizadas foi possível se aprofundar nas rotinas realizado para coordenação e comunicação de questões e inconsistências de projeto vivenciadas pelos entrevistados no desenvolvimento de projetos BIM de edificações, além de verificar como era feito a gestão por eles e registrar as dificuldades comentadas.

Primeiramente, ambos entrevistados apontaram pelo menos seis ferramentas e práticas de gestão para realizar o processo de coordenação de projetos:

- a) **Cronograma de projetos:** cronograma é o principal instrumento não apenas para planejamento, mas também para controle das atividades e entregáveis de projeto. Segundo o coordenador entrevistado, a “espinha dorsal” do desenvolvimento de projetos.
- b) **Reuniões de coordenação de projetos:** reuniões realizadas com todo ou parte do time de projetistas e coordenadores. Nestas reuniões são discutidos questões e problemas de projeto, definições, ações a serem realizadas e a gestão dos compromissos. Tudo fica registrado em atas de reunião com a descrição, prioridade, data planejada e responsável pela ação.
- c) **Relatórios de compatibilização:** relatórios que registram e comunicam incompatibilidades verificadas durante a compatibilização, ajustes necessários em projeto devido a alterações e ajustes diversos solicitados em reunião. Estes relatórios podem ser em arquivo de texto, apresentações em slides ou planilhas.
- d) **Repositório de arquivos:** local na “nuvem” onde é feito o upload e download de todos os documentos de projeto pelos projetistas. Existem regras para permissões de acesso e liberação de documentos que é gerenciado pelo coordenador.
- e) **Contato telefônico ou por aplicativo de mensagens instantâneas no celular:** segundo os entrevistados, este é um dos meios de comunicação mais comuns para troca de

informações de maneira informal, como por exemplo esclarecimento de dúvidas ou combinações entre coordenador e projetista.

- f) **E-mails:** meio de comunicação principal para formalizar troca de informações e combinações que não estão presentes nem nas atas de reuniões e nem nos relatórios de compatibilização, como informações trocadas por telefone ou aplicativos de mensagens instantâneas. Também serve para troca de documentos, tais como atas, relatórios, planilhas, apresentações, etc.

A partir disso, os entrevistados relataram as principais dificuldades envolvidas em um processo com base nessas ferramentas e práticas, que são listados a seguir:

- a) **Informações não são registradas:** foi pontuado pelos três entrevistados a dificuldade de registrar informações ou combinações a fim de que todos os envolvidos tenham o histórico de decisões e ações. Por exemplo, um entrevistado afirmou que definições feitas por contato telefônico entre projetistas dificilmente eram registradas em algum documento diferente do e-mail (quando isso ocorria), pois não existia um local específico para isso. Muitas vezes tentava-se buscar o histórico de tomada de decisões de uma questão de projeto e este não era encontrado.
- b) **Informações não são transmitidas a todos:** as informações não são sempre transmitidas a todos os que necessitam ter conhecimento dela e faltava transparência na troca de informações. Por outro lado, um dos entrevistados afirmou que os projetistas ao invés de trocarem informações entre eles e registrarem a decisão, utilizavam o coordenador para intermediar qualquer troca, sinalizando que isso consumia muito tempo do coordenador que poderia ser feito por meio de ferramentas de TI. Outro entrevistado afirmou que a falta de registro das ações necessárias por um projetista e transmissão a todos fazia com que a pressão para que aquela ação fosse feita ficasse apenas com o coordenador, quando esta mesma pressão poderia ser feita por outros projetistas que dependiam desta ação para desenvolver seus projetos.
- c) **Informação está dispersa em muitos documentos:** também pontuado pelos três entrevistados que o número de meios diferentes para comunicar e realizar a troca de informações é um dos fatores para a dificuldade na verificação do status de problemas de projeto. Um entrevistado citou que é difícil ter um panorama de todos os itens pendentes rapidamente, o mesmo disse que é necessário horas de trabalho acessando diferentes locais para ter “a imagem do todo”. Outro entrevistado citou dificuldades em

buscar e compilar questões de um local específico do projeto ou de uma disciplina específica.

- d) **Falta de evidência das origens dos problemas:** dois dos três entrevistados comentaram que muitos problemas e erros de projetos surgem sem ficar evidenciado a origem e o responsável causador, pois não há registro do histórico do problema. Segundo um dos entrevistados, isso “dificulta apontar o culpado” e não permite evidenciar os projetistas cujos erros de projeto estão gerando retrabalhos e atrasos no desenvolvimento de projetos. Ainda segundo o entrevistado, o coordenador “acaba perdendo tempo vendo erros bobos e simples dos projetos ao invés de focar na análise crítica e na compatibilização dos mesmos”. O mapeamento das origens poderia servir para avaliação da qualidade do serviço de projeto.

Uma vez compreendido o contexto do processo de gestão da coordenação e comunicação com base na experiência dos especialistas da área, buscou-se verificar e comparar com o contexto da empresa construtora do estudo de caso.

7.1.2 Diagnóstico da empresa

Esta seção tem como objetivo compreender o problema a partir da análise do processo de coordenação e comunicação que ocorria no desenvolvimento de projetos dentro da empresa construtora de estudo.

7.1.2.1 Padrão de procedimento da empresa

No procedimento documentado pela empresa, analisado durante estudo de caso, é descrito que a coordenação de projetos é composta pela verificação de *check-lists* específicos (*briefings*) de cada disciplina, pela compatibilização de projetos, utilizando um documento chamado Matriz de Compatibilização, onde é descrito itens relevantes que devem ser observados durante a compatibilização, e pelas reuniões de coordenação.

As reuniões são realizadas semanalmente ou quinzenalmente e registradas em atas de reunião. O seguinte trecho foi retirado do documento da empresa: “são efetuadas reuniões semanais, quinzenais ou de acordo com a necessidade, de Análise Crítica do Projeto e registradas no F-CP-01 – Ata de Reunião - Projeto. O analista de projeto faz o acompanhamento das entregas das ações previstas na ATA e realiza a compatibilização dos projetos entregues complementarmente a realizada pela arquitetura.” Para registrar e comunicar apontamentos de

projeto encontrados durante a compatibilização, são criados relatórios de compatibilização com o apoio de documentação 2D com anotações sinalizando os apontamentos que são compartilhados com os projetistas via e-mail para que os ajustes sejam feitos. Os projetistas retornam o relatório com comentários junto com uma nova revisão dos projetos com ajustes solicitados.

Como citado no documento da empresa, a disciplina de arquitetura também realizava uma compatibilização em paralelo a compatibilização da construtora em etapas macro do projeto. As inconsistências identificadas eram registradas em esferas no modelo BIM de arquitetura contendo informações do ajuste necessário e a disciplina responsável. As esferas eram compiladas em uma planilha junto com a documentação entregue.

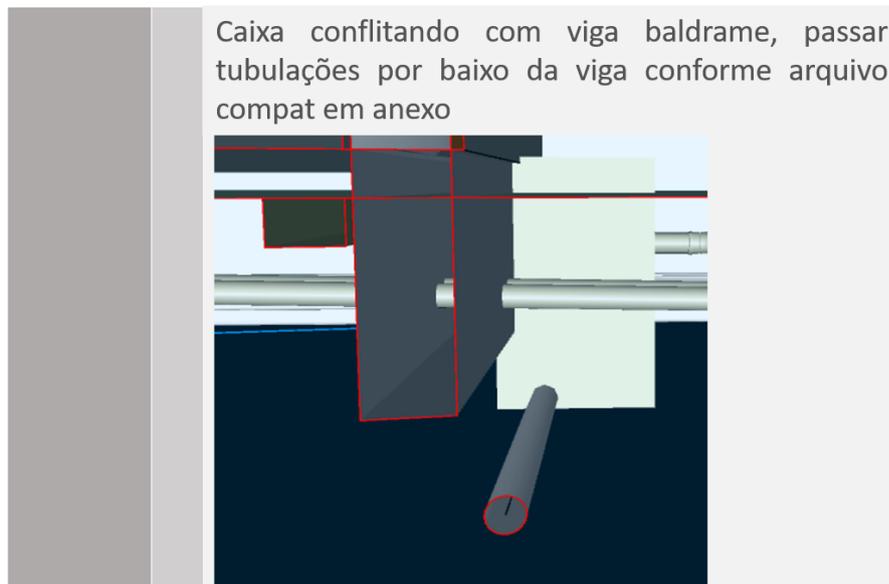
Internamente no setor existiam documentos com instruções para validação, compatibilização e análise crítica de projetos em BIM e eram realizadas reuniões com os coordenadores para que estes tivessem conhecimento do processo e recebessem os treinamentos para realizá-los. Porém, a palavra BIM não foi encontrada em nenhum documento oficial de procedimentos da empresa, evidenciando que os processos BIM realizados na rotina de desenvolvimento de projeto não eram auditados, ficando a critério de cada coordenador seguir ou não os procedimentos e diretrizes.

Através do acesso a documentos utilizados para coordenação de um empreendimento seguindo a rotina padrão do setor e das entrevistas realizadas com o coordenador de projetos e estagiária foi possível identificar seis meios diferentes para fazer a gestão dos problemas de projeto:

- a) Relatórios de compatibilização (Figura 13): trazem todas as inconformidades e questões advindas da compatibilização e análise crítica dos projetos (verificação de interferências, inconsistência, melhorias de projeto) ou de ajustes necessários conforme definições feitas em ata de reuniões;
- b) Relatórios de validação de modelo BIM (Figura 14): trazem todas as diretrizes de modelagem BIM do BEP do empreendimento que não foram atendidas;
- c) Plantas baixas “COMPAT” (Figura 15): arquivo CAD ou PDF com plantas baixas de cada pavimento com nuvens e texto apontando as inconformidades;

- d) Esferas de “COMPAT” do modelo BIM de arquitetura (Figura 16): apontamentos identificados pela arquitetura durante etapas de compatibilização e registrados nos modelos BIM;
- e) Checklist de briefing (Figura 17): planilha com requisitos e boas práticas de projeto da construtora que necessitam de atenção do projetista ao desenvolver os projetos que visam melhorar sua qualidade;
- f) E-mails: para troca de informações sobre questões diversas de projeto e gestão de compromissos;

Figura 13 – Relatório de compatibilização de Elétrica



(fonte: Autor)

Figura 14 – Relatório de validação de modelo BIM de Elétrica

PONTO DE ORIGEM	C	O ponto de origem da arquitetura está certo, conforme definido em plano de execução.																																												
CATEGORIAS	NC	<p>Alguns elementos estão com a categoria errada, as tomadas estão como iluminação elétrica ao invés de acessórios elétricos</p>																																												
PRPRIEDADES REQUERIMENTOS DOS ELEMENTOS	NC	<p>Categoria (família):</p> <p>Interruptores estão sem informações de comando, painel, número do circuito</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Material Especifico</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Elétrico</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Número de Pólos</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Tensão</td> <td>127,00 V</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tipo de Carga</td> <td>a = Iluminação e...</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elétrico - Iluminação</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ID da chave</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Elétrico - Cargas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Painel</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Número do circuito</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Prefixo para circuit...</td> <td></td> <td>X</td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>		Material Especifico			Elétrico		X	X	Número de Pólos		X	X	Tensão	127,00 V			Tipo de Carga	a = Iluminação e...			Elétrico - Iluminação				ID da chave				Elétrico - Cargas				Painel		X	X	Número do circuito		X	X	Prefixo para circuit...		X	X
	Material Especifico																																													
Elétrico		X	X																																											
Número de Pólos		X	X																																											
Tensão	127,00 V																																													
Tipo de Carga	a = Iluminação e...																																													
Elétrico - Iluminação																																														
ID da chave																																														
Elétrico - Cargas																																														
Painel		X	X																																											
Número do circuito		X	X																																											
Prefixo para circuit...		X	X																																											

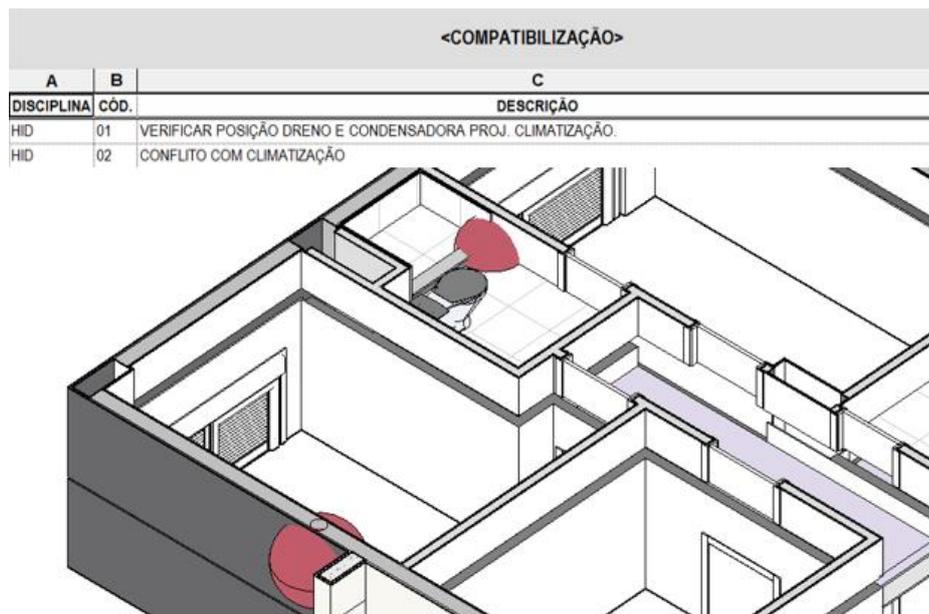
(fonte: Autor)

