

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e
Infraestrutura**

Mariana Pacheco Abegg

**Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a
fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto
BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP)**

Porto Alegre
2021

MARIANA PACHECO ABEGG

**MÉTODO PARA A INCORPORAÇÃO DOS REQUISITOS
EMERGENTES DURANTE A FASE DE PRODUÇÃO DOS
EMPREENDIMENTOS NO PROCESSO DE PROJETO BIM
POR MEIO DO BIM EXECUTION PLAN (BEP)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil:
Construção e Infraestrutura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia

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

Porto Alegre
2021

MARIANA PACHECO ABEGG

**MÉTODO PARA A INCORPORAÇÃO DOS REQUISITOS
EMERGENTES DURANTE A FASE DE PRODUÇÃO DOS
EMPREENDIMENTOS NO PROCESSO DE PROJETO BIM
POR MEIO DO BIM EXECUTION PLAN (BEP)**

Esta dissertação de mestrado foi julgada para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL na área de pesquisa Gestão e Economia da Construção e aprovada em sua forma final pelo Professor Orientador e pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 2021.

Prof. Eduardo Luís Isatto
Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Brasil
Orientador

Profa. Ângela M.F. Danilevicz
Coordenadora do PPGCI/UFRGS

BANCA EXAMINADORA

Profa. Angélica Ponzio (UFRGS)
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Prof. José de Paula Barros Neto (UFC)
Doutora pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo, amor e melhor amigo, Alexandre, por estar do meu lado em todos os momentos e por ter me apoiado independente de tudo.

Agradeço aos meus pais, por todos os anos de apoio e por terem feito de tudo para que eu sempre tivesse as melhores oportunidades. Aos meus irmãos, por serem sempre meus melhores amigos e minha inspiração na vida. À minha tia Phd Claídes Abegg, por ter me dado todo o suporte durante o período da pesquisa, assim como nos momentos finais.

Agradeço à comunidade acadêmica, por terem me proporcionado todo o aprendizado aplicado neste trabalho. Aos colegas do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, pela convivência e cooperação. Ao meu orientador, Eduardo Isatto, pelos conselhos durante a jornada. Meu muito obrigada, principalmente, às amizades feitas nesse processo, as quais sempre estiveram ali para dar o empurrão necessário nos momentos difíceis, especialmente à Bárbara Pedó, Manoela Conte e Eduarda Scott Hood.

RESUMO

ABEGG, Mariana Pacheco. **Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

O gerenciamento dos projetos da construção civil com a utilização da modelagem da informação (BIM) é um desafio enfrentado por todos os atores envolvidos no processo e que vem sendo amplamente discutido na literatura. Visando orientar a coordenação desses projetos e os relacionamentos entre os atores envolvidos, propõe-se a utilização do Plano de Execução BIM (BEP), com o objetivo de que os modelos BIM atendam às necessidades dos projetistas, contratantes de projetos, construtores e demais envolvidos. Além disso, sabe-se que os projetos da construção civil não são perfeitos e não possuem todas as informações necessárias para a sua execução. Portanto, utiliza-se do processo de Requisição da Informação (RFI) para a elucidação desses pontos, além de outros problemas que podem emergir durante a execução das obras e que necessitam da intervenção do projetista. Esses documentos podem gerar informações sobre as obras dos empreendimentos, tais como requisitos de informações de projetos emergentes durante o processo de produção dos empreendimentos, foco desta pesquisa. Esses requisitos devem ser utilizados posteriormente para que, nos próximos projetos, os mesmos erros ou faltas de informações não ocorram novamente. Sendo assim, o principal objetivo desta pesquisa foi o de propor um método para a incorporação dos requisitos emergentes da fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP). Para a elaboração do protocolo BEP é necessária a avaliação prévia no nível de maturidade da empresa em relação ao BIM. Para que os documentos das RFIs gerem os requisitos das informações é necessário que seja feita previamente uma categorização das causas raízes dos problemas. Em termos metodológicos, esta pesquisa foi feita através de um estudo exploratório dentro da Empresa X, a qual possibilitou acesso a documentos e processos internos, para que estes fossem analisados e auxiliassem no desenvolvimento do artefato proposto.

Palavras-chave: BEP, BIM, BIM Execution Plan, Planejamento BIM, Requisitos Emergentes, RFI, Requisição da Informação, Processo de Projeto.

ABSTRACT

ABEGG, Mariana Pacheco. **Method for incorporating emerging requirements during the production phase of projects in the BIM design process through the BIM Execution Plan (BEP)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

The management of civil construction projects using Building Information Modeling (BIM) is a challenge faced by all actors involved in the process and which has been widely discussed in the literature. Aiming to guide the coordination of these projects and the relationships between the actors involved, the use of the BIM Execution Plan (BEP) is proposed, with the objective that the BIM models meet the needs of designers, project contractors, builders and others involved. In addition, it is known that civil construction projects are not perfect and do not have all the information necessary for their execution, so the Request for Information (RFI) process is used to clarify these points, in addition to other problems that can emerge during the execution and that need the intervention of the designer. These documents can generate information about the projects, such as information of design emerging requirements during the production process, which is the focus of this research. These requirements must be used later so that in future projects the same errors or lack of information do not occur again. Therefore, the main objective of this research was to propose a method for the incorporation of emerging requirements from the production phase of projects in the BIM design process through the BIM Execution Plan (BEP). For the preparation of the BEP protocol, a prior assessment of the company's maturity level in relation to BIM is required. In order for the RFI's documents to generate the information requirements, a categorization of the root causes of the problems must be done in advance. Thus, the research was carried out through an exploratory study within Company X, which allowed access to internal documents and processes, so that their analysis and the development of the proposed artifact could be carried out.

Keywords: BEP, BIM, BIM Execution Plan, BIM Planning, Emerging Requirement, RFI, Request for Informação, Design Process.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ligação entre BEP e Requisitos Emergentes.....	16
Figura 2 - Conteúdo dos julgamentos de valor.....	28
Figura 3 -Triângulo de integração dos 3Cs - Coordenação, Cooperação e Comunicação.....	33
Figura 4 - Os 25 casos de uso do BIM e suas fases do ciclo de vida do empreendimento	39
Figura 5 - Os fundamentos do BIM.....	40
Figura 6 - Três campos de atividade que identificam os envolvidos do domínio e seus entregáveis	43
Figura 7 - Ilustração demonstrando os principais passos para um projeto de implementação BIM	46
Figura 8 – Tabela base para o nível de Maturidade BIM	48
Figura 9 – Variáveis do Plano de Execução BIM.....	50
Figura 10 - Delineamento da Pesquisa	56
Figura 11 - Legenda para os desenhos de processos	67
Figura 12 - Estrutura organizacional DAE visando à gestão de empreendimentos de construção	74
Figura 13 - Fluxograma de Projetos de lojas de Shopping da Empresa	75
Figura 14 - Fases de Implementação da ferramenta Autodesk BIM 360°	76
Figura 15 - Nível de Maturidade BIM.....	80
Figura 16 - Nível de Maturidade BIM - Estratégias de Implementação.....	82
Figura 17 - Nível de Maturidade BIM - Usos do BIM	83
Figura 18 - Nível de Maturidade BIM - Processo	84
Figura 19 - Nível de Maturidade BIM - Informação BIM.....	85
Figura 20 - Nível de Maturidade BIM - Infraestrutura	86
Figura 21 - Nível de Maturidade BIM - Pessoal.....	87
Figura 22 - Total de ocorrências por motivo classificado	89
Figura 23 - A maturidade BIM é subdividida em três estágios - visão linear.....	92
Figura 24 - Processo de projeto	94
Figura 25 - Processo de projeto	94
Figura 26 - Processo de requisição de Informação de Obra	95
Figura 27 - Processo de requisição de Informação de Obra	95
Figura 28 – RFI - exemplo 1	96
Figura 29 - RFI - exemplo 1 - resposta.....	97
Figura 30 – Comunicação de Alteração de Projeto (CAP) – exemplo	97
Figura 31 - Guia de Alteração de Diretriz (GAD) exemplo	98
Figura 32 - Modelos de lojas da empresa	99
Figura 33 - Categorização das causas raízes RFIs.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 34 - Categorização das causas raízes RFIs.....	101
Figura 35 - Exemplo RFI categorizada como 1.1	102
Figura 36 - Exemplo RFI categorizada como 2.1	103
Figura 37 – RFI exemplo categoria 3.1	103
Figura 38 – RFI exemplo categoria 4.2	104
Figura 39 - RFI exemplo categoria 5.1	105
Figura 40 - RFI exemplo categoria 5.1 resposta.....	105
Figura 41 - RFI exemplo da categoria 7.5	106
Figura 42 - RFI exemplo categoria 7.2.....	107
Figura 43 - Contagem de RFI por empreendimento.....	108
Figura 44 - Contagem de RFI por disciplina - Lojas de Shopping	109
Figura 45 - Contagem de RFI por disciplina - Lojas de Rua.....	109
Figura 46 - Quantitativo de RFIs por categoria	110
Figura 47 - Quantitativo de RFI por categoria em Lojas de Shopping.....	111
Figura 48 - Quantitativo de RFI por categoria em Lojas de Rua.....	112
Figura 49 - Quantitativo de RFI por categoria - Disciplina de Arquitetura.....	113
Figura 50 - Método para incorporação dos requisitos da produção das obras no processo de projeto através da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (BEP)	117
Figura 51 - Subprocesso Desenvolver BEP Geral Empresa	120
Figura 53 - Subprocesso Preparar BEP Específico do Empreendimento	122
Figura 54 - Subprocesso de Execução de Obra	124
Figura 55 - Subprocesso de Geração de Requisitos de Padrão de Projeto.....	125
Figura 56 - Revisar Requisitos de Informações de Projeto	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes da Coordenação	32
Quadro 2 - Fontes de evidência Fase 1	61
Quadro 3 - Entrevistas semiestruturadas	63
Quadro 4 - Fontes de evidência Fase 2.....	68
Quadro 5 - Constructos adotados para a avaliação do artefato	70

LISTA DE ABREVIATURAS

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UFC – Universidade Federal do Ceará

DAE – Divisão de Arquitetura e Engenharia – Empresa X

NORIE - Núcleo Orientado para Inovação da Construção

BIM – *Building Information Modelling*

BEP – *BIM Execution Plan* - Plano de Execução BIM

CAD – *Computer Aided Design*

RFI – *Request for Information* – Requisição da Informação

DSR – *Design Science Research*

BPMN - *Business Process Model and Notation*

LOD – *Level of Development* – Nível de Desenvolvimento

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

BIS – *Building Information System*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTO	11
1.2	PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.3	PROBLEMA PRÁTICO	17
1.4	QUESTÕES DE PESQUISA	19
1.5	OBJETIVOS DA PESQUISA	20
1.6	PRESSUPOSTOS	20
1.7	PROPOSIÇÃO	21
1.8	LIMITAÇÕES.....	21
2	GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE EMPREENDIMENTOS..	22
2.1	CONCEITOS EM GESTÃO PROJETOS DE EMPREENDIMENTOS ...	22
2.2	VALOR E REQUISITOS EM GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS	24
2.3	COORDENAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS	29
2.4	GESTÃO DAS REQUISIÇÕES DE INFORMAÇÃO (RFIs).....	33
3	BUILDING INFORMATION MODELLING	38
3.1	CONCEITUANDO BIM	38
3.2	BIM COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS.....	41
3.3	IMPLEMENTAÇÃO BIM	44
3.3.1	PLANO DE EXECUÇÃO BIM (BEP).....	49
3.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	52
4	MÉTODO.....	54
4.1	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	54
4.2	DELINEAMENTO	55
4.3	CENÁRIO DO ESTUDO EMPÍRICO	58
4.4	PROCESSO DE PESQUISA	60
4.4.1	Fase 1	61

4.4.2 Fase 2	65
4.4.3 Fase 3	69
4.5 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO	69
5 RESULTADOS.....	71
5.1 FASE 1	71
5.1.1 Entendimento geral do mercado da construção civil.....	71
5.1.2 Entendimento geral do setor de arquitetura e engenharia da empresa	73
5.1.3 Identificação dos problemas de gestão relacionados ao BIM	76
5.1.4 Análise do nível de maturidade BIM da Empresa	78
5.1.5 Análise dos custos extras	87
5.1.6 Síntese dos resultados Fase 1.....	90
5.2 FASE 2	92
5.2.1 Mapeamento dos processos	92
5.2.2 Descrição geral dos empreendimentos analisados	98
5.2.3 Categorização das causas raízes e validação	100
5.2.4 Análise dos dados dos empreendimentos analisados	107
5.2.5 Síntese dos resultados da Fase 2	113
5.3 FASE 3	116
5.3.1 Artefato	116
5.3.2 Avaliação da solução	127
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	131
6.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES.....	131
6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	133
REFERÊNCIAS	135
APÊNDICE A – Protocolo de entrevista com os projetistas.....	146

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa tem como ponto de partida um problema real em uma empresa varejista brasileira. O processo de entendimento desse problema e a necessidade de desenvolvimento de uma solução orientaram a revisão de literatura e a formulação do problema de pesquisa. O capítulo da introdução inicia com o contexto e a justificativa do tema, bem como com a delimitação do problema de pesquisa formulado para, em seguida, ser apresentado o problema do mundo real. No subtópico seguir, é definido o escopo da pesquisa a partir das questões, objetivos e delimitações.

1.1 CONTEXTO

É sabido que a indústria da construção civil possui problemas de qualidade e produtividade em seus empreendimentos. As possíveis causas associadas a esses problemas podem estar relacionadas às questões de gerenciamento de atividades de construção no canteiro de obras, da cadeia de suprimentos, dos projetos e dos clientes (KOSKELA, 2000). Para Eastman *et al.* (2008), as decisões tomadas na etapa de projeto são as mais impactantes na obra e mais eficazes para se tentar solucioná-los¹.

Empreendimentos de construção geralmente buscam encurtar seu tempo de duração, o que usualmente aumenta a complexidade do projeto, gerando problemas nas relações entre as suas diferentes fases para a equipe (TOMEK; KALINICHUK, 2015). De acordo com Baccarni (1996), o processo de construção civil é invariavelmente complexo, definindo projetos complexos como aqueles que contêm muitas partes inter-relacionadas, variadas e com interdependência entre elas. Segundo Formoso *et al.* (1998), o seu gerenciamento envolve milhares de decisões, algumas vezes ao longo de anos, em um ambiente altamente incerto, com muitos funcionários envolvidos, tais como: arquitetos, gerentes de projeto, engenheiros estruturais, engenheiros de serviço e consultores de marketing. Sendo assim, projetos

¹ Como questão de denominação para este estudo, projeto corresponde ao termo “design”, em inglês, e empreendimento corresponde ao termo “Project”. O termo empreendimento é utilizado, portanto, para designar o Processo de Desenvolvimento do Produto (PDP) (neste caso uma edificação). O termo projeto (design), por sua vez, é utilizado para designar a etapa do PDP em que os requisitos do cliente são transformados em especificações técnicas de um produto.

complexos envolvem equipes de profissionais multidisciplinares e uma vasta quantidade de informações, o que representa um desafio para o seu desenvolvimento, apresentando, assim, uma estrutura limitada para fornecer a compreensão dos requisitos do cliente (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 2001).

Além disso, há o desafio sobre como fazer funcionários de diferentes empresas trabalharem em prol de um objetivo mútuo, de forma eficaz para atender às expectativas e exigências dos clientes e evitar erros e conflitos no projeto (LARSON; GRAY, 2011). Ademais, o gerenciamento de um projeto ocorre, normalmente, de modo não sistemático e com práticas tradicionais, o que o torna propenso a erros e a ocorrência de conflitos entre os profissionais de diferentes áreas envolvidos no seu desenvolvimento (TAURIAINEN *et al.*, 2016).

A gestão de projetos usual tem um embasamento somente no conceito tradicional de transformação, porém, segundo Koskela e Howell (2002), além desse, também deveriam ser considerados os conceitos de fluxo e o de geração de valor. Para Koskela (2000), fluxo é a busca pela eliminação do desperdício dos processos, sendo promovidos princípios como a redução do tempo de produção e da variabilidade. O conceito de geração de valor deve ser considerado a partir da perspectiva das várias partes interessadas, as quais, muitas vezes, estão em conflito devido às suas diferentes percepções de valor (AAPAOJA; HAAPASALO; SÖDERSTRÖM, 2013). Além disso, a visão de geração de valor inclui o cliente no processo, considerando os requisitos incluídos no projeto e que estão relacionados aos seus objetivos, necessidades, desejos e expectativas, sendo a sua principal fonte de informações (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 2001).

O uso de técnicas e ferramentas aprimoradas para a gestão de projetos se faz necessário já que ela se baseia no controle da relação de causa e efeito decorrente do seu grau de complexidade (PINTO *et al.*, 2014). O processo de desenvolvimento do empreendimento precisa ser planejado e controlado de forma eficaz, a fim de minimizar os efeitos da incerteza, pois a falta de planejamento resulta em: comunicação deficiente, falta de documentação adequada, informações de insumos deficientes ou ausentes, alocação desequilibrada de recursos, falta de coordenação entre as diferentes disciplinas e entre a tomada de decisão (FORMOSO *et al.*, 1998). Por isso, no caso da existência de alguma dessas falhas entre as equipes multidisciplinares envolvidas no processo, fica impossibilitado o compartilhamento das

informações de uma maneira eficiente, gerando retrabalho, falhas de orçamento, atrasos, entre outros tipos de perdas (EASTMAN *et al.*, 2008).

Nesse âmbito, o planejamento do processo de produção e do processo de projeto vem recebendo grande destaque, pois a maneira tradicional de administrar empreendimentos de construção civil tem mostrado grandes falhas no que diz respeito à gestão de projetos (KOSKELA; HOWELL, 2002). Segundo Formoso *et al.* (1999a), o aumento da eficácia do processo de Planejamento e Controle passa necessariamente pela adequada consideração da natureza dos processos de produção na construção civil.

Em complemento, para Laufer e Tucker (1987), o planejamento cumpre papel fundamental para que seja alcançado êxito na coordenação entre as várias entidades participantes de um empreendimento. Para esses mesmos autores, o planejamento é necessário em função de diversos fatores:

- a) facilitar a compreensão dos objetivos do empreendimento, aumentando, assim, a probabilidade de atendê-los;
- b) definir todos os trabalhos exigidos para habilitar cada interveniente do empreendimento na identificação e no planejamento da sua parcela de trabalho;
- c) desenvolver uma referência básica para o processo de orçamento e programação;
- d) evitar decisões errôneas para projetos futuros, através da análise do impacto das decisões atuais;
- e) aumentar a velocidade de resposta para mudanças futuras;
- f) fornecer padrões para monitorar, revisar e controlar a execução do empreendimento.

As empresas estão adotando o gerenciamento de empreendimentos como estratégia para aumentar sua competitividade no mercado, exigindo mais eficiência das organizações na entrega de bons resultados (PEDRÃO, 2014). Investidores estão interessados em empreendimentos mais rápidos visando ao lucro, e projetistas e empreiteiros também são motivados pela agilidade do desenvolvimento dos projetos, gerando diminuição ou redução da sua duração (TOMEK; KALINICHUK, 2015).

Nos projetos nos quais foram utilizadas técnicas de compressão de prazos e processos em conjunto com as ferramentas da metodologia Building Information Modelling (BIM), percebeu-se que tanto o investidor quanto os envolvidos nas etapas de desenvolvimento do projeto e na produção do empreendimento obtiveram economia nos seus resultados (MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2014). Por isso, o BIM tem sido utilizado como requisito para a otimização e maior qualidade na entrega do projeto e numa construção com maior qualidade e com eliminação de retrabalho (TOMEK; KALINICHUK, 2015). De acordo com Eastman *et al.* (2008), a tecnologia BIM pode suportar e melhorar muitas práticas de negócios. Contudo, percebe-se que os gerentes de projeto usam diversas técnicas diferentes para gerenciar projetos, mas sem nenhum padrão para realizar a colaboração entre as disciplinas nele envolvidas.

Apesar de o BIM ser considerado uma das maiores mudanças na indústria de projetos após o advento do CAD, tendo o potencial para melhorar toda a indústria da construção, existe um desafio adicional nas práticas de projeto com a sua introdução e as mudanças necessárias que viriam a partir disso (TAURIAINEN *et al.*, 2016). Por isso, embora o BIM ofereça novos métodos de colaboração, ele introduz outras questões com relação ao desenvolvimento de equipes eficazes. Logo, determinar os métodos que serão usados para permitir o compartilhamento adequado de informações do modelo por membros da equipe do projeto é uma questão importante, considerando-se que os membros da equipe podem usar diferentes técnicas e ferramentas de modelagem, o que pode adicionar complexidade e introduzir possíveis erros ao projeto (EASTMAN *et al.*, 2008).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O BIM pode gerar problemas se não for usado em um processo que simplifica ativamente o fluxo de informações, pois as ferramentas BIM são tecnologicamente sofisticadas. Por esse motivo, elas podem não ser implementadas e gerenciadas adequadamente, resultando em um processo mais complicado e instável (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010a). Isso pode ocorrer especialmente sem a presença de um coordenador BIM, já que seria mais difícil a correta e sistemática definição dos projetistas responsáveis pela modelagem, a criação de instruções sobre os processos suficientes para o entendimento de todos e a geração da cultura de colaboração entre as disciplinas de projeto (DAVE *et al.*, 2013). Em um ambiente de projeto, as pessoas agem coletivamente para tratar de problemas com os quais não podem lidar sozinhas.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Então, como coordenar as atividades dessa coleção diversificada de participantes com suas múltiplas preocupações?

A falta de um processo de captura ou levantamento de requisitos entre os agentes envolvidos acordado desde o início de um projeto gera problemas que podem complicar mais tarde o fluxo de trabalho e diminuir a eficiência prometida pela implementação do BIM (SINCLAIR, 2012). Compreendendo os requisitos de informações do cliente / empregador / projetistas / produção, a melhor abordagem para formalizar essas informações pode ser documentada e relacionada a um planejamento geral de execução do BIM; desse modo, isso evitará duplicação de esforços, pesquisas adicionais, níveis inapropriados de detalhes e informações, deixando de lado especificações excessivas e, em última instância, tornando-se mais eficiente (CRAGGS; CRILLY; DAWOOD, 2016).

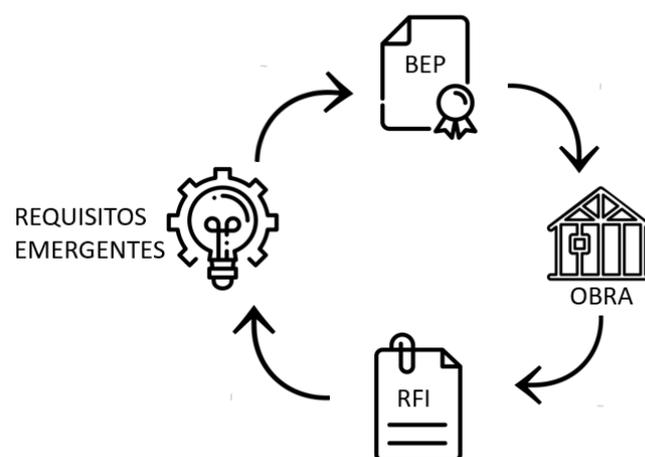
O processo de criação de um empreendimento exige um planejamento das responsabilidades de cada participante, o qual tem suas próprias solicitações de informações de terceiros. Posteriormente, o projeto avança com as novas informações adicionais e dados inseridos (LIU; NEDERVEEN; HERTOUGH, 2016). Esse processo deve ser bem planejado dentro da metodologia BIM, assim como o planejamento das demais fases do ciclo de vida da edificação. Nesse sentido, o Plano de Execução do Projeto BIM é muito útil, sendo capaz de ajudar no sucesso do projeto (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2019).

O Plano de Execução BIM (BEP) é um plano processual que descreve a visão geral do projeto com detalhes de implementação e utilização do BIM, o que facilita o acompanhamento da equipe ao longo do projeto. No BEP, constarão definições sobre o escopo de implementação BIM, identificação do fluxo do processo para tarefas BIM, definição das trocas de informações entre as partes e descrição do projeto e da infraestrutura da empresa necessária para apoiar a implementação, e a definição da documentação e das entregas, com atribuição de papéis e responsabilidades para cada um dos membros (MIT INFRASTRUCTURE BUSINESS OPERATIONS, 2016; NATSPEC CONSTRUCTION INFORMATION, 2011; THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2010). Sendo assim, a elaboração de um BEP, antes de iniciar a fase de desenvolvimento de projeto, se mostra uma maneira de facilitar a utilização do BIM em um empreendimento de forma organizada e eficiente (RAMÍREZ-SÁENZ *et al.*, 2018).

No entanto, como a gestão da produção é um processo de uso intensivo de informações que exige que as pessoas se comuniquem de forma contínua (TZORTZOPOULOS; KAGIOGLOU; KOSKELA, 2020), e por ainda não possuir a integração necessária entre projeto e produção, acaba gerando diversos problemas nos empreendimentos de construção (BIOTTO; TZORTZOPOULOS, 2016). Além disso, de acordo com Andrews (2005), nenhum conjunto de documentos de construção é perfeito e completo de informações necessárias à construção dos empreendimentos. Por isso, recorre-se ao processo de Requisição de Informação (RFI), que é um processo formalizado em que informações adicionais podem ser esclarecidas ou obtidas (MOHAMED; TILLEY; TUCKER, 1999). RFIs são ricos em informações úteis de qualidade e podem ser usados para melhorar a qualidade da fase de concepção do projeto na indústria da Construção Civil (SOH *et al.*, 2020).

De acordo com a PennState (2010), ao elaborar um BEP, os membros da equipe podem perceber o ganho de valor através do aumento do nível de planejamento, reduzindo o desconhecido no processo de implementação e desenvolvimento do projeto, e restringindo o risco geral para todas as partes e para o empreendimento. Vale ressaltar que, a partir de um BEP bem estruturado, todas as partes entendem e comunicam claramente as metas estratégicas do uso do BIM no empreendimento, assim como seus papéis e responsabilidades dentro do ciclo de vida do empreendimento (PENN STATE, 2010).

Figura 1- Ligação entre BEP e Requisitos Emergentes



Fonte: a autora

Em vista disso, há uma lacuna de conhecimento em se tratando do uso das informações extraídas das RFIs para catalogar os requisitos emergentes da produção das obras dos

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

empreendimentos e implantá-los dentro dos processos de projeto que utilizam a metodologia BIM. Com a utilização do BEP como material de apoio, conforme visto na Figura 1, são passadas informações para a obra. Dela saem RFIs com questionamentos importantes e, dessas faltas de informações, podem ser extraídos os requisitos emergentes que deverão alimentar o BEP para serem utilizados futuramente em novas obras.

1.3 PROBLEMA PRÁTICO

O setor de Divisão de Arquitetura e Engenharia (DAE), responsável por gerenciar as obras de novas lojas e reformas de lojas existentes da Empresa X, empresa do setor varejista brasileiro, sediada em Porto Alegre/RS, firmou uma parceria com o NORIE|UFRGS, em 2016, com o objetivo de gerar melhorias na gestão desses múltiplos empreendimentos lançados e reformados anualmente. O DAE abrange os setores de Arquitetura, Engenharia, Planejamento, Controle e Manutenção dos empreendimentos da empresa, realizando a gestão de todo o ciclo de vida da construção civil das lojas. No âmbito da gestão e supervisão dos cooperadores do DAE, alguns agentes externos atuam em escritórios de arquitetura, gerenciadoras e construtoras de obras e os fornecedores de mobiliário. Quanto à questão de denominação para esta pesquisa, esses empreendimentos de construção serão designados como tipo comercial varejista.

Diante desse contexto, dentro da Empresa X, de acordo com Jaramillo (2018) e Hamerki (2019), em pesquisas e diagnósticos anteriores, verificou-se diversas oportunidades de melhoria no âmbito da gestão dos empreendimentos de responsabilidade do DAE. Apesar de o gestor da equipe estar envolvido e ser responsável por diversas obras simultaneamente, mesmo que os empreendimentos sejam interdependentes (recursos de trabalho, fornecedores e gestores são compartilhados), o foco desta pesquisa será no desenvolvimento do projeto e na implementação e uso do BIM.

Segundo Jaramillo (2018), a execução das obras dos empreendimentos da empresa era assumida de forma tal que, após a autorização do plano do empreendimento, as tarefas são totalmente compreendidas, iniciadas e concluídas, mostrando a tendência da empresa em formalizar seus processos de gestão de empreendimentos, considerando-os como estáveis, com baixos níveis de incerteza. Contudo, segundo o mesmo autor, observou-se a existência de longos ciclos de controle, de ênfase no monitoramento pela alta direção, da utilização de indicadores unicamente de resultado e do pouco aproveitamento do aprendizado.

Caracteriza-se, assim, a abordagem da gestão de projetos da empresa como tradicional, quando as incertezas não são consideradas, sendo que uma das principais críticas em relação a essa abordagem está relacionada ao fato de que ela ignora alguns dos atributos das incertezas e dos seus efeitos (WILLIAMS, 2002). Relaciona-se com as limitações de suas teorias implícitas, como a que, por exemplo, considera que o processo de criação do produto ou serviço não leva em conta aspectos como tempo, variabilidade e cliente; e que o processo de gestão (planejamento, execução e controle) considera que o ambiente que está sendo gerenciado tem um alto grau de previsibilidade e causalidade, não contempla a geração de compromissos e não foca na aprendizagem (KOSKELA; HOWELL, 2002a).

Ainda de acordo com Jaramillo (2018) e Hamerski (2019), a empresa apresenta problemas como custos adicionais, atrasos nas entregas e falta de qualidade dos empreendimentos. No ano de 2017, 53% das lojas novas e 72% das lojas existentes foram respectivamente entregues com atraso. Sendo assim, mostrava-se necessária uma mudança do paradigma na gestão dos empreendimentos da construção dentro da empresa. Além disso, foi encontrado um processo de transformação sobre como os projetos estão sendo entregues e armazenados, já que, anteriormente, eram todos armazenados em arquivos CAD 2D, passando agora para o uso de softwares BIM e de ferramentas do Autodesk BIM 360®. Essa transformação estava ocorrendo com a ajuda de uma empresa revendedora dos produtos Autodesk®, que oferecia alguns treinamentos de capacitação da ferramenta para os funcionários e alguns colaboradores externos à empresa.

De acordo com os workshops promovidos pela empresa, no período dos meses de novembro e dezembro de 2018, assistido pela pesquisadora, foram apresentados ainda os seguintes problemas no gerenciamento de projetos: trocas de escopo frequentes durante o desenvolvimento dos projetos; riscos assumidos pelos gestores ao realizarem tomadas de decisão antes do momento adequado e que geram retrabalho; problemas relativos ao levantamento dos espaços das futuras obras, os quais ocorrem por falta de disponibilidade da empresa no acesso à informação correta, já que, muitas vezes, o futuro espaço do empreendimento está em uso ou, então, ainda não está construído, o que faz com que a informação recebida, da construtora responsável, não esteja atualizada. Por esses motivos ocorre o retrabalho, considerando-se que é necessário readequar os projetos para atender aos novos requisitos e consequentes atrasos nas entregas das obras, além de custos extras que são gerados para a empresa.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Esses requisitos emergentes durante a etapa de produção das obras surgem como problemas, mas podem gerar oportunidades de melhoria com propostas de pesquisa que busquem embasamento teórico para gerar melhor produtividade na gestão dos projetos em BIM, na gestão dos requisitos dos clientes, construtoras e demais agentes envolvidos no desenvolvimento dos empreendimentos, na implementação BIM e no seu uso dentro da empresa. Agrega-se, assim, valor ao produto gerado e economia para a empresa, tanto em relação monetária quanto em relação ao tempo de desenvolvimento dos empreendimentos.

Dessa maneira, a presente proposta visa atingir um aperfeiçoamento na gestão de projetos e na captura dos requisitos vindos diretamente da produção dos empreendimentos, visto que ocorre uma dificuldade em assegurar que esses requisitos sejam efetivamente considerados durante o processo de projeto BIM. Tais requisitos possuem um prazo de entrega curto e que acabam se limitando à grande demanda do setor, chegando defasados ou com atraso para a etapa de produção dos empreendimentos, sem que, nem ao menos em projetos futuros, as lições aprendidas naqueles já entregues sejam efetivamente utilizadas.

Atualmente, a empresa já possui tentativas de utilização de métodos de gerenciamento de projetos, tal como o uso de quadro de tarefas urgentes a serem cumpridas na semana. Essa é uma tentativa de organização da equipe responsável no gerenciamento dos projetistas. Porém, ela dispõe de uma grande quantidade de documentações e processos a serem seguidos e preenchidos, sem uma grande organização deles. Além disso, ainda não possui nenhum esforço para gerar melhoria contínua ao utilizar o conhecimento adquirido, com boas práticas ou falhas no desenvolvimento de empreendimentos já concluídos.

Por isso, o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM (BEP) se mostrou oportuno para essa empresa em relação ao gerenciamento das informações do desenvolvimento dos projetos de seu Portfólio, pois gera uma oportunidade de melhoria na gestão dessas equipes contratadas. O BEP detalhará os resultados estipulados do projeto pelo contrato e os requisitos de intercâmbio de informações presentes no protocolo BIM.

1.4 QUESTÕES DE PESQUISA

Com base no problema de pesquisa, foi definida a seguinte questão principal de pesquisa:

Como assegurar que os requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos varejistas sejam efetivamente considerados durante o processo de projeto BIM?

Como desdobramento da questão principal, foram definidas as questões secundárias:

- Quais os principais problemas durante a produção que geram novos requisitos para o processo de projeto?
- Como identificar requisitos emergentes durante a fase de produção para o processo de projeto BIM?
- Como incorporar os requisitos emergentes da produção ao processo de projeto através de um *BIM Execution Plan* (BEP)?

1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA

Objetivo geral da pesquisa:

Propor um método para a incorporação dos requisitos emergentes na fase de produção de empreendimentos varejistas no processo de projeto BIM por meio do *BIM Execution Plan* (BEP).

Como desdobramento da questão principal, foram definidos objetivos secundários:

- Identificar e categorizar os principais problemas durante a produção e que geram novos requisitos para o processo de projeto;
- Elaborar um procedimento para identificação dos requisitos emergentes da produção de obras no processo de projeto BIM.

1.6 PRESSUPOSTOS

São dois pressupostos que justificam e delineiam o tema da pesquisa:

- O Plano de Execução BIM (BEP) é um facilitador no processo de implementação do BIM em um projeto, que, de forma organizada e eficiente, antes de iniciar a fase de projeto, considera que ele poderá ser refinado e atualizado ao longo da realização dos projetos dos empreendimentos.
- Os requisitos dos clientes finais dos empreendimentos já foram ou serão oportunamente e corretamente identificados.

1.7 PROPOSIÇÃO

Um método de formulação de BEP que seja capaz de capturar, explicitar e incorporar tais requisitos antes e durante a execução do empreendimento pode ser uma estratégia eficaz para assegurar que os requisitos da produção sejam considerados durante o processo de projeto BIM.

1.8 LIMITAÇÕES

O presente trabalho terá limitações já que será realizado a partir de um estudo empírico em apenas uma empresa contratante de obras. Desse modo, os resultados obtidos não podem ser diretamente generalizados.

O estudo está delimitado à análise dos requisitos da produção das obras da empresa contratante do setor varejista, não tendo o foco na identificação dos requisitos emergentes e nem dos requisitos dos usuários dos empreendimentos.

2 GERENCIAMENTO DE PROJETOS DE EMPREENDIMENTOS

Este capítulo abordará parte do referencial teórico norteador desta pesquisa. Faz-se uma abordagem sobre questões de gestão de projetos em relação ao projeto arquitetônico e ambiente construído. Primeiramente, é necessário realizar uma breve definição de projetos complexos, para que, após a apresentação dos conceitos de requisito e valor, sejam feitas reflexões sobre a coordenação de projetos. Por fim, é discutido a respeito do gerenciamento de requisitos de informações relacionadas às intervenções em sistemas complexos. A gestão de empreendimentos com o uso do BIM será tratada em um próximo capítulo.

2.1 CONCEITOS EM GESTÃO PROJETOS DE EMPREENDIMENTOS

Os projetos de construção civil são invariavelmente complexos e, desde a Segunda Guerra Mundial, tornaram-se cada vez mais complicados. Na verdade, o processo de construção pode ser considerado o empreendimento mais complexo em qualquer setor (BACCARINI, 1996). Projetos têm sido descritos como sistemas complexos que exigem uma gestão, não só porque envolvem questões tecnológicas, mas porque neles estão envolvidos amplos fatores organizacionais, os quais se encontram fora do controle do gerente de projetos (WHITTY; MAYLOR, 2009).

O entendimento da ideia de complexidade, no contexto em que se inserem os projetos, é importante e, para isso, neste trabalho, é necessário apresentar uma breve definição de complexidade no ambiente de projetos na indústria da construção civil. Inicialmente, é preciso mostrar que a definição de complexo não é a mesma de complicado, por isso, confundir as duas noções pode levar a decisões inadequadas de projeto e sua gestão (POLI, 2013; DEKKER *et al.*, 2013). Não existe um conceito único de complexidade que pode agregar adequadamente a noção intuitiva do que a palavra deveria significar (KUMAR, 2001). Ambos, projetos complexos ou projetos complicados, podem ser descritos como projetos com muitos componentes que interagem entre si, mas, a partir desse ponto, começa a diferenciação entre estes (CILLIERS, 2005).

Empreendimentos conduzidos em ambientes altamente incertos apresentam os seguintes desafios: realizar um planejamento para resultados incertos; ter flexibilidade com

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

confiabilidade e responsabilidade; ter um equilíbrio entre qualidade e velocidade para a tomada de decisão; e poder realizar alterações de escopo em pouco tempo (LARSON; GRAY, 2011). No contexto do gerenciamento de projetos, apesar de todos possuírem algum grau de dinamismo, que é um dos fatores que pode influenciar no seu sucesso, este será determinado pela influência em relação às mudanças no ambiente em que é conduzido (COLLYER; WARREN, 2009). Ainda segundo os mesmos autores, em ambientes de projetos dinâmicos, proporções significativas de novos intervenientes são inseridas ao longo do processo de projeto por forças externas, ou seja, fora do controle do projeto, o que gera um esforço extra para resolver esses intervenientes já no seu início ou se forem adicionados ao longo do caminho.

A abordagem tradicional para o gerenciamento de projetos é baseada em guias com modelos determinísticos, racionais e universais, os quais, em sua maioria, são guias de práticas de gerenciamento que têm foco nas dimensões de planejamento e controle da gestão do projeto (WILLIAMS, 1999). De acordo com Koskela e Howell (2002), esses guias não possuem uma base teórica explícita e consolidada, mas sim um conjunto de abordagens distintas que se sobrepõem e que buscam embasar as práticas. Além disso, a abordagem tradicional considera que os grandes estágios dos projetos têm um caráter predominantemente sequencial, marcados por pontos de controle ao invés de serem concorrentes (KOSKELA; HOWELL, 2002).

Segundo Koskela e Howell (2002), a pobreza da teoria tradicional de gestão de projetos gera inúmeros problemas de gerenciamento de projetos, tais como frequentes falhas, falta de comprometimento com métodos de gerenciamento de projetos, além de uma taxa lenta de renovação metodológica. Para Baccarini (1996), a complexidade é uma das dimensões críticas de um projeto, pois o seu nível determina uma base para o estabelecimento de ações gerenciais necessárias para executar o mesmo com êxito. Contudo, segundo Ballard (2012), as práticas da abordagem tradicional são eficazes apenas em projetos com baixos níveis de complexidade e incerteza, com escopo bem definido.

De acordo com Cross (1999), essa forma tradicional de abordagem é comumente desenvolvida em função da pouca definição ou do pequeno número de informações disponíveis para o desenvolvimento inicial do projeto. Muitas vezes, não existe maneira de se desenvolver uma solução adequada a partir da informação existente, pois os requisitos do cliente podem ser bastante vagos. Apesar disso, existem muitos critérios a serem satisfeitos e, provavelmente, não existe um objetivo mais importante do que os outros (CROSS, 1999).

A complexidade do projeto é definida como 'consistindo em muitas partes inter-relacionadas variadas' e pode ser operacionalizado em termos de diferenciação e interdependência; essa definição pode ser aplicada a qualquer dimensão do projeto e que seja relevante para o processo de gerenciamento de projetos, como organização, tecnologia, meio ambiente, informações, tomada de decisão e sistemas (BACCARINI, 1996). Portanto, ao se referir à complexidade do projeto, é importante declarar claramente o tipo de complexidade que está sendo tratada. Vale a pena enfatizar que a complexidade é um conceito diferente das duas outras características do projeto - tamanho e incerteza (BACCARINI, 1996).

À medida que os empreendimentos se tornam mais complexos e incertos, a eficácia do planejamento é reduzida e a dependência de uma coordenação efetiva dos processos durante a execução do projeto aumenta (BALLARD; TOMMELEIN, 2012). Por esse motivo, a integração entre os processos do projeto e a produção de empreendimentos da construção civil que envolve a concepção do produto, sua produção e entrega, é benéfica para o sucesso dos empreendimentos, porém é preciso atingir um grau mínimo de definição necessário para o andamento das atividades, de acordo com as interdependências inerentes a ambos os processos do projeto e produção. (MIRON *et al.*, 2002). A integração entre projeto e produção na indústria da construção é desafiadora, pois há diferentes empresas com diferentes conhecimentos e com objetivos conflitantes na execução desses processos; além disso, há uma fragmentação na tomada de decisão entre projeto e produção, o que aumenta a complexidade do gerenciamento de empreendimentos de construção (BIOTTO; TZORTZOPOULOS, 2016).

2.2 VALOR E REQUISITOS EM GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS

O conceito de geração de valor e gerenciamento de requisitos é amplamente discutido na literatura no âmbito da gestão de projetos. Segundo Koskela (2000), a geração de valor tem sido estudada sob diversos pontos de vista. O mesmo autor ainda comenta que o valor de um produto pode ser determinado de acordo com a perspectiva do cliente, e que o objetivo da produção deverá ser satisfazer às necessidades do cliente. Apesar da importância do conceito de valor, não há consenso sobre sua definição e escopo. Ele ainda pode variar conforme o contexto no qual esteja inserido, sendo, muitas vezes, confundido com custo e preço (MIRON, 2002).

Não é a transformação do produto em si que é valiosa, mas o fato de que o produto final corresponde aos requisitos, desejos e expectativas do cliente. Sendo assim, a geração de valor é considerada um processo em que o valor para o cliente é gerado a partir do atendimento de seus requisitos (KOSKELA, 2000). Segundo Leinonen e Huovila (2001), esse processo de geração de valor é descrito em três fases: (a) traduzir e identificar as necessidades e expectativas dos usuários; (b) traduzir as necessidades dos clientes em requisitos, criando soluções para atender a esses requisitos; e (c) atender a esses requisitos durante os vários estágios de desenvolvimento do empreendimentos ao realizar verificações para que as necessidades dos clientes possam ser desdobradas em um produto final adequado.

No entanto, para que o valor seja percebido pelos clientes, não seria tão simples quanto entender o que o cliente deseja, pois nem sempre eles serão facilmente formulados ou mencionados, já que o valor também pode ser um desejo implícito (DREVLAND; LOHNE, 2015). Além disso, de acordo com Koskela (2000), para se obter uma mensuração do valor para o cliente, é preciso saber se o cliente irá obtê-lo a um preço em que o custo percebido seja menor do que o seu benefício.

A geração de valor é um dos principais elementos do Lean Construction, cuja função basilar é atender aos requisitos do cliente, sejam estes os agentes internos do processo de desenvolvimento do projeto do empreendimento quanto os usuários finais desse empreendimento (KOSKELA, 2000). Logo, é importante ver o valor a partir da perspectiva de várias partes interessadas, as quais, muitas vezes, estão em conflito devido às suas diferentes percepções de valor (AAPAOJA; HAAPASALO; SÖDERSTRÖM, 2013).

Esses requisitos, ligados ao conceito de valor do cliente, devem ser identificados na fase inicial de concepção do projeto, já que a falta de informação sobre eles pode causar atrasos e retrabalho, sendo potencialmente agravado quando o desenvolvedor não tem uma definição estratégica clara do empreendimentos (MIRON; FORMOSO, 2003). Muitos pesquisadores assumem que os requisitos exigem um processo de consideração constante ao longo de todo o desenvolvimento do empreendimento (MIRON; FORMOSO, 2003; TZORTZOPOULOS *et al.*, 2005; YU *et al.*, 2010). Ao longo desse processo de desenvolvimento do empreendimento, eles sempre acabam mudando de alguma forma; um exemplo disso é o fato de que os *feedbacks* do cliente são feitos após as escolhas iniciais terem sido tomadas e, por isso, podem entrar em

um momento tardio do processo, o que mostra que os requisitos emergem mesmo após o início do trabalho (REINERTSEN, 1997).

Além disso, existe o risco de que alguns requisitos podem não ser corretamente compreendidos em sua totalidade ou, como dito anteriormente, podem não estar disponíveis antes do início do processo ou até o devido momento em que seriam necessários (KOSKELA; HOWELL, 2002). Dessa maneira, segundo Reinertsen (1997), o processo de desenvolvimento do empreendimento envolve um alto nível de variabilidade e riscos, que são, porém, características inerentes que, se fossem eliminadas, poderiam gerar um empreendimento sem valor agregado ao cliente. Por isso, segundo Koskela e Howell (2002), para que a entrega de valor ocorra, é necessário que sejam seguidos os princípios relacionados com a análise rigorosa dos requisitos do cliente e com o fluxo sistematizado deles.

Koskela (2000) propôs cinco princípios para o ciclo de geração de valor: (a) assegurar que os requisitos do cliente, explícitos e latentes, foram capturados; (b) garantir que os requisitos relevantes do cliente estejam disponíveis em todas as fases da produção e que não sejam perdidos quando forem progressivamente transformados em soluções de projeto, planos de produção e produtos; (c) garantir que os requisitos do cliente influenciem todos os produtos para todas as funções do cliente; (d) assegurar a capacidade do sistema de produção de produzir produtos conforme necessário; e (f) garantir, por meio de medições, que o valor é gerado para o cliente.

Na indústria da construção civil, de acordo com Kamara *et al.* (1999), o processo de identificação de requisitos é importante devido à natureza complexa e iterativa, e ao grande número de interessados, pois cada um tem interesses e percepções diferentes a respeito do resultado esperado para a construção. Os atores da indústria da construção civil, como arquitetos, engenheiros e gerentes de construção, por sua vez, contribuirão para refinar os requisitos iniciais e, também, sugerir outros requisitos, já que a distinção entre as funções do cliente e usuário é, muitas vezes, confusa e, por isso, exige diferentes abordagens para o gerenciamento de requisitos em comparação com as outras indústrias (LAWSON, 1997).

Ainda deve-se mencionar que o valor interno é o valor criado para os participantes da equipe de entrega do empreendimento, porém o conceito de valor interno requer investigação adicional, particularmente no que diz respeito ao seu impacto no fluxo de benefícios (ROOKE

et al., 2010). Esse entendimento leva à tona que o usuário e o cliente não devem ser os únicos que devem ser levados em consideração no processamento dos requisitos. Todos os agentes envolvidos no empreendimento, como arquitetos, engenheiros, encanadores, eletricitas, têm suas preocupações e responsabilidades a serem atendidas, portanto, também deve-se avaliar o que existe de valor para eles (SLIVON *et al.*, 2010).

Assim, pode-se dizer que na indústria da construção civil existe uma diversidade bem ampla de atores envolvidos na formulação de requisitos. Além disso, seus variados níveis de envolvimento no processo de definição são um grande desafio para o gerenciamento formal de requisitos (PARSANEZHAD; TARANDI; LUND, 2016). O escopo e a magnitude da contribuição de cada um dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento do empreendimento para a formulação e elaboração de requisitos são muito diferentes de um projeto para outro. Geralmente, eles se baseiam em fatores específicos do empreendimento, como o método de aquisição, estrutura do financiamento e atitudes dos *stakeholders* e traços organizacionais (YU *et al.*, 2010). Para Miron e Formoso (2003), também deve-se considerar quem são os principais atores de cada empreendimento, pois, para cada um, essas relações podem mudar, ou até inverterem durante a evolução do processo. Ainda segundo os mesmos autores, para viabilizar o gerenciamento de requisitos do cliente, é necessário identificar os principais clientes envolvidos e definir seus requisitos ao longo do desenvolvimento do empreendimento.

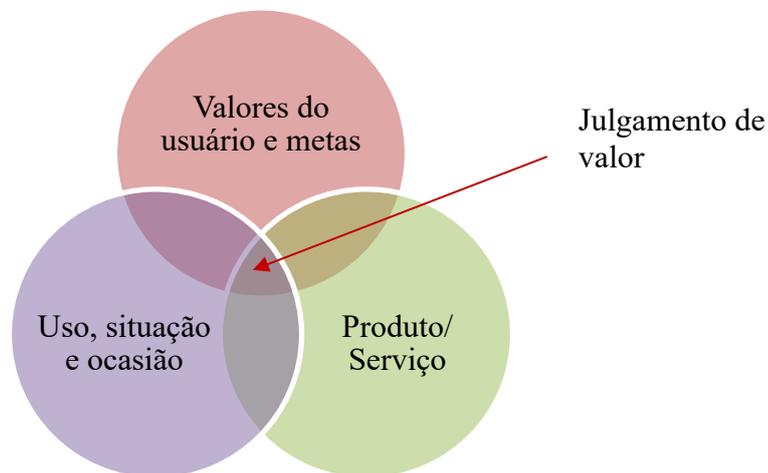
Além do exposto, conforme Kamara *et al.* (1999), mesmo com uma correta definição dos requisitos para um projeto de empreendimento, existe ainda a possibilidade de ocorrerem conflitos, pois ela é influenciada pelas diferentes visões das partes interessadas que devem ser resolvidas em relação a um conjunto de critérios acordados, com uma correta identificação, estruturação, análise, racionalização e tradução de requisitos explícitos e implícitos do cliente em especificações de soluções no empreendimento. Os inter-relacionamentos e conflitos resultantes podem ser mais bem compreendidos e solucionados se os requisitos forem analisados, priorizados e traduzidos em um formato que permita aos projetistas a flexibilidade de selecionar a melhor solução para atender às necessidades do cliente (KAMARA *et al.*, 1999).

Gerentes de projetos têm que concluir projetos complexos e incertos em menos tempo sem sacrificar os critérios de custo e qualidade, ou sem deixar os clientes e usuários insatisfeitos (LAUFER; DENKER; SHENHAR, 1996). Empreendimentos de construção envolvem

múltiplas organizações que trabalham simultaneamente, as quais sofrem com o desperdício que se manifesta na espera de equipes, retrabalho, movimentação desnecessária de materiais, inventários não utilizados de espaços de trabalho e de materiais etc. (LAUFER; TUCKER, 1987). Alcançar um fluxo de trabalho harmonioso, com o mínimo desperdício, requer não apenas planejamento de construção adequado, mas, também, gerenciamento eficaz (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010a).

O setor de construção precisa engajar as partes interessadas em um diálogo de entrega de valor para entender o que elas precisam de seus produtos. Deve haver uma consideração simultânea de aspectos relacionados ao projeto e à produção, a saber: requisitos do cliente, objetivos do empreendimento, capacidade do sistema de produção e controle de fluxo de requisitos no processo de desenvolvimento do produto (MIRON; FORMOSO, 2003). Quando as pessoas colaboram para realizar um objetivo comum, os projetos são formados e um sistema de colaboração pode surgir se os valores forem expressos e compartilhados entre essas pessoas, já que elas fazem juízos de valor quando avaliam um empreendimento (Figura 2) em relação às suas crenças e expectativas (THOMSON; AUSTIN; DEVINE-WRIGHT, 2003).

Figura 2 - Conteúdo dos julgamentos de valor



Fonte: adaptado de Thomson, Austin, Devine-Wright (2003)

A pessoa responsável pelo Gerenciamento de Requisitos deve ser um especialista no tipo de construção específico e, também, ter habilidades e recursos adequados para se comunicar com todas as partes interessadas do empreendimento, trazendo à tona as contradições e facilitando as trocas. (KIVINIEMI, 2005). Por isso, é importante desenvolver uma estrutura organizacional com o uso de treinamentos e abordagens para que os profissionais vejam o processo como um

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

todo, e sejam capazes de realizar trocas e estabelecer interfaces de comunicação e colaboração, facilitando a gestão dos requisitos do cliente e a geração de valor do empreendimento (LEITE *et al.*, 2005).

Diante do exposto, inúmeros autores concordam que a entrega de valor deve ser um objetivo fundamental para todos os empreendimentos de construção, respondendo aos valores comuns de todos os atores envolvidos. O desenvolvimento de projetos dos empreendimentos da construção civil, no entanto, é um processo iterativo, no qual uma solução marginalmente melhor sempre pode ser encontrada (HAIK; SIVALOGANATHAN; SHAHIN, 2017). Em modelos iterativos, os estágios não seguem necessariamente sua ordem rígida, são feitos de forma que também retornam aos anteriores, conseguindo uma otimização passo a passo e permitindo a coleta de requisitos emergentes e sua incorporação ao longo do processo (SOBEK II; WARD; LIKER, 1999). Os processos colaborativos favorecem a melhoria contínua do empreendimento e o aparecimento dos problemas antes do processo - por meio da relação iterativa entre as equipes (COATES *et al.*, 2010).

2.3 COORDENAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS

No âmbito da gestão de projetos, o gestor responsável pelo desenvolvimento dos projetos deve, além de ter que lidar com os requisitos dos diversos atores envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos, também desenvolver um processo simultâneo, iterativo e progressivo (LAWSON, 1997). Apesar do nível de detalhe aumentar ao longo do tempo, durante o processo iterativo de desenvolvimento da solução no empreendimento final, muitas decisões entre metas e objetivos são tomadas em detrimento de outras. Essas decisões são motivadas pelos resultados da avaliação de alternativas do projeto, bem como pelas interações intermináveis entre os envolvidos e suas prioridades e preferências (FORMOSO *et al.*, 1998). A partir de uma compreensão mais completa das pessoas, será possível uma melhor compreensão a respeito dos empreendimentos e de como suas entregas deverão ser feitas (MACOMBER; HOWELL, 2003).

Cada organização depende de três tipos de processos: material, informação e coordenação humana. Os dois primeiros lidam com o movimento de objetos e o terceiro com as solicitações de trabalho a serem feitas, acordos sobre o que será feito, quem o fará, quando o fará e se o solicitante está satisfeito com o que foi feito (DENNING; MEDINA-MORA, 1995). O objetivo

comum entre as relações das equipes de empreendimento é coordenar, ou seja, canalizar os esforços dos membros do grupo de uma maneira que os permitam realizar um projeto de um empreendimento que nenhum indivíduo trabalhando sozinho poderia fazer (CROWSTON; MALONE, 1991). A comunicação é indiscutivelmente o único aspecto do gerenciamento de empreendimentos que permeia todos os outros, pois sem uma comunicação eficaz entre os participantes a equipe do projeto não consegue alcançar seus objetivos (EMMIT; GORSE, 2006).

De acordo com Collyer e Warren (2009), uma série de fatores dificulta a coordenação entre as equipes de fornecedores comerciais, fornecedores de materiais e equipamentos, pessoal de gerenciamento de construção e projetistas. Um desses fatores é o fato de que, em ambientes dinâmicos de empreendimentos, proporções significativas dos métodos e objetivos podem sofrer mudanças por forças externas, fora do controle do empreendimento (COLLYER; WARREN, 2009). Ainda segundo os mesmos autores, o esforço para resolver incógnitas no início do projeto é ainda mais difícil com a introdução de novas incógnitas que surgem ao longo do caminho. Os processos de coordenação nos projetos não correspondem ao trabalho de produção de empreendimento, mas sim a consequência desse trabalho, já que devem lidar com pedidos de trabalho a serem feitos e com o movimento de informação e material (DENNING; MEDINA-MORA, 1995).

Criar uma equipe que consiga realizar escolhas assertivas para atender aos objetivos de todos requer esforço, tempo, engajamento e reflexão. A produção de confiança ocorre quando as pessoas que participam de uma rede de compromissos passam a se ver como executores confiáveis e aprendem a alinhar e conectar seus interesses com os interesses de cada um e com os do empreendimento (MACOMBER; HOWELL, 2003). Emmit e Gorse (2006) mostram que a interação entre os agentes durante todo o processo de desenvolvimento de um empreendimento é necessária para tomar decisões bem embasadas, com informações consistentes. Segundo os mesmos autores, a natureza da interação e das decisões tomadas durante o projeto irão determinar o sucesso do processo e da qualidade final do produto, tornando-se, assim, centrais para o processo de tomada de decisões.

De acordo com Macomber e Howell (2003), os empreendimentos da indústria da construção civil exigem que as pessoas trabalhem em conjunto umas com as outras. Cada um traz consigo suas capacidades de aprendizado, improvisação, avaliação, cooperação, flexibilidade e

intencionalidade. Essas capacidades são essenciais diante da incerteza sempre presente em cada empreendimento, o que também permite proporcionar a união para fazer e manter os compromissos acertados (MACOMBER; HOWELL, 2003).

Collyer e Warren (2009) destacam que, algumas vezes, os trabalhadores acabam focando apenas nos objetivos maiores e ignoram objetivos menores, porém, eles são tão importantes quanto. Se o objetivo for falho e com processos onerosos, mesmo que o funcionário possa ver que ele está defeituoso, pode ser difícil corrigi-lo. Para alcançar os objetivos dos empreendimentos é necessária a ação de todos, além do controle sobre essas ações. Contudo, os gerentes podem não ter o conhecimento ou experiência para desenvolver os controles certos (COLLYER; WARREN, 2009). Vale ressaltar que o controle excessivo do comportamento pode reduzir a produtividade, já que a aplicação de controles rígidos de comportamento pode ofender os trabalhadores, afetar a moral ou sufocar a criatividade (COLLYER; WARREN, 2009).

A coordenação consiste em mais do que uma correta definição das tarefas (correspondendo à divisão do trabalho) e sua atribuição aos diversos atores, pois assim não se eliminam todos os problemas de coordenação e comunicação existentes (ISATTO, 2005). As formas de aumentar a coordenação incluem cronogramas, que estão ali para ditar as interações já planejadas, e *feedbacks* quando as coisas mudam, no caso de surgirem novos eventos que não podem ser antecipados e planejados (CROWSTON; MALONE, 1991).