Figura 15 – Apontamento em planta baixa “COMPAT”



(fonte: Autor)

Figura 16 – Esferas de “COMPAT” do modelo BIM de arquitetura



(fonte: Autor)

Figura 17 – Check-list de Briefing de projeto elétrico

GRUPO	Nº	DESCRIÇÃO	SING	PROJETIS	OBSERVAÇÃO	ME
COMUNICAÇÃO O / TV / TELEFONIA	2.116	Utilizar eletrodutos rígidos aparentes na circulação e áreas com forro ao invés da eletrocalha para TV e TEL.	X			
COMUNICAÇÃO O / TV / TELEFONIA	2.117	Prever cabeamento entre central de alarme da guarita / recepção e casa de máquinas da escada pressurizada.	X			NA
COMUNICAÇÃO O / TV / TELEFONIA	2.118	Agrupar derivações de modo a minimar quantidade de alçações para acesso no forro.	X		solicitado em compat	NC
COMUNICAÇÃO O / TV / TELEFONIA	2.119	Nas áreas de resgate junto as escadas de emergência, deve ser previsto junto ao módulo de referência um intercomunicador interligado com a guarita, com altura de 90cm (NBR 9050).	X			C

(fonte: Autor)

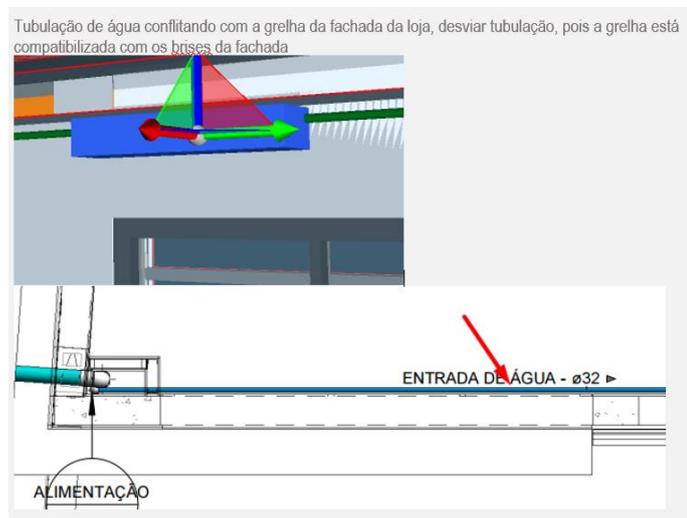
Vale destacar que o relatório de validação de modelo analisa o modelo BIM (toda a edificação ou conforme partição alinhada no BEP), o relatório de compatibilização e as esferas de revisão analisam um pacote de projeto (Pavimentos Tipo, Coberturas ou Pavimentos Sob Tipo), as plantas baixas “COMPAT” analisam apenas um pavimento e o checklist de briefing analisa o projeto inteiro do empreendimento. Dessa forma, percebe-se que cada documento aborda um conjunto de locais diferentes do empreendimento, tornando a informação dispersa.

Em uma entrevista realizada com uma estagiária do setor de projetos, foi questionado o que ela pensava a respeito do fluxo de trabalho relatado, sendo a resposta dela a seguinte frase: “isso (acompanhamento dos apontamentos por diversos documentos) acaba tomando muito tempo nosso durante a coordenação, pois é uma tarefa muito manual, esse tempo poderíamos estar utilizando para compatibilizar projeto ou planejar próximas etapas”.

Através desta mesma entrevista com a estagiária, foi possível se aprofundar mais no processo e mapear o histórico inteiro do fluxo de comunicação de um problema de projeto, o qual é descrito a seguir a fim de exemplificar o processo mencionado. Este exemplo fez parte de uma lista de inconsistências identificadas durante compatibilização dos projetos executivos da disciplina de instalações hidrossanitárias (HID).

Neste exemplo, o coordenador identificou uma interferência entre a tubulação de água e uma grelha na fachada. Dessa maneira, o coordenador insere essa informação no relatório de compatibilização R00 descrevendo a interferência e solicitando que a tubulação seja desviada da grelha e inserido um print do modelo federado e um da planta baixa, conforme Figura 18.

Figura 18 – Relatório de compatibilização R00 enviado ao projetista de HID

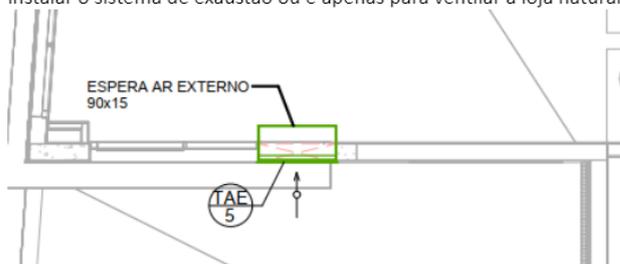


(fonte: Autor)

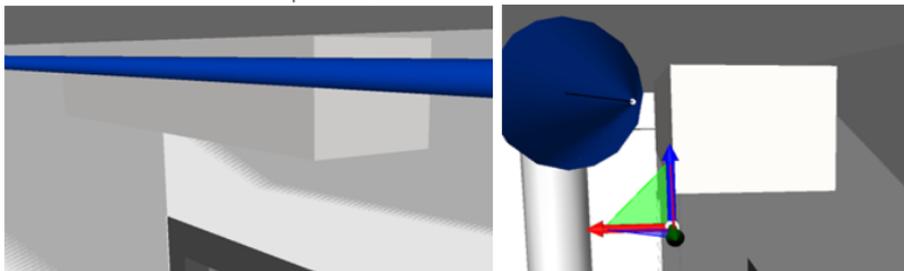
O relatório é enviado ao projetista de HID que analisa o apontamento e realiza uma nova entrega com projeto ajustado (modelo BIM + documentação) e o relatório comentando que o ajuste havia sido feito. O coordenador, ao carregar o novo modelo BIM de HID no federado e validar os ajustes, verifica então que o projetista apenas desloca a tubulação para frente da grelha. Em um primeiro momento, entende-se que o apontamento está resolvido, porém, o coordenador, utilizando sua experiência, se questiona se a grelha era apenas para ventilação da loja ou se serviria para ligação de um sistema de exaustão que poderia ser instalado pelo proprietário da loja futuramente. Dessa maneira, ele consulta o projetista de climatização (CLI) por e-mail, conforme Figura 19. O projetista retorna no mesmo dia confirmando que a grelha na verdade é uma espera para o sistema de exaustão e que não poderia haver tubulação na frente dela.

Figura 19 – E-mail consultando projetista de climatização

No segundo pavimento da loja do GO24 tem uma veneziana, essa veneziana seria uma espera caso o proprietário da loja queira instalar o sistema de exaustão ou é apenas para ventilar a loja naturalmente?



Pergunto porque tinha um duto de água passando dentro dessa veneziana e solicitei para que o hidrossanitário desviasse e o desvio que eles fizeram foi apenas trazer o duto para a frente, porém se esta é uma espera para um posterior sistema que poderá ser instalado o duto na frente vai impossibilitar isso.



(fonte: Autor)

Com esta nova informação, o coordenador adicionou esta informação em um relatório de compatibilização R01 direcionado a HID informando da impossibilidade de a tubulação ficar na frente da grelha e que a mesma deveria ser desviada de sua projeção, como mostra Figura 20. Este relatório é enviado ao projetista de HID e o mesmo retorna o relatório R01 comentado mencionando que o item foi ajustado, bem como o modelo BIM revisado. O coordenador vincula a nova revisão do modelo ao federado, valida o ajuste e então escreve “Conforme” ao final deste item no relatório.

Figura 20– Relatório de compatibilização R01 enviado ao projetista de hidrossanitário



(fonte: Autor)

O fluxo dos processos de identificação, análise, ajuste e validação do problema descrito acima é ilustrado na Figura 21. É possível observar que, durante o processo, foram gerados 6 documentos diferentes (4 relatórios e 2 e-mails) para que a informação fosse transmitida desde a identificação do apontamento até o ajuste final validado pelo coordenador.

7.1.2.2 Dificuldades identificadas

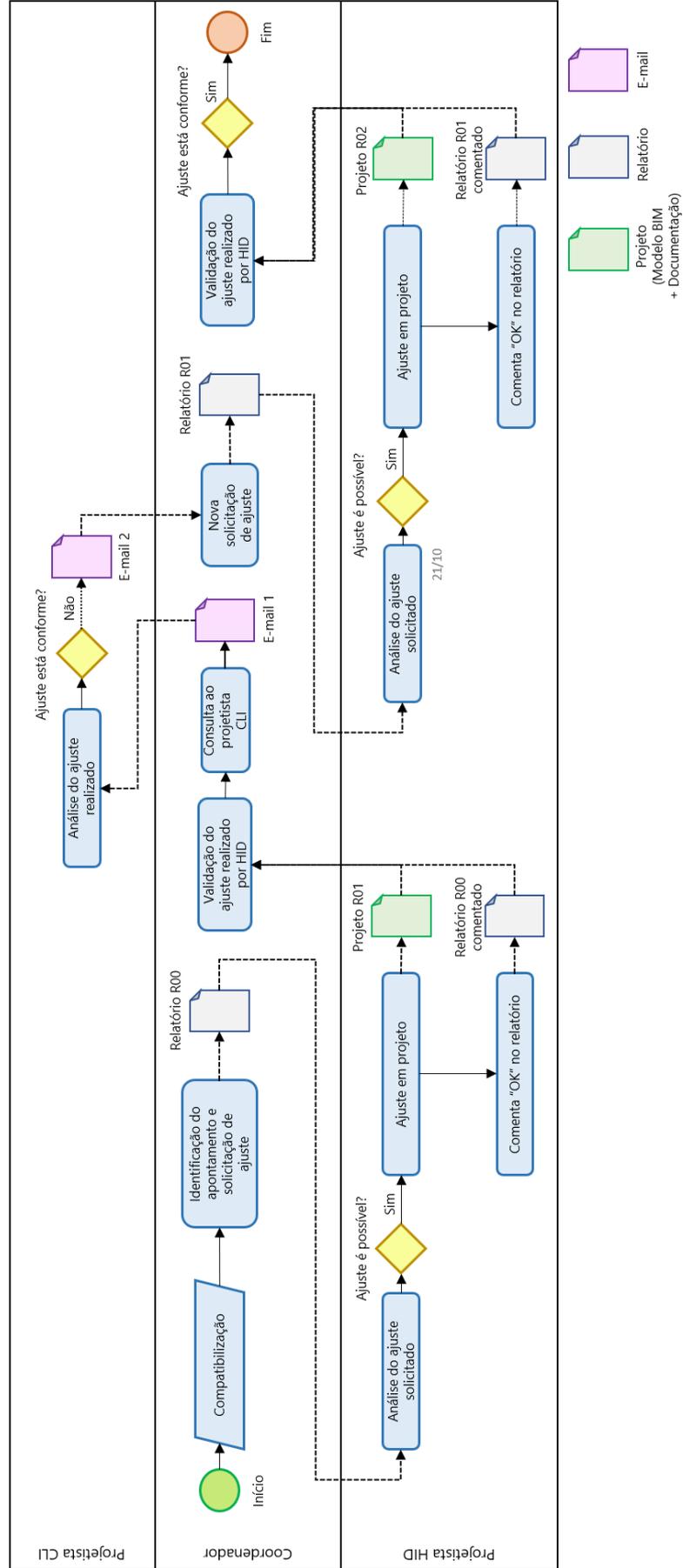
Neste subcapítulo, são listadas as principais dificuldades encontradas durante o diagnóstico.

- a) **Transmissão da informação dependente do coordenador:** é possível observar através do fluxo de processos da Figura 21 que a informação sempre é transmitida ao coordenador (o relatório R00 comentado e o e-mail são encaminhados somente para o coordenador) e este fica responsável de repassar a informação aos demais envolvidos que necessitam da informação.

Este processo de comunicação com o coordenador como intermediário reduz muito a velocidade de comunicação e diminui a produtividade do coordenador e poderia ser feito de forma mais eficaz com apoio de ferramentas de TI como é destacada na dificuldade b) do capítulo 7.1.1.

- b) **Muitos documentos para fazer a gestão:** A partir do diagnóstico, foram identificados 6 tipos de documentos diferentes para realizar a coordenação e comunicação. Segundo o coordenador entrevistado “é muito fácil se esquecer de atualizar algo quando é manuseado essa grande quantidade de documentos, correndo risco de ficar com documentos desatualizados e enviá-los ao projetista”.

Figura 21 – Fluxograma de processos de apontamento



(fonte: Autor)

Além disso, o mesmo problema pode ser encontrado em dois documentos diferentes, como é o caso do exemplo de interferência da Figura 13, em que na descrição do item é solicitado que seja observado a prancha “COMPAT” também, o que acaba gerando redundâncias e diminuindo produtividade. Da mesma maneira, no exemplo relatado ao final, tivemos 6 documentos diferentes para trocar informações sobre um único assunto (4 arquivos de relatórios e 2 e-mails).

- c) **Informação está dispersa:** através do exemplo é possível perceber que o histórico do problema é fragmentado em documentos diferentes (e-mails e relatórios), o que dificulta rastrear as informações e entender todo o processo desde o início. A própria estagiária entrevistada que ficou responsável por coordenar a resolução deste problema encontrou dificuldades para localizar todas as informações solicitadas pelo autor a fim de construir o mapa de processos da Figura 21.

Estas duas primeiras dificuldades encontradas no diagnóstico do processo de coordenação da empresa vão ao encontro do relatado pelos entrevistados no capítulo 7.1.1 de que normalmente a informação está dispersa em muitos documentos, dificultando o controle, a gestão e a busca do histórico com todas as etapas e decisões pelo coordenador e, ainda mais, para pessoas não envolvidas no processo.

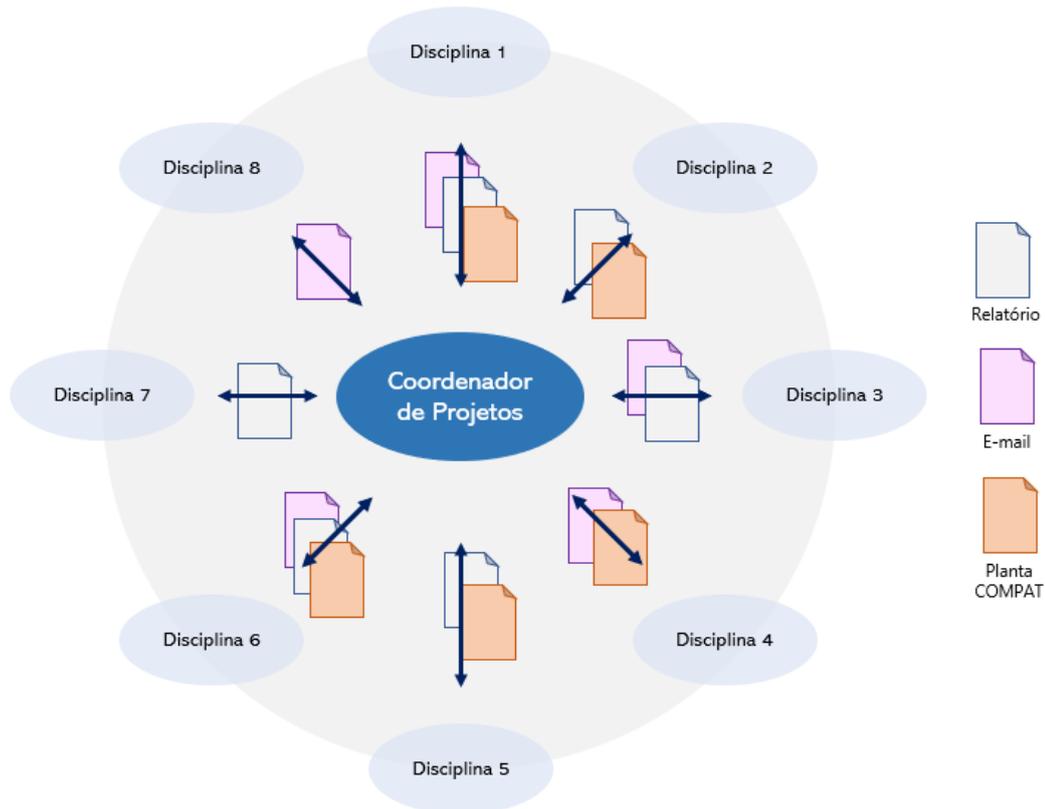
- d) **Informação não é padronizada e estruturada:** é possível observar através das figuras de exemplo que cada documento possui uma formatação e uma estruturação da informação diferenciada. No relatório de compatibilização existe apenas um campo com descrição em texto com local, identificação do problema e sugestão de ajuste e imagens. No checklist de briefing existe apenas dois campos, um com a descrição em texto e outro com “NC” para “não conforme” ou “C” para “conforme”. Na planta baixa de COMPAT existe apenas um campo de texto e uma anotação sinalizando o problema. Ou seja, não há nenhuma estruturação similar dos dados entre os diferentes documentos que permita filtrar um mesmo tipo de informação a respeito dos problemas de projeto.

7.1.3 Considerações finais

Os especialistas do capítulo 7.1.1 e coordenador e estagiária do setor de projetos da construtora de estudo do capítulo 7.1.2 já trabalharam com fluxo de projeto tanto em CAD 2D quanto em BIM e relataram que o desenvolvimento de projetos em BIM evidencia um aumento

significativo na troca de informações e comunicação realizada entre o time de projeto como já observado por Leusin (2018). Ainda conforme os entrevistados, os processos e ferramentas atuais de coordenação e comunicação adotados para o fluxo CAD não eram capazes de absorver essa troca. A Figura 22 ilustra a comunicação e gestão caóticas dos problemas de projeto a partir da troca de diversos arquivos entre os projetistas e coordenador.

Figura 22 – Esquema ilustrando a comunicação do time de projeto



(fonte: Autor)

Esta coordenação caótica é resultante das dificuldades de gestão apresentadas anteriormente e acabam virando gargalos no processo de desenvolvimento de projetos que consequentemente refletem em projetos de baixa qualidade, mal compatibilizados e com atrasos nos prazos.

Entretanto, todos entrevistados acreditam que novas tecnologias da informação e comunicação são necessárias como ferramentas para melhorar o processo de coordenação e comunicação. Porém, a bibliografia ressalva que não basta novas ferramentas de TI para melhorar a gestão da coordenação e comunicação, são necessárias regras e fluxo de processos bem definidos (MANSO; MITIDIÉRI FILHO, 2007).

7.2 IMPLEMENTAÇÃO DA PLATAFORMA WEB COLABORATIVA

Este capítulo aborda os resultados da etapa 2 do delineamento de pesquisa.

7.2.1 Escolha da plataforma web colaborativa

O setor de projetos da construtora, a fim de melhorar seus processos, realizou uma pesquisa informal das principais plataformas web colaborativas do mercado para implementação. Os nomes encontrados foram BIMCollab ZOOM da Kubus®, BIMTrack da BIMOne®, BIM 360 da Autodesk® e BIMSync da Catenda®, plataformas líderes no mercado mundial. Todas possuíam vinculação dos apontamentos com elementos dos modelos BIM, sendo as duas últimas também *Common Data Environment* (CDE), um repositório comum de dados na nuvem para todas as informações de projeto: modelos BIM, documentações de projeto ou apontamentos, e, dessa maneira, possuíam maior robustez e diversas outras funções além da comunicação por apontamentos.

Além das plataformas líderes de mercado já citadas, foi apresentada à construtora, por um dos escritórios que fornecia serviço de projeto, a plataforma da startup brasileira ConstrufLOW®, recém criada na época da pesquisa, do qual o escritório era um dos investidores principais. A ferramenta ainda se encontrava em sua versão 1 (ConstrufLOW v1) com algumas limitações, mas apresentava as principais funções de uma plataforma web colaborativa. Vale destacar que a versão 2 mais completa estava em desenvolvimento no período do estudo para ser lançada em 2021.

No Quadro 4 são apresentadas as principais funções e características de cada uma das plataformas citadas neste capítulo a fim de comparação. As plataformas líderes de mercado, apesar de possuírem uma maior quantidade de funcionalidades, possuem custos de licença anuais significativamente mais caras que da ConstrufLOW, devido ao custo em dólares e consolidação no mercado.

Quadro 4 – Comparativo das funcionalidades das plataformas web colaborativas

Funcionalidade	<i>BIM Collab ZOOM</i>	<i>BIM Track</i>	<i>BIM 360</i>	<i>BIM Sync</i>	<i>Construflow v1</i>
Criação de apontamentos na nuvem por qualquer usuário	X	X	X	X	X
Atribuição de local, prioridade e disciplinas envolvidas	X	X	X		X
Atribuição de data para resolução	X	X	X	X	*
Atribuição de responsável	X	X	X	X	
Criação de campos personalizados	X	X	X		
Dashboards de controle	X	X	X	X	X
Integração com modelos BIM	X	X	X	X	
Notificações por e-mail	X	X	X	X	*
Nível de capacitação necessária para operação (variando de 1 a 5, sendo 1 muito fácil e 5 muito difícil)	3	3	4	5	1
Custo de licença	\$\$\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$\$\$	\$\$\$	\$

* Funcionalidades estarão presentes na v2 em desenvolvimento segundo equipe Construflow.

(fonte: Autor)

Devido a parceira do escritório com a construtora, a plataforma Construflow foi oferecida sem custos de licença para ambos os empreendimentos pilotos durante o ano de 2020. Foi levado em consideração também a praticidade e facilidade de aprendizado para utilizar a plataforma quando comparado com outras, devido a sua simplicidade. Estes dois fatores principais fizeram a construtora escolher pela implementação da plataforma Construflow.

7.2.2 Descrição da plataforma escolhida

A plataforma Construflow possui 4 janelas principais (Configurações, Compat, 3D e Dashboards) necessárias para que os usuários desempenhem suas funções e serão descritas ao longo desse subcapítulo junto com suas funcionalidades. Primeiramente, realiza-se a criação de todos os usuários participantes do projeto, projetistas, coordenadores, consultores, etc. Cada usuário possui um login com senha que somente ele pode acessar.

A partir disso, o coordenador realiza as configurações da plataforma de acordo com as características do empreendimento a ser coordenado na janela de Configuração. Nesta janela,

devem ser criadas as disciplinas envolvidas no projeto com nomes e siglas e marcados os usuários responsáveis por cada disciplina. Também é feita a listagem dos pavimentos do empreendimento através da criação dos locais. Para os empreendimentos de estudo, se adotou as siglas das disciplinas conforme padrão abaixo utilizados pela empresa de estudo:

- a) ARQ para arquitetura;
- b) CLI para instalações de climatização;
- c) CVI para comunicação visual;
- d) EST para estrutura;
- e) ELE para instalações elétricas;
- f) INT para interiores;
- g) ESP para instalações de escada pressurizada;
- h) GAS para instalações de gás;
- i) HID para instalações hidrossanitários;
- j) INC para instalações de incêndio;
- k) MOD para modulação de paredes;
- l) LUM para luminotécnico;
- m) PAI/PSG para paisagismo;
- n) PIS para instalações de piscina;
- o) SEG para segurança.

Uma vez configurado, toda a comunicação realizada na plataforma entre coordenadores e projetistas ocorre na janela Compat a partir da criação de apontamentos. Cada apontamento recebe uma ID única e possui os seguintes campos com preenchimento necessário que estão representados na Figura 23:

- a) Local (verde): campo do local do apontamento, a partir das listas de locais do empreendimento configurados;
- b) Disciplinas (laranja): campo onde é selecionado as disciplinas envolvidas no apontamento da lista de disciplinas de projeto configurada;
- c) Prioridade (azul): campo não personalizável em que se seleciona a prioridade baixa, média ou alta para o apontamento;
- d) Descrição (rosa): campo de texto livre onde se descreve o apontamento;
- e) Imagens: campo para inserir imagens a fim de agregar informações visuais ao apontamento. Para cada imagem pode ser inserido anotações e deve ser inserido um texto de legenda;

Além dos campos mencionados acima, há ainda as informações da data de criação do apontamento (em roxo), situação (em vermelho) e usuário criador do apontamento (em amarelo).

Figura 23 – Janela de criação de apontamento da Construflow

A imagem mostra a interface de criação de apontamento na Construflow. O formulário é dividido em seções:

- Disciplina:** Uma lista suspensa com opções como ARQ - Arquitetura, CLI - Climatização e Exaustão, CVI - Comunicação Visual, ELE - Elétrica, ELV - Elevadores, ESP - Escada Pressurizada, EST - Estrutura, FUN - Fundações e GAS - Gás.
- Situação:** Um campo de seleção com o valor 'Ativo'.
- Prioridade:** Um campo de seleção com o valor 'Média'.
- Local:** Um campo de seleção com o valor 'TIPO - PAVIMENTO TIPO'.
- Descrição:** Uma área de texto com uma barra de ferramentas de formatação (negrito, itálica, sublinhado, etc.) e o texto 'Descrição do apontamento...'.

 No topo da interface, há campos para o nome do usuário 'Vitor Fonseca' e a data de criação '21/11/20'. Um botão 'Salvar' está visível na parte inferior direita.

(fonte: autor)

Existem 4 situações em que o apontamento pode existir desde sua criação até seu arquivamento:

- Não Publicado: antes da aprovação do coordenador para que o apontamento se torne visível para todo o time do projeto;
- Ativo: quando apontamento é aprovado e publicado pelo coordenador permitindo que todos tenham acesso e as disciplinas envolvidas façam ações em cima dele;
- Resolvido: quando o apontamento em questão está resolvido;
- Reprovado: quando o apontamento ativo é reprovado;

Um apontamento pode ser criado por qualquer usuário envolvido no projeto e este sempre possuirá o status de Não Publicado até que o coordenador aprove e publique-o ou reprove-o. Após apontamento aberto, somente os usuários com permissões de coordenador podem mudar o status do apontamento para resolvido ou reprovado.