A coordenação efetiva da ação é o mesmo que a gestão eficaz dos compromissos e que o progresso do trabalho pode ser rastreado por meio da observação dos “atos de fala” nas comunicações dos coordenadores (DENNING; MEDINA-MORA, 1995). Para isso, é necessária uma adequada estrutura organizacional que começa com a escolha dos mecanismos de coordenação, os quais proporcionam um ajuste mais adequado entre a organização e o seu ambiente externo (ISATTO, 2005). Identificar o tipo de dependência entre as atividades envolvidas em um processo torna mais fácil pensar em formas alternativas para ele, além do uso de mecanismos de coordenação diferentes (MALONE; HERMAN, 2003).

Quanto maior a coordenação entre os atores, maior será a necessidade de comunicação entre eles (CROWSTON; MALONE, 1991). Por isso, o fluxo de trabalho de uma forma confiável é de extrema importância, já que a qualidade das tarefas e a sua completude no momento certo afetam a produtividade da equipe imediata, podendo ser ainda mais importante o tempo correto

de entrega para as próximas equipes e, conseqüentemente, para o desempenho total do empreendimento. Assim, entende-se que uma tarefa é como uma promessa de uma equipe para as outras seguintes que lidarão com o projeto (MACOMBER; HOWELL, 2003). Apesar de o planejamento tradicional só levar em consideração as interdependências sequenciais das tarefas, o reconhecimento explícito da necessidade de coordenação pode ajudar a orientar o desenvolvimento de empreendimentos, pois é provável que sejam encontradas interdependências emergentes nas suas relações (KALSAAS; SACKS, 2011).

A teoria da coordenação foi definida como um corpo de princípios sobre como as atividades podem ser coordenadas, ou seja, sobre como os atores podem trabalhar juntos harmoniosamente, com componentes e processos associados a cada um desses componentes, conforme apresentado no Quadro 1 (MALONE; CROWSTON, 1990).

Quadro 1 - Componentes da Coordenação

Componentes da Coordenação	Processos Associados à Coordenação
Metas	Identificação das metas
Atividades	Mapeamento das metas em atividades
Atores	Seleção de atores
Interdependências	Gerenciamento de interdependências

Fonte: adaptado de Malone e Crowston (1990).

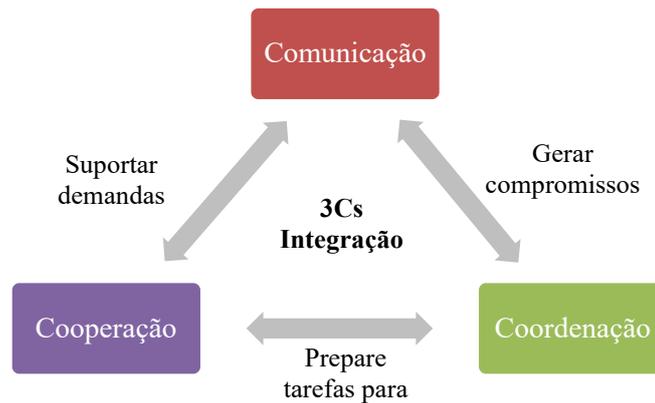
De acordo com Alaloul, Liew e Zawawi (2015), o processo de coordenação integra o esforço dos participantes para o cumprimento dos objetivos em todas as fases dos projetos de construção. Dentre as muitas atividades realizadas no projeto, se acontecer de alguma delas variar, o equilíbrio do empreendimento será interrompido e a cooperação não será suficiente, necessitando de uma coordenação. Por exemplo, um ator trabalha de forma eficaz (isso é cooperação), mas longe do cronograma do empreendimento (isso é falta de coordenação), ou, então, na falta de cooperação, a coordenação desagrada os funcionários, então ambos são necessários (ALALOUL; LIEW; ZAWAWI, 2015).

Para melhorar o desempenho do empreendimento devem ser utilizados os termos Coordenação, Comunicação e Cooperação (3Cs), que devem ser aplicados de forma integrada e pressupõem a compreensão do que as partes interessadas devem fazer para trabalhar em conjunto com eficiência. Trabalhar com esses termos pode até diminuir a quantidade de processamento de

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

informações, fazer com que as trocas de informações sejam feitas no prazo e que sejam somente entre os devidamente interessados (ALALOUL; LIEW; ZAWAWI, 2018). A Figura 3 mostra que a comunicação precisa do compromisso das partes interessadas para se fortalecer a coordenação. Quando se aumenta o seu nível, gera-se um maior suporte para as demandas de cooperação, enquanto a coordenação prepara as tarefas para a cooperação.

Figura 3 -Triângulo de integração dos 3Cs - Coordenação, Cooperação e Comunicação



Fonte: adaptado de Alaloul, Liew e Zawawi (2018)

Por isso, deve-se considerar que para uma maior eficácia da coordenação é necessário qualidade acima do que quantidade dos métodos e práticas. Nesse caso, documentações e comunicações escritas podem desempenhar um papel importante e devem ser usadas junto com as comunicações orais, que são as geralmente adotadas como principal método de coordenação em empreendimentos de construção (CHANG; SHEN, 2014). Além disso, tenta-se manter as informações concentradas em um coordenador, em uma posição estrutural central na rede de planejamento (HOSSAIN, 2009).

2.4 GESTÃO DAS REQUISIÇÕES DE INFORMAÇÃO (RFIs)

A gestão das informações sobre os requisitos possibilita apoiar a tomada de decisão dos intervenientes envolvidos no desenvolvimento de empreendimentos, permitindo que os requisitos mais importantes sejam considerados e mantenham-se atualizados durante o projeto, assim como em etapas posteriores, de uso e ocupação (BALDAUF, 2020). Na indústria da construção, a origem dos diferentes requisitos pode ser: do cliente, do terreno, ambientais, regulamentares, de projeto e da construção. Esses requisitos compõem o empreendimento, sendo que os da construção são aqueles que derivam da atividade de projeto e são utilizados para a produção do empreendimento (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 2000).

Segundo Emmitt e Gorse (2006), a comunicação ineficaz é tida como um problema que pode causar conflitos, já que um processo pobre de comunicação pode resultar em uma entrega de qualidade de serviço abaixo do padrão especificado e em empreendimentos que não conseguem entregar os requisitos adequados e, por consequência, valor para o cliente. A gestão da informação deve estabelecer processos e fluxos sistematizados e estruturados, que estejam, ainda, correlacionados com os agentes responsáveis pela condução dessas informações, de modo que sejam atingidos os resultados esperados e tragam vantagens competitivas às organizações capazes de gerenciar essas informações (VITAL; FLORIANI; VARVAKIS, 2010).

A gestão da produção é um processo de uso intensivo de informações que exige que as pessoas, em vários níveis operacionais, tanto no canteiro de obras quanto no escritório, se comuniquem de forma contínua (TZORTZOPOULOS; KAGIOGLOU; KOSKELA, 2020). Entretanto, existe uma falta de integração entre projeto e produção que causa muitos problemas nos empreendimentos de construção, incluindo erros de projeto, retrabalho, pedidos de alteração, atrasos na construção, falta de construtibilidade, entre outros (BIOTTO; TZORTZOPOULOS, 2016). Vários fatores dificultam a coordenação entre as equipes de empreiteiros comerciais, fornecedores de materiais e equipamentos, pessoal de gerenciamento de construção e projetistas, entre eles a dependência de documentos em papel para comunicar informações de produto, os erros de documentação de projeto, falta de clareza e obsolescência potencial das informações (EASTMAN *et al.*, 2008).

As informações do empreendimento geralmente são fornecidas a contratados e subcontratados na forma de desenhos de engenharia e especificações escritas, sendo idealmente completos e suficientes para prosseguir com a construção (MOHAMED; TILLEY; TUCKER, 1999). Em contrapartida, de acordo com Andrews (2005), nenhum conjunto de documentos de construção é perfeito; da mesma forma, não existem empreiteiros e subempreiteiros perfeitos. É inevitável que a equipe de construção não tenha dúvidas sobre a interpretação e implementação dos documentos de construção ao longo do empreendimento, ou, então, problemas de montagem no local e correções de erros de fabricação e montagem (ANDREWS, 2005). Na maioria dos documentos de construção, é inevitável que o contrato, os desenhos e as especificações consigam realizar uma abordagem completa e clara de todas as questões (HANNA; TADT; WHITED, 2012).

Sendo assim, quando os subcontratados recebem documentação incompleta do empreendimento, conflitante ou errônea, eles recorrem ao processo de ‘Requisição de Informações’ (RFI), que é um processo formalizado em que informações adicionais podem ser esclarecidas ou obtidas (MOHAMED; TILLEY; TUCKER, 1999). Razões comuns para escrever um RFI podem incluir especificações pouco claras, contradições de planos e especificações, documentos de construção vagos ou condições de campo imprevistas que levam a questões de interpretação (HANNA; TADT; WHITED, 2012).

A implementação de um processo de RFI eficaz é parte integrante do gerenciamento de projeto bem-sucedido para empreendimentos de construção, pois melhora a comunicação entre as equipes de construção, projeto e gerenciamento do empreendimento (HANNA; TADT; WHITED, 2012). RFIs são ricos em informações úteis de qualidade e podem ser usados para melhorar a qualidade da fase de concepção do empreendimento na indústria da construção civil (SOH *et al.*, 2020). Realizar análises das RFI possibilita gerar informações úteis para os empreendedores, tais como:

- Avaliar a capacidade de resposta dos participantes do empreendimento;
- Identificar a concentração espacial de problemas em um empreendimento;
- Avaliar as razões para a geração de RFIs;
- Avaliar ou comparar o desempenho dos empreendimentos;
- Melhorar o acesso aos documentos RFI usando opções de filtro para pesquisas (BHAT, 2017).

Para Andrews (2005), RFIs são a abordagem convencional de comunicação entre projetistas e empreiteiros, os quais respondem a um protocolo padrão que visa tornar a declaração de informações muito útil. As RFIs são fontes de dados textuais altamente estruturadas que contêm as necessidades de contratantes para os projetistas (SOH *et al.*, 2020). As necessidades de informação e/ou propostas de modificação nas RFIs são geralmente precisas, claramente expressas e assinadas por um profissional que assume a responsabilidade pela solicitação, correspondendo a apenas um problema técnico (ANDREWS, 2005).

O número de RFIs que um empreendimento gera depende de vários fatores, com suas diferentes combinações, apesar de que pode ser reduzido de acordo com as personalidades dos envolvidos (MOHAMED; TILLEY; TUCKER, 1999). Esses fatores correspondem à: tipo de contratação, valor do contrato, duração da construção, tipo de empreendimento projeto, complexidade dele e tipo de terreno para a construção (DINSMORE, 2013).

Vários estudos foram feitos com sugestões para uma melhor gestão de RFIs (BHAT, 2017; DINSMORE, 2013; HUGHES *et al.*, 2013; SHIM; CARTER; KIM, 2016; SOH *et al.*, 2020). Os itens comuns sugeridos para uma melhor gestão de RFIs são resumidos a seguir:

- Estabelecimento do processo de RFI e hierarquia que informa o contratante sobre como os RFIs devem ser submetidos e para onde os RFIs devem ser direcionados;
- Inclusão das informações detalhadas em um formato padrão para o envio de RFI:
 - Número de rastreamento único para cada RFI;
 - Categoria da RFI no que diz respeito às razões para RFI;
 - Importância (ou prioridade) da RFI determinada pelo contratante;
 - Data quando o proprietário, arquiteto ou engenheiro deve responder à RFI;
 - Possível solução para o problema;
 - Estimativa de impactos do RFI no custo e cronograma (incluindo pedido de mudança potencial);
 - Descrição detalhada do problema, e se possível com referência ao desenho aplicável.
- Uso de sistema eletrônico de rastreamento e monitoramento de RFI;
- Discussão e rastreamento de RFIs com apresentação em reuniões de obra.

Existe alguns empreiteiros que acabam usando as RFIs de uma maneira que pode prejudicar o seu real funcionamento, pois podem usar o processo de RFI para todas as comunicações do empreendimento e não apenas para solicitações de informações de documentos de contrato.

Eles acreditam que assim poderão gerar documentações para provar quaisquer reclamações futuras quanto a atrasos e outros problemas na construção (HUGHES *et al.*, 2013).

De acordo com Soh *et al.* (2020), com a devida manipulação das informações contidas nas RFIs é possível extrair problemas recorrentes de documentos de projeto, sem que estes estejam relacionados com o porte dos empreendimentos. Além disso, esses problemas refletem a necessidade de melhorar a maneira como as informações circulam entre os projetistas e os construtores. É preciso garantir que a precisão e a integridade dos dados sejam entregues no final do empreendimento, embora existam processos para verificar os dados na entrega. Portanto, é comum descobrir que os dados não estão disponíveis quando necessários (WHYTE; LINDKVIST; HASSAN IBRAHIM, 2012).

Segundo Denning e Medina-Mora (1995), grande parte dos problemas enfrentados pelas organizações é causado por ciclos incompletos ou deficientes. Ainda de acordo com os mesmos autores, os processos que ocorrem nas organizações são como um conjunto de ciclos de comprometimento e devem ser capazes de gerar informações para futuros empreendimentos.

3 BUILDING INFORMATION MODELLING

Este terceiro capítulo com referenciais teóricos norteadores desta pesquisa se inicia com a definição de Modelagem da Informação da Construção - Building Information Modelling (BIM). São evidenciados os diferentes entendimentos sobre o termo e, por fim, é apontada a definição mais apropriada para este trabalho. Após isso, é discutido como o BIM pode influenciar na gestão de projetos complexos, tanto para projetos quanto para equipes. Em seguida, mostra-se uma breve revisão sobre a implementação do BIM em empresas e empreendimentos da indústria da construção civil. Em complemento, destaca-se uma definição do Plano de Execução BIM (BEP) e como esse documento também pode ajudar na coordenação e implementação dos empreendimentos em BIM. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

3.1 CONCEITUANDO BIM

Succar (2009) considera o BIM um crescente conjunto de conceitos e ferramentas sobre o qual se tem atribuídas capacidades transformadoras na indústria da construção civil. Building Information Modeling (BIM) pode ser conceituado como o processo para criar e gerenciar informações sobre uma construção em todo o seu ciclo de vida através da elaboração de um modelo de informações de construção. Este, por sua vez, apresenta uma descrição digital de todos os aspectos do ativo construído. A saída principal desse processo resulta fundamentalmente em uma maneira diferente de criar, usar e compartilhar dados do ciclo de vida do edifício. É desenvolvido a partir de um software rico em dados, orientado para objetos, inteligentes e paramétricos, pelo qual as visualizações e os dados apropriados às necessidades de vários usuários podem ser extraídos e analisados com informações para serem usadas na tomada de decisões e na melhoria do processo de entrega da construção (DONATO; LO TURCO; BOCCONCINO, 2018).

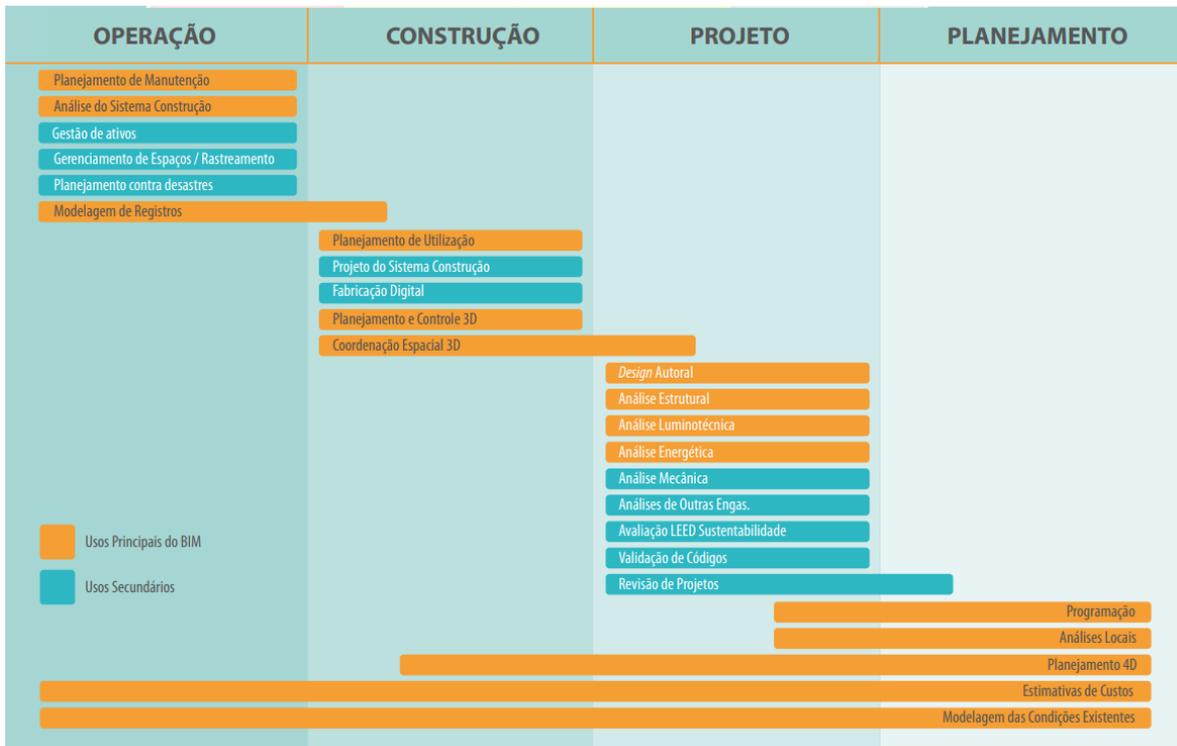
O Manual de BIM, de Eastman *et al.* (2008, p. 467), emprega o termo Building Information Modeling como “uma frase verbo ou adjetivo para descrever ferramentas, processos e tecnologias que são facilitadas pela documentação digital legível por máquina sobre um edifício, seu desempenho, seu planejamento a sua construção e depois o seu funcionamento”.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

O manual também lista uma série de benefícios que podem ser gerados a partir da sua utilização, dentre os quais:

- Na fase de pré-construção gera-se uma avaliação e visualização antecipada de alternativas de projeto com o uso de ferramentas de análise/simulação e, por isso, aumenta-se a qualidade geral do edifício;
- Reduz enormemente os conflitos de projeto confiando em uma fonte de informações e permitindo a verificação de interferências;
- Permite uma melhor visualização da forma e avaliação da função;
- Geração mais fácil de alternativas de projeto, melhor manutenção da informação e integridade do modelo de projeto, incluindo confiança em uma única fonte de informação e detecção ativa de interferências;
- Os requisitos do empreendimento também são mais fáceis de definir e os fluxos de informações são aprimorados. Como resultado do tempo de ciclo reduzido na produção de empreendimentos, a fase de projeto conceitual pode ser estendida.

Figura 4 - Os 25 casos de uso do BIM e suas fases do ciclo de vida do empreendimento

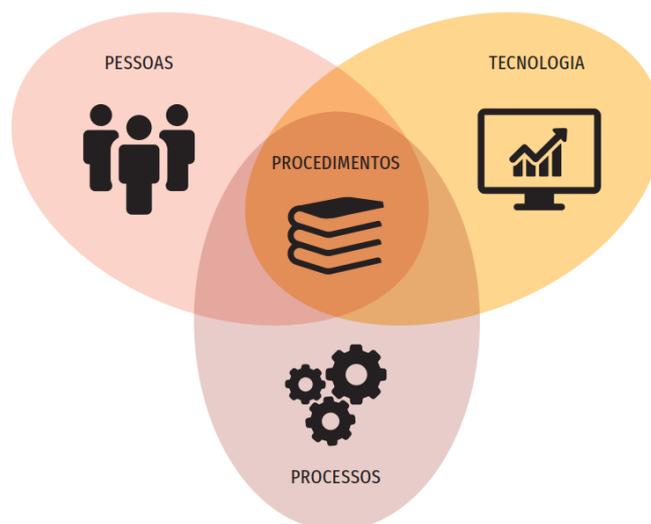


Fonte: CBIC (2016)

Em um estudo realizado pela Penn State (2009), foram mapeados, descritos e documentados 25 usos BIM nas distintas fases do ciclo de vida de um empreendimento, as quais se resumiram em quatro etapas: planejamento, projeto, construção e operação, ilustradas pela Figura 4 - Os 25 casos de uso do BIM e suas fases do ciclo de vida do empreendimento. Em todos os 25 casos de usos BIM citados não foram apenas descritos os correspondentes fluxos de trabalho, com todas as suas atividades, mas, também, as informações utilizadas como referências e as trocadas.

De acordo com Succar (2009), é possível afirmar que a efetiva implantação da metodologia BIM se baseia em três dimensões fundamentais: tecnologia, pessoas e processos. Essas dimensões estão concatenadas entre si por Procedimentos, Normas e Boas Práticas, como mostra a Figura 5.

Figura 5 - Os fundamentos do BIM



Fonte: adaptado de Succar (2009).

A metodologia BIM permite que todas as variáveis que afetam os processos de construção, tais como layout do local, localização da planta, taxa de operação do maquinário, quantidade de recursos, podem ser consideradas para avaliar a viabilidade dos métodos e sequências de construção propostos, e para explorar possíveis soluções e melhorias na metodologia antes do início do trabalho real (LI *et al.*, 2008). O BIM oferece aos contratados um meio adicional de comunicação com sua força de trabalho (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010a).

Além disso, é uma opinião compartilhada (CAVKA; STAUB-FRENCH; POIRIER, 2017a; DONATO; LO TURCO; BOCCONCINO, 2018; EASTMAN *et al.*, 2008; HEIGERMOSER *et al.*, 2019; PRUSKOVA; KAISER, 2019; ZANNI; SOETANTO; RUIKAR, 2017) que usar o BIM desde o início dos estágios de um projeto pode ser uma ferramenta fundamental para auxiliar o projetista durante todo o processo de construção. Por isso, quando bem adotado, o BIM facilita que o processo de projeto e construção seja mais integrado, resultando em edifícios de melhor qualidade, com menor custo e menor duração (EASTMAN *et al.*, 2008).

Essa metodologia incentiva um processo colaborativo e integrado que envolve todas as disciplinas, alinhando a tecnologia com os requisitos do empreendimento as demandas do processo arquitetônico e os envolvidos, com muitos participantes, com várias origens e interesses (GERBER; BECERIK-GERBER; KUNZ, 2010). Porém, de acordo com Sacks e Pikas (2013), é necessário que exista alguns requisitos básicos em termos de habilidades individuais e interpessoais para as pessoas envolvidas nos processos BIM, tais como: mente aberta, capacidade de adaptação, habilidades de colaboração e liderança. Os mesmos autores ressaltam que é imprescindível que os profissionais alcancem uma melhor integração com os outros através de processos e ferramentas habilitados para o BIM.

A metodologia é resultante de um conjunto de políticas, processos e tecnologias que se relacionam entre si, por isso o BIM deve ser observado como uma mudança tecnológica e processual emergente na indústria da construção civil (SUCCAR, 2009). O valor real do BIM para qualquer organização, seja ela uma empresa de arquitetura ou construção, é poder ter as informações estruturadas contidas em um modelo de construção (HOOPER; EKHOLM, 2010).

3.2 BIM COMO FERRAMENTA PARA A GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS

Ao relacionar os conceitos de geração de valor e gerenciamento de requisitos, o qual consiste na identificação, análise, priorização e disponibilização de informações sobre as necessidades e preferências do cliente, com os conceitos de gestão de empreendimentos, vemos a necessidade de tornar esses requisitos explicitamente disponíveis e manter um controle da evolução dessas informações (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 1999). Isso apoia o processo de tomada de decisão, que verifica se esses requisitos foram devidamente atendidos na solução do empreendimento (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 2000).

Devido à grande quantidade de informações qualitativas envolvidas nos requisitos do cliente, Kiviniemi (2005) aponta para a necessidade de desenvolver métodos de gestão de requisitos que se apoiem em ferramentas de tecnologia de informação (TI), as quais permitem um certo grau de automação para esse processo. Nesse sentido, o uso da modelagem de informações de construção (BIM) tem sido investigado como forma de apoiar a redução de processos desnecessários por meio de uma melhor integração de informações (CODINHOTO; KIVINIEMI, 2014).

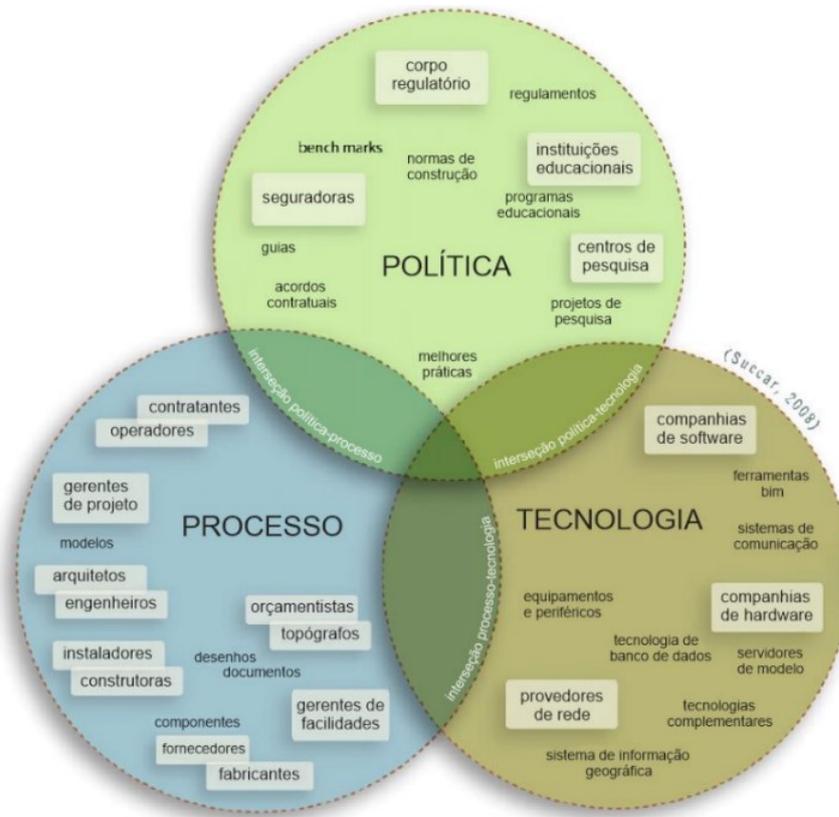
De acordo com Coates *et al.* (2010), a comunicação entre os projetistas e as outras partes como planejadores, técnicos, usuários finais, clientes e contratados é necessária. Porém, ainda segundo os mesmos autores, o formato e o conteúdo exatos exigidos por cada uma dessas partes são diferentes, além da variação do nível de compreensão de cada uma das partes. As transferências de informações podem precisar de ajustes para torná-las compreensíveis e utilizáveis pelo destinatário. As informações devem ser adequadas aos objetivos e aos requisitos dos destinatários (COATES *et al.*, 2010).

Embora algumas dessas questões possam ser óbvias em um método tradicional ou metodologia de projeto, novos processos com novas responsabilidades precisam ser definidos para facilitar a coordenação otimizada do projeto e integrar o BIM às práticas de trabalho (HOOPER; EKHOLM, 2010). No entanto, de acordo com Hooper e Ekholm (2010), o que é problemático é que, muitas vezes, as equipes têm diferentes níveis de competência e disposição para participar de um processo de desenvolvimento de empreendimento, sem que haja a possibilidade de a contribuição ser feita de maneira isolada. Às vezes, pode ser difícil obter um nível de informação consistente em todas as disciplinas em um período de tempo semelhante (HOOPER; EKHOLM, 2010).

Idealmente, de acordo com Hardin e Mccol (2001), já que o BIM envolve comunicação e colaboração, ter toda a equipe em um único espaço de coordenação seria uma maneira eficaz de construir um empreendimento. Desse modo, assim existe a possibilidade da experiência direta, trocas de informação, *feedback* imediato e foco pessoal. Contudo, isso nem sempre é possível, pois, ao trabalhar remotamente, todos os membros da equipe deveriam poder acessar facilmente as informações de contato uns dos outros (HARDIN; MCCOL, 2001).

Segundo Succar (2009), existem três campos de atividades que identificam os envolvidos do domínio e seus entregáveis: a tecnologia (software, hardware, equipamentos e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, a produtividade e a lucratividade); os processos (proprietários de instalações, arquitetos, engenheiros, empreiteiros, gerentes de instalações e todos os outros profissionais); e a política (preparação de profissionais na pesquisa, na distribuição de benefícios, na alocação de riscos e na minimização de conflitos), conforme pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Três campos de atividade que identificam os envolvidos do domínio e seus entregáveis



Fonte: adaptado de Succar (2009)

Nos empreendimentos da construção civil, conforme Formoso *et al.* (1998), uma das principais causas de retrabalho é a incerteza, principalmente nos estágios iniciais do projeto. Para isso, pode-se tentar definir o mais cedo possível as restrições do empreendimento e os requisitos dos clientes internos e externos (FORMOSO *et al.*, 1998). A gestão dos processos em BIM pode ser feita com planejamento sistemático, tomando decisões precoces (mas não prematuras), envolvendo todas as partes envolvidas, liderando-as em equipe, operando comunicações, utilizando procedimentos simples, executando as fases do empreendimento de uma maneira antecipada e em paralelo entre as diversas equipes, monitorando o desempenho do

empreendimento e tendo resiliência para se adaptar às adversidades decorrentes. Seguindo essas ações, é possível executar empreendimentos desafiadores com excelência e rapidez (LAUFER; DENKER; SHENHAR, 1996).

A vantagem do BIM reside no atributo e no formato de uma base de dados. O proprietário deve identificar o formato que melhor se adapta às necessidades internas da organização e incluir essas necessidades no formato de requisitos (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010b). Os requisitos de BIM são encontrados em vários formatos e podem assumir diferentes significados dentro de uma organização (CAVKA; STAUB-FRENCH; POIRIER, 2017b). As informações trocadas entre os participantes do desenvolvimento dos empreendimentos em BIM precisam ser definidas a partir de dois elementos importantes: o nível de detalhe nos processos BIM, o qual irá ajudar a definir as informações relevantes no modelo para se adequar aos requisitos, e a definição dos requisitos do produto, o qual ajudará a identificar as necessidades sobre as informações dos modelos no empreendimento como um todo (TOLMER *et al.*, 2017).

3.3 IMPLEMENTAÇÃO BIM

As implementações e discussões do BIM continuam a aumentar a intensidade à medida que mais organizações e órgãos nacionais reconhecem seu potencial de agregação de valor. Isso é evidenciado pela aceleração do surgimento de diretrizes e grandes relatórios dedicados a explorar e definir os requisitos e resultados do BIM (SUCCAR, 2009). A implementação do BIM pode ser um processo complexo se não for gerenciado adequadamente (CODINHOTO *et al.*, 2008).

Ainda existem barreiras para a implementação do BIM causados pela falta de conhecimento e experiência tanto das empresas de arquitetura e engenharia quanto dos subcontratados por elas, tal qual pelo grande esforço e despesas a serem alocadas na adoção do BIM (HOSSEINI *et al.*, 2016). Para Kiviniemi (2011), os dois principais obstáculos para a mudança são: 1) os antigos processos de trabalho baseados no uso de documentos, e não nos fluxos de informações necessários entre os participantes do empreendimento; 2) os modelos de negócios de baixa oferta que não recompensam pelo valor agregado real ou otimização de todo o empreendimento, mas dão suporte à subotimização da empresa.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Diante do exposto, vê-se necessária uma mudança de um processo orientado por documentos para um processo integrado por dados, informações e conhecimentos ligados por troca de dados (KIVINIEMI, 2011). Idealmente, essa transferência deve ser automatizada para evitar que dados sejam perdidos no percurso da informação (COATES *et al.*, 2010). De acordo com Kiviniemi (2011), os processos internos das empresas estão fortemente ligados às interfaces legais e técnicas. As mudanças fundamentais no processo exigem uma nova mentalidade e colaboração de múltiplos atores para criar um “ecossistema empresarial”.

Para Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2016), é necessário também alterar o escopo dos requisitos das entregas, tais como o nível da informação do modelo, definindo o formato da documentação do projeto (mudar de documentos 2D para um modelo digital 3D), especificando serviços mais prontamente executados com ferramentas BIM (coordenação 3D, revisão de projeto em tempo real, orçamentação e planejamento ou análise de energia). Esses requisitos, no entanto, são muitas vezes difíceis de cumprir sem algumas modificações quanto à estrutura de relações entre os participantes do empreendimento, ou sem o uso de planos de incentivo que definam o fluxo de trabalho e as transferências digitais entre as disciplinas (EASTMAN; TEICHOLZ; SACKS; LISTON, 2016).

Dito isto, na literatura sobre o BIM, existem várias “etapas” e “ações” recomendadas que devem ser seguidas para uma implementação bem-sucedida. Em geral, essas etapas estão relacionadas ao desenvolvimento de um entendimento do nível de capacidade e maturidade em vigor, à identificação do nível alvo da implementação do BIM, incluindo os recursos necessários, e à promoção de mudanças para alcançar o nível desejado de implementação (NATSPEC, 2011; SACKS; GUREVICH; SHRESTHA, 2016; SMITH; TARDIF, 2009).

Succar (2009) ressalta que a especificação de etapas ajudará nos esforços de implementação do BIM a partir da identificação de atividades, serviços e produtos necessários para atender aos requisitos. Além disso, sua representação visual ajudará a avaliar os níveis de maturidade das organizações, quais etapas foram realizadas ou quais ainda são necessárias (SUCCAR, 2009). Assim, o primeiro passo para a implementação do BIM é a identificação dos problemas atuais que a organização tem e que podem ser melhorados com o uso do BIM, o que implica que uma intervenção deve ser feita para minimizar o impacto dos problemas identificados (CODINHOTO *et al.*, 2008).

A CBIC (2016), em seu guia de implementação BIM, apresenta uma estratégia para um projeto de implementação BIM dividido em dez principais passos (Figura 7): (1) localizar as fases do ciclo de vida do empreendimento, (2) objetivos corporativos, (3) pessoas: equipe, papéis organizacionais e responsabilidades, (4) casos de usos e processos BIM, (5) projeto-piloto e seus objetivos, (6) informações, (7) infraestrutura e tecnologia, (8) interoperabilidade e procedimentos de comunicação, (9) estratégia e requisitos de contratação, (10) processos de ajustes e controle de qualidade do modelo (CBIC, 2016):

Figura 7 - Ilustração demonstrando os principais passos para um projeto de implementação BIM



Fonte: CBIC (2016)

Já a Penn State (2013) apresenta seis elementos básicos que devem ser levados em consideração em um planejamento de implementação BIM:

- a) Estratégia: define as metas e objetivos do BIM; avalia a prontidão para mudanças; e gerenciamento e suporte de recursos;
- b) Usos: identifica os métodos em que o BIM será implementado, ou usos BIM para gerar, processar, comunicar, executar e gerenciar informações sobre as instalações do proprietário;

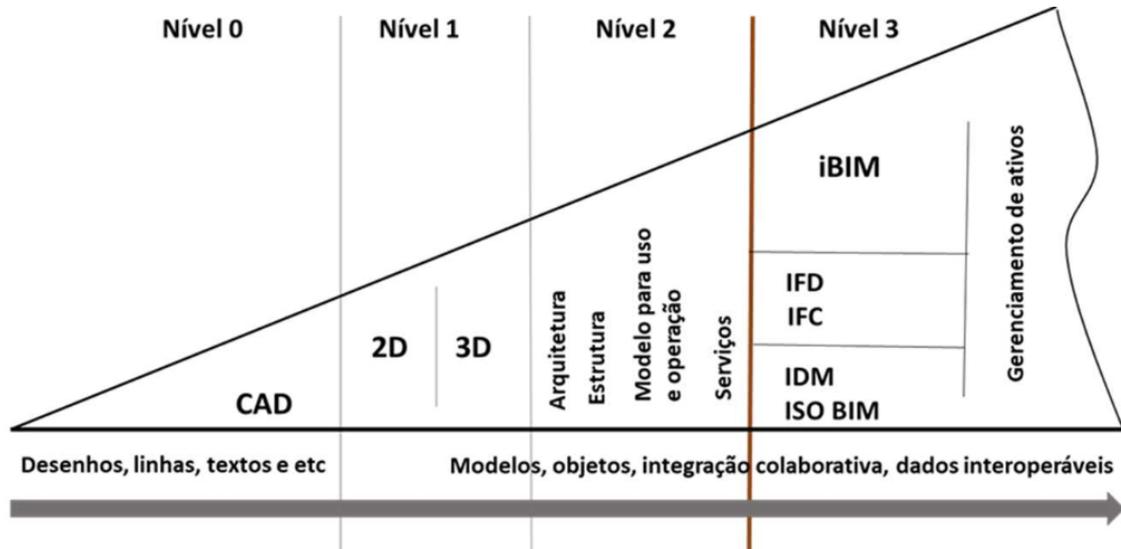
- c) Processos: descreve os meios para realizar os usos BIM, documentando os processos atuais, projetando novos processos BIM e desenvolvendo processos de transição;
- d) Informação: define as necessidades de informações da organização, incluindo a divisão dos elementos do modelo, nível de desenvolvimento e dados das instalações;
- e) Infraestrutura: define as necessidades de informações da organização, incluindo a divisão dos elementos do modelo, nível de desenvolvimento e dados das instalações;
- f) Pessoas: estabelece as funções, responsabilidades, educação e treinamento dos participantes ativos no processo BIM.

De acordo com Succar (2009), existem inúmeros desafios que precisam ser abordados pelos arquitetos e demais partes interessadas, tais como engenheiros, construtores e responsáveis pelas operações do empreendimento para realizar a devida implantação BIM. Entrevistas com outras empresas que já realizaram a implementação são uma boa maneira de obter *feedback* sobre melhores práticas, o que ajudará a identificar as dificuldades encontradas pelas empresas e elaborar hipóteses sobre os possíveis fatores de falha/sucesso na implantação do BIM (HOCHSCHEID; HALIN, 2018b). Além disso, é necessário realizar uma avaliação do nível de maturidade da empresa em relação à utilização do BIM, identificando um ponto de partida fixo (o status antes da implementação do BIM), três estágios fixos de maturidade do BIM e um ponto final variável que permite futuros avanços imprevistos na tecnologia (SUCCAR, 2009). O diagnóstico da organização visa estabelecer a base sobre a qual será desenvolvido o programa de implantação, porém, para saber o que pesquisar, é preciso definir qual o objetivo que se deseja para a implantação, e isso, a rigor, só será definido mais tarde, quando a estratégia da implantação for traçada (ABDI, 2017).

Zielinski e Wojtowicz (2019) afirmam que os níveis de maturidade do BIM podem ser divididos em quatro níveis de acordo com a “saturação” do modelo com informações particulares (Figura 8). Indo no nível 0, em que não há o uso de BIM, somente desenhos em 2D, passa-se pelo nível 1, em que é usado principalmente na fase conceitual inicial para se comunicar com o investidor, chega-se no nível 2, em que são introduzidos elementos estruturais, instalações e outros acessórios de interior no modelo, o que permite uma melhor coordenação e geração de quantitativos, alcança-se o nível 3, que, segundo Zielinki e Wójtowicz (2019), é raramente encontrado devido ao aspecto de tempo e finanças limitados. Nesse modelo detalhado podem

ser realizadas várias simulações do processo de construção, além de simulações de várias situações de segurança, manutenção e proteção do meio ambiente (ZIELIŃSKI; WÓJTOWICZ, 2019).

Figura 8 – Tabela base para o nível de Maturidade BIM



Fonte: adaptado de BIS (2011)

Em conjunto com os novos processos implicados pelo BIM para a entrega de projetos, construção e gerenciamento de instalações, um protocolo de troca de informações informado deve ser capaz de contribuir para melhor fornecer valor às informações e aos processos (HOOPER; EKHOLM, 2010). Porém, os treinamentos em BIM são hoje, muitas vezes, focados exclusivamente no uso de ferramentas, sendo difícil encontrar suporte na evolução dos processos e estratégias de negócio (HOCHSCHEID; HALIN, 2018a).

Para efetivamente integrar a plataforma BIM no processo de entrega de projetos, é muito importante que a equipe faça um planejamento minucioso para a sua implementação, o qual deve delinear a visão global e incluir os detalhes da implementação que a equipe irá seguir ao longo de todo o empreendimento (CBIC, 2016). Portanto, o desenvolvimento do plano BIM se faz necessário nos estágios mais iniciais de um trabalho, prosseguindo continuamente, sempre que novos agentes participantes surgirem, com o monitoramento, atualização e revisão quando necessário (ABDI, 2017).

3.3.1 PLANO DE EXECUÇÃO BIM (BEP)

Padrões nacionais e documentos de diretrizes BIM existem em todo o mundo. Com a necessidade de clareza no estabelecimento das relações, fica evidente a importância da documentação como a maneira de formalizar a comunicação e definir os diversos atores do processo de desenvolvimento do empreendimento. Por isso, para integrar efetivamente o BIM ao processo de entrega do empreendimento, a equipe pode desenvolver um plano de execução detalhado para a implementação do BIM: um Plano de Execução BIM (BEP) (HADZAMAN; TAKIM; MOHAMMAD, 2016).

O plano é um documento formal que delinea a visão geral, juntamente com os detalhes de implementação, definindo o escopo do BIM no empreendimento, assim como seus usos, objetivos e as trocas de informações entre as partes, identificando o fluxo do processo para as tarefas do BIM e descrevendo o empreendimento e suas responsabilidades, além da infraestrutura da empresa necessária para suportar a implementação, delinear e descrever os entregáveis (Figura 9). Além disso, ajuda o empregador e os projetistas a documentarem as entregas definindo papéis e responsabilidades para cada um dos membros (NATSPEC CONSTRUCTION INFORMATION, 2011; THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2010).

Figura 9 – Variáveis do Plano de Execução BIM



Fonte: adaptado pelo autor de The Computer Integrated Construction Research Group the Pennsylvania State University (2010)

Os protocolos BIM, contidos nesses guias, fornecem etapas ou condições detalhadas para atingir uma meta ou entregar um resultado mensurável. São documentos ou instruções em formato textual ou gráfico (por exemplo, mapas de processos, fluxogramas etc.), papel ou formato digital, que podem ser emitidos por instituições acadêmicas, órgãos da indústria, autoridades públicas e provedores de tecnologia em vários países (KASSEM *et al.*, 2014). Os guias mostram ainda que, para desenvolver um BEP, é necessário seguir um planejamento em quatro etapas (NIBS, 2015; THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2010):

- Identificar os **usos e objetivos** do BIM durante as fases de planejamento, projeto, construção e operação do empreendimento;
- Projetar o **processo** de execução BIM criando mapas de processo;
- Definir as **entregas** do BIM na forma de troca de **informações**;
- Desenvolver a **infraestrutura** na forma de contratos, procedimentos de comunicação, tecnologia e controle de qualidade para apoiar a implementação.

As informações devem ser desenvolvidas de uma forma padronizada para o seu intercâmbio, atuando como um meio de compartilhamento para usos e processos do BIM. Ademais, o BEP deve especificar o nível de detalhe (LOD) a ser alcançado para cada sistema de construção e seus elementos em cada marco do projeto (SACKS; GUREVICH; SHRESTHA, 2016). As trocas de informações atuam como entradas e saídas para os processos - a saída de informações de um processo se torna a entrada para o próximo na sequência (JACOB; VARGHESE, 2012).

Para que a comunicação e o compartilhamento de dados sejam possíveis, é necessário que haja tecnologias integradas, podendo esse ponto, se não for bem utilizado, ser considerado uma barreira na implementação. Por isso, todas as partes envolvidas no uso do BIM devem esclarecer a versão do software (e seu gerenciamento) para garantir a interoperabilidade durante o desenvolvimento do projeto (SACKS; PIKAS, 2013).

De acordo com Jacob e Varghese (2012), os BEPs são normalmente representados usando mapas de processo, os quais apresentam diferentes níveis de detalhes possíveis para os processos. Quando os detalhes aumentam, os mapas do processo visual podem se tornar tediosos para trabalhar. Ainda segundo os autores, eles acabam por mapear somente o que está exposto e aquilo que oferece fácil visualização dos processos, podendo esconder problemas futuros.

Alguns documentos definem detalhadamente os aspectos organizacionais: coordenação das atividades da equipe BIM, planejamento estratégico, controle de permissões de edição de modelos e projeto do fluxo de trabalho do processo de informação, até mesmo a requisição de reuniões regulares para a coordenação do modelo. Já outros não estipulam os papéis organizacionais de maneira tão completa, e podem até ver o gerente BIM como o elo central através do qual a informação flui (SACKS; GUREVICH; SHRESTHA, 2016).

Os guias existentes diferem entre si em alguns aspectos, tais como: propósito; abordagem de padronização (alguns são mais prescritivos, enquanto outros definem níveis gerais e intencionais de desempenho); escopo; requisitos tecnológicos e especificidades; definições do processo de projeto e construção; e nível de especificações de detalhes da informação. As diferenças surgem das variações no contexto de negócios, objetivos e escopo das diferentes organizações (SACKS; GUREVICH; SHRESTHA, 2016). Além disso, nenhum dos protocolos disponíveis abordam simultaneamente todos os domínios do conhecimento (tecnologia,

processo e política), tal qual apresentado por Succar (2009) e seus subdomínios e variáveis (KASSEM *et al.*, 2014).

Um dos grandes desafios das empresas, portanto, é a implementação dessa documentação, pois cada organização usa o BIM para diferentes tarefas e, por isso, requerem diferentes modelos de conteúdo, estrutura e LOD (Nível de Desenvolvimento), o que resulta no desenvolvimento de requisitos BIM próprios, os quais somente serão adequados a uma determinada organização (CAVKA; STAUB-FRENCH; POIRIER, 2017). Um padrão muitas vezes não é aplicável a todas as organizações, além de que ainda existem algumas organizações que não conseguem implementar o uso de BEPs porque, comumente, clientes e fornecedores não têm uma total percepção do que realmente é o BIM (PAIVA JUNIOR; CANDIDO, 2021).

Atualmente, apesar de todos os benefícios encontrados na elaboração de um BEP, as empresas não possuem conhecimento prévio para elaborar e atualizar o documento e seu conteúdo, ficando clara a necessidade de uma capacitação do setor para a disseminação de conhecimento BIM (MANENTI; MARCHIORI; CORRÊA, 2019).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os guias BIM para o desenvolvimento de um Plano de Execução BIM (BEP) apresentam um método para determinar os pré-requisitos importantes à implementação e uso do BIM. Juntos, os procedimentos de planejamento do plano BIM permitem que os membros da equipe obtenham uma visão sobre quem, o quê, quando e como, questões relacionadas à troca de informações.

O BEP, segundo os manuais, deve ser continuamente desenvolvido e aperfeiçoado durante todo o ciclo de vida de desenvolvimento do empreendimento, conforme seja necessário e à medida que novos agentes entrem no processo. Essa é uma medida que pode acabar por se tornar tediosa para alguns autores, já que acaba por detalhar demais o processo, sem realmente mostrar os problemas reais.

Nesse sentido, a revisão bibliográfica dos guias de implementação do BIM mostrou que essas estratégias foram formuladas como receitas, porém essas “receitas” não desenvolvem totalmente o escopo de seus problemas e, em muitos casos, não levam ao entendimento de suas

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

limitações. Em outras palavras, não permitem que as equipes identifiquem áreas nas quais os processos são abaixo do ideal e oferecem uma direção para alcançar a integração e o escopo do BIM, a fim de identificar oportunidades de melhoria.

Alcançar um alto nível de colaboração requer compartilhar e ter objetivos comuns, que deve ser entregar o melhor empreendimento aos clientes. A melhor forma para alcançar esse objetivo é compartilhar riscos e prêmios (AL *et al.*, 2015). A criação de um documento BEP permite que o proprietário e as empresas de desenvolvimento de empreendimentos coordenem suas expectativas entre si e definam metas claras para o uso do BIM na ação, permitindo que os proprietários maximizem o valor do processo BIM.

Para que o processo de trabalho possa ocorrer de forma simultânea, com compartilhamento e troca de informações, é necessário que possibilite a inclusão de todos os agentes, seguindo o mesmo processo como guia. Para que esse alinhamento ocorra na prática é necessário que exista gestão para conduzir todos os agentes de maneira alinhada, com o desenvolvimento de estruturas de coordenação, comunicação e gerenciamento das expectativas, além de desdobramento dos relacionamentos propostos em níveis cada vez maiores.

4 MÉTODO

Este capítulo apresenta o método que será seguido para o desenvolvimento desta pesquisa, incluindo a abordagem metodológica, o delineamento da pesquisa, o cenário do estudo empírico, a descrição detalhada das etapas da pesquisa, as fontes de evidência a serem utilizadas e a avaliação do artefato proposto.

4.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Conforme diretrizes apresentadas por Yin (1994), foi possível determinar a estratégia de pesquisa deste trabalho. Logo, esta pesquisa se enquadra, de acordo com as suas características, dentro da abordagem do *Design Science Research* (DSR), também conhecida como pesquisa construtiva. Nesse tipo de pesquisa busca-se a solução para um problema inicial por intermédio da construção de um artefato (LUKKA, 2003). Segundo o mesmo autor, o DSR possui como elementos centrais a relevância prática do problema e da solução, conexões com as teorias anteriores e contribuição teórica do estudo. Por consequência, o conhecimento desenvolvido pela *Design Science* é prescritivo, diferente das pesquisas de natureza descritivas, comuns nas Ciências Naturais/Sociais e Humanas (VAN AKEN, 2004).

A ciência do design divide-se em quatro produtos resultantes na forma de artefatos: (1) constructos, (2) modelos, (3) métodos e (4) instanciações. Os constructos são definidos como o vocabulário conceitual de um domínio problema e/ou solução. O modelo é um conjunto de proposições ou declarações que expressam relações entre constructos. Um método é um conjunto de etapas usado para executar uma tarefa, com planos dirigidos por objetivos para manipulação de novos projetos. As instanciações são as aplicações do artefato dentro do seu ambiente. São elas que operacionalizam os constructos, modelos e métodos (VAISHNAVI, 2007).

Outro resultado para a ciência do design, sugerido pelo mesmo autor e que poderia ser incluído na listagem acima, é o aprimoramento de teorias, o que é altamente significativo. Segundo Vaishnavi (2017, p. 14) “a pesquisa em ciência do design pode contribuir para melhorar teorias (ou construir novas teorias) de pelo menos duas maneiras distintas, ambas podendo ser interpretadas como análogas à investigação científica experimental no sentido da ciência

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

natural”. O mesmo autor ainda destaca duas formas pelas quais a DSR contribui para o desenvolvimento de melhores teorias: a primeira refere-se à contribuição metodológica relacionada ao desenvolvimento do artefato, e a segunda à capacidade desse artefato em expor as relações entre os seus elementos.

Um dos resultados desta investigação é um artefato, que será concebido, desenvolvido, implementado e avaliado em colaboração com uma organização parceira, através de ciclos de aprendizagem. Nesta pesquisa, o artefato principal proposto é um método para a consideração dos requisitos da produção de obras de uma empresa no processo de projeto por meio da formulação de um protocolo para Plano de Execução BIM (BEP). O público-alvo para a utilização do artefato são construtoras de lojas do setor varejista, com padrões específicos de construção, além de projetistas, construtores e gerenciadoras dos empreendimentos finais, que ocupam o outro lado da interface e definem, por meio desta, o seu produto. Além disso, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o avanço das teorias existentes.

4.2 DELINEAMENTO

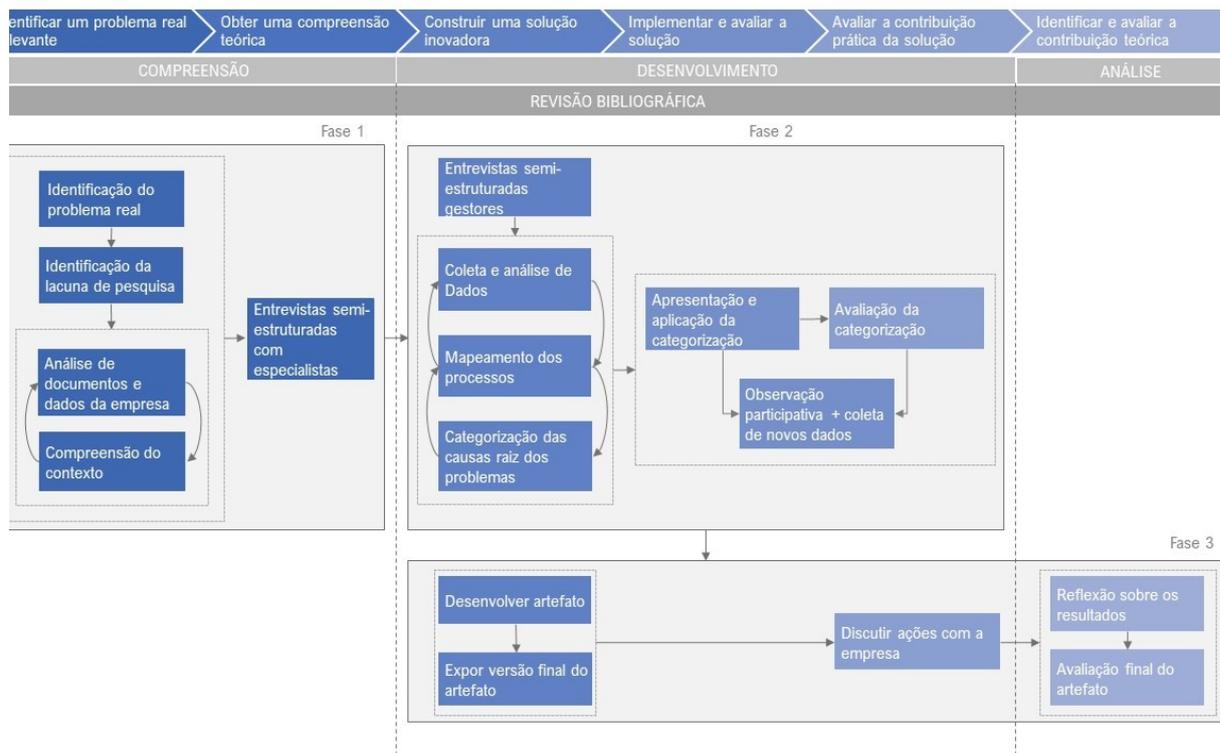
Identificou-se a oportunidade de realizar o estudo, conforme visto na seção 1.1, a partir de um problema real de uma empresa de varejista do setor de moda, parceira do NORIE (Núcleo orientado a inovação em edificações) da UFRGS, ao qual está vinculado o presente trabalho. Na rotina dessa empresa, múltiplos empreendimentos são desenvolvidos de forma simultânea, em prazos relativamente curtos. Em meio ao contexto de complexidade, incertezas e tempos de entregas de projeto reduzidas é que está inserida esta pesquisa. O artefato, objetivo principal deste estudo, e todos os ciclos de aprendizagem serão desenvolvidos nesta empresa.

Kasanen, Lukka e Siitonen (1993) definem seis passos para o processo de condução de uma pesquisa em *Design Science Research*: 1) Identificar um problema com relevância prática e que também tenha potencial de pesquisa; 2) Obter uma compreensão (teórica) sobre o tópico; 3) Construir uma solução inovadora; 4) Demonstrar que a solução funciona; 5) Apresentar a conexão teórica e as contribuições da pesquisa; e 6) Examinar o escopo de aplicação da solução.

Conforme o delineamento apresentado, a fundamentação teórica auxilia na compreensão do problema prático e na concepção do artefato. Um amplo processo de revisão de literatura foi realizado ao longo da pesquisa, na busca de uma fundamentação teórica adequada. Esse

processo está representado na parte superior do delineamento da pesquisa (Figura 10 - Delineamento da Pesquisa), o que também permite uma reflexão junto à literatura sobre quais contribuições a pesquisa pode trazer para o avanço do conhecimento.

Figura 10 - Delineamento da Pesquisa



Fonte: a autora

Na **Fase 1** da pesquisa ocorreu uma análise documental e participação da pesquisadora em reuniões e interação com as equipes da empresa através de entrevistas, com o intuito de obter um conhecimento mais aprofundado dos problemas reais que ocorrem no desenvolvimento de projeto e na implementação do BIM na empresa. Os problemas reais foram apresentados pela gerência do setor da empresa para que a pesquisa pudesse trazer soluções. Após essa etapa, realizou-se a revisão de literatura pertinente, apresentada nos capítulos 2 e 3, objetivando-se uma reflexão teórica para o entendimento do problema no ambiente da construção civil. A partir dos problemas reais identificados e da revisão da literatura, formulou-se o problema de pesquisa.

Na mesma fase do trabalho, com o objetivo de aprofundar a compreensão do problema e nortear a concepção do artefato, realizou-se um estudo exploratório. Para tal, foram realizadas

entrevistas semiestruturadas com uso do protocolo apresentado no Apêndice A, com profissionais com experiência na área de implantação BIM e desenvolvimento de modelos de Plano de Execução BIM para empresas e construtoras de Porto Alegre. Assim, no decorrer das entrevistas foi possível obter uma maior compreensão do contexto do mercado da indústria da construção civil e enxergar possibilidades, dificuldades e oportunidades que os especialistas na área apontaram durante as suas entrevistas.

Ao final dessa fase, obteve-se a compreensão teórica sobre o tema BEP e requisitos. Essa etapa auxiliou na identificação de constructos que foram importantes para a coleta de dados do estudo empírico e construção do artefato. A articulação entre a compreensão do problema real e a revisão de literatura foi o ponto de partida para o desenvolvimento da solução. Essas duas etapas iniciais fazem parte da compreensão do contexto, primeira fase do delineamento da pesquisa (Figura 10 - Delineamento da Pesquisa).

O desenvolvimento da solução aconteceu na **Fase 2**, abrangendo duas etapas para desenvolver uma solução para o problema e implementar, testar e avaliar a contribuição prática da solução. Dando continuidade à pesquisa, incluíram-se entrevistas semiestruturadas, utilizando-se o protocolo apresentado no Apêndice A, envolvendo os gestores de projetos da empresa. Com isso, fez-se mais uma coleta e análise dos dados e do processo, desenvolvendo o mapeamento dos processos de comunicação de problemas vindos das obras para os projetistas, além de uma análise dos problemas e categorização das causas raízes, gerando uma maior compreensão do contexto da empresa e do desenvolvimento da solução. Os dados foram documentados para serem apresentados aos arquitetos responsáveis na empresa pelo projeto de implementação BIM, ocasião em que foi feita uma análise conjunta sobre os dados e que recebe destaque no capítulo de resultados. Por fim, nessa fase, foram feitas observações participantes em reuniões juntamente com mais coletas de dados, de modo a refinar e aprimorar os processos analisados e a categorização das causas raízes.