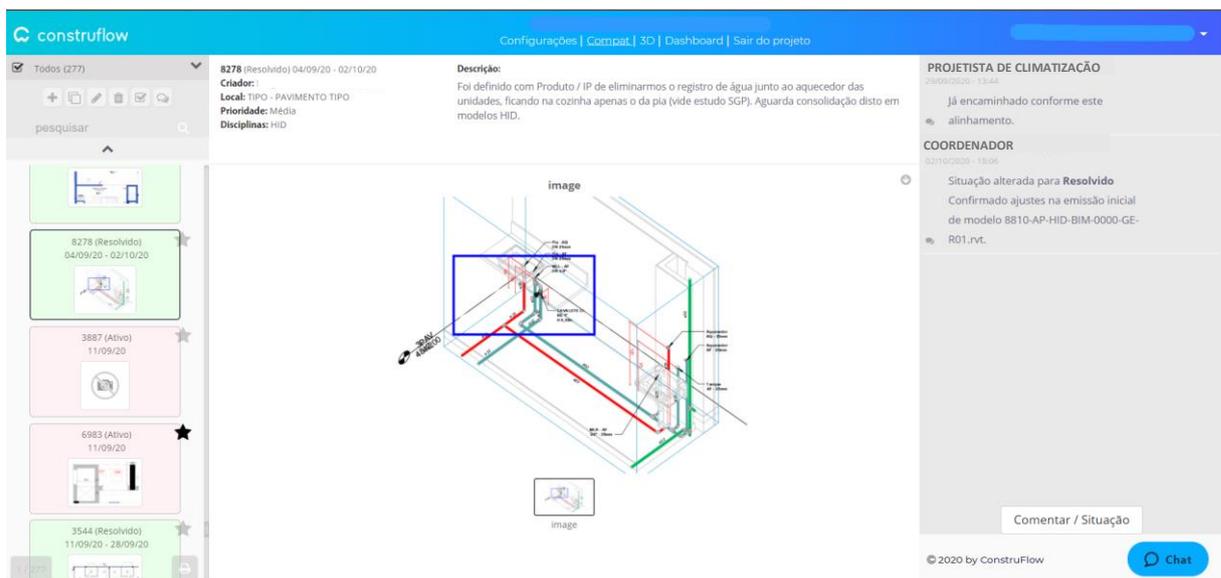
Quando o apontamento se encontra no status Ativo, todos passam a visualizar as mesmas informações e a comunicação ocorre na janela de comentários, onde qualquer usuário pode fazer comentário a respeito do apontamento.

Os usuários dos projetistas possuem acessos restritos e funções limitadas na plataforma. Eles somente podem criar um apontamento com status Não Publicado ou comentar um apontamento Ativo. Já os usuários da equipe de coordenação possuem acesso ilimitado, sendo possível aprovar, mudar status e editar quaisquer informações de qualquer apontamento.

Os usuários são alertados de novos apontamentos publicados ou novos comentários através da janela de notificações. Usuários projetistas só recebem notificações de apontamentos cuja sua disciplina está envolvida enquanto coordenadores recebem notificações de qualquer ação na plataforma.

Na Figura 24 abaixo é possível visualizar a interface da janela de Compat na visão de um usuário coordenador. À esquerda existe a lista de apontamentos com apontamentos ativos em vermelho e resolvidos em verde. No canto superior esquerdo, é possível acessar as funções de criar, duplicar, editar, apagar ou publicar um apontamento. No centro existem as informações do apontamento selecionado com os campos citados anteriormente e à direita a janela de comentários.

Figura 24 – Interface da plataforma Construflow



(fonte: autor)

Um dos grandes diferenciais da plataforma é a sua função robusta de filtragem de praticamente todos os campos de informações estruturadas existentes no apontamento, seja uma disciplina ou local específico, ou até uma mesma palavra em sua descrição ou comentário. Esta função

foi imensamente utilizada durante o uso da plataforma pelo coordenador e será mencionada e exemplificada nos próximos capítulos.

Na janela do 3D é possível visualizar o modelo federado, porém este não possui nenhuma conexão com os apontamentos. Nesta interface é possível ligar e desligar a visualização de elementos, medir distâncias e navegar nos modelos BIM. Porém, quando se carregava modelos pesados, casos do Empreendimento A e B, a manipulação se tornava lenta. Como a equipe de coordenação utilizava o software Navisworks e, os projetistas, seus softwares autorais de projeto para visualização dos modelos, decidiu-se não utilizar essa função.

Por último, qualquer usuário pode verificar o status da coordenação a partir da janela Dashboard, onde se encontra os principais gráficos de controle, sendo eles de Local x Disciplina, Disciplinas x Prioridade e Local x Prioridade, além de um gráfico de status no tempo que indica o número de apontamentos ativo, resolvidos e totais em um período de tempo. Na Figura 25 é possível visualizar o painel resumo da janela Dashboard, que visa auxiliar o coordenador a fazer a gestão dos apontamentos de forma visual.

Figura 25 – Janela Dashboard do ConstrufLOW



(fonte: autor)

7.2.3 Definição dos objetivos e treinamento da equipe

No início da implementação da plataforma no Empreendimento A, foram apresentados os objetivos desejados com a plataforma web colaborativa e realizado um treinamento para utilização da ferramenta.

Os objetivos da plataforma alinhado pela equipe de coordenação da construtora e time de projetistas foram:

- a) Migrar todas as análises e resolução de questões, pendências, interferências e problemas de projeto encontradas durante 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.

O primeiro treinamento ocorreu para a equipe de coordenação, de forma aberta com o instrutor da plataforma, a fim de se discutir os melhores fluxos, diretrizes e padrões para uma comunicação clara e organizada que facilitasse a coordenação.

Posteriormente, todos os projetistas também receberam um treinamento via videoconferência onde foi apresentada a plataforma e suas principais funções, os objetivos a serem atingidos com seu uso, padrões e diretrizes a serem seguidos e simulação de alguns fluxos propostos. Os procedimentos dos empreendimentos foram atualizados sinalizando que a ferramenta de comunicação principal seria a plataforma e que todos os usuários deveriam acessar com a frequência mínima de uma vez por semana para verificar se havia novos comentários ou apontamento envolvendo sua disciplina.

7.2.4 Processo de coordenação e comunicação

No empreendimento A, onde a plataforma foi implementada durante troca de fases de projeto, houve migração de todas as questões e pendências de projeto que estavam registradas em e-mails, relatórios e atas para a plataforma a partir da criação de apontamentos pelo coordenador. Já no empreendimento B, a plataforma foi implementada no início do desenvolvimento de projetos, não havendo necessidade desta migração.

A partir disso, a comunicação dos apontamentos ocorria pela plataforma conforme fluxo descrito abaixo. Este fluxo foi dividido pelo autor em 4 etapas principais de forma a buscar a representação de um fluxo de processos padrão com base nos apontamentos analisados, mas não necessariamente essas etapas foram seguidas no estudo de caso.

1. **Identificação:** coordenador ou projetistas identificavam uma inconsistência, omissão ou melhoria de projeto ou tinham um questionamento e criavam um apontamento na plataforma para análise (quando necessário) ou ajuste de projeto. No caso de apontamentos criados por projetistas, estes tinham que ser aprovados pelo coordenador para serem publicados.

2. **Análise:** ocorria quando era necessário análise e discussão entre projetistas e coordenador para propor uma solução ou definição que levará a ajustes de projeto, podendo ser feita em reuniões de coordenação ou na própria aba de comentários da plataforma. Em muitos apontamentos, a análise já era feita pelo criador do apontamento junto com a etapa de identificação, pois a solução era facilmente identificada.

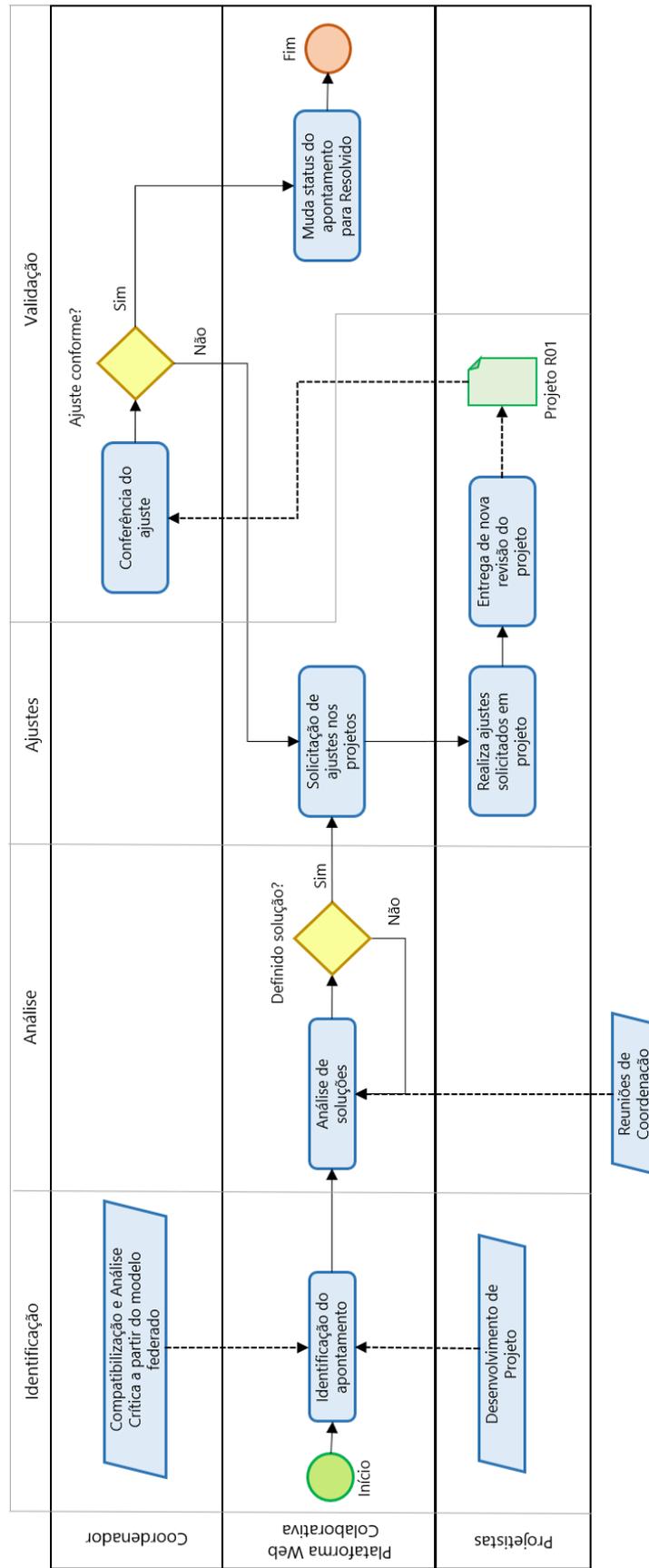
3. **Ajustes:** uma vez definido os ajustes a serem feitos no projeto para resolver o apontamento, estes eram descritos no apontamento com a respectiva disciplina responsável pelo ajuste. Havia casos em que a definição dos ajustes já era feita pelo criador do apontamento junto com a etapa de identificação. Os projetistas então realizavam os ajustes e faziam a entrega de uma nova revisão dos modelos BIM e documentação no repositório de arquivos de acordo com cronograma.

4. **Validação:** o coordenador ao final fazia a validação dos apontamentos a partir do material entregue. Os apontamentos corretamente ajustados eram alterados para status Resolvido, enquanto, aqueles com alguma pendência eram comentados marcando usuário responsável da disciplina para fazer ajuste da maneira correta.

O fluxograma de processos é apresentado na Figura 26 e, a seguir, dois exemplos de apontamentos com este fluxo.

Na Figura 27 é possível observar um exemplo da aplicação do fluxograma exposto. Na janela de descrição, destacado em vermelho, é descrito o apontamento identificado pelo coordenador durante compatibilização, que, neste caso, é uma interferência entre um duto da climatização e a estrutura da edificação. Uma linha abaixo, destacado em rosa, o coordenador descreve a solução e ação a ser feita para resolver o apontamento, que, neste caso, é a alteração de posição do duto pelo projetista de climatização. Para ilustração do apontamento, são colocadas duas

Figura 26 – Fluxograma de processos de um apontamento com plataformas web colaborativas



(fonte: Autor)

imagens: uma vista do modelo federado com setas indicando a interferência e um recorte da planta baixa do projeto de climatização neste local específico. Na janela de comentários, a direita na figura, é possível visualizar o comentário do projetista de climatização sinalizando que item foi ajustado na revisão R03 do modelo.

O projetista realiza o upload desta revisão no repositório de arquivos, o qual é baixado pelo coordenador e atualizado no modelo federado. Após verificação se ajuste foi feito corretamente, o coordenador comenta que ajuste foi confirmado e muda o status do apontamento para Resolvido, como destacado em verde.

Figura 27 – Exemplo de fluxo de processos de um apontamento

7954 (Resolvido) 09/11/20 - 19/11/20
 Criador: Vitor Fonseca - Melnick Even
 Local: SS
 Prioridade: Média
 Disciplinas: CLI

Descrição:
 SETOR A - QGBT CA - INTERFERÊNCIA entre duto CLI e EST.
 CLI: Desviar dutos de EST.

DEFINIÇÃO DA SOLUÇÃO/AÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DO APONTAMENTO

7140-PE-CLI-EM-BIM-0000-GE-R02.rvt

7140-PE-CLI-EM-BIM-0000-GE-R02.rvt

7140-PE-CLI-EM-PBP-003A-S1-R02

AJUSTE REALIZADO PELO PROJETISTA

CLI - Eduardo Piacheski

PROJETISTA DE CLIMATIZAÇÃO

Item ajustado na versão R03 do modelo de Climatização.

COORD. - Vitor Fonseca

COORDENADOR

Situação alterada para **Resolvido**

Confirmado ajuste na entrega do modelo 7140-PE-CLI-EM-BIM-0000-GE-R03.rvt.

AJUSTE VALIDADO PELO COORDENADOR

Comentar / Situação

© 2020 by ConstruçãoFlow

Chat

(fonte: Autor)

Neste exemplo, foi possível perceber que a etapa de análise de soluções e definição foram feitas já pelo coordenador ao identificar o apontamento, direcionando imediatamente o ajuste para o projetista de climatização. Neste caso, a ação foi aceita pelo projetista e ajuste realizado, sem necessidade de discutir soluções com o projetista, seja pela aba de comentários ou por uma reunião de coordenação.