Para a **Fase 3**, é importante salientar que não houve uma clara separação com a fase 2, considerando-se que não ocorreu uma sequência linear de etapas, mas sim um processo iterativo para desenvolver e melhorar as soluções. Assim, essa fase foi marcada por uma análise das contribuições da pesquisa e pela proposição de um método, artefato do trabalho. Os conceitos mais importantes emergiram ao longo do desenvolvimento do artefato na fase 2, destacando-se

em meio às discussões feitas pela pesquisadora com os integrantes do setor da empresa e sendo utilizados como base para a proposição do artefato apresentado no capítulo 5.

Em relação às contribuições teóricas, a proposta do método demandou uma adaptação dos padrões existentes de desenvolvimento de um BEP sugerido pela Penn State. O artefato foi discutido e avaliado e as contribuições teóricas foram analisadas.

4.3 CENÁRIO DO ESTUDO EMPÍRICO

A empresa em questão possui um histórico de parcerias com o Núcleo Orientado a Inovação em Edificações (NORIE), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), no qual o presente estudo foi realizado, dando continuidade ao projeto de pesquisa² em desenvolvimento pelo NORIE. Segundo o ranking por faturamento e eficiência do Instituto Brasileiro de Executivos de Varejo (IBEVAR, 2020), a empresa está entre as dez maiores varejistas do país.

A primeira loja para a comercialização de artigos têxteis foi inaugurada em 1922, como parte de um grande grupo da indústria fabril instalada em Porto Alegre (RS). Em 1940, ainda como uma empresa pertencente ao grupo, o mix de produtos foi ampliado e passou a operar como uma loja de departamentos. Após algumas décadas, a empresa passou por uma profunda reestruturação no início dos anos 1990 e começou a operar no formato de loja de departamentos especializada em moda, totalizando oito operações, quando expandiu para além do Rio Grande do Sul. Chegou aos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e ao Distrito Federal. Entre os anos de 2005 e 2010, houve uma expansão nas operações da empresa, com abertura de unidades nos estados de Pernambuco, Ceará e Bahia, e assim sucessivamente para o restante do país. No ano de 2017, ocorreu a expansão para o Uruguai e, em 2018, para a Argentina, com o objetivo de alcançar o restante do Mercosul.

Em 2018, a empresa alcançou o número de 356 lojas, tendo como objetivo, até 2021, contar com 450 unidades. Cerca de 90% das lojas estão localizadas em shopping centers e as demais são de rua, instaladas em áreas centrais urbanas.

² Título do projeto: Construção de um Modelo de Gestão Ágil de Projetos em Obras Comerciais do Mercado Varejista, realizado desde setembro de 2017.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

A empresa vem inaugurando desde 2006, em média, 22 lojas por ano, com a implantação de 25 em 2016, 30 em 2017 e 26 em 2018. A organização tem previsto inaugurar 30 lojas novas por ano até 2021. Em 2018, as lojas tiveram em média uma área de construção de 2,2 mil m² e um orçamento (para projeto e obra) de 6,5 milhões de reais.

Além de continuar com o plano de expansão iniciado em 1994, a empresa tem buscado continuamente a melhoria das lojas existentes, priorizando a realização de reformas com um total de 22 lojas reformadas em 2016, 25 em 2017 e 44 em 2018.

Dentro de sua estrutura organizacional, a empresa possui diversos setores, entre eles o DAE (principal envolvido neste estudo). Conforme comentado anteriormente, o DAE é responsável pela gestão das etapas do projeto e obra dos empreendimentos de construção da organização, incluindo a implantação de lojas novas e a reforma de lojas existentes. O Departamento de Arquitetura e Engenharia (DAE) é o setor responsável pela gestão das etapas do projeto e pela obra dos empreendimentos de construção, que servem de sede para as lojas da empresa. Além do desenvolvimento da gestão dos empreendimentos de construção, os profissionais do DAE desenvolvem simultaneamente outros serviços, entre eles: intervenções construtivas específicas nas lojas existentes; implementação de novas tecnologias ou sistemas de informação; e, mudança da estrutura, processos ou estilo da organização.

Esse setor tem buscado, ao longo do tempo, implementar melhorias nos seus processos de gestão para atacar, na medida do possível, problemas como custos adicionais, atrasos e falta de qualidade. Com base nessa preocupação, o setor é considerado um dos líderes na busca por melhorias e inovação na empresa. Todo esse processo foi visto como uma oportunidade para o desenvolvimento de pesquisa através da participação e engajamento dos seus profissionais.

Atualmente, as empresas contratadas para o desenvolvimento de projetos dos empreendimentos já os desenvolvem em BIM, com o uso do software Revit Autodesk®. A intenção da empresa X é poder expandir a operação do uso da metodologia BIM e realizar a implantação do BIM na esfera de todo o restante do setor DAE. A implantação BIM começou com a contratação de projetistas que desenvolvem seus trabalhos em BIM, o que já ocorre há, pelo menos, um ano na empresa. Agora eles estão começando a implementação da plataforma BIM Autodesk 360, que possui aplicações relacionadas ao controle de fluxo de informações de projeto (Bim 360 Docs) e fluxo de aprovação de projeto (BIM 360 Design). Essas duas ferramentas estão sendo implantadas pela empresa contratada nessa primeira fase, ocasião em que o sistema está sendo

adaptado à necessidade do setor. Assim, os escritórios de projetos podem fazer as suas entregas diretamente dentro da ferramenta e o setor pode fazer o controle dos fluxos de informações do projeto. Além dessas ferramentas, existe também o BIM 360 Build, que é uma ferramenta de fichas de verificação de serviço em nuvem, proporcionando a comunicação entre canteiro de obra versus escritório em tempo real, ligada ao setor de engenharia. A intenção das aplicações é auxiliar na centralização de dados, evitando a perda de documentos e informações durante o fluxo de projeto/execução.

4.4 PROCESSO DE PESQUISA

Esta seção descreve com mais detalhes os estudos realizados e fornece uma visão geral do processo. Ao longo desta pesquisa, utilizaram-se diversos materiais como fontes de evidência, tais como: observações diretas dentro da Empresa X, registros de atas, análise e formulação de documentos, e entrevistas qualitativas semiestruturadas. As informações acessadas por meio das diversas fontes de evidência serviram como base para o desenvolvimento e refinamento das soluções propostas nesta pesquisa. O uso de múltiplas fontes de evidência proporciona solidez à pesquisa e contribui para a confiabilidade e validade dos resultados da investigação (YIN, 2003).

Ao todo foram realizados 10 encontros com participação direta informal, 6 entrevistas semiestruturadas com especialistas na área de outras empresas, 4 entrevistas abertas com os técnicos arquitetos e engenheiros, além da análise de resultados de projetos de pesquisa anteriores na empresa e e-mails de 300 documentos recebidos. Os documentos recebidos da empresa tratam basicamente de: (a) apresentação e perfil da empresa; (b) manual dos processos de arquitetura e BIM; (c) documentos de fiscalização, análise e acompanhamento de desenvolvimento de projetos; (d) apresentações de processos e programas desenvolvidos dentro do setor da empresa; (e) projetos e memoriais descritivos dos empreendimentos realizados pela empresa; (f) documentos vindos das obras com solicitação de informações do projeto; (g) documentos com alterações de diretrizes dos projetos da empresa e alterações de projetos em andamento.

4.4.1 Fase 1

A primeira etapa da pesquisa teve início com a inserção do pesquisador no contexto estudado. Isso ocorreu no mês de dezembro do ano de 2018, com algumas visitas à empresa e realização de entrevistas abertas com o objetivo de entender o problema real de uma maneira preliminar e apenas com observações no ambiente empresarial.

Nesta etapa foram utilizadas as seguintes fontes de evidência: participação no workshop que a DAE faz anualmente com os fornecedores para alinhar processos e identificar dificuldades e oportunidades de melhoria; participação em workshop no qual o NORIE apresentou ao DAE o diagnóstico e os principais resultados encontrados no seu trabalho de parceira feito no último ano; visitas à empresa para conhecimento das rotinas, processos e análise de documentos; participação em reuniões dos setores de arquitetura e engenharia; entrevistas abertas com funcionários da empresa do setor de arquitetura para maior entendimento dos processos e problemas enfrentados; participação em reunião de entrega de projeto dos fornecedores de um empreendimento para análise e acompanhamento do processo; participação em reunião com empresa especializada pela implantação BIM na empresa X. Foram totalizadas 39 horas de observação direta, entrevistas e acompanhamento de reuniões, análise de documentos, conforme pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 - Fontes de evidência Fase 1

(continua)

DATA	FONTES DE EVIDÊNCIA	HORAS	A PARTIR DE	OBJETIVOS PRINCIPAIS
04/12/2018	Observação direta informal	2h	Participação em workshop de parceiros DAE	Obter uma visão geral dos empreendimentos e da gestão dos mesmos
09/12/2018	Observação direta informal	4h	Workshop DAE + NORIE	Analisar os processos de gerenciamento dos projetos
13/12/2018	Observação direta informal	2h	Reunião Arquitetura	
09/01/2019	Análise de documentos	2h	Mapa de processos	Identificar problemas com relação aos processos de criação do produto ou serviço (empreendimento)
15/01/2019	Observação direta informal	2h	Reunião Arquitetura	
28/01/2019	Análise de documentos	2h	Manual de Arquitetura	
29/01/2019	Observação direta informal	2h	Reunião Arquitetura	Identificar problemas com relação aos processos de gestão Analisar processos em BIM
01/02/2019	Entrevista Aberta	2h	Coordenador Arquitetura	
08/02/2019	Observação direta informal	3h	Reunião Entrega Projeto	
01/03/2019	Entrevista Aberta	2h	Arq. Coord. BIM	
13/03/2019	Entrevista Aberta	2h	Arq. Coord. BIM	

DATA	FONTES DE EVIDÊNCIA	HORAS	A PARTIR DE	OBJETIVOS PRINCIPAIS
15/03/2019	Observação participante	3h	Reunião Implantação BIM	Identificar problemas dos processos e informações em BIM
19/03/2019	Observação direta informal	2h	Reunião Arquitetura	
28/03/2019	Análise de dados diretos	2h	Tabela de entregas empreendimentos 2019	
29/03/2019	Análise de dados diretos	2h	Manual BIM - DAE	
10/05/2019	Observação participante	3h	Reunião NORIE +DAE	
	Entrevista semiestruturada	2h	Arq. Coord. Projetos	
	Entrevista semiestruturada	2h	Eng. Coord. Projetos	

Fonte: a autora.

A pesquisadora se ateve à participação em reuniões e entrevistas, já direcionando o foco em relação aos problemas de gestão dos projetos em BIM. A partir disso, foi possível encontrar algumas lacunas e problemas para a pesquisa e direcionar o estudo, chegando ao problema real sobre como gerenciar os requisitos de todos os agentes envolvidos em um projeto desenvolvido em BIM e na elaboração de um Plano de Execução BIM.

Em paralelo a essa etapa, foi realizada a revisão de literatura sobre os conceitos na gestão de projetos, requisitos dos clientes e conceitos de valor, conforme apresentado no capítulo 2. Além disso, conforme discutido no capítulo 3, também foi apresentada a implementação BIM e o desenvolvimento e gestão de projetos em BIM, gerando-se um modelo de BEP em que os requisitos dos diversos clientes/agentes são considerados. A compreensão teórica e prática de gestão foi construída a partir da discussão sobre as metodologias encontradas na literatura para a gestão dos requisitos dos diversos atores da explicação de valor nesse contexto. Finalmente, ao ligar a gestão de requisitos à elaboração do BEP, pode-se usar as abordagens estudadas, incorporá-las ao planejamento do processo de projeto e, por fim, formular o BEP.

Ainda nessa fase, em concomitância com as visitas realizadas na empresa e de modo a gerar um maior entendimento das melhores práticas adotadas no mercado relativo à organização das informações constantes nos modelos BIM e, respectivamente, ao uso de um BEP, foram feitas entrevistas semiestruturadas com especialistas na área BIM (Apêndice A). Essas entrevistas qualificam um estudo exploratório sobre implantação e desenvolvimento de BEP, podendo elucidar alguns pontos importantes e gerar base para o desenvolvimento do estudo em desenvolvimento. O questionário base foi desenvolvido a partir dos pontos apresentados no guia para desenvolvimento de *templates* BEP do grupo de pesquisa da Universidade do Estado

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

da Pennsylvania dos Estados Unidos (2010) e pode ser visto no Apêndice A, ao final deste documento.

Ao tentar entender como o mercado utiliza e enxerga a metodologia BIM, alguns especialistas foram escolhidos por fazerem parte de equipes e empresas que realizam a implantação de ferramentas e softwares que utilizam a metodologia BIM. A seleção dos entrevistados para compor a amostra das entrevistas semiestruturadas esteve de acordo com as indicações e sugestões de profissionais e acadêmicos na área BIM sobre profissionais que trabalham na área e experiência no assunto. Para essa seleção foram utilizados os seguintes critérios: o nível requerido de entregáveis BIM, o nível de experiência em contratação BIM ou de projetos, a relação com as empresas de projeto, organizações com maior maturidade na adoção BIM em seus processos e os entregáveis BIM oferecidos.

Houve uma melhor compreensão do contexto e do mercado, e foi possível ter um entendimento mais amplo do problema. Foram realizadas ao todo sete entrevistas com arquitetos e engenheiros locais, principalmente na cidade de Porto Alegre, os quais, de alguma forma, utilizam e possuem conhecimento prático da metodologia BIM, de acordo com a Quadro 3 - Entrevistas semiestruturadas.

Quadro 3 - Entrevistas semiestruturadas

(continua)

DATA	INSTITUIÇÃO/ EMPRESA	ATIVIDADE DO ENTREVISTADO	OBJETIVO
09/07/2019	Empresa incorporadora	Engenheira civil, gestora de planejamento e controle de empresa construtora com a utilização da metodologia BIM	Entender quais são os usos que a empresa faz com a metodologia BIM e identificar possíveis melhorias que o BEP poderia proporcionar ao processo de planejamento e controle de produção.
10/07/2019	Escritório de Arquitetura	Arquiteto, coordenador de projeto e gerente BIM	Entender quais são os usos que a empresa faz com a metodologia BIM e identificar possíveis melhorias que o BEP poderia proporcionar ao processo de desenvolvimento e coordenação dos projetos
12/07/2019	Prestador de serviços de cursos BIM	Arquiteto e treinador de cursos BIM	Entender quais os conhecimentos são repassados para os alunos e escritórios que recebem os cursos e se o BEP poderia proporcionar uma melhor preparação para quem está iniciando
24/07/2019	Implantadora BIM	Arquiteta e implantadora BIM	Entender quais os conhecimentos são repassados para os escritórios e se o BEP poderia proporcionar uma melhor preparação para quem está iniciando
25/07/2019	Escritório de Arquitetura	Arquiteto, coordenador de projeto e gerente BIM	Entender quais são os usos que a empresa faz com a metodologia BIM e identificar possíveis melhorias que o BEP poderia

DATA	INSTITUIÇÃO/ EMPRESA	ATIVIDADE DO ENTREVISTADO	OBJETIVO
			proporcionar ao processo de desenvolvimento e coordenação dos projetos
08/08/2019	Incorporadora e Construtora	Engenheira civil e gerente BIM	Entender quais são os usos que a empresa faz com a metodologia BIM e identificar possíveis melhorias que o BEP poderia proporcionar ao processo de desenvolvimento e coordenação dos projetos

Fonte: a autora.

Para as entrevistas foi utilizado o método da entrevista semiestruturada. Nesse método, segundo Lakatos e Marconi (2003), a partir de um roteiro de tópicos relacionados ao problema de estudo, o entrevistador tem a liberdade de desenvolver cada situação na direção que considere adequada; essa informalidade permite que se explore mais amplamente as questões, de acordo com o perfil do entrevistado. Realizou-se também a transcrição das entrevistas gravadas, de modo a facilitar a compreensão da pesquisadora sobre o tema. Além disso, buscou-se organizar em tabelas os dados obtidos na Fase 1, a fim de facilitar as análises quantitativas. Os tópicos base para as entrevistas foram fundamentados a partir dos tópicos principais encontrados no *template* do BEP, desenvolvido pelo grupo de pesquisa da Universidade da Pennsylvania dos Estados Unidos:

- Caracterização geral do entrevistado;
- Estrutura geral da empresa que o entrevistado se encontra inserido;
- Objetivos e usos do BIM pela empresa;
- Quais foram as estratégias de implementação adotadas;
- Como são desenvolvidos os processos BIM na empresa;
- Responsabilidades BIM dentro dos projetos;
- Como se organiza e se realiza os entregáveis BIM da/para empresa;
- Como ocorre a organização interna em relação ao BIM dentro da empresa.

Durante esse mesmo período foram realizadas entrevistas semiestruturadas, seguindo o mesmo protocolo de perguntas do Apêndice A, utilizado com os especialistas na área BIM e com alguns colaboradores e gestores da empresa, além de alguns projetistas parceiros, cujo objetivo seria entender melhor como o BIM era utilizado e visto por esses profissionais. Nessas entrevistas, o protocolo de perguntas utilizado foi adaptado em relação ao utilizado com os especialistas em

BIM da região sul. Seguindo essa prática, também foi possível realizar um diagnóstico do nível de maturidade do BIM na empresa.

Ainda nessa fase de entendimento do contexto foi necessário definir o nível de maturidade BIM que a empresa de estudo se encontrava. Na literatura existem vários "passos" recomendados e "ações" que devem ser seguidas para uma implementação bem-sucedida. Em geral, essas etapas estão relacionadas ao desenvolvimento de uma compreensão do nível de capacidade e maturidade da empresa, e aos recursos necessários para que ocorram mudanças com o objetivo de alcançar o nível de implementação desejado, que terá impacto positivo nos problemas percebidos (CODINHOTO *et al.*, 2011).

Para que esse diagnóstico fosse feito, foi realizada uma reunião com a coordenadora de projetos, gestor de projetos de arquitetura, gestor de projetos de engenharia e projetista de arquitetura contratado pela empresa. Nessa reunião foram analisados os processos e métodos de desenvolvimento de projeto existentes na empresa, além dos pretendidos para um futuro da empresa. Essa análise foi baseada novamente nos tópicos do “*template*” do grupo de pesquisa da Universidade do estado da Pennsylvania, dos Estados Unidos (Penn State). Após a análise da reunião, na qual a pesquisadora participou ativamente com questionamentos e apresentação dos formulários existentes para preenchimento, montou-se o diagnóstico do nível de maturidade da empresa de acordo com o questionário do manual da Penn State.

A partir das entrevistas realizadas, percebeu-se que existe uma grande quantidade de itens que implica custos extras para os empreendimentos da empresa, gerando a necessidade de uma avaliação geral dos valores extras dos orçamentos iniciais para esses empreendimentos realizados no ano de 2019, a partir dos documentos apresentados.

4.4.2 Fase 2

Nessa fase, inicialmente, foi preciso realizar um mapeamento dos processos de desenvolvimento de projeto e desenrolar as obras dos empreendimentos da empresa para encontrar os pontos vulneráveis e oportunidades de melhoria destinadas à empresa. Esse mapeamento foi feito através das análises dos documentos disponibilizados pela empresa que já apresentava um mapeamento incipiente.

A partir do diagnóstico obtido na etapa anterior, percebeu-se a necessidade de uma avaliação dos documentos de requisição de informação vindos da obra para os projetistas de

empreendimentos já concluídos e entregues pela empresa. De fato, seguindo-se essa análise, poder-se-ia criar um banco de dados dos problemas já ocorridos nas obras e, assim, tentar encontrar as causas raízes desses conflitos. Para a criação do banco de dados utilizado nessa pesquisa foram avaliados os documentos gerados de duas lojas de rua e quatro de shopping, totalizando 220 documentos de requisição de informação entre os seis empreendimentos.

Nessa análise, desenvolveu-se o banco de dados com as seguintes informações: tipo de obra, disciplina solicitada, aparente motivo e solução definida. Foi gerada uma nova revisão de projeto a partir da solução definida. Além disso, vislumbrou-se a oportunidade de se encontrar-se as causas raízes para os problemas relatados a partir das informações coletadas durante as entrevistas feitas com os colaboradores da empresa e participações em reuniões do setor da empresa como ouvinte.

Com o banco de dados, foi possível desenvolver uma árvore de categorização das causas raízes dos problemas ocorridos nas obras, podendo-se identificar onde realmente deveria haver mudança e atenção para os próximos projetos a serem estruturados.

Ainda nessa etapa, foi necessário o mapeamento de fluxos de informações entre obra, empresa e projetistas. Essa é uma ferramenta de visualização completa que permite compreensão das atividades executadas num processo, assim como a inter-relação entre elas. Essa compreensão dos fluxos permite que se intervenha no processo para otimizar o consumo de recursos e, conseqüentemente, aumentar seu valor agregado (CORREIA; LEAL; ALMEIDA, 2002). Para Ely (2016), esse mapeamento permite que os envolvidos tenham uma visão geral do seu papel no processo: por meio da visualização geral de atividades, suas relações e responsabilidades, facilitando a percepção de como podem influenciar no produto final do projeto. Para o desenho dos mapas de processos e subprocessos utilizou-se o Modelo e Notação de Processos de Negócios Padrão (BPMN). O objetivo principal do BPMN é fornecer uma notação que seja facilmente compreensível por todos os usuários de negócios, desde os analistas de negócios até os desenvolvedores técnicos que executarão esses processos, chegando, finalmente, aos empresários que irão gerenciar e monitorar esses processos. Cria-se, então, uma ponte padronizada para a lacuna entre projeto do processo de negócios e implementação do processo (OMG, 2010).

A Figura 11 - Legenda para os desenhos de processos apresenta a legenda para os desenhos dos processos utilizados nesta pesquisa, com a identificação de cada símbolo e do significado existente no mapa.

Figura 11 - Legenda para os desenhos de processos



Fonte: a autora.

Nesse momento, os dados obtidos, coletados e desenvolvidos para a empresa foram apresentados em uma reunião com o corpo técnico, ocasião em que se buscou um refinamento e validação do mapeamento e categorização dos problemas. Após a reunião, teve início um processo de reflexão sobre as práticas de planejamento para o desenvolvimento dos projetos dos empreendimentos e captação dos requisitos que poderiam vir das obras. Vale ressaltar que o entendimento do problema foi sendo construído ao longo da pesquisa, assim como ocorre em diversas pesquisas que adotam a abordagem *Design Science Research* (HOLMSTRÖM; KETOKIVI; HAMERI, 2009).

Após a reunião, a empresa utilizou os dados para implementar a categorização das causas raízes dos problemas ocorridos durante as obras e destinados aos futuros empreendimentos. A pesquisadora continuou em algumas reuniões como observadora, coletando novos dados para seguir para a próxima etapa da pesquisa.

Essa segunda fase do estudo levou em conta as fontes de evidência utilizadas na etapa anterior e apresentada no Quadro 2. Complementarmente, foram utilizadas outras fontes de evidência, conforme pode ser visto no Quadro 4. Todas as reuniões e entrevistas realizadas durante a fase 2 da pesquisa foram registradas por meio de gravação de áudio e anotações.

Quadro 4 - Fontes de evidência Fase 2

DATA	FONTES DE EVIDÊNCIA	HORAS	A PARTIR DE	OBJETIVOS PRINCIPAIS
01/04/2019	Observação participante	2h	Reunião Implantação BIM	Participar e ajudar na aplicação da categorização.
15/08/2019	Observação direta informal	2h	Reunião Arquitetura	Entendimento geral dos processos de gerenciamento dos empreendimentos.
15/08/2019	Entrevista Aberta	2h	Gestor de arquitetura	Entender quais as dificuldades encontradas para a utilização da metodologia BIM.
29/10/2019	Observação direta informal	2h	Reunião Arquitetura	Entendimento geral dos processos de gerenciamento dos empreendimentos.
07/11/2019	Observação direta informal	4h	Reunião de entrega de projetos	Entender como são feitas as entregas dos projetos dos empreendimentos.
11/11/2019	Observação direta informal	4h	Reunião de entrega de projetos	Entender como são feitas as entregas dos projetos dos empreendimentos.
10/01/2020	Observação direta informal	2h	Reunião de Início de Projeto	Verificar quais as informações são entregues no início de cada empreendimento.
30/01/2020	Entrevista Aberta	2h	Gestor de arquitetura	Entender como ocorre o gerenciamento dos projetos e como a metodologia BIM auxilia nesse processo.
04/02/2020	Entrevista Aberta	2h	Gestor de engenharia	Entender como ocorre o gerenciamento dos problemas das obras
05/03/2020	Observação participante	2h	Reunião Implantação BIM	Participar e entender as dificuldades para a implantação da metodologia BIM.
27/03/2020	Observação participante	2h	Reunião Implantação BIM	Participar e entender as dificuldades para a implantação da metodologia BIM.
06/05/2020	Observação direta informal	3h	Workshop BIM 360 na obra	Entender como serão feitas as ligações da obra com o BIM.
03/06/2020	Observação direta informal	2h	Workshop BIM 360 na obra	Entender como serão feitas as ligações da obra com o BIM
11/06/2020	Observação participante	2h	Reunião Implantação BIM	Participar e entender as dificuldades para a implantação da metodologia BIM.
15/06/2020	Observação participante	2h	Apresentação Implantação BIM – Para onde vamos?	Participar e entender os objetivos do uso da metodologia BIM pela empresa
07/2020	Análise de dados diretos	15h	Documentos de solicitações de Informações das obras	Verificar os problemas de obras com maiores ocorrências
02/07/2020	Observação participante	2h	Reunião Implantação BIM	Participar e entender as dificuldades para a implantação da metodologia BIM.
29/07/2020	Observação participante, Entrevista Aberta	2h	Apresentação dados coletados	Realizar a apresentação da compilação dos dados coletados e categorização das causas raízes.

Fonte: a autora.

4.4.3 Fase 3

Inicialmente, um processo de reflexão para aprofundar a compreensão do problema real foi realizado com base nos resultados das fases 1 e 2 desta pesquisa. Os dados obtidos anteriormente foram revisitados e discutidos com os membros do corpo técnico DAE. As principais fontes de evidência que subsidiaram essa reflexão foram aquelas já apresentadas nas **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, 3 e Quadro 4 - Fontes de evidência Fase 2. Iniciou-se uma retomada da revisão de literatura para o desenvolvimento do método que levasse em consideração os requisitos da produção de obras da empresa no processo de projeto. Essa ação foi realizada por intermédio da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (BEP), baseado em um protocolo BEP existente.

Tomando por base as discussões realizadas com membros do corpo técnico DAE, deu-se continuidade ao processo de construção do método com a incorporação de certas características tidas como necessárias para torná-lo mais adequado ao contexto da organização. Vaishnavi (2007) entende esse esforço como um processo de abdução da solução a partir do entendimento prévio obtido.

O método final não foi aplicado, visto que, no momento da pesquisa, a empresa encontrava-se em situação de paralisação das obras devido à pandemia mundial de COVID-19.

4.5 AVALIAÇÃO DO ARTEFATO

A abordagem DSR deve levar a uma tentativa de demonstrar a utilidade da solução construída, assim como a sua aplicabilidade (MARCH; SMITH, 1995; LUKKA, 2003). Mesmo que a avaliação completa da utilidade e aplicabilidade das soluções nem sempre seja possível, sobretudo pelas restrições de recursos e tempo (KASANEN; LUKKA, 1993), esse deve ser feito mesmo que parcialmente. March e Smith (1995) argumentam que uma pesquisa de DSR bem-sucedida está apta a atender à objetividade, criticidade, autonomia e progressividade quando a solução é avaliada em relação à sua utilidade, aplicabilidade e conexões teóricas.

O método para a consideração dos requisitos da produção de obras da empresa no processo de projeto através da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (BEP) foi avaliado em relação a dois critérios básicos: utilidade e aplicabilidade (Quadro 5). O resultado dessa avaliação encontra-se no capítulo 6. Os desdobramentos da utilidade, tais como relevância, simplicidade e facilidade de uso, requisitos típicos das ciências aplicadas, são

avaliados a partir do problema e da garantia de que a solução funcione (MARCH; SMITH, 1995). A usabilidade prática é a principal característica que mostra a veracidade de um artefato da DSR (KASANEN; LUKKA, 1993).

Quadro 5 - Constructos adotados para a avaliação do artefato

CONSTRUCTO	DERIVAÇÃO
UTILIDADE	Visualização do processo e requisitos Relevância no processo de consideração dos requisitos da produção de obras Identificação e tratamento das causas raízes dos problemas Eficiência Retroalimentação
APLICABILIDADE	Simplicidade Facilidade de uso

Fonte: elaborado pela autora.

Para a avaliação dos constructos utilidade e aplicabilidade, foram consideradas as fontes de evidência descritas nas fases 1, 2 e 3, além da análise dos documentos recebidos, as reflexões acerca da aplicação das soluções (tanto da pesquisadora quanto dos colaboradores da empresa) e a percepção geral.

5 RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados da pesquisa, obtidos ao longo das três fases realizadas. Inicialmente são apresentados os resultados referentes à fase 1 de compreensão do problema real e identificação de uma lacuna de conhecimento, bem como por meio das entrevistas e de observações no ambiente empresarial. Na sequência, os resultados da segunda fase, que compreende o mapeamento dos processos internos da empresa estudada, recebem destaque, assim como uma descrição geral dos empreendimentos analisados, categorização dos problemas raiz das obras desses empreendimentos e análise dos dados apresentados. Por fim, é proposto o método para incorporação dos requisitos da produção das obras no processo de projeto por intermédio da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (PEB), quando são discutidas as contribuições práticas e teóricas do método proposto.

5.1 FASE 1

5.1.1 Entendimento geral do mercado da construção civil

Foram realizadas as entrevistas semiestruturadas com os especialistas na área BIM e, de acordo com as respostas desses profissionais, pode-se perceber que as grandes empresas estão buscando migrar para essa nova metodologia, porém ainda não conhecem o potencial de ganhos que ela é capaz de gerar. Os profissionais ainda querem compreender a metodologia e verificar se o grande potencial do BIM está no fato de gerar uma melhor visualização e documentação, ou seja, 3D e geração de produto, por exemplo, executivo, sendo basicamente esses seus dois pontos focais que favorecem essa transformação na sistematização de trabalho. Algumas vezes também foi respondido que com o uso do 3D também seria possível relacionar seu uso à compatibilização dos projetos. Por isso, muitas empresas buscam migrar para o BIM com o objetivo de suprir essas duas necessidades: a documentação e a compatibilização de projetos.

Outro ponto buscado foi o entendimento sobre como os profissionais buscam definir quais serão os usos e objetivos do BIM para aquele momento do desenvolvimento de projetos dos empreendimentos. De acordo com as respostas dos entrevistados do grupo de projetistas, os usos e objetivos do BIM normalmente são definidos pela incorporadora ou construtora dona do projeto e repassado para os projetistas. Contudo, foram raros os casos comentados de usos e desenvolvimentos de BEP pelos donos dos empreendimentos. Também foram comentados

casos em que os projetistas foram solicitados a entregar itens não previamente acordados, pois ainda existe uma imaturidade em relação às ferramentas e ao modo como o BIM é desenvolvido. Por exemplo, foi comentado que a solicitação de elaboração automática de orçamentos e extração de quantitativos eram feitas já na fase de desenvolvimento de projetos executivos, porém com o entendimento de que aquilo era algo simples e automático a ser gerado. Em nenhum momento nas entrevistas foi comentado que os profissionais responsáveis pelos projetos se reuniam antes da fase de desenvolvimento dos projetos para que essas questões fossem discutidas e previamente acordadas.

No caso das estratégias de implementação do BIM pelos profissionais projetistas, percebeu-se que as respostas vinham de uma forma vaga, pois os entrevistados não sabiam dizer exatamente quais foram as estratégias traçadas para a implantação. Entre os projetistas, a implantação normalmente veio como uma tentativa de melhorar a produtividade, feita sem grandes estratégias e com o uso de softwares específicos BIM, somente utilizando a modelagem 3D. Aos poucos, os demais potenciais existentes da metodologia foram sendo identificados. Já entre os profissionais que trabalham desenvolvendo a implantação do BIM em empresas de projetos, os chamados implantadores, a resposta veio de uma forma diferente, quando eles demonstravam conhecimento de que precisavam inicialmente entender os processos da empresa e realizar uma análise e diagnóstico, ou seja, identificar o que foi concebido, que tipo de produto foi desenvolvido, realizar uma gestão geral dos clientes, falar sobre processos, software e gestão da informação, relacionar o que será produzido com alguma ferramenta compatível BIM.

Os processos não apareceram como algo totalmente claro e desenvolvido pelos projetistas quando questionados. Já com os implantadores, o que foi observado é que algumas empresas já possuíam algum tipo de mapa de processo, mas não a maioria. Os implantadores são contratados para implantar o BIM, porém percebem que, antes, é necessário realizar uma organização da empresa, de seus processos e dos documentos. Essa organização tem início com os documentos que vão apoiar o desenvolvimento dos projetos, a partir da elaboração de um planejamento do fluxo da informação e antes de começar realmente a implantação dos softwares BIM.

As responsabilidades dentro das empresas ainda estão sendo delineadas, pois, segundo os implantadores, ainda é necessário que entre os colaboradores fique claro os papéis e responsabilidades de cada um. No setor da construção civil, o papel do gestor BIM, que atualmente é visto como um gestor de projetos que entende um pouco da tecnologia BIM em

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

cada uma das frentes, ainda é muito raro dentro das empresas. Os entrevistados comentaram que, com a troca do CAD para o BIM, o papel do desenhista está deixando de existir, pois o BIM exige tomadas de decisões, e o profissional deve assumir um papel de projetista. Entre os entrevistados projetistas, somente um citou que na empresa em que trabalha existe um gestor BIM, responsável por realizar uma gestão dos processos BIM.

Em relação ao desenvolvimento e uso de documentos BEP, foi comentado pelos profissionais contratados e especialistas sobre a ação de realizar a implantação de BIM nas empresas, nas quais, muitas vezes, eles desenvolvem somente um Plano de Execução BIM interno ou um Manual BIM que contemple as boas práticas de modelagem interna nos escritórios de desenvolvimento de projetos. Já para os clientes desses implantadores como empresas donas dos empreendimentos e contratantes de projetistas, foi comentado que não são normalmente desenvolvidos ou aplicados por falta de demanda. Nas conversas com os projetistas, o que se identificou foi, na maioria dos casos, que eles eram contratados com uma intenção vinda do incorporador de que eles seriam os responsáveis por desenvolver qualquer tipo de documento e entregável, mas sem qualquer documento BEP prévio desenvolvido pelo contratante. Somente casos pontuais foram mencionados pelas empresas contratantes que se interessavam e desenvolviam documentos BEP.

5.1.2 Entendimento geral do setor de arquitetura e engenharia da empresa

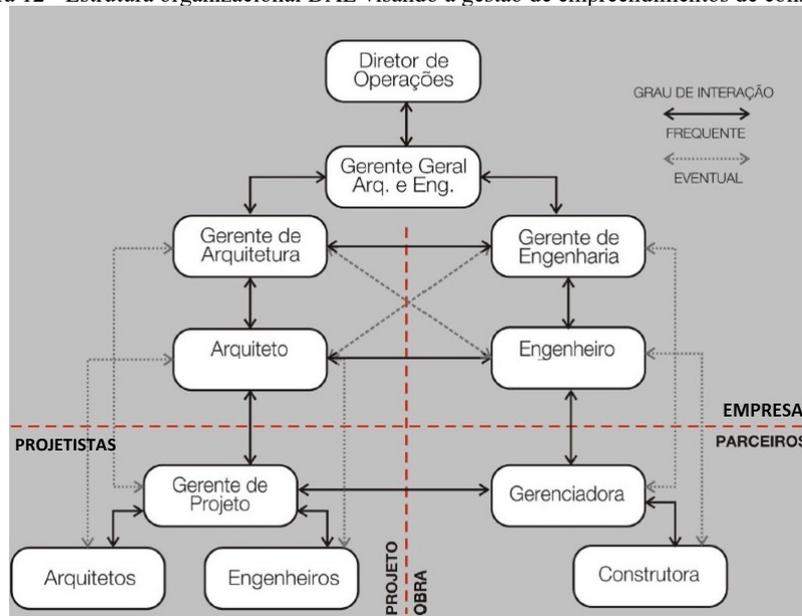
Os empreendimentos de construção do portfólio do DAE são desenvolvidos entre diversas equipes do setor. A gestão de todos os empreendimentos da empresa é responsabilidade do gerente geral DAE e dos gerentes das equipes DAE, os mesmos que interagem com os gerentes dos outros setores da empresa envolvidos nos empreendimentos. Entretanto, a gestão dos projetos e processos dos empreendimentos é responsabilidade dos colaboradores, arquitetos e engenheiros de cada uma das equipes DAE, que devem interagir com os demais colaboradores dos outros setores da empresa.

O setor tem uma estrutura funcional em que cada empreendimento de construção é gerenciado por um arquiteto (membro da equipe de Arquitetura) e por um engenheiro (membro da equipe de Engenharia). Inicialmente, o arquiteto fica responsável pelo gerenciamento da etapa de projeto; posteriormente, o engenheiro é integrado e passa a ser o responsável pela etapa de produção da obra. Ressalta-se que os arquitetos e engenheiros responsáveis pelos empreendimentos não trabalham sempre em conjunto, formando times fixos, pois pode existir

interação entre o Arquiteto A e o engenheiro A em um empreendimento, e entre o arquiteto B e o engenheiro A em outro, por exemplo. Outro ponto relevante é que os profissionais trabalham em todas as tipologias de empreendimentos do setor, tais como lojas de shopping, lojas de rua e reformas, sem manter uma especialização em cada uma.

Sob a supervisão dos colaboradores do DAE, atuam gerentes de empresas terceirizadas. Os principais fornecedores que se envolvem diretamente com o DAE no desenvolvimento dos empreendimentos de construção da organização são: escritórios de projetos, gerenciadoras, construtoras e fornecedores de mobiliários. A estrutura organizacional do DAE (incluindo os principais fornecedores), visando à gestão de empreendimentos de construção, pode ser vista na Figura 12.

Figura 12 - Estrutura organizacional DAE visando à gestão de empreendimentos de construção



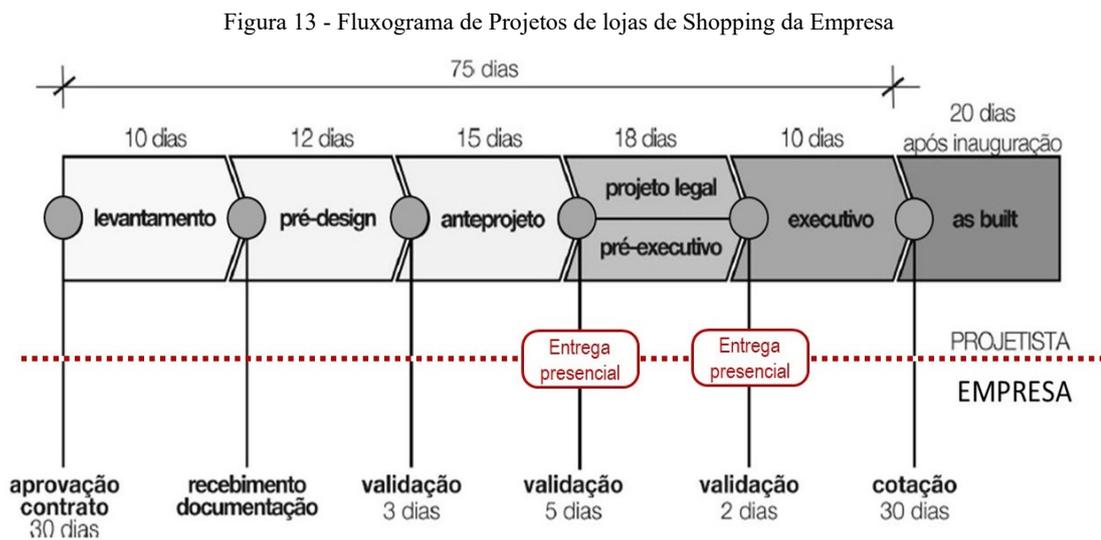
Fonte: Manual de Processos interno empresa (2019).

Para o desenvolvimento dos seus projetos, a empresa possui documentos e manuais que são distribuídos entre seus colaboradores e empresas terceirizadas contratadas. Dessa forma, é preciso criar um fluxo de processos padronizados durante todas as etapas de desenvolvimento, representação e entrega dos projetos e construção, estabelecendo os processos a serem seguidos. São partes desse sistema as exigências mínimas, especificações e descritivos técnicos, abrangendo os projetos de arquitetura, ar condicionado, instalações elétricas, hidrossanitárias, fachada, sinalização e projeto de combate e prevenção de incêndio, acústica, estrutural,

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

automação etc. Dentre os documentos produzidos, pode-se citar: Manual Sala X Sala, Manual de Processos, Manual de Acessibilidade, Manual de Planilha de áreas e demais documentos orientativos na concepção e detalhamento de projetos arquitetônicos e complementares desenvolvidos.

O projeto de arquitetura, por sua vez, está dividido em seis etapas: Levantamento, Pré-projeto, Anteprojeto, Projeto Pré-executivo e Projeto Legal, Projeto Executivo e Projeto “as-built”. Todas as fases têm prazos curtos quando comparados ao restante da indústria da construção civil, conforme pode ser visto na Figura 13, totalizando um período de 75 dias para o completo desenvolvimento do projeto de arquitetura e demais especialidades para cada empreendimento. Já para os projetos de lojas de rua, nos quais a construção do edifício tem que ser nova, os prazos aumentam para um total de 90 dias.



Fonte: Manual de Processos internos da empresa (2019)

O profissional responsável por realizar a gestão e controle de projeto por intermédio de um fluxo de informações, envolvendo a empresa, projetistas, gerenciadoras e empreendedoras a partir do uso de ferramentas padrão da empresa, pelas quais realiza as devidas entregas de todos os projetos, é colaborador arquiteto de um escritório de arquitetura terceirizado contratado pela empresa.

Apenas em dois momentos durante toda a realização do projeto ocorrem reuniões presenciais entre os projetistas, incluindo o arquiteto coordenador contratado, os projetistas complementares e o coordenador da empresa responsável pelo projeto. O envolvimento desses

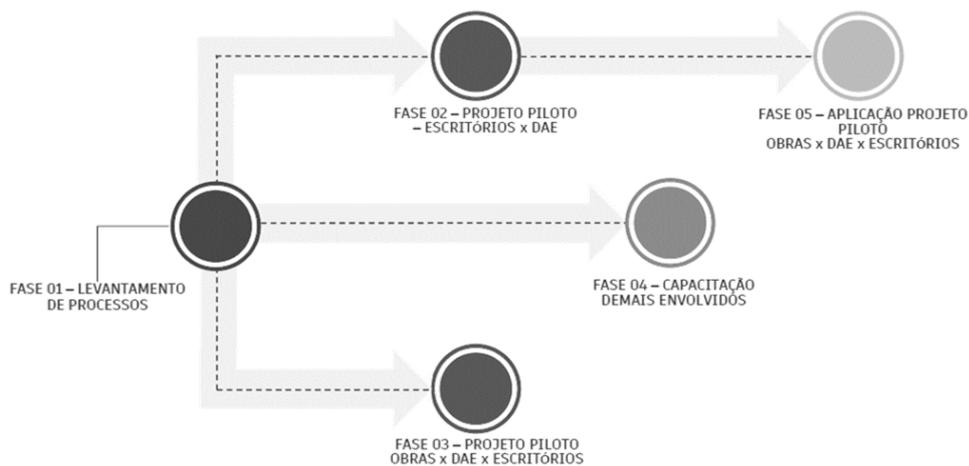
profissionais coincide com as entregas marcadas na Figura 13, consideradas entregas presenciais.

5.1.3 Identificação dos problemas de gestão relacionados ao BIM

A empresa, no momento da pesquisa, estava em processo de implantação da ferramenta Autodesk BIM 360° para o gerenciamento e armazenamento dos projetos desenvolvidos no software Autodesk Revit, de modo a favorecer um compartilhamento e troca de informações durante o desenvolvimento do projeto. Esse processo estava acontecendo com a ajuda de um vendedor e consultor especializado na ferramenta, além de duas arquitetas do setor de arquitetura do DAE, responsáveis por coordenar com os demais colaboradores da empresa o desenvolvimento e a implantação da ferramenta.

Foram previstas algumas fases para a implantação da ferramenta na empresa, conforme ilustrado pela Figura 14 - Fases de Implementação da ferramenta Autodesk BIM 360°, entre elas a Fase 1, que aconteceu no período de janeiro a fevereiro de 2020, quando o consultor fez um levantamento do fluxo de trabalho do DAE e parceiros já existentes dentro da empresa. Essa fase compreende as seguintes subfases: projetos, documentações entregáveis, fluxo de aprovações de projeto, padronização nomenclaturas das unidades de negócios. Também foram realizadas definições a respeito de regras e permissões dentro do software.

Figura 14 - Fases de Implementação da ferramenta Autodesk BIM 360°



Fonte: a autora.

Para as fases 2 e 3 foi prevista a utilização do software em projetos pilotos que ocorreram simultaneamente em dois escritórios de arquitetura diferentes, mas que já possuíam uma familiaridade com o BIM 360° Autodesk. Essa fase estava delineada inicialmente para ocorrer

entre fevereiro e maio de 2020, porém ela se estendeu até dezembro de 2020, devido a fatores externos à empresa. Foi feito um acompanhamento por parte do consultor para as boas práticas do uso do software e com a intenção da empresa de uma comunicação melhor entre escritório e canteiro de obras.

A Fase 4 ocorreu durante o mês de outubro de 2020, com workshops e cursos ministrados pelo consultor para gerar a capacitação de todos os envolvidos, dentre eles os projetistas, gerenciadores e construtoras parceiras da empresa. A fase 5 não foi acompanhada pela pesquisadora, pois ainda não havia começado até o final desta pesquisa.

Durante a realização das entrevistas semiestruturadas com os colaboradores internos e gestores da empresa foi necessário, em um primeiro momento, que se fizesse uma leve introdução sobre o que seria a metodologia BIM. Foi constatado em outros momentos que os profissionais possuíam pouca familiaridade com o conceito e, por isso, enxergavam o BIM apenas como o software Revit e o BIM 360°. Assim, feito o alinhamento dos conceitos, o primeiro questionamento feito foi como o profissional percebia o uso do BIM na empresa. A conclusão que todos os colaboradores chegaram sobre os principais usos foi o da visualização 3D do modelo e como repositório apenas de arquivos dentro do BIM 360°.

Com relação aos objetivos do uso do BIM dentro da empresa, as impressões entre os profissionais divergiram um pouco, pois alguns enxergavam um potencial grande para a metodologia e outros não possuíam conhecimento sobre as suas potencialidades. Os objetivos mencionados seriam: evitar erros de projeto a partir de um controle, mapeamento e rastreabilidade das informações para que, assim, fossem gerados futuros indicadores e avaliação dos problemas.

Nas entrevistas feitas com os projetistas contratados pela empresa percebeu-se que eles possuíam um conhecimento maior sobre os usos e potencialidades da metodologia, mas, mesmo assim, somente faziam uso das visualizações 3D.

Durante as entrevistas também se questionou quais eram os maiores problemas enfrentados pela empresa no decorrer dos empreendimentos. O ponto mais comentado entre eles foi o fato de que os projetos quase sempre começavam a ser desenvolvidos sem antes ter um levantamento do local pronto. Segundo os entrevistados, esse ponto causava muitos problemas nas obras, gerando custos extras. Outro ponto comentado entre os colaboradores da empresa como um

problema foi o não seguimento pelos projetistas das diretrizes do manual entregue pela empresa, gerando mais revisões nos projetos e impacto nas obras. A justificativa encontrada por eles era de que o manual é extenso e, por isso, os projetistas não o conheciam por inteiro, ou porque ocorreram alterações no manual e os projetistas não estavam atualizados. Atualmente está sendo desenvolvido um Manual BIM sala x sala, onde cada sala foi modelada com todos os seus requisitos, sendo um padrão a ser seguido. Esse manual está gerando uma expectativa grande entre os colaboradores de que agora ficará mais fácil o controle desses profissionais e para os projetistas.

Ao final, foi necessário realizar uma reunião de alinhamento entre os colaboradores da empresa para entender quais eram realmente os usos, os objetivos e as expectativas do setor DAE, além de um alinhamento sobre o nível de maturidade da empresa com o uso do BIM.

5.1.4 Análise do nível de maturidade BIM da Empresa

O nível de maturidade do uso do BIM é importante porque ajuda não apenas na especificação das possibilidades de projeto e economias, mas também auxilia na escolha dos métodos ideais de trabalho durante o desenvolvimento dos projetos. Os níveis de maturidade podem ser divididos em quatro de acordo com o nível de "saturação" do modelo e com informações particulares (ZIELIŃSKI; WÓJTOWICZ, 2019). A avaliação de maturidade BIM desempenha um papel significativo no foco das pessoas e dos recursos, elementos específicos do BIM, pois gera maiores níveis de comunicação em diferentes níveis do negócio e auxilia os gerentes de projeto e equipes de projeto a esclarecer o que é 'BIM' e como pode ser utilizado (AZZOUZ; HILL, 2017).

Para a análise do nível de maturidade foi utilizado o protocolo da Penn State, que ajudou a chegar em algumas conclusões para definir o nível atual de maturidade da empresa em relação ao uso do BIM e, posteriormente, o nível de alvo que a empresa gostaria de atingir. Nessa análise foram considerados seis itens, entre eles: estratégia de implementação BIM, usos do BIM, processos, informação, infraestrutura e pessoal.

- Estratégia de implementação: leva em consideração pontos como Missão Organizacional e Metas; Visão e Objetivos BIM; Suporte de gestão; Campeão BIM; Comitê de Planejamento BIM;

- Usos do BIM: usos durante o desenvolvimento dos projetos e usos operacionais durante a fase de execução;
- Processos: processos utilizados durante o desenvolvimento dos projetos e operacionais durante a fase de execução;
- Informação: discriminação do elemento do modelo (MEB), nível de desenvolvimento (LOD), dados de instalação;
- Infraestrutura: programas, hardware, espaços físicos;
- Pessoal: papéis e responsabilidades, hierarquia organizacional, educação, treinamento, preparação para mudanças.

Para cada um desses itens existem subitens, com suas respectivas descrição e níveis de maturidade elencados de 0 a 5, iniciando em 0 como não existente, 1 como inicial, 2 como gerenciado, 3 como definido, 4 como gerenciado quantitativamente e 5 como otimizado.

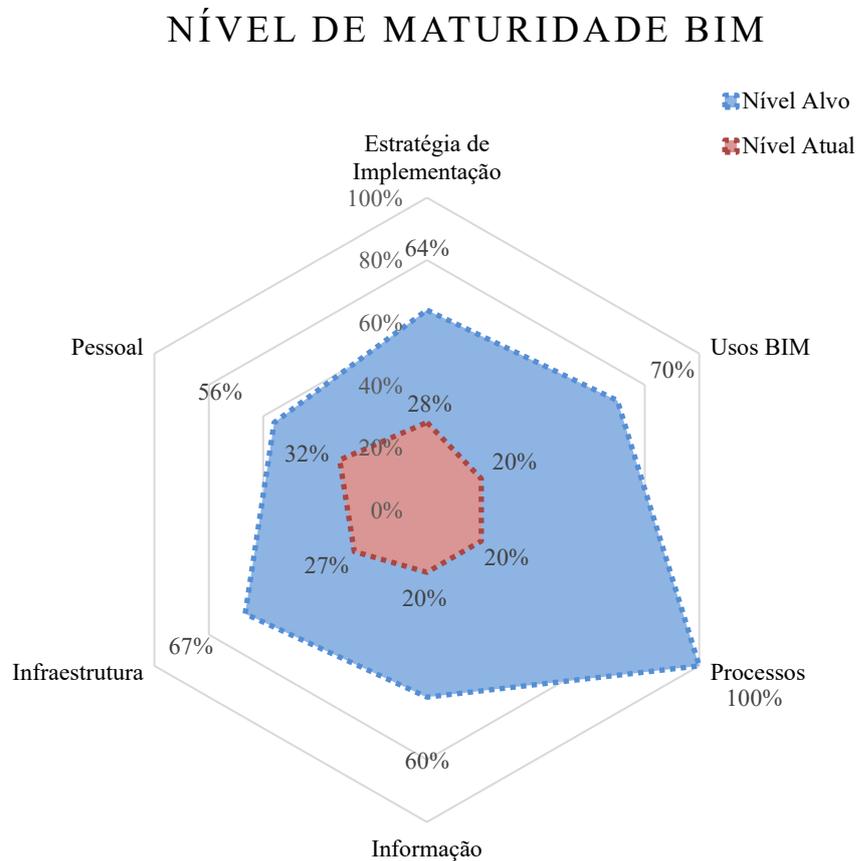
A entrevista para o alinhamento do nível de maturidade em que a empresa se encontrava foi realizada com a participação da coordenadora do projeto BIM dentro da empresa, uma coordenadora interna de projetos e o consultor especialista no software Revit.

Nessa entrevista, perceberam-se alguns pontos importantes, sendo que o mais relevante foi o interesse da instituição em elevar o seu nível de envolvimento com o BIM. Em contrapartida, os pontos menos relevantes foram o baixo conhecimento e maturidade com o uso das ferramentas e da metodologia no processo de desenvolvimento dos empreendimentos.

Sendo assim, descobriu-se o nível de maturidade geral da empresa atual e o nível alvo (o qual a empresa gostaria de chegar) em cada um dos seis itens detalhados mais a frente nesta pesquisa. Considerando o nível atual e o nível alvo de cada item, conforme ilustrado pela Figura 15, a empresa apresenta um nível de maturidade entre 20% e 32%. O mais elevado refere-se ao Pessoal, que demonstra que a empresa já está investindo na capacitação dos seus colaboradores. Já os níveis alvo apresentam valores entre 56% e 100%, sendo que o menor deles está relacionado também ao Pessoal, indicando que a empresa acredita que apenas mais alguns passos na capacitação dos seus colaboradores serão suficientes para o

seu desenvolvimento com o uso do BIM. Já o item com a maior expectativa é o de Processos, que demonstra que a empresa acredita que processos mais detalhados e regularmente documentados são mais importantes para o seu desenvolvimento.

Figura 15 - Nível de Maturidade BIM



Fonte: a autora

Para o tópico de **Estratégia de Implementação** (Figura 16), a análise foi feita em cima de cinco subitens, que são os seguintes:

- Missão e objetivos organizacionais: a missão é o propósito fundamental para a existência de uma organização. Metas são objetivos específicos que a organização deseja realizar.
- Visão e Objetivos BIM: uma visão é a imagem que uma organização se esforça para alcançar. Objetivos são tarefas ou etapas específicas que, quando cumpridas, movem a organização em direção aos seus objetivos.
- Suporte da Gestão: até que nível a gestão apoia o processo de planejamento BIM.

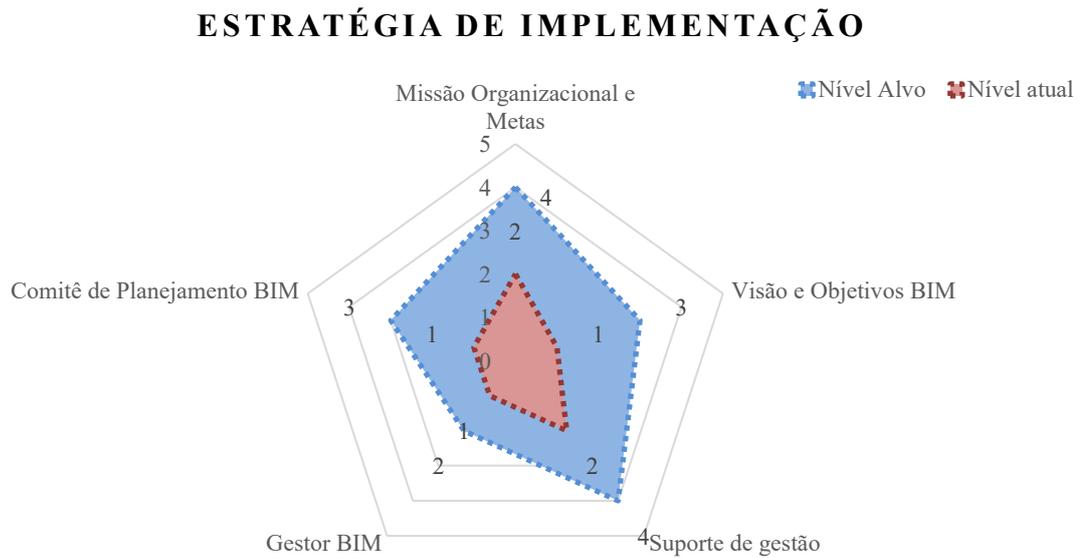
- Campeão BIM: um BIM Champion é uma pessoa tecnicamente qualificada e motivada para orientar uma organização a melhorar seus processos, impulsionando a adoção, gerenciando a resistência à mudança e garantindo a implementação do BIM.
- Comitê de Planejamento BIM: o Comitê de Planejamento BIM é responsável por desenvolver a estratégia BIM da organização.

Percebeu-se que a empresa ainda está muito ligada aos níveis iniciais em que a visão de BIM, a equipe e o gerente responsável pelo controle do desenvolvimento do BIM ainda são incipientes e precários, já que não existe a figura de um colaborador tecnicamente qualificado e motivado para orientar uma organização a melhorar seus processos, impulsionando a adoção, gerenciando a resistência à mudança e garantindo a implementação do BIM, atuando somente como gerente BIM. Ao invés disso, existe somente a figura do coordenador do projeto BIM que possui outras incumbências.

Apesar de entender a importância dessa figura para a organização, tem-se a expectativa de que o futuro gerente BIM terá mais tempo e foco nos processos BIM, porém não terá a sua dedicação exclusiva. Além disso, atualmente existe um pequeno time envolvido com o projeto de implementação BIM e que tenta engajar o restante da equipe no uso das ferramentas e metodologia, visando à formação de uma equipe multidisciplinar de planejamento BIM com membros de todas as unidades operacionais. Em relação à avaliação sobre o nível que a gestão apoia no processo de planejamento BIM, verificou-se que atualmente existe um suporte total para a implementação BIM com algum comprometimento de recursos, porém deseja-se alcançar um patamar em que existirá sempre um suporte para esforços contínuos, ainda que com um orçamento limitado.

Nesse item, o nível mais elevado que poderia ser alcançado, de acordo com o método de avaliação escolhido, seria ter sua missão, metas, visão e objetivos regularmente revisados, mantidos e atualizados (conforme necessário); suporte total para esforços contínuos, sem limitações orçamentárias; ter um gestor de BIM de nível executivo para trabalhar em estreita colaboração com o gestor do grupo de trabalho; e manter as decisões de planejamento BIM integradas ao planejamento estratégico organizacional.