Na Figura 28, é ilustrado outro exemplo de apontamento, onde dessa vez foi realizada a atividade de análise de soluções pelo coordenador e projetistas em conjunto. Neste exemplo, é identificado uma viga cruzando o hall de entrada da unidade, limitando o pé-direito em 2,23m

e foi questionado ao projetista estrutural se era possível reduzir a altura da viga ou deslocá-la, para evitar-se o dente no teto da unidade.

Este apontamento foi levado a uma reunião de coordenação com os projetistas de arquitetura e estrutura presentes, onde foi debatido alternativas e definido que a viga seria deslocada para parede de divisa da unidade, acima da porta. Ficou combinado que o projetista estrutural analisaria e confirmaria se esta alteração acarretaria alterações nos tamanhos dos pilares próximos. A definição foi registrada em comentário no apontamento, bem como a ação necessária pelo projetista estrutural. O mesmo retornou em um comentário posterior que ajuste era viável, não haveria alterações em pilares e que havia feito alteração no modelo BIM. Posteriormente, o coordenador fez o vínculo do modelo BIM no modelo federado e confirmou o ajuste, mudando o status do apontamento para Resolvido.

Figura 28 – Exemplo de apontamento com atividade de análise

6453 (Resolvido) 28/09/20 - 04/11/20
Criador: ...
Local: TIPO - PAVIMENTO TIPO + UNIDADES TÉRREO
Prioridade: Alta
Disciplinas: ARQ,EST,IPME

Descrição:
 INSIGHT DE PROJETO - Pé-direito de entrada dos aptos 3D com 2,23m limitado por fundo de viga da estrutura? Muito provável que produto não irá aceitar esta viga. EST: Podemos reduzir a altura dessa viga ou deslocar essa viga para que fique acima da porta de entrada?
 - **Confirmado em comentário do Renato Dias deslocamento da viga para cima da porta sem alterações em pilares ou outros elementos estruturais.**
 Tarefas:

COORDENADOR
 30/09/2020 - 10:03
 Alinhado em reunião do dia 30/09/21 com ARQ e EST que projetista estrutural simulará estrutura com a viga sobre a porta e nos retornará se haverá alteração nos pilares.
 editado

PROJETISTA ESTRUTURAL
 13/10/2020 - 10:03
 As vigas do corredor (h=54 cm) se prolongam até os dutos. Eliminadas vigas dentro dos apartamentos. Não precisou alterar pilares. Modificação feita no 2o pav, , Tipo e Cobertura.
 editado

COORDENADOR
 04/11/2020 - 10:10
 Situação alterada para **Resolvido**
 Confirmado ajuste na emissão inicial de PE.
 Comentar / Situação

8810-AP-EST-BIM-0001-TA-R02.rvt

8810-AP-EST-BIM-0001-TA-R02.rvt / 8810-AP-EST-FOR-0401-TPA-R02

(fonte: autor)

Neste exemplo acima foi possível perceber um fluxo integrando a plataforma às reuniões de coordenação, onde as decisões tomadas sobre o apontamento na reunião foram registradas em um comentário do mesmo, eliminando a necessidade das atas de reunião. Da mesma maneira, todos do time de projeto que necessitavam ter conhecimento ou fazer alguma ação estavam relacionados no apontamento, mantendo centralizado na plataforma a comunicação e eliminando a necessidade de envio de e-mails e trocas paralelas.

Em ambos os apontamentos de exemplo verifica-se a riqueza e clareza como a informação é comunicada na plataforma, com apoio de prints de vistas 3D dos modelos quanto de plantas baixas das disciplinas envolvidas, que diminuem a chance de mal-entendidos ou ruídos de comunicação. Foi adotado como procedimento na plataforma que todas as imagens de modelo e documentação inseridos no apontamento deveriam ter uma legenda com a nomenclatura dos arquivos de onde foram retiradas as imagens. Nesta nomenclatura é registrado as revisões dos arquivos, permitindo acompanhar em qual revisão foi identificado o apontamento. Posteriormente, na validação do ajuste pelo coordenador, o mesmo comenta em qual revisão do modelo o ajuste foi realizado. Estas informações, mesmo que ainda inseridas manualmente pelo usuário, facilitavam o registro das alterações realizadas nos entregáveis de projeto a partir das revisões com os respectivos apontamentos na plataforma.

7.2.4.1 Integração do processo de coordenação em BIM com a plataforma web colaborativa

O autor era o responsável por fazer a gestão dos modelos BIM nos dois empreendimentos de estudo de caso, bem como realizar a gestão da comunicação utilizando a ConstrufLOW. Portanto, foi possível fazer uma análise crítica da integração do processo de coordenação com BIM juntamente com a comunicação pela plataforma web colaborativa. Esta integração ocorria durante todo o desenvolvimento de projetos, dividida em 3 períodos específicos:

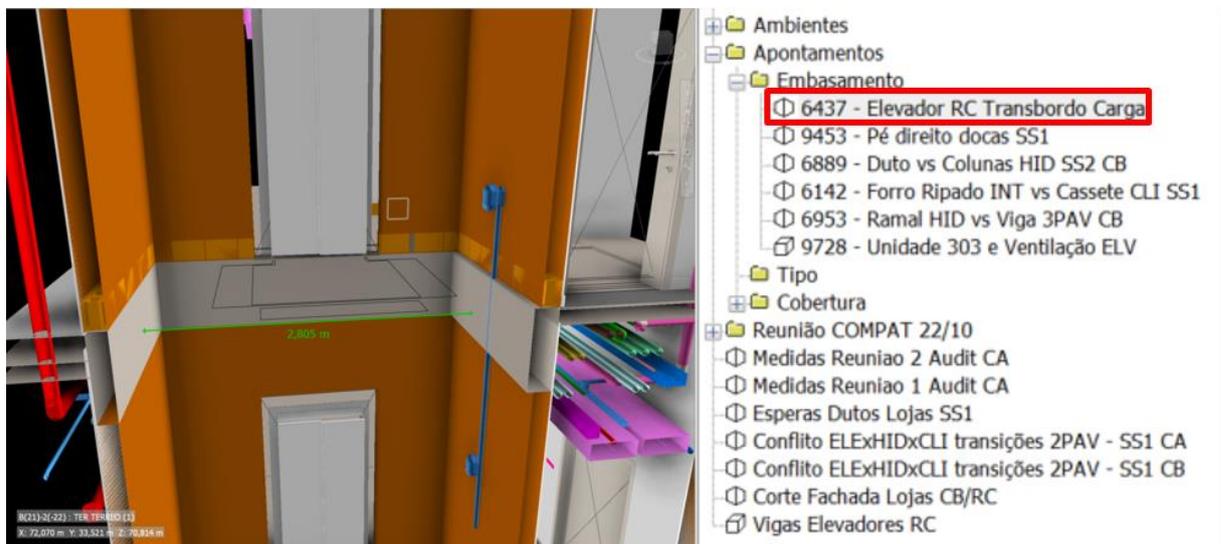
- **Entrega inicial dos modelos BIM:** na medida em que os projetistas realizavam as primeiras entregas de modelos BIM das disciplinas, se abria os modelos no software Autodesk Navisworks® onde utilizava a visualização e navegação 3D, bem como ferramentas específicas do software para avaliar a qualidade do modelo BIM e escopo modelado. Quaisquer inconsistências ou não conformidades ao BEP da empresa identificadas no modelo BIM eram registradas com a criação de apontamentos direcionados a disciplina para que fossem ajustados para próximas entregas.
- **Etapas de compatibilização:** após entregas macro de pacotes de projetos por todas as disciplinas ocorria as etapas de compatibilização, análise crítica e verificação de atendimento aos briefings. Nestas etapas, criava-se (na primeira rodada) ou atualizava (nas rodadas seguintes) o modelo federado com todos os modelos BIM das disciplinas de projeto no software Autodesk Navisworks®. A partir da visualização e navegação 3D bem como a detecção automática de interferências, eram identificadas interferências entre disciplinas, omissões, problemas de projeto e itens não atendidos de briefing que eram

então registradas em apontamentos na ConstrufLOW conforme fluxo comentado anteriormente.

- **Durante o restante do desenvolvimento de projetos:** à medida que entregas de novas revisões dos modelos BIM das disciplinas aconteciam, o modelo federado era atualizado e se realizava a conferência dos apontamentos já abertos da disciplina cujo modelo foi atualizado. Neste processo, eram eventualmente identificados outros apontamentos de projeto os quais eram abertos na plataforma.

Caso o apontamento criado tenha sido identificado via navegação no modelo BIM, uma vista do modelo, ou *viewpoint*, era criada com o ângulo que facilitasse a compreensão da questão e nomeada com o ID do apontamento no Navisworks, possibilitando buscar o local e os elementos envolvidos rapidamente. A Figura 29 ilustra à esquerda um exemplo de uma *viewpoint* gerada de um poço de elevador do empreendimento 1, cuja sua largura não estava conforme diretrizes do consultor, e à direita, a lista de *viewpoints*, com o nome da *viewpoint* em questão “6437 – Elevador RC Transbordo Carga”.

Figura 29 – Viewpoint gerada no software Navisworks



(fonte: Autor)

Caso o apontamento criado tenha sido identificado através da detecção automática de interferências, os conflitos identificados eram agrupados com a ID do apontamento e seu status no software Navisworks era alterado para *Reviewed*. Desta maneira, a cada rodada de análise de interferências, era possível distinguir os clashes novos (*Active*) daqueles que já haviam sido apontados (*Reviewed*) e dos que já haviam sido apontados e resolvidos (*Resolved*). A Figura 30 ilustra os conflitos cujos apontamentos foram criados na plataforma web com status *Reviewed*

e aqueles que foram criados e já resolvidos com status *Resolved*. No nome do conflito, no empreendimento A em específico, era atribuído o pavimento (SS3, SS2, SS1), o setor (A, B, C), o ID do apontamento e uma descrição do conflito, nesta ordem, para facilitar o rastreamento pelo coordenador.

Figura 30 – Lista de conflitos no software Navisworks

Name		Status	Level	Distance
● Clash2045		Active	▼ 2PAV (4)	-0,009 m
▷  SS1		Active	▼ 01SS SUBSOLO 1 (3)	-0,230 m
▷  SS2		Active	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,035 m
● SS2 - Condesadora CLI vs INC		Active	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,040 m
▷  SS2 - RC DML - INC vs CLI		Active	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,013 m
▷  SS3 - Perfilado ELE vs Ventilador CLI		Active	▼ 03SS SUBSOLO 3 (2)	-0,031 m
▷  TERREO		Active	▼ TER TERREO (3)	-0,113 m
▷  5347 - Prumada ELE Escadas vs CLI		Reviewed	▼ 2PAV (4)	-0,030 m
▷  SS2 A - 4941 - ELE vs CLI		Reviewed	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,050 m
▷  SS2 B - 2040 - INC/HID/ELE vs Dutos CLI		Reviewed	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,209 m
▷  SS2 B - 7986 INC/ELE/HID vs Ventilador...		Reviewed	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,113 m
▷  SS2 C - 1866 - INC/ELE vs Dutos CLI		Reviewed	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,224 m
▷  SS2 C - 7294 - INC/ELE vs Duto ESP		Reviewed	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,172 m
▷  SS3 C - 5858 - INC/HID/ELE vs CLI		Reviewed	▼ 03SS SUBSOLO 3 (2)	-0,150 m
▷  Falsos Positivos		Approved	▼ 01SS SUBSOLO 1 (1)	-0,057 m
▷  SS2 C - 7834 - ELE vs ESP		Resolved	▼ 02SS SUBSOLO 2 (2)	-0,043 m

(fonte: Autor)

Todo este processo era realizado manualmente pelo autor, pois a plataforma ConstrufLOW escolhida não trabalhava com formato BCF e nem possuía plug-in direto com o software Navisworks e softwares autorais, impossibilitando fazer o vínculo automático entre os apontamentos e as *viewpoints* ou elementos dos modelos BIM correspondentes. Desta maneira, os projetistas tinham que navegar manualmente em seus modelos para encontrar onde ocorria o apontamento, tornando o processo mais moroso.

A processo manual citado, embora trabalhoso, não exigia muito conhecimento e capacitação nos softwares, fazendo com que a ConstrufLOW se tornasse uma ferramenta muito fácil de se manusear quando comparado a outras plataformas, evitando burocracias na transmissão de informação, que é um dos problemas do processo de projeto apontado por Eckert, Clarkson e Stacery (2001), e contribuindo para uma curva rápida de aprendizado.

Outras plataformas web colaborativas, como o já citado BIMCollab ZOOM da Kubus®, possuem plug-ins tanto para o software Navisworks quanto para os softwares autorais Revit e Archicad utilizado pelos projetistas. A partir dele, um apontamento identificado pelo coordenador no software de coordenação pode ser facilmente localizado no software de modelagem pelo projetista, devido ao vínculo do apontamento com elementos do modelo BIM. Isto torna o processo de ajuste de projeto muito mais rápido para o projetista como também a validação do ajuste pelo coordenador, porém exige maior capacitação e, conseqüentemente, maior período de aprendizado.

Segundo a analista responsável pela implementação de BIM dentro da construtora, a falta de maturidade e capacitação em softwares BIM tanto de alguns projetistas como de alguns coordenadores de projeto da empresa construtora impediram com que a implementação de plataformas mais robustas como o BIMCollab ZOOM trouxesse resultados mais expressivos. Portanto, esta questão foi apontada como uma limitação do trabalho.

7.2.4.2 Práticas de comunicação adotadas

a) Disciplinas envolvidas para conhecimento

Para que a comunicação fosse eficiente e transparente, as disciplinas envolvidas no apontamento não eram apenas aquelas que possuíam uma ação ou ajuste de projeto a ser feito, mas também disciplinas que necessitavam ter conhecimento do apontamento e poderiam ter alguma observação a fazer que facilitasse sua resolução.

No exemplo da Figura 31, foi criado um apontamento sinalizando que colunas de esgoto estavam numa localização não favorável a arquitetura e necessitavam de revisão. A disciplina de estrutura foi envolvida para conhecimento, pois a nova posição das colunas poderia ser inconveniente para ela. Visando a colaboração, o projetista estrutural comenta no apontamento que as colunas não poderiam furar a estrutura em capitéis ou nervuras da laje, de forma a orientar o projetista hidráulico para cuidar na nova posição das prumadas e, por consequência, evitar novas incompatibilidades.

Figura 31 – Exemplo de apontamento com disciplinas envolvidas para conhecimento

7583 (Ativo) 10/10/2020
Criador: Diogo Franciosi - Malnick Fuen
Local: GERAL ESTACIONAMENTO
Prioridade: Média
Disciplinas: ARQ,EST,HID

Descrição:
 INSIGHT DE PROJETO - HID deve confirmar traçado de recolhimento pluvial tão extenso, caimentos e pé-direito resultante (avaliar novas prumadas com ARQ) e confirmar com EST posição para prumadas - interferência de colunas com maciços. (imagem 2).
 Obs.: prumadas da imagem 2 ficam no acesso a uma vaga, em zona de "risco".

PROJETISTA ESTRUTURAL
 16/10/2020 - 15:19

Reitero não pode furar nos capitéis (maciços em torno dos pilares) nem nas nervuras da laje.

Comentar / Situação

8810-AP-HID-PBP-0010-S1-R01

(fonte: autor)

b) Alerta aos projetistas por outros meios de comunicação

A falta de proatividade e atenção de alguns projetistas ao utilizar a plataforma fazia com que as solicitações de ajustes ou retornos a questionamentos permanecessem muito tempo pendentes, atrasando o cronograma de projetos, visto que o ajuste ou definição de uma disciplina poderia gerar ajustes em mais 2 ou 3 disciplinas. Nesses casos, a equipe de coordenação via-se obrigada a utilizar outros meios de comunicação, tais como e-mails, mensagens instantâneas ou mesmo ligações telefônicas junto aos projetistas a fim de cobrar o retorno das solicitações.

Foi percebido então que muitas vezes os projetistas não faziam a leitura de todo o histórico do apontamento ou acreditavam que estavam envolvidos apenas para conhecimento, subentendendo que não havia ajuste ou ação a ser realizado em seu projeto. Em outros casos, os projetistas justificavam a falta de notificações por e-mail ou por outros meios de comunicação mais usuais como motivo, visto que somente era possível acessar as notificações dentro do navegador da plataforma, sendo obrigado o acesso semanal ou até mesmo diário. Isto foi considerado como uma limitação da plataforma escolhida e quando comunicada a Construflow, a mesma comentou que estava prevista esta melhoria para a próxima versão do sistema. Porém, percebeu-se também a falta de capacitação técnica de alguns projetistas em operar ferramenta, o que dificultava a gestão de seus apontamentos. Este é um dos obstáculos também apontado por Eckert, Clarkson e Stacery (2001) no capítulo 3.2 de revisão de literatura.

De qualquer forma, é importante destacar a necessidade de uma mudança no comportamento dos participantes do time de projeto, através de iniciativas que incentivem a colaboração e cooperação dos projetistas através da plataforma. Também é necessário um maior conhecimento dos projetistas no manuseio de novas ferramentas de TI. Rodadas de treinamentos internos e reuniões de coordenação utilizando a plataforma junto aos projetistas são algumas estratégias que poderiam ser adotadas para aumentar o engajamento e capacitar o time de projeto.

c) Descrição de tarefas e responsáveis

Uma forma encontrada pela equipe de coordenação para facilitar a compreensão dos apontamentos e mitigar a falta de proatividade e atenção dos projetistas foi direcionar na descrição ou nos comentários as tarefas (ações ou ajustes) a serem realizadas por cada disciplina, envolvendo seus responsáveis.

Dessa maneira, decidiu-se reformular a descrição dos apontamentos de uma maneira que fossem listadas as tarefas a serem feitas por cada disciplina de forma clara e organizada. Um exemplo disto é o apontamento da Figura 32, em que na descrição foi colocado a nomenclatura da disciplina e a tarefa a ser feita. À medida que cada disciplina realizava a tarefa, editava-se a descrição e se incluía um “realizado” depois da ação, mantendo a organização do apontamento e evidenciando as disciplinas cujas ações ainda estavam pendentes.

Figura 32 – Exemplo de apontamento com lista de tarefas

Prioridade: Média
Disciplinas: ARQ, CLI, GAS, HID, INT, MOD

no TÉRREO seja encostado ao pilar do elevador e com menor largura possível. **Ver imagens ilustrando solicitação.**
ARQ: Criar shaft no Storage TE em toda a parede do pilar com largura interna de 23cm. Parede do shaft 2PAV alterado para bloco 14cm. - **REALIZADO**
MOD: Absorver shaft criado no Storage. Alterar parede shaft 2PAV para bloco 14cm. - **REALIZADO**
INT: Ajustar revestimentos para alinhar com shaft. Cuidar gola da porta de acesso ao STORAGE devido ao shaft ir até o final conforme ARQ modelou. - **REALIZADO**
CLI: Rotacionar duto de retorno ar LOJA 30 e reposicionar descidas de dutos no TÉRREO para dentro do shaft. Reposicionar linhas conforme imagem. - **REALIZADO**
HID: Reposicionar esperas HID na parede do pilar do elevador e encaminhar colunas pelo shaft criado no storage TÉRREO. - **REALIZADO**
GÁS: Reposicionar espera de GÁS na parede do pilar do elevador e encaminhar ramal pelo shaft criado no storage TÉRREO. - **REALIZADO**

7140-PE-ARQ-EM-PBC-005C-2P-R04

ENCAMINHAMENTOS DAS TUBUIAÇÕES alterados, conforme imagens.

COORDENADOR
09/11/2020 - 17:46
Confirmado ajuste de INT na entrega do modelo 7140-PE-INT-RC-BIM-0004-GE-R02.rvt. INT retirada do apontamento.

PROJETISTA DE CLIMATIZAÇÃO
16/11/2020 - 09:29
Dutos de climatização reposicionados na versão R03 do modelo de Climatização.

COORDENADOR
17/11/2020 - 09:38
Situação alterada para **Resolvido**
Confirmado ajustes de HID, GÁS, CLI e MOD na suas entregas de MODELO etapa de ajustes realizada no dia 17/11.

Comentar / Situação

© 2020 by ConstruíFlow **Chat**

7140-PE-ARQ-EM-PBC-005C-2P-R04
LOJA 30 NOVA CONFIGURAÇÃO
7140-PE-ARQ-EM-PBC-004C-TE-R04
STORAGE NOVA CONFIGURAÇÃO
STORAGE NOVA CONFIG.
Tamanho do shaft - 22cm internamente

(fonte: Autor)

7.2.4.3 Gestão dos apontamentos ativos pelos coordenadores

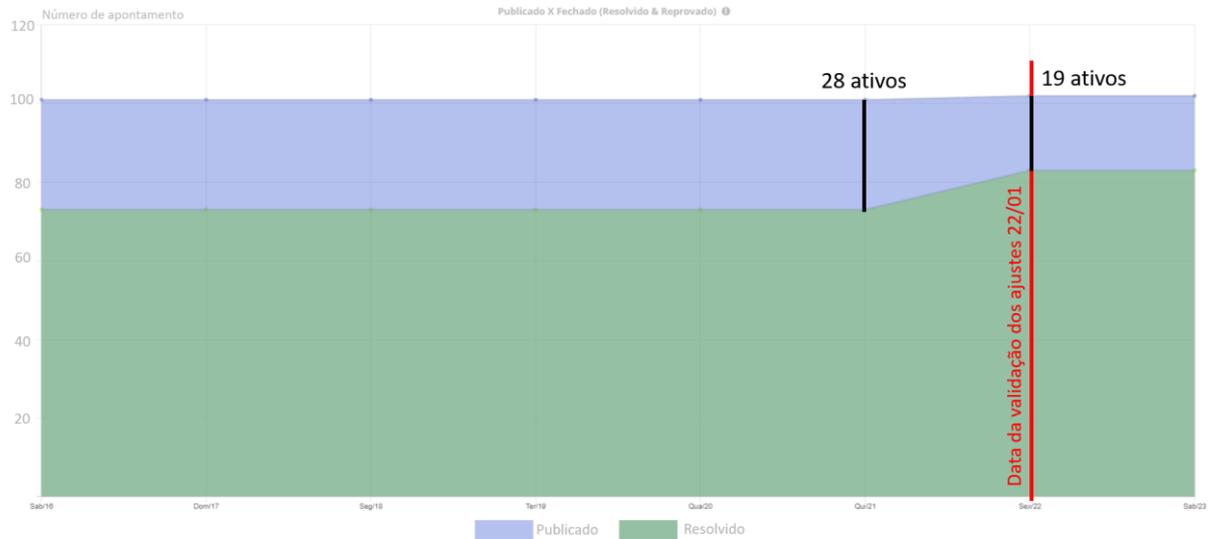
Como os coordenadores eram os únicos com permissão para fechar os apontamentos, a cada entrega de uma nova revisão do modelo BIM de uma disciplina com ajustes e atualização de projetos, o coordenador vinculava o modelo no Modelo Federado e realizava a conferência dos ajustes pendentes, filtrando apenas os apontamentos com a disciplina em questão envolvida e fechando os apontamentos corretamente ajustados.

Ao final da validação, poderia ser verificado a eficiência do processo de ajustes realizado pela projetista a partir do gráfico de status no tempo disponível na plataforma. O cálculo podia ser feito subtraindo o número de apontamentos ativos posterior a data de validação ($Ativos^{d+1}$) do número de apontamentos ativos da disciplina anterior a data de validação ($Ativos^{d-1}$), dividido pelo número de apontamentos ativos anterior a data de validação ($Ativos^{d-1}$), considerando d o dia em que houve a validação. A fórmula empírica utilizada está ilustrada abaixo na equação 1.

$$Eficiência (\%) = \frac{(Ativos^{d-1}) - (Ativos^{d+1})}{Ativos^{d-1}} \quad (1)$$

Abaixo na Figura 33, segue um exemplo após validação de uma das entregas de ajustes da disciplina de Modulação (MOD) do empreendimento A. Percebe-se que havia 28 apontamentos ativos anterior a data de validação (data esta destacada com uma linha vermelha) e 19 apontamentos ativos na data posterior. Desta maneira, a eficiência de ajustes desta entrega de modulação foi de 32%.

Figura 33 – Gráfico de status no tempo



(fonte: Autor)

Porém, uma limitação encontrada na Construflow, bem como na maioria das plataformas disponíveis no mercado, era que a única possibilidade de filtro por disciplina era dos apontamentos em que a disciplina estava envolvida, seja apenas para conhecimento ou porque possuía um ajuste a ser feito em seu projeto. Não havia a possibilidade de filtrar apenas os apontamentos cuja disciplina tinha um ajuste pendente para verificar se este foi realizado. Dessa maneira, o trabalho de conferência de apontamentos após entrega de projetos era ainda demandante, pois o coordenador tinha que reler todo histórico do apontamento para entender qual era o ajuste solicitado para a disciplina cujos projetos estavam sendo revisados.

Outra consequência devido a esta limitação era na hora de interpretar os dashboards e o valor de eficiência calculado. Na Figura 33 acima, por exemplo, a disciplina MOD ficou com 19 apontamentos ativos, porém, destes 19 apontamentos, apenas 10 necessitavam de ajustes/ações de modulação, sendo os outros 9, apontamentos com a disciplina envolvida apenas para conhecimento. Desta maneira, o valor real da eficiência deveria ser de 47%, número significativamente maior do que os 32% encontrados. Ou seja, os dashboards auxiliavam a ter uma visão macro do status das disciplinas, mas não ilustrava precisamente a eficiência de ajustes de projeto e poderiam trazer conclusões equivocadas aos coordenadores.

Entendeu-se que este recurso para diferenciar disciplinas envolvidas de disciplinas responsáveis por ajustes é uma melhoria fácil de ser implementada e, conforme parecer da startup Construflow, estará disponível em uma próxima versão do sistema.