Figura 16 - Nível de Maturidade BIM - Estratégias de Implementação



Fonte: a autora

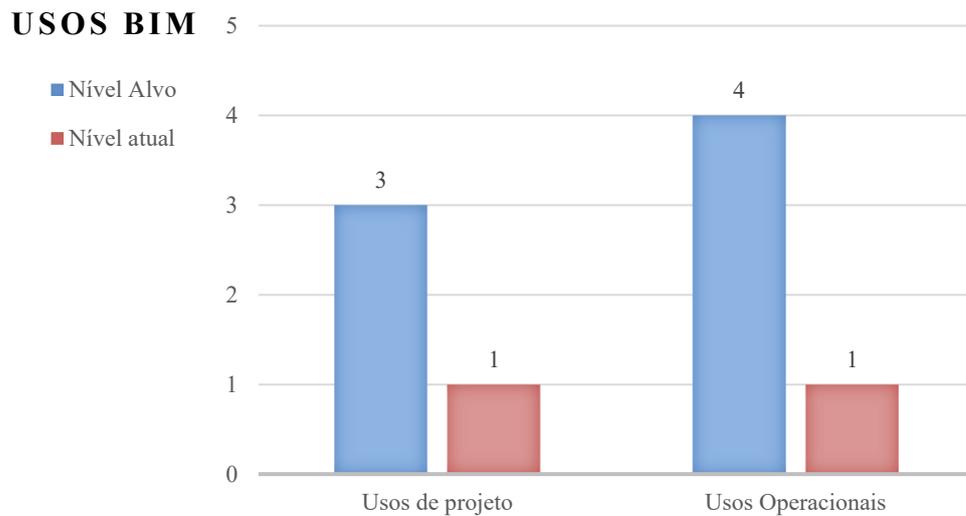
No item de **Usos do BIM** (Figura 17) foram analisados os níveis de dois subitens:

- Usos em projeto: os métodos específicos de implementação do BIM em projetos.
- Usos operacionais: os métodos específicos de implementação do BIM dentro da organização.

Os níveis atuais mostram que existem mínimos requisitos da organização para o uso do BIM com os seus contratados. Analisando o contrato, vê-se que a única exigência feita pela empresa é que os projetistas façam seus projetos em algum software BIM, sem especificar exigências como forma de modelagem e nível de detalhamento dos itens constantes no projeto. Existe um Manual BIM cujo uso é recomendado aos projetistas, porém não é feita nenhuma conferência e fiscalização por parte da empresa para verificar se as regras exigidas no manual estão sendo seguidas. Por isso, segundo os colaboradores que participaram da entrevista, os modelos ainda não estão completamente padronizados em níveis de modelagem, e nem com todas as informações necessárias. Como alvo, a empresa espera alcançar um nível com o uso extensivo de BIM e um compartilhamento, mesmo com algumas limitações entre as partes. Quanto aos usos operacionais, atualmente o único uso feito é um modelo BIM de registro (as-built) recebido pela empresa. O alvo é alcançar um nível de uso em que os dados do BIM sejam diretamente integrados aos sistemas operacionais e de manutenção dos empreendimentos.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Figura 17 - Nível de Maturidade BIM - Usos do BIM

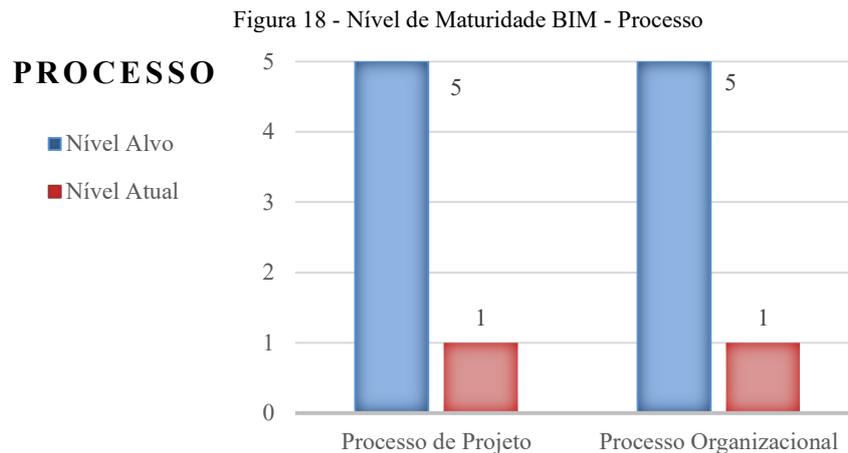


Fonte: a autora

Para o item **Processos** (Figura 18), que são os meios pelos quais os usos BIM são realizados, têm-se dois subitens:

- **Processos de Projeto:** a documentação dos Processos BIM do Projeto Externo.
- **Processo Organizacional:** a documentação dos Processos BIM Organizacionais Internos.

Avaliou-se o nível de documentação dos processos BIM realizados tanto para os projetos quanto para a organização. Atualmente, a empresa encontra-se em um nível em que existem documentos, tal qual o Manual BIM, com detalhes sobre as expectativas de usos do BIM ou contratos, que são feitos e compartilhados individualmente entre empresa e cada parte contratada, sem que haja atualizações em qualquer etapa do processo. Espera-se chegar ao nível em que o Processo BIM esteja todo detalhado, documentado, regularmente mantido e atualizado.



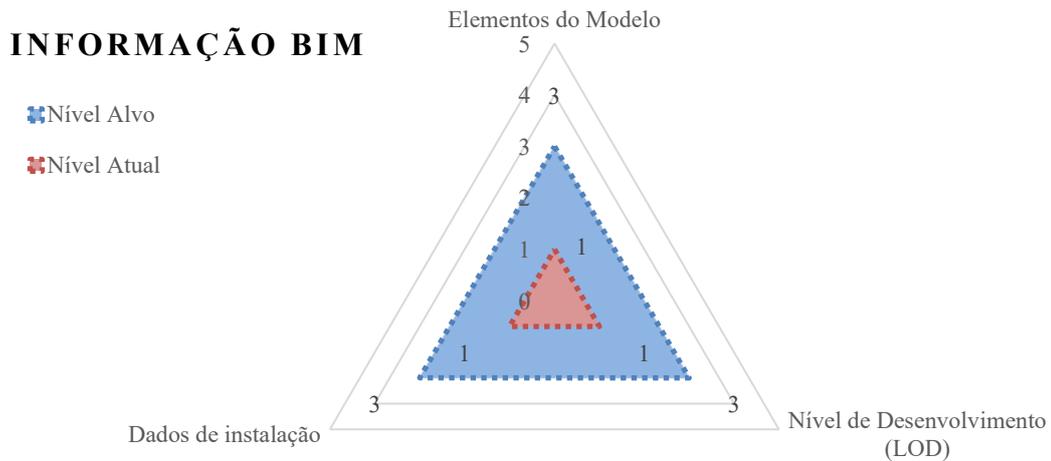
Fonte: a autora

O item **Informação** (Figura 19) refere-se ao nível de desenvolvimento do modelo e requisitos de dados de instalação, e conta com três subitens:

- **Detalhamento do Elemento do Modelo:** Estrutura de Detalhamento de Elementos do Modelo são identificadores atribuídos a cada elemento físico ou funcional no detalhamento do modelo de instalação.
- **Nível de Desenvolvimento (LOD):** o Nível de Desenvolvimento descreve o nível de completude para o qual um Elemento de Modelo é desenvolvido.
- **Dados da Informação:** dados da instalação são informações não gráficas que podem ser anexadas a objetos dentro do Modelo e que definem várias características desse objeto.

De acordo com a entrevista feita e com os documentos analisados, percebe-se que existe uma discriminação dos elementos do modelo organizacional minimamente definida, mas ela não é uniforme para todos os setores e contratados da empresa. Tal como os LODs e os dados de instalação, informações e características dos objetos do projeto também possuem uma definição inicial, porém não estão completamente padronizadas entre todos os envolvidos nos projetos dos empreendimentos. A intenção da empresa é chegar em um nível em que essas informações estarão pelo menos alinhadas ao restante do setor, sem se preocupar em alcançar algum nível em que os padrões são modificados para estarem atualizados e padronizados com o restante da indústria da construção civil.

Figura 19 - Nível de Maturidade BIM - Informação BIM



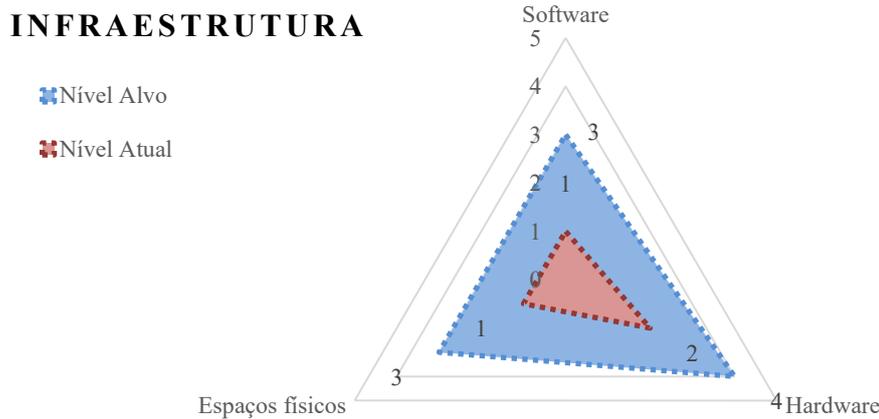
Fonte: a autora

Quanto à **Infraestrutura** (Figura 20), foram avaliados os subitens relativos à:

- **Software:** os programas e outras informações operacionais usadas por um computador para implementar o BIM.
- **Equipamentos:** interconexões físicas e dispositivos necessários para armazenar e executar (ou executar) o software BIM.
- **Espaço Físico:** áreas funcionais dentro de uma instalação usadas para implementar adequadamente o BIM dentro da organização.

Em uma situação atual, os softwares instalados e os equipamentos existentes são capazes de rodar ferramentas básicas de BIM e de compartilhamento de informações. Com a pretensão de chegar a um momento em que pessoas especializadas tenham acesso a ferramentas BIM e equipamentos avançados, o nível máximo que poderia ser alcançado seria ter um programa estabelecido para atualização contínua de sistemas de software BIM e equipamentos compatíveis. Já em relação ao espaço físico, atualmente cada um possui uma estação de trabalho individual para acesso às ferramentas BIM. No entanto, deseja-se alcançar um nível em que existirá uma sala compartilhada com telas e equipamentos capazes de suportar os softwares BIM em reuniões virtuais e visualizações em tempo real, tendo o nível máximo com um programa de atualização contínua dos espaços.

Figura 20 - Nível de Maturidade BIM - Infraestrutura



Fonte: a autora

Ao realizar as avaliações de BIM, evidenciam-se as melhorias de produtividade que resultam de sua implementação e permite-se que equipes e organizações avaliem suas próprias competências no uso do BIM. Sem essas métricas, as equipes e organizações são incapazes de medir consistentemente seus próprios sucessos e/ou fracassos (SUCCAR; SHER; WILLIAMS, 2012). Assim, nesse item, é feita a avaliação dos **Recursos Humanos da Organização** (Figura 21). O primeiro subitem a ser avaliado é relativo às funções principais assumidas por uma pessoa dentro da organização e suas responsabilidades, as quais são tarefas ou obrigações que a pessoa deve realizar como parte dessa função. Atualmente, a empresa encontra-se em um nível em que o BIM é responsabilidade somente do Gestor BIM, contudo, deseja-se alcançar um nível em que BIM seja responsabilidade de um grupo BIM interdisciplinar, em que o máximo poderia ser um nível no qual as responsabilidades BIM sejam de todos, sendo revisadas regularmente para garantir a sua devida distribuição.

A hierarquia organizacional representa um arranjo de pessoal e equipe em grupos funcionais dentro da organização, encontrando-se atualmente em um nível no qual o gestor BIM está fora da hierarquia organizacional típica e desejando alcançar um nível em que exista uma pequena equipe de implementação de BIM, sem apenas ser algum colaborador interno da empresa. O nível mais elevado seria ter uma equipe de implementação do BIM apoiando sua equipe em cada uma das unidades operacionais.

O subitem Educação trata-se de instruir formalmente sobre o assunto BIM dentro da empresa, o qual, atualmente, encontra-se em uma fase que existe apresentações formais sobre o que é

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

BIM e seus benefícios. Espera-se chegar em um momento em que as sessões de educação de colaboradores sejam conduzidas regularmente. O nível máximo para esse item refere-se à educação ser sempre melhorada por meio das lições aprendidas na organização.

Quanto ao subitem treinamento, que se refere ao ensino para tornar os profissionais colaboradores da empresa aptos, qualificados ou proficientes em uma tarefa ou processo específico, encontra-se atualmente em uma fase em que existem programas de treinamento interno para todos que podem interagir com o BIM. Espera-se alcançar um nível em que esses treinamentos sejam rotinas anuais, pelo menos. O nível máximo para esse item seria um momento em que o treinamento seja aparentemente melhorado por meio de lições aprendidas dentro da organização.

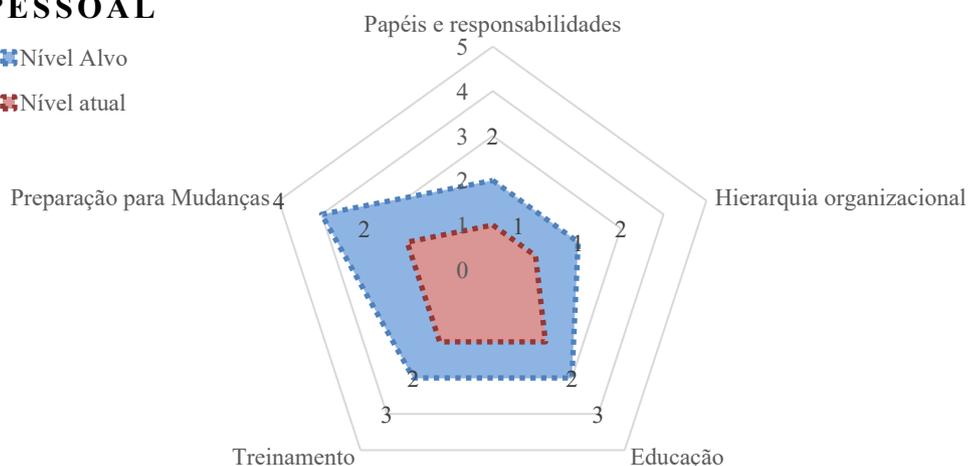
O subitem preparação para mudanças, que seria o estado e a vontade da empresa em migrar para o BIM, encontra-se em um nível em que existe um compromisso da alta administração, porém espera-se alcançar um momento em que ele virá de todos os colaboradores. O nível máximo seria alcançado se esse compromisso virasse cultura dentro da empresa.

Figura 21 - Nível de Maturidade BIM - Pessoal

PESSOAL

■ Nível Alvo

■ Nível atual



Fonte: a autora

5.1.5 Análise dos custos extras

A empresa, ao aprovar a execução de um empreendimento, faz uma análise e um orçamento da obra e o seu valor total é gerado, porém, no decorrer da sua execução, muitas vezes, os custos iniciais previstos para cada empreendimento têm o acréscimo de valores extras. Por isso, em busca de mapear os custos extras gerados nas obras, a empresa começou a realizar um

levantamento em um banco de dados com todos os custos extras e suas possíveis justificativas. A partir desse documento, uma análise geral foi feita.

A empresa apresentou um total de 14 categorias para a classificação das justificativas dos custos extras, conforme apresentado na Tabela 1. Ao todo, 99 empreendimentos foram concluídos no ano de 2019, obtendo-se 467 ocorrências com 4,39% de custos extras apresentados. Todas essas ocorrências foram categorizadas pelos gestores de arquitetura e engenharia envolvidos em cada empreendimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação das Justificativas de Custos Extras

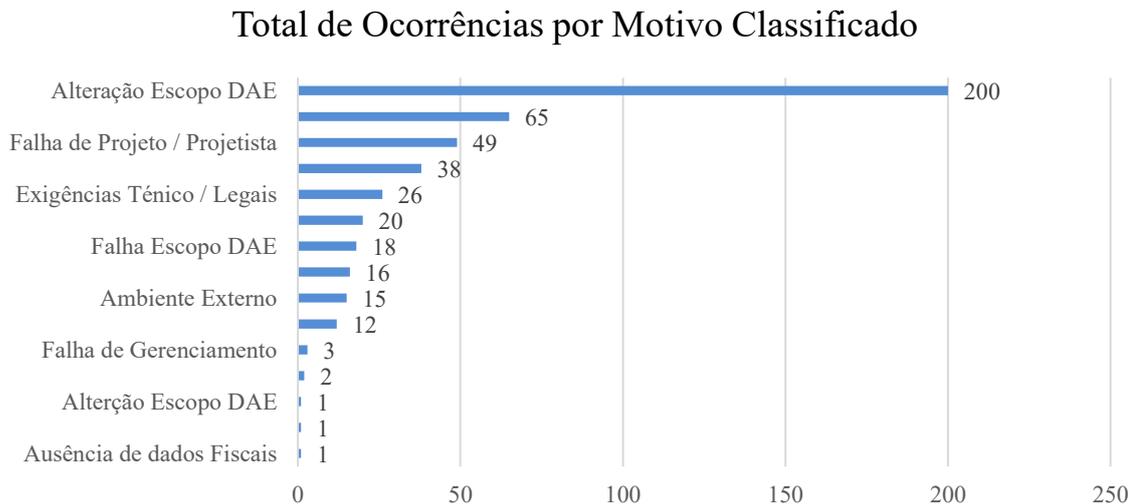
OPÇÕES DE CLASSIFICAÇÃO	EXPLICAÇÃO E EXEMPLO
ALTERAÇÃO DE PADRÃO DAE	Refere-se às alterações de padrão na arquitetura da loja, acabamentos, equipamentos negociados em forma corporativa e uso Exemplo: eliminação do espaço destinado a vendas online, a função do mesmo passará a formar parte da ilha de caixas
ALTERAÇÃO ESCOPO CLIENTE	Refere-se às alterações provenientes de solicitações dos clientes internos das diferentes áreas da companhia Exemplo: aumento da área de estoque por se tratar de uma localidade afastada e com frequência baixa de envio de produtos
ALTERAÇÃO ESCOPO DAE	Refere-se às oportunidades levantadas pelo DAE em relação ao projeto e/ou obra em andamento Exemplo: aumento de área em função de melhorar a distribuição das funções no layout/mudança de acabamentos, assim como os prazos de execução
ALTERAÇÃO ESCOPO EMPREENDEDOR	Refere-se às alterações provenientes de alterações impostas pelo empreendedor e que divergem das premissas utilizadas no projeto Exemplo: alteração da posição da área técnica/não fornecimento de cabos de MT acordados no anexo técnico/não fornecimento de energia em prazo
AMBIENTE EXTERNO	Refere-se às questões relacionadas às causas, naturais, sociais e econômicas Exemplo: enchente, manifestações públicas e populares, greves etc.
EXCLUSÃO DE ESCOPO PREVISTAS NA RFQ	Refere-se à definição de Escopo Base que eliminou algum item específico (obras contratadas sem projeto) Exemplo: Fundações a serem orçadas separadamente após disponibilização do projeto executivo / malha estrutural orçar separadamente
EXIGÊNCIAS TÉCNICO / LEGAIS	Refere-se às exigências técnico/legais provenientes de novas normas e/ou situações técnicas específicas impossíveis de serem detectadas no levantamento Exemplo: alteração da norma de PPCI que exige escada protegida/baixa capacidade de carga de uma viga para suportar nossas instalações
FALHA DE PROJETO / PROJETISTA	Refere-se às falhas de projeto decorrentes de erros e/ou omissões no levantamento legal ou no levantamento físico do shell Exemplo: Uso do mezanino que não admite áreas de permanência/levantamento de pés direitos errados que inviabilizam a execução do projeto
FALHA ESCOPO DAE	Refere-se aos itens não identificados na conformação do escopo do projeto, ou não esclarecidos nos termos da RFI Exemplo: não percebida uma oportunidade na conformação do escopo base - Shopping Total inserir a execução do acesso de produtos na loja existente
FALHA ESCOPO GFA	Refere-se aos itens não identificados e/ou não esclarecidos nos termos da RFQ ou negociações corporativas

OPÇÕES DE CLASSIFICAÇÃO	EXPLICAÇÃO E EXEMPLO
	Exemplo: falha na identificação de riscos no conteúdo da RFQ/troca de fornecedor de equipamentos sem a devida comunicação
FALHA DE PLANEJAMENTO	Refere-se à falta de aderência aos processos interno do DAE e demais áreas Exemplo: Iniciar o projeto sem anexo técnico assinado/falta de acompanhamento por indefinição de fluxos impactando no atendimento dos prazos
AUSÊNCIA DE DADOS FISCAIS	Refere-se aos aditivos em obra por obter dados fiscais tardiamente Exemplo: adicionais por bitributação, quando a construtora é obrigada a comprar materiais ou serviços, gerando bitributação sobre tais compras
IMPOSSIBILIDADE LEVANTAMENTO	Refere-se aos itens que não foram possíveis de prever no projeto ou obra, pois o shell não estava liberado para levantamento antes do início do projeto. Exemplo: ajuste de projeto, pois a ABL é menor do que constava em CAC e na planta técnica disponibilizada pelo shopping.
FALHA DE GERENCIAMENTO	Refere-se às omissões quanto à fidelidade de utilização de especificações e equipamentos da contratante e/ou falhas relacionadas às entregas das atividades chave do cronograma da contratante. Exemplo: não conferência de equipamentos x NF. Subestação não concluídas em D-35 para solicitação de vistoria, sala de Nobreak não finalizadas em D-20, erro na classificação de extra escopo.

Fonte: Manual de Processos Interno da Empresa (2019)

No banco de dados apresentado pela empresa, cada valor extra foi classificado em itens envolvendo a categoria, a disciplina, a justificativa, o valor e a data. Dentre essas ocorrências, apresentou-se uma quantificação de ocorrência por cada categoria de motivo, de acordo com a Figura 22.

Figura 22 - Total de ocorrências por motivo classificado



Fonte: a autora

Ao analisar as ocorrências e seus motivos, percebeu-se que quase 50% delas foram classificadas como Alteração de Escopo DAE, sendo que os maiores valores também foram ligados a essa categoria. Esses altos valores e números de ocorrências chamaram a atenção para essa categoria, buscando-se entender quais as razões para tantas alterações de escopo dos empreendimentos.

No entanto, ao analisar as justificativas apresentadas nessa classificação, foram encontrados motivos que não deveriam estar classificados como tais, de acordo com o glossário apresentado pela empresa. As justificativas apresentadas detalhavam o que ocorreu para gerar aquele custo extra, porém não traziam a informação do porquê da existência do problema. Foi percebido que as categorias apresentadas não estavam muito claras ou bem distribuídas, pois os colaboradores, ao serem questionados sobre os motivos pelos quais alguns problemas foram classificados como tais, responderam que não sabiam e, por isso, tinham colocado na categoria “Alteração de Escopo DAE”. Essa seria a categoria que não acarretaria prejuízo para nenhum colaborador ou contratado, podendo abranger quase todos os casos.

5.1.6 Síntese dos resultados Fase 1

Nessa etapa da pesquisa foi possível compreender de forma preliminar e ampla o problema real fundamentado em dificuldades que a empresa vem enfrentando na gestão dos seus empreendimentos de construção, assim como pelo restante do setor da construção civil. Esses problemas parecem ser resultado da combinação de um alto nível de complexidade dos empreendimentos com a falta de conhecimento sobre a metodologia BIM e suas capacidades.

O uso de BIM durante a fase de construção está evoluindo rapidamente. Um BIM preciso permite um processo de construção mais suave e bem planejado, economizando tempo e dinheiro, e reduzindo o potencial de erros e conflitos (EASTMAN *et al.*, 2008). Por isso, na fase inicial de entrevistas com projetistas e implantadores BIM da região, percebeu-se uma grande vontade em utilizar o BIM como ferramenta para melhoria dos seus processos de desenvolvimento de projeto. Essas entrevistas, porém, demonstraram que esse conhecimento ainda está em uma fase inicial, pois algumas empresas ainda estão migrando para o BIM sem entender completamente seu potencial e as dificuldades e processos que deverão passar para poder usá-lo.

O DAE é um setor que busca estar sempre em evolução e com melhorias nos seus processos. Nesse âmbito, o BIM veio como uma esperança de aumento na produtividade e uma facilidade para os seus colaboradores na gestão dos seus empreendimentos. Contudo, a implementação do BIM exige uma série de ações de todos os membros de uma equipe de projeto pré e pós-construção (CODINHOTO *et al.*, 2008). Dentro do setor da empresa, o que foi observado é que os esforços de implementação vieram somente de uma parte dos colaboradores, ficando apenas uma arquiteta do setor responsável pelo projeto de implementação do BIM, sem que os demais

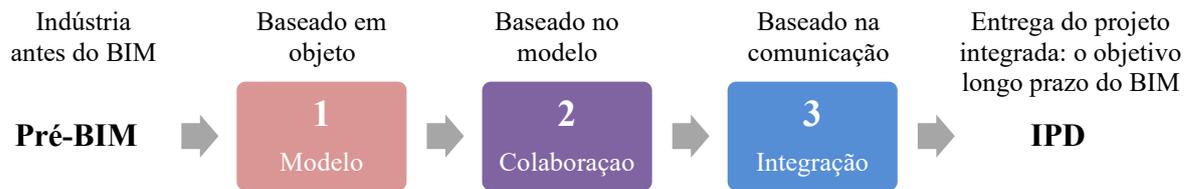
Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

colaboradores tivessem um completo entendimento do que seria a metodologia. A implementação BIM pode ser um processo complexo se não for gerido corretamente, pois a mudança de CAD para um sistema de informação inteligente, baseado em BIM, impacta em muitas áreas dentro de uma organização (CODINHOTO *et al.*, 2008). Esses impactos estão sendo percebidos pelos projetistas, que estão enfrentando dificuldades na compatibilização das suas modelagens e na troca de informação durante o processo de desenvolvimento dos projetos. Igualmente, os impactos são percebidos pelos próprios colaboradores do DAE, que recebem demandas e expectativas por parte das gerências da empresa e não as conseguem suprir, apesar de estarem utilizando uma ferramenta nova que teve um grande impacto no orçamento de investimentos do setor.

A prática recomendada é envolver os contratados no desenvolvimento de todo o empreendimento, incluindo as fases iniciais de projeto, o que lhes permite fornecer informações valiosas desde o início (EASTMAN; TEICHOLZ; SACKS; LISTON, 2016). Essa prática ainda não está sendo aplicada na indústria da construção civil da região, conforme visto nas entrevistas semiestruturadas realizadas pela pesquisadora, e ainda sem perspectivas de acontecer pela empresa objeto de estudo desta pesquisa. A empresa ainda não tem total conhecimento dos potenciais de uso da metodologia BIM, estando ainda em um nível muito incipiente de maturidade, fazendo uso de softwares BIM somente para o desenvolvimento 3D dos modelos.

Succar (2009) define a subdivisão dos níveis de maturidade BIM em três níveis (Figura 23): Estágio 1 – Modelagem 3D baseada em objetos; Estágio 2 – Modelo baseado em colaboração; Estágio 3 – Integração baseada em rede. Pode-se dizer que a empresa atualmente encontra-se no Estágio 1 da classificação de Succar (2009). BIM Estágio 1 refere-se à migração de 2D para 3D e modelagem e documentação baseadas em objetos, feitos de elementos arquitetônicos reais que são representados corretamente em todas as vistas, priorizando um modelo unidisciplinar. Os entregáveis são, em sua maioria, documentos do tipo CAD, porém as relações contratuais existentes e problemas de responsabilidade persistem (KHOSROSHAHI; ARAYICI, 2012).

Figura 23 - A maturidade BIM é subdividida em três estágios - visão linear



Fonte: Succar (2009).

Além da análise em relação ao nível de maturidade do BIM dentro do setor DAE, fez-se uma análise dos custos extras gerados nas obras dos empreendimentos, pois esse era um dos grandes problemas levantados pelos gestores do setor nas entrevistas feitas. Esses custos extras acabam baixando os níveis dos indicadores, causando prejuízo e retrabalho para os colaboradores. Dentre os dados disponibilizados pelo setor, identificou-se que o levantamento prévio feito por eles não era suficiente para que fosse feita uma análise das causas raízes que levavam o setor a ter esses custos extras nos orçamentos dos empreendimentos. Como as categorias disponibilizadas para a análise foram generalistas, no momento de categorizar o problema, os colaboradores ficaram um pouco confusos e faziam a escolha sem muito critério. Dessa maneira, grande parte dos problemas foi categorizado como “Alteração de Escopo DAE”, pois os colaboradores internos, ao não saber classificá-los mais certamente, escolhiam a categoria que poderia representar um problema interno da empresa, sem causar demais prejuízos para os colaboradores externos e contratados.

5.2 FASE 2

5.2.1 Mapeamento dos processos

Para o completo entendimento do processo de transição em andamento, processos existentes prévios de gerenciamentos dos projetos e da ligação do projeto com a execução da obra foram analisados. De acordo com a [figura 23](#), pode-se observar que o processo de projeto se desenvolve a partir de documentos e requisitos vindos da empresa e entregues aos projetistas em uma reunião de Start do projeto. Nessa reunião, participam normalmente os arquitetos e engenheiros responsáveis pelo empreendimento do setor DAE, os projetistas de arquitetura, que seriam os responsáveis pela compatibilização e gerenciamento do desenvolvimento dos projetos, e o setor de expansão da empresa, que repassava as informações iniciais a todos.