7.2.4.4 Análise do processo de coordenação a partir de dados da plataforma

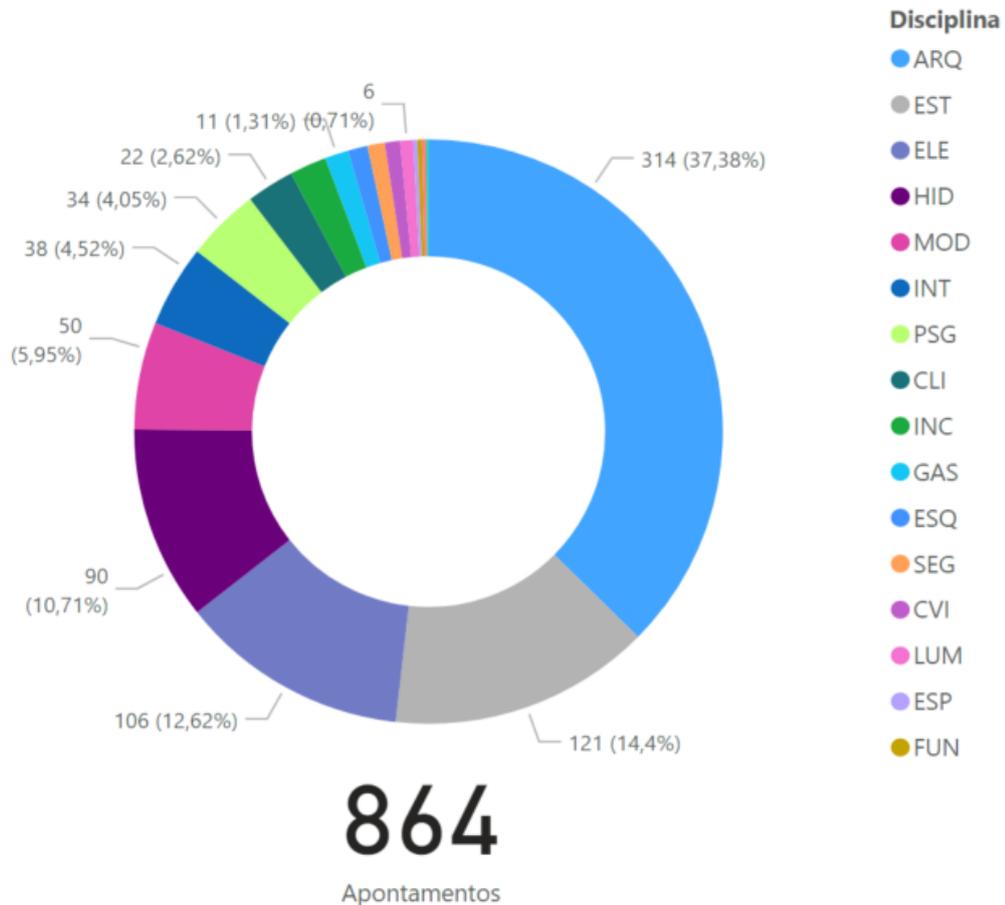
A plataforma permitia extrair todos os dados dos apontamentos, tais como local, disciplinas envolvidas, prioridade, datas de criação e conclusão, bem como dados de acesso e comentários dos usuários em formato .txt tabular, possibilitando transformar os dados em planilhas no Excel. A partir de um tratamento dos dados, é possível gerar gráficos cruzando certas informações que permitem ao coordenador analisar o status da coordenação e verificar gargalos no processo. Com esses dados, pode-se tomar decisões que alinhem novamente o projeto ao objetivo esperado.

A seguir, é exemplificado dois exemplos de análises a partir de gráficos retirados do software Power BI com os dados trabalhos dos apontamentos. Vale destacar que o objetivo destes exemplos não é realizar conclusões acerca da qualidade da coordenação dos projetos dos empreendimentos de estudo, mas sim ilustrar possibilidades de análise de dados estruturados da plataforma que podem auxiliar o coordenador de projeto na tomada de decisão durante o processo de projeto.

a) Análise da frequência das disciplinas envolvidas nos apontamentos

Conforme gráfico da Figura 34, dos 864 apontamentos existentes no empreendimento 1, 314 possuíam envolvimento da ARQ, isso significa que ARQ esteve envolvida em 38% das questões de projeto, seja para ciência, apontar um problema, solicitar ou realizar um ajuste. A partir desta análise, uma possível conclusão que poderia ser feita é de que a disciplina possui papel importante na coordenação e desenvolvimento de projetos deste empreendimento específico.

Figura 34 – Gráfico do total de apontamentos por disciplinas envolvidas



(fonte: Autor)

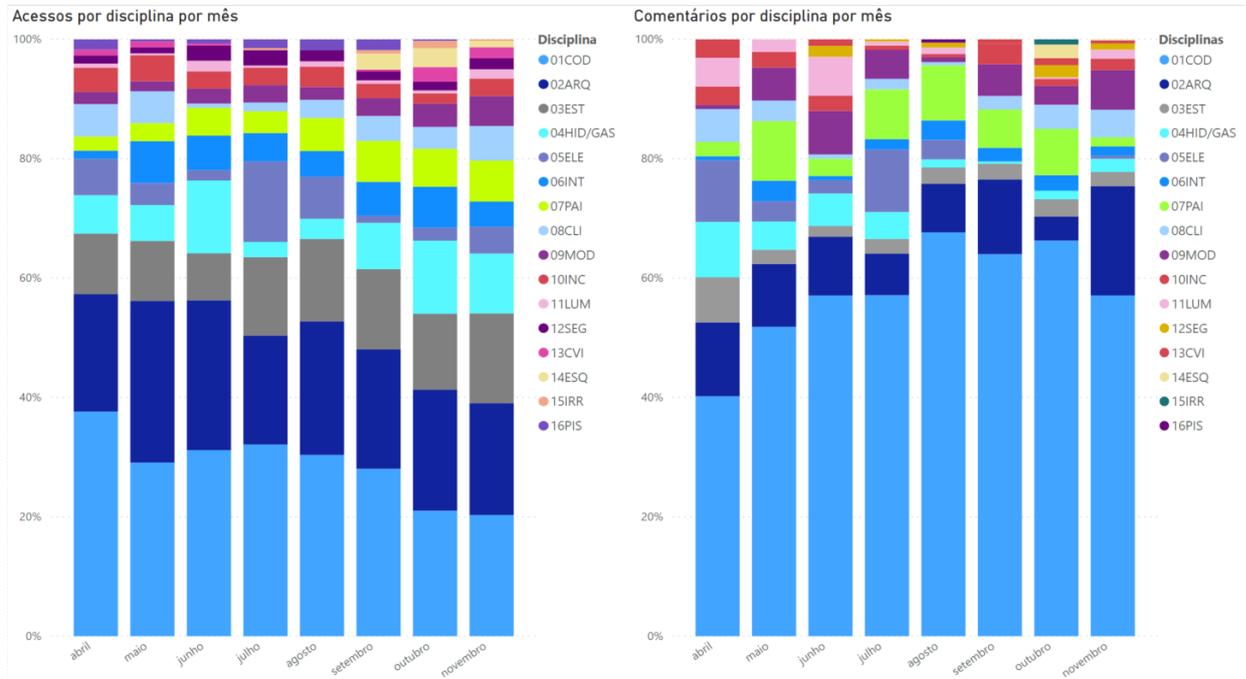
b) Análise do engajamento dos participantes na plataforma

Através do número de acessos realizados na plataforma por usuário de cada disciplina e número de comentários realizados em apontamentos, foi possível criar um dashboard da frequência que permitia analisar o engajamento dos projetistas na plataforma. Ambos os dados foram extraídos da plataforma, sendo que para calcular o número de acessos, foi considerado um novo acesso cada vez que o usuário acessava novamente a plataforma após ter passado 1 hora do último acesso.

A partir do dashboard conforme a Figura 35, é possível visualizar a porcentagem de acessos e comentários realizados por disciplina durante os meses de desenvolvimento de projeto para o empreendimento 1. Percebe-se que, durante o período de abril a novembro de 2020, 50% do total de acessos corresponderam aos acessos dos coordenadores e da equipe de arquitetura, composta por duas arquitetas. Já o número de comentários feitos pela equipe de arquitetura e coordenadores correspondeu a mais de 60% do total de comentários nos meses observados, com

exceção de Abril que ficou em torno de 53%. Isso pode evidenciar o papel relevante que a arquitetura possui junto com os coordenadores para que a coordenação aconteça de forma efetiva.

Figura 35 – Acessos e comentários por disciplina por mês



(fonte: Autor)

7.3 CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES OBSERVADOS DURANTE IMPLEMENTAÇÃO

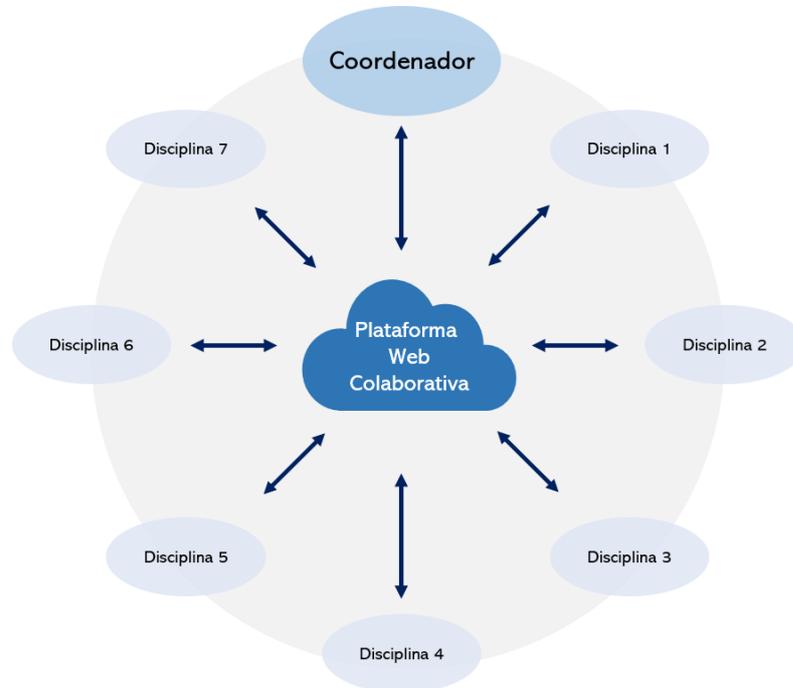
Este último capítulo de resultados apresenta as contribuições observadas com a implementação da plataforma e limitações identificados durante o estudo de caso.

7.3.1 Contribuições

A partir do uso da plataforma web colaborativa, **a comunicação passou a ser centralizada na nuvem onde todos os projetistas podiam trocar informações a qualquer momento**, possibilitando a comunicação e colaboração direta entre disciplinas, conforme esquema ilustrado na Figura 36. O coordenador deixou de ser a figura central que repassa a informação, acabando com o processo de comunicação fragmentado e de baixa produtividade que ocorria anteriormente na empresa. O coordenador passou a ter o papel de gestor da comunicação,

gerenciando o fluxo de informações trocadas, cobrando retornos e ações dos projetistas envolvidos nos apontamentos e realizando definições quando necessário.

Figura 36 – Esquema ilustrando comunicação centralizada pela plataforma



(fonte: autor)

Todas as disciplinas que necessitavam ter conhecimento de uma informação eram envolvidas no apontamento e acionadas por um ou outro projetista quando necessário. Não havia margem para esquecimento de uma questão de projeto quando registrado na plataforma, visto que o apontamento só poderia ser dado como “Resolvido” após passar por validação final do coordenador, e somente ele poderia mudar o status.

Os relatórios de compatibilização e as pranchas “COMPAT” foram extintos do processo, as esferas de revisão e itens de briefing passaram para a plataforma e o número de e-mails trocados diminuiu consideravelmente. Dos 6 tipos de documentos utilizados para o processo de coordenação anterior pela construtora, 4 deles migraram para a plataforma. A gestão da coordenação e comunicação passou a ser apenas em 2 ferramentas, a plataforma web colaborativa e e-mails, este último utilizado com menor frequência quando comparado a desenvolvimento de projetos antigos, segundo coordenador entrevistado.

Uma vez utilizando somente a plataforma para comunicação, **todo o registro de definições e ajustes realizadas pelos projetistas permanecia dentro da plataforma nos comentários de cada apontamento**. Não havia mais informação fragmentada entre e-mails e relatórios, como

era o caso citado de exemplo durante o diagnóstico da empresa. Qualquer usuário podia pesquisar e resgatar na plataforma o histórico de um apontamento e entender os motivos que levaram àquelas definições, até mesmo usuários externos ao time de projeto, como a equipe de obra por exemplo.

A plataforma permitiu também estruturar e padronizar algumas informações que anteriormente não eram possíveis de serem filtradas. **Em cada apontamento passou a existir a informação do local, das disciplinas envolvidas e da prioridade em campos específicos.** Com essas informações dentro do apontamento, qualquer usuário da plataforma podia verificar facilmente as questões e problemas de projeto ainda pendente para um pavimento ou disciplina específica. O coordenador de projetos, em uma reunião entre projetos e obra por exemplo, poderia filtrar apontamentos de um pavimento específico que estava para ser executado e propor planos de ações para aqueles apontamentos ainda ativos.

Embora o time de projetistas tenha continuado a utilizar e-mails, mensagens instantâneas e ligações telefônicas para esclarecer dúvidas, a plataforma permitiu, **a partir das figuras com vistas 3D dos modelos, plantas baixas, cortes e demais ilustrações com desenhos e anotações,** trazer maior clareza no apontamento a ser discutido e embasamento para tomada de decisões. Todas as figuras eram referenciadas a modelos BIM ou documentações entregues em que todos os participantes tinham acesso, ou seja, toda a informação necessária para discussão do apontamento estava descrita na plataforma.

Embora não podendo comprovar com dados estatísticos, a percepção do time de projeto foi de que a plataforma, a partir das contribuições e funcionalidades recém descritas, trouxeram maior transparência, produtividade, organização e confiabilidade no processo de coordenação dos projetos.

7.3.2 Limitações e oportunidades de melhorias

Durante a implementação foram observados algumas limitações e oportunidades de melhorias na plataforma que poderiam potencializar a coordenação e a gestão da comunicação no processo de projetos em BIM com plataformas web colaborativas:

- a) **Integração direta entre plataforma e modelos BIM:** devido a algumas funcionalidades limitadas da plataforma, a identificação, registro na plataforma, ajuste

e conferência do apontamento ainda era manual, sem utilizar o potencial da informação dos objetos BIM para automatizar o processo. Conforme apontado no subcapítulo 7.2.4.1, caso fosse utilizado outras plataformas colaborativas que possuíssem conexão direta entre os softwares BIM de coordenação e autorais, os ganhos de produtividade nos ajustes de projeto pelos projetistas e conferência pelo coordenador poderiam se mostrar relevantes;

- b) **Realização da gestão de compromissos na plataforma:** toda a parte de gestão dos compromissos dos projetistas, como datas de retornos de apontamentos, datas de entrega de ajustes conforme os apontamentos e combinações de quais itens seriam priorizados era realizados de forma informal, pois a plataforma não possuía esta funcionalidade. Segundo a empresa ConstrufLOW, já está sendo estudada a criação de um módulo específico de coordenação que permitirá realizar esta gestão interligada com os apontamentos.
- c) **Possibilidade de inserir informações para a gestão da coordenação na plataforma:** por mais que a cada apontamento já possuía campos para transmitir a informação de maneira mais clara possível, ainda faltam dados relevantes para realizar a gestão dos apontamentos. Como retratado no subcapítulo 7.2.4.3, não é possível diferenciar os responsáveis por ajustes pendentes para cada apontamentos, bem como não se podia filtrar as etapas de identificação, análise, ajuste e validação dentro dos apontamentos, pois não havia este campo. Sugere-se a possibilidade de customizações na ferramenta e configurações na estruturação dos apontamentos que permitam ir além da simples transmissão de informação para uma ferramenta de gestão da informação.

Foram também identificados alguns obstáculos relacionados ao envolvimento da equipe de projeto na coordenação:

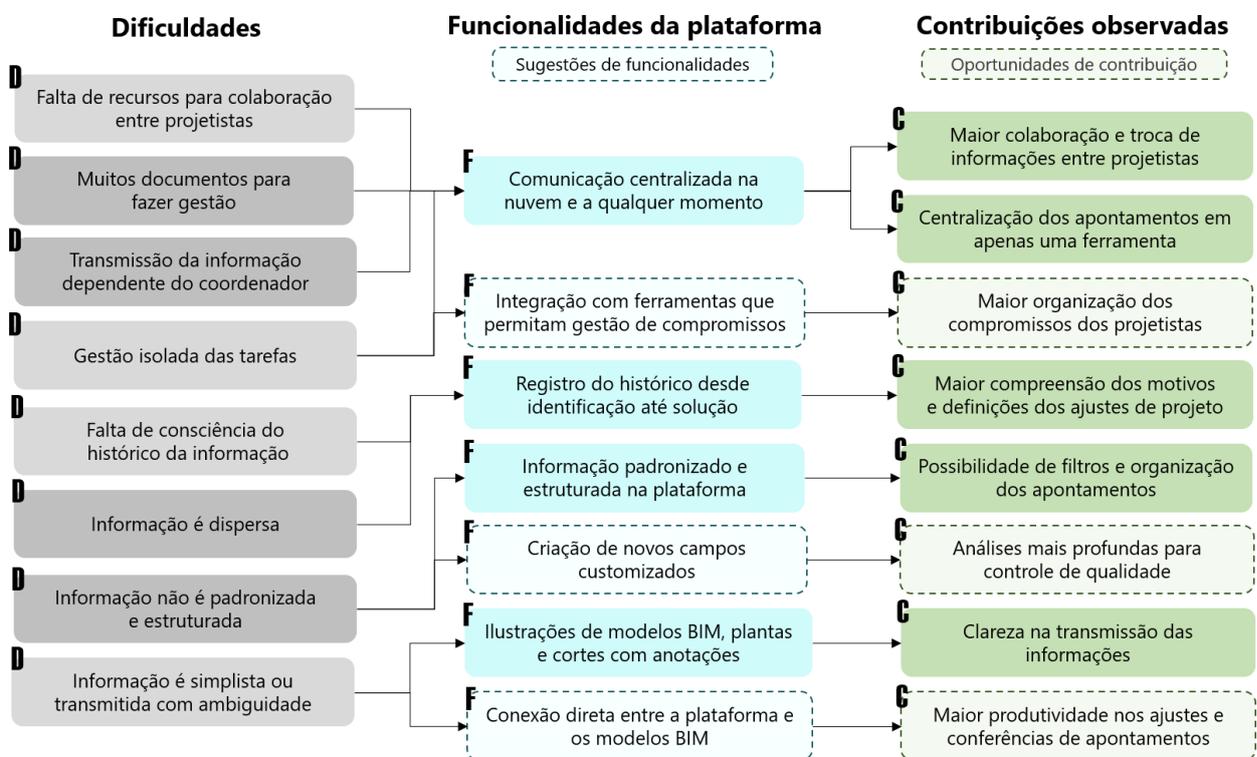
- d) **Falta de colaboração da equipe de projeto:** foi percebido pelo autor e os demais coordenadores de projeto do estudo a falta de capacidade da equipe de projeto em trabalhar de maneira colaborativa, ou seja, que os projetistas troquem um número maior de informações entre si para que no final do processo todos sejam beneficiados.
- e) **Falta de cooperação da equipe de projeto:** diferente da colaboração, a cooperação significa simplesmente cumprir suas tarefas para que os outros consigam cumprir as suas. Essa característica também fez falta na percepção do autor durante a implementação da plataforma, pois o time de projetistas por muitas vezes não cumpria

suas tarefas via plataforma, mas uma vez solicitados via outros meios, acabavam cumprindo. Falta incentivos tanto da empresa construtora quanto dos escritórios de projeto, sejam financeiros ou culturais, para promover uma maior cooperação. Outra questão que prejudica a cooperação é a falta de capacitação técnica dos projetistas para aprender novas ferramentas de TI.

7.3.3 Considerações finais

A Figura 37 ilustra as contribuições citadas anteriormente relacionando-as com as dificuldades observadas na etapa de compreensão e funcionalidades da plataforma, destacadas em negrito ao longo dos textos da seção 7.3.1. As dificuldades foram representadas por duas cores diferentes, sendo o cinza claro dificuldades identificadas na revisão da literatura enquanto o cinza escuro dificuldades observadas na compreensão do problema. Também foram inseridas as sugestões de funcionalidades a partir das limitações observadas na plataforma de estudo descritas na seção 7.3.2.

Figura 37 – Relação entre dificuldades observadas, funcionalidades da plataforma e contribuições



(fonte: Autor)

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 CONCLUSÕES

Devido ao contínuo aumento da complexidade e redução de prazos de desenvolvimento de empreendimentos, as atuais práticas de coordenação de projetos observadas em grandes construtoras, através do estudo deste trabalho, estão demonstrando ser incapazes de absorver o grande fluxo de informações comunicada durante o processo de desenvolvimento de projetos. Conforme literatura, isso é justificado pelo processo fragmentado e desestruturado com falhas de comunicação entre os agentes envolvidos, ocasionando problemas e omissões de projetos verificados somente na etapa de execução, impactando nos prazos, custos e qualidade final do produto.

Por conta disso, o mercado da construção civil tem procurado por novas tecnologias da informação que busquem mitigar essas dificuldades, sendo que na etapa de desenvolvimento de projetos, as plataformas web colaborativas, quando utilizadas em conjunto com BIM, vem se tornando um diferencial na melhoria do processo de coordenação, centralizando a comunicação e incentivando a colaboração.

Dessa forma, esta pesquisa teve como objetivo analisar os reflexos da implementação de uma plataforma web colaborativa no processo de gestão e coordenação do processo de projeto de edificações em BIM a partir de um estudo de caso de uma construtora e incorporadora de grande porte, verificando contribuições, desafios e funcionalidades necessárias para melhorar o processo de coordenação. O estudo se dividiu em duas etapas, sendo a primeira a compreensão do problema a partir de um diagnóstico da empresa e a segunda o acompanhamento e análise da implementação.

Durante etapa de compreensão foi possível observar dificuldades gerais no processo de coordenação a partir das entrevistas realizadas com especialistas, bem como se aprofundar e ilustrar estas dificuldades no diagnóstico do processo de coordenação da empresa de estudo. Muitos documentos para fazer a gestão, informação dispersa e simplista, comunicação fragmentada e falta de padronização e estruturação da informação foram os principais obstáculos identificados que impedem uma coordenação de projetos bem-sucedida, refletindo em projetos de baixa qualidade, mal compatibilizados e atrasos nos prazos.

A partir do acompanhamento diário do autor na implementação da plataforma ConstrufLOW no desenvolvimento de projetos de dois empreendimentos, associados a coleta de dados de documentos da empresa e contato com os times de projetistas, foi possível observar ganhos de produtividade e eficiência na comunicação da informação e maior transparência da coordenação. A capacidade da ferramenta de centralizar toda a comunicação do projeto, registrar histórico de questões e definições e padronizar e transmitir a informação com clareza contribuíram para maior colaboração, melhor compreensão e acesso mais rápido da informação para tomada de decisões. O controle da coordenação também ficou facilitado, pois o coordenador de projetos possuía todas as informações centralizadas e estruturadas, podendo acompanhar o status dos projetos via *dashboards*, revisitar apontamentos pendentes e realizar ações em cima das análises.

Foram também identificadas algumas limitações durante a implementação. Verificou-se um processo ainda manual entre etapas de compatibilização, comunicação via plataforma e ajustes de projetos pelos projetistas que poderia ser otimizado com integração da plataforma com os softwares BIM. Em parte, essa limitação foi justificada pela pouca maturidade BIM da equipe de projeto, bem como na tomada de decisão da escolha do software. A falta de uma ferramenta para fazer a gestão de compromissos, que muitas vezes ocorria de forma informal, também foi observada e, associados a falta de incentivos e capacitações para colaboração e cooperação dos projetistas, limitaram os resultados da implementação.

Desta forma, conclui-se nesta pesquisa que, a fim de mitigar as dificuldades identificadas e promover a coordenação e gestão da comunicação mais eficiente no processo de projetos BIM de edificações, uma plataforma web colaborativa deve possuir as seguintes funcionalidades:

- a) Comunicar apontamento de projeto a qualquer momento de forma centralizada na web;
- b) Armazenar de maneira formal todo o histórico de informações trocadas de um apontamento desde sua etapa de identificação até seu fechamento e arquivamento;
- c) Conter todas as informações de um apontamento padronizadas e estruturadas para posterior filtragem e possibilitar a criação de campos customizáveis de acordo com a gestão de cada empresa;
- d) Permitir agregar ilustrações de vistas 3D de modelos BIM, plantas baixas, cortes e demais arquivos com anotações e textos, bem como permitir integração da plataforma

com os softwares BIM, seja por meio de plug-ins e programação ou através da troca de arquivos do formato BCF;

- e) Possuir ferramentas que permitam a gestão de compromissos ou possibilitar a integração com ferramentas já existentes no mercado;
- f) Permitir configurar permissões de usuários a fim de que as informações trocadas sejam revisadas e auditadas para evitar ruídos e informações divergentes.

Como relatado nos resultados, a plataforma utilizada no estudo (Construflow) não apresentava certas funcionalidades citadas que estão presentes em outras plataformas disponíveis no mercado, conforme ilustrado no quadro comparativo visto durante os resultados, levando a questionar sua escolha. Entretanto, a plataforma conseguiu satisfatoriamente mitigar os problemas observados, estando também aberta a sugestões de melhoria. Efetivamente, as funcionalidades apontadas ainda ausentes na plataforma foram apresentadas a Construflow e, segundo sua equipe, grande parte delas está planejada para ser implementada em suas próximas versões.

De qualquer forma, por mais que se busque uma plataforma com as funcionalidades descritas para melhorar a coordenação de projetos, alguns obstáculos, tanto na literatura quanto nos resultados desta pesquisa, não necessariamente serão solucionados a partir da correta escolha e implementação da plataforma ou de novas tecnologias. É necessárias mudanças no processo de desenvolvimento de projetos de edificações, que hoje é sequencial, fragmentado (BALLARD; KOSKELA, 1998) e tratado como uma série de pacotes de entregáveis individuais pelos projetistas. Enquanto o processo for tratado desta maneira, e não como um serviço contínuo, sempre haverá barreiras para colaboração, mais demandas por compatibilizações e pouca importância será dada para gestão da coordenação (MANZIONE, 2013). Na visão do autor, esta parece ser uma questão cultural ainda a ser superada na indústria da construção civil do Brasil.

8.2 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A partir dos obstáculos e limitações observadas nos resultados, bem como falta de informações mais aprofundadas na literatura a respeito do papel das plataformas web colaborativas no desenvolvimento de projetos de edificações, sugerem-se como possibilidades para trabalhos futuros:

- a) Avaliar a efetividade das plataformas web colaborativas por outra perspectiva além das observadas pelos coordenadores do estudo, realizando questionários, entrevistas e reuniões de feedback ao final do desenvolvimento com a equipe de projeto participante;
- b) Utilizar a plataforma web colaborativas como banco de dados para gestão do conhecimento em projetos de edificações;
- c) Utilizar a plataforma web colaborativa para o controle de qualidade do serviço de projeto a partir da classificação dos apontamentos e separação por disciplinas, permitindo identificar projetistas com maior número de problemas de inconsistência, falta de informação ou erros de modelagem;
- d) Analisar criticamente o processo de coordenação com plataformas web colaborativas que permitem conexão direta com modelos BIM, medindo a produtividade e verificando os benefícios.

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.
- 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.
- FABRICIO, 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.
- 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.
- 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.
- RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação técnica de Projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. p. 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.
- 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 Educap. 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.