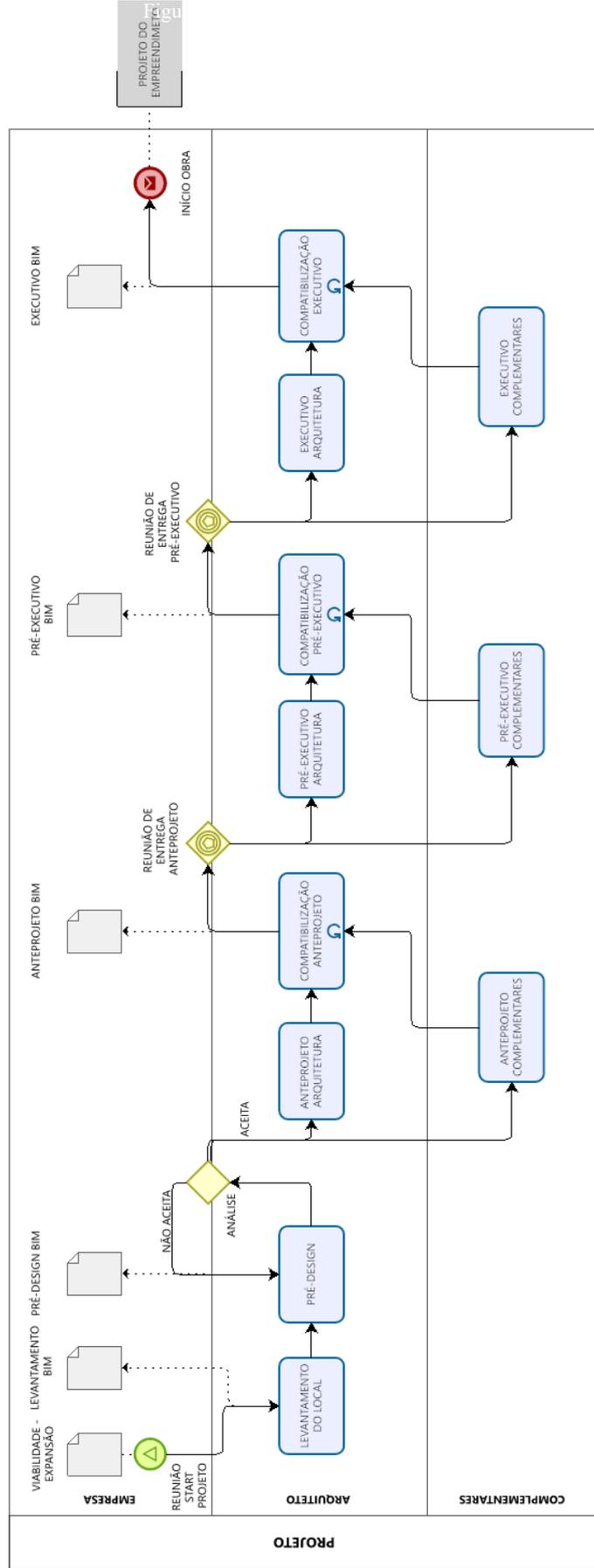
Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

A partir desse momento, a empresa de arquitetura contratada ficava responsável por fazer o levantamento do espaço e, após isso, começar o desenvolvimento dos projetos de arquitetura. Seguindo um processo de desenvolvimento de projetos, a arquitetura é responsável por fazer o primeiro projeto do Pré-Projeto, repassar a base para o restante dos projetistas complementares e, após recebê-los, realizar a compatibilização dos projetos. Esse sistema continua por todas as etapas, passando pelo Anteprojeto, Pré-executivo e Projeto Legal e Executivo, conforme pode ser vista na  e utilizando-se a Figura 11 como legenda para o mapa.

Somente após a etapa de pré-projeto concluída é que os projetos são entregues e apresentados aos responsáveis do setor DAE para validação. Na reunião de entrega das etapas do Anteprojeto e Pré-executivo, com uma duração em média de 4 a 6h, o arquiteto DAE fica responsável por fazer a checagem dos itens que devem estar definidos em projeto para aquela etapa. Eles possuem um documento de checklist de 71 itens para a entrega do Anteprojeto e 94 itens para a entrega do Pré-executivo. Nessas reuniões, o arquiteto contratado faz uma apresentação do projeto e, nesse momento, notou-se que ocorreram discussões a respeito dos projetos que demonstraram que os projetistas, tais como arquitetos externos e projetistas das demais disciplinas, não haviam trocado informações entre si antes da reunião. Por esse motivo, não havia compatibilidade dos seus projetos e ideias.

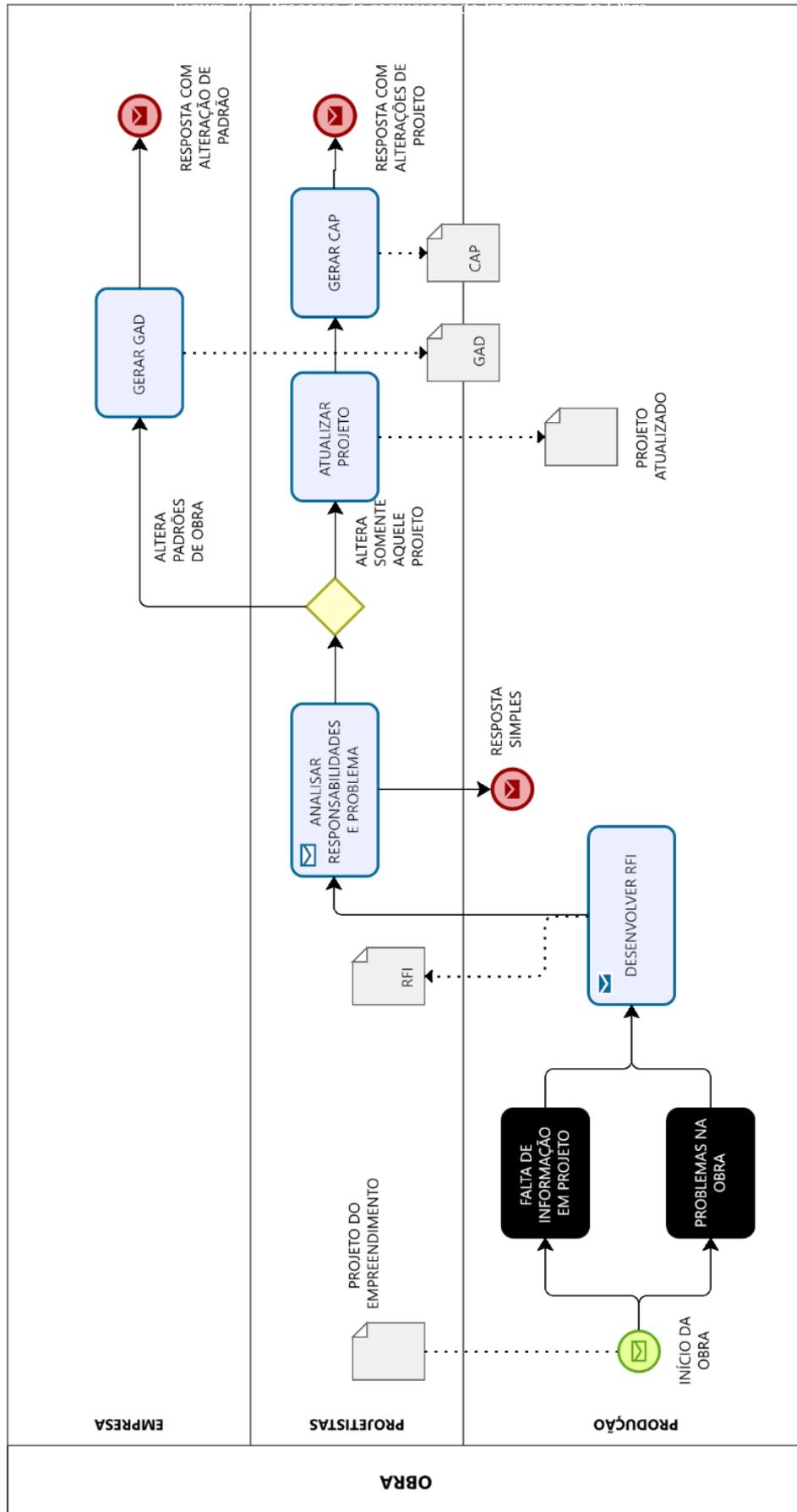
Após concluído o processo e finalizados os projetos, eles são encaminhados ao setor de produção. Assim, o empreendimento que antes era gerenciado pelo setor de arquitetura do DAE, agora será entregue e gerenciado pelo setor de engenharia, mudando o colaborador da empresa responsável. Em seguida é feita uma reunião de alinhamento da Pré-obra, com a participação do arquiteto do escritório de projetos, o engenheiro DAE, a construtora e a gerenciadora. Esses últimos são introduzidos no processo somente a partir desse momento.

Figura 25 - Processo de projeto



Fonte: a autora

Figura 27 - Processo de requisição de Informação de Obra



Fonte: a autora

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos durante o processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

O processo para Requisição de Solicitação da informação (RFI) da obra para os projetistas foi desenhado como ilustrado na . Após recebidos os projetos executivos pela construtora, iniciou-se a obra. A partir do momento em que surge alguma dúvida ou falta de informação, ou algum problema encontrado na obra, já que normalmente são reformas e os levantamentos não conseguem capturar todos os requisitos do espaço, a construtora emite um documento para os projetistas a RFI. Nesse documento irá constar os dados da obra, a quem será direcionado o questionamento e todas as informações necessárias com fotos, desenhos e o que for possível para elucidar o questionamento, o qual deverá ser respondido pelo escritório de projetos no período máximo de 48 horas. Após o preenchimento, o documento deverá ser encaminhado via e-mail para a gerenciadora, com cópia para o arquiteto da empresa responsável. A RFI também pode ser usada pelo escritório de projetos quando houver dúvidas relacionadas ao padrão dos projetos, documentos entregáveis e, até mesmo, para sugestões de alterações de premissas da empresa.

Conforme ilustrado na Figura 28, é feito um questionamento sobre passagens e acessos às áreas técnicas da obra.

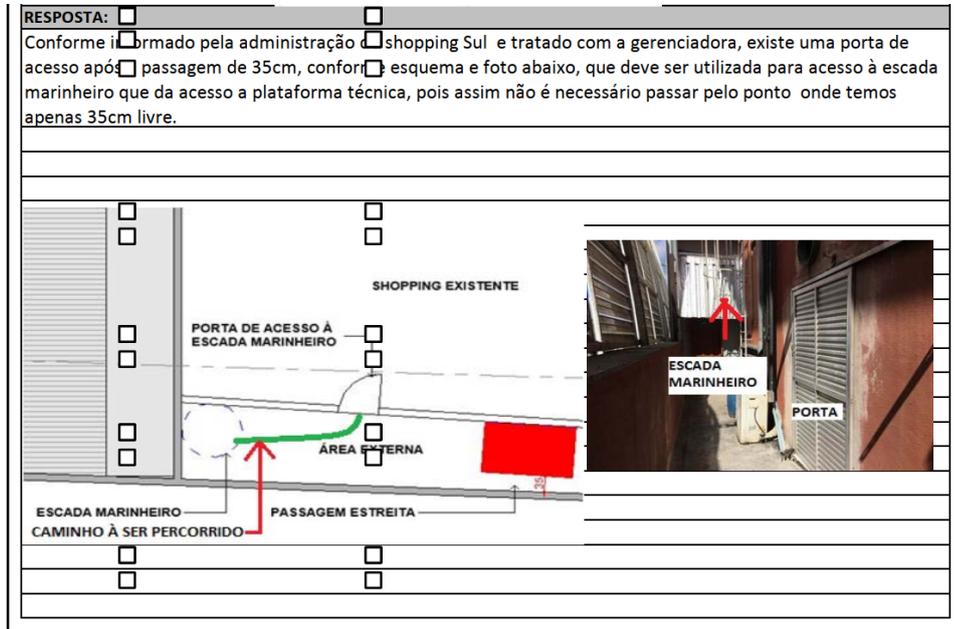
Figura 28 – RFI - exemplo 1

DISCIPLINA:	
<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITETURA	<input type="checkbox"/> PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO
<input type="checkbox"/> FUNDAÇÕES E ESTRUTURA	<input type="checkbox"/> HIDROSSANITÁRIO
<input type="checkbox"/> INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	<input type="checkbox"/> SISTEMA DE SEGURANÇA
<input type="checkbox"/> TI/SISTEMAS ELETRÔNICOS/TELEFONIA	<input type="checkbox"/> COMUNICAÇÃO VISUAL
<input type="checkbox"/> AR CONDICIONADO/VENTILAÇÃO	<input type="checkbox"/> OUTROS
SOLICITAÇÃO:	
<p>1. Informamos que o percurso para chegar à plataforma técnica das condensadoras Renner, possui restrição em uma passagem de somente 35cm de largura (corredor técnico Shopping), inviabilizando o acesso, bem como uma escada marinho para chegar ao nível dos condensadores.</p> <p>O trajeto é longo e estreito, pela área técnica do Shopping Sul. Futuramente, sendo necessário subir com um tubo de oxigênio/nitrogênio, compressores, etc., para eventual manutenção, é inviável.</p> <p>Recomendamos que seja verificado a possibilidade de um acesso direto, entre o prédio novo (Stone) e o Shopping Sul, com a instalação de uma passarela (em amarelo) interligando o prédio ao patamar da Renner.</p>	
<p>Imagens</p>	

Fonte: documentos internos da empresa.

A RFI do exemplo acima demonstra uma informação que estava incompleta nos documentos dos projetos entregues à construtora, porém respondida pelo projetista, conforme Figura 29.

Figura 29 - RFI - exemplo 1 - resposta



Fonte: documentos internos da empresa

Essas RFIs podem acabar gerando possíveis alterações no projeto para se adequar aos problemas encontrados. Desse modo, os projetos são atualizados e enviados novamente à obra. Um novo documento denominado Comunicação de Alteração de Projeto (CAP) é gerado, conforme ilustrado na Figura 30.

Figura 30 – Comunicação de Alteração de Projeto (CAP) – exemplo

DISCIPLINAS	
<input type="checkbox"/> ARQUITETURA	<input type="checkbox"/> PREVENÇÃO DE INCÊNDIO
<input type="checkbox"/> ESTRUTURA	<input type="checkbox"/> HIDROSSANITÁRIO
<input type="checkbox"/> ELÉTRICA	<input type="checkbox"/> QUADRO ELÁTRICO
<input type="checkbox"/> DADOS/LÓGICA/TELEFONIA	<input type="checkbox"/> SONORIZAÇÃO
<input checked="" type="checkbox"/> AR CONDICIONADO/VENTILAÇÃO	<input type="checkbox"/> OUTROS: ACÚSTICA
DESCRIÇÃO	
<p><u>Ar Condicionado:</u></p> <p>Encaminhamento ar externo e água gelada do G1 à Área Técnica. Difusores reserva. Encaminhamento dutos – provador G1</p> <p>Pranchas revisadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • RNR-466-CAP-ARC-013-PRANCHA 001 • RNR-466-CAP-ARC-013-PRANCHA 101 • RNR-466-CAP-ARC-013-PRANCHA 102 	

Fonte: documentos internos da empresa.

Algumas vezes, essas requisições de informação podem acabar mostrando que alguns padrões dos projetos devem ser alterados, seja por verem que provocarão melhorias nos futuros projetos, seja por troca de materiais que já saíram de fabricação, por exemplo. A partir disso, deve ser gerado outro documento: Guia de Alterações de Diretrizes (GAD). Esse documento tem o objetivo de formalizar as respostas de cada RFI com o efeito de retornar a todos os escritórios as mudanças nas NOVAS Diretrizes do projeto aprovado pela empresa. Sempre que o DAE retornar uma RFI (referente aos padrões) ou emitir uma GAD, esses documentos serão repassados para todos os escritórios.

Figura 31 - Guia de Alteração de Diretriz (GAD) exemplo

DISCIPLINA:	
<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITETURA	<input type="checkbox"/> PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO
<input type="checkbox"/> FUNDAÇÕES E ESTRUTURA	<input type="checkbox"/> HIDROSSANITÁRIO
<input type="checkbox"/> INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	<input type="checkbox"/> SISTEMA DE SEGURANÇA
<input type="checkbox"/> TI/SISTEMAS ELETRÔNICOS/TELEFONIA	<input type="checkbox"/> COMUNICAÇÃO VISUAL
<input type="checkbox"/> AR CONDICIONADO/VENTILAÇÃO	<input type="checkbox"/> OUTROS
APLICAÇÃO	
<input checked="" type="checkbox"/> EM TODOS NOVOS PROJETOS	
<input type="checkbox"/> EM TODOS PROJETOS INDEPENDENTE DA FASE	
<input checked="" type="checkbox"/> EM TODAS AS CONSTRUÇÕES NOVAS	
<input type="checkbox"/> EM TODAS CONSTRUÇÕES INDEPENDENTE DA FASE	
MOTIVO DA GAD:	
Alteração padrão cliente interno	
DIRETRIZ	
PAINÉIS PERFURADOS DO ESTOQUE	
Os painéis perfurados que são previstos nos estoques estão descontinuados, de forma que não deverão mais ser previstos em projeto. Para as Sala de Fechamento de Caixa e Produtos controlados os mesmos permanecem.	
Todas as lojas que irão inaugurar a partir de 2020 deverão seguir esta nova premissa.	

Fonte: documentos internos da empresa

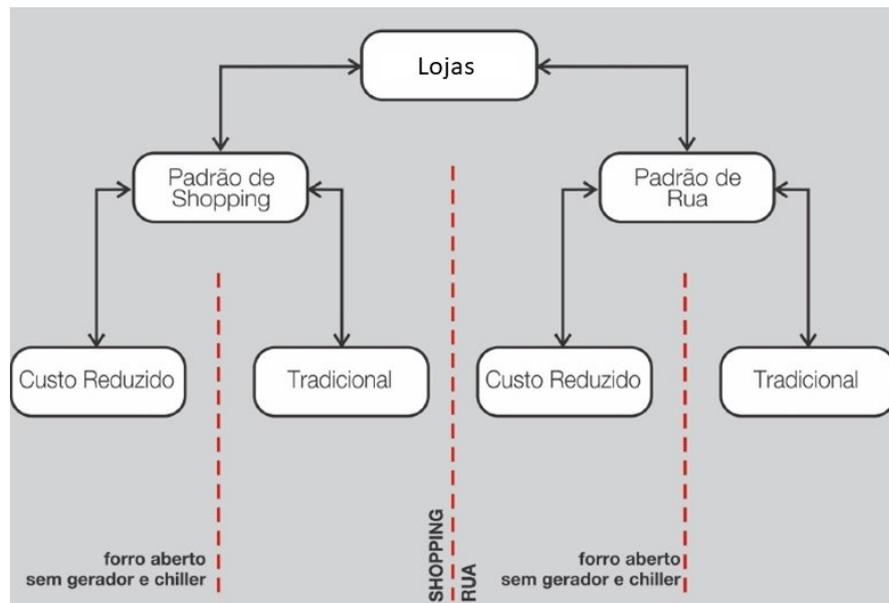
5.2.2 Descrição geral dos empreendimentos analisados

Após realizar a análise e o mapeamento dos processos utilizados pela empresa, percebeu-se que as RFIs de obras já executadas e finalizadas poderiam ser um caminho para mostrar onde estariam os maiores problemas geradores de custos extras da obra e do projeto.

A empresa tem dois padrões de lojas: Padrão Loja de Rua e Padrão Loja de Shopping, subdivididos em Custo Reduzido e Tradicional, conforme Figura 32. Para que fosse feita uma análise mais substancial e como os empreendimentos possuem custos e padrões diferentes, foram selecionados seis empreendimentos, sendo dois empreendimentos de Loja de Rua e quatro empreendimentos de Loja de Shopping, dentre as quais apresentaram Custos Extras elevadíssimos.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Figura 32 - Modelos de lojas da empresa



Fonte: Manual de projetos internos da Empresa

Empreendimentos de Loja de Shopping:

- I. Loja 483 – Custo Reduzido, com 1.814,36m², apresentou um total de 30 RFIs e custos extras com 5,34% além do valor orçado;
- II. Loja 488 – Custo Reduzido, com 1.828,00m², apresentou um total de 22 RFIs e custos extras com 9,81% além do valor orçado;
- III. Loja 494 – Custo Reduzido, com 1.355,52m², apresentou um total de 32 RFIs e custos extras com 6,98% além do valor orçado.
- IV. Loja 495 – Custo Reduzido, com 2.040,00m², apresentou um total de 29 RFIs e custos extras com 3,73% além do valor orçado;

Empreendimentos de Loja de Rua:

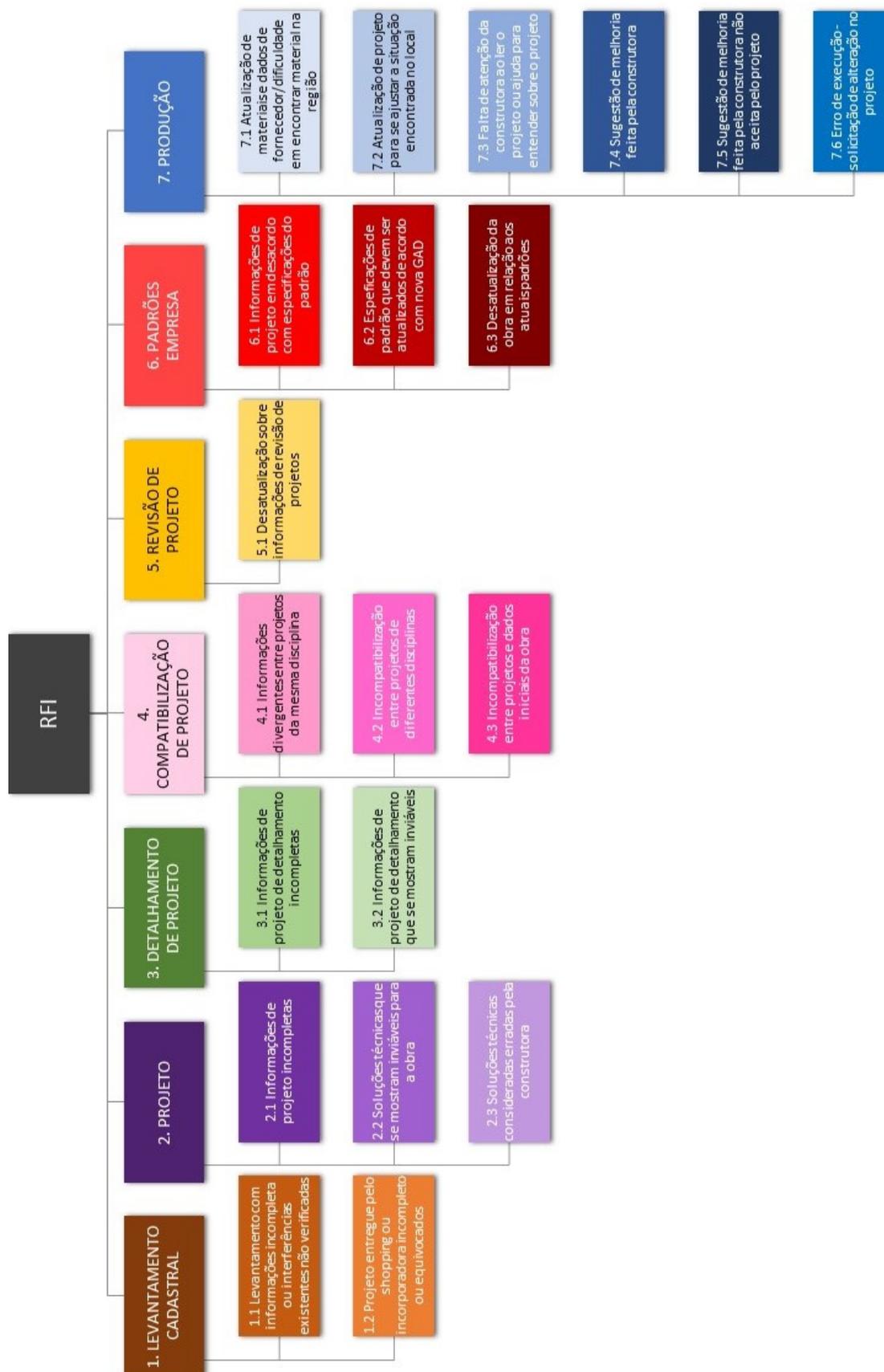
- I. Loja 481 - Custo Reduzido, com 1.807,00m², apresentou um total de 68 RFIs e custos extras com 25,09% além do valor orçado;
- II. Loja 485 – Custo Reduzido, com 1.710,00m², apresentou um total de 42 RFIs e custos extras com 55,98% além do valor orçado.

5.2.3 Categorização das causas raízes e validação

Com a intenção de se descobrir as causas raízes dos problemas encontrados nas obras, foi feita uma análise de todas as RFIs geradas por cada obra analisada. Para essa análise, os dados foram sendo inseridos em um banco de dados dividido nos seguintes itens: número da obra, nome, tipologia da obra, disciplina envolvida, dúvida e solução.

Assim, tendo uma visão geral das dúvidas surgidas pelas construtoras e das soluções vindas dos projetistas, conseguiu-se dividir as RFIs em sete categorias referentes à: levantamento cadastral, projeto, detalhamento de projeto, compatibilização de projeto, revisão de projeto, padrões empresa e produção. Conforme visto na Figura 31, as categorias foram desenhadas em forma de árvore para mostrar a categoria e, logo abaixo, as suas subcategorias. Nessa figura as categorias e suas subcategorias foram postas com cores diferentes para facilitar a análise e diferenciação entre elas.

Figura 33 - Categorização das causas raízes RFIs

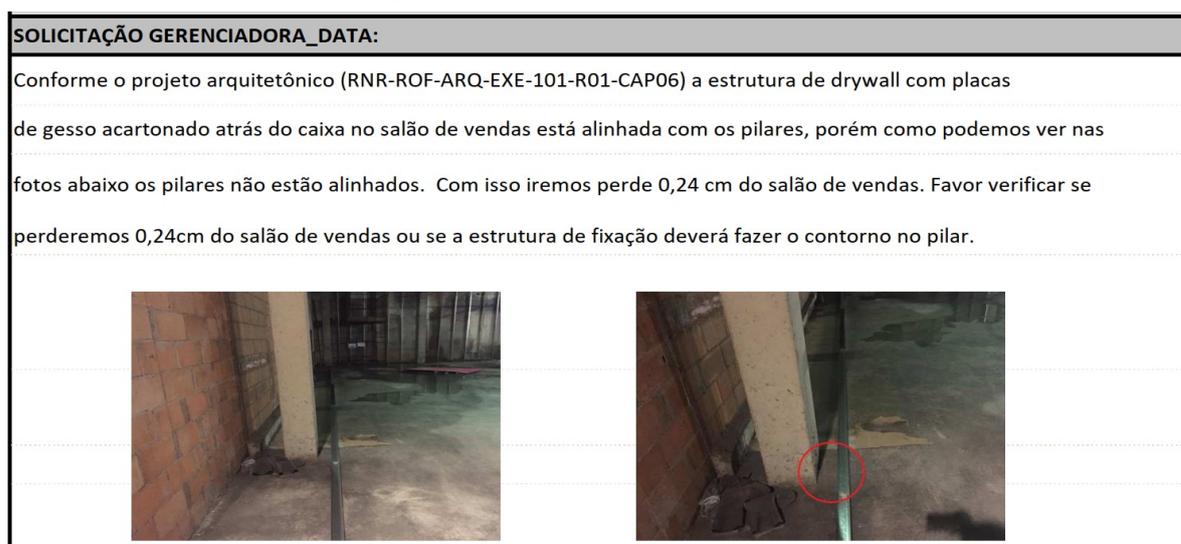


Fonte: a autora

Para o item **1. Levantamento Cadastral**, verificou-se que havia falhas nos projetos a respeito de informações dos levantamentos dos locais, sendo sua grande maioria com pré-existências em shoppings e nas lojas de rua. Porém, também foram encontradas falhas de informações de projetos vindos das construtoras dos shoppings, já que eles estavam ainda em construção e o levantamento feito pelo projetista ainda não seria possível. Por isso, dividiu-se o levantamento em duas subcategorias: 1.1 Levantamento com informações incompletas ou interferências existentes não verificadas; 1.2 Projeto entregue pelo shopping ou incorporadora incompletos ou equivocados.

No exemplo da Figura 35, categorizada como 1.1, pode-se ver que, pelo levantamento feito inicialmente pelo projetista, não existia essa diferença comentada de 24cm, por isso, esse levantamento foi categorizado como 1.1 por possuir interferências existentes não verificadas.

Figura 34 - Exemplo RFI categorizada como 1.1



Fonte: documentos internos da empresa.

Para o item **2. Projeto** foram considerados os questionamentos a respeito dos projetos de uma maneira mais geral. Foram encontrados alguns questionamentos a respeito da falta de informações em projetos ou, então, soluções técnicas sugeridas em projeto as quais a construtora não considera correta, ou, então, que são inviáveis para aquela obra. Por isso, esse item foi subdividido em 2.1 Informações de projeto incompletas, 2.2 Soluções técnicas que se mostram inviáveis para a obra e 2.3 Soluções técnicas consideradas erradas pela construtora.

No exemplo da Figura 35 - Exemplo RFI categorizada como 2.1, o questionamento foi categorizado como informações incompletas de projeto pois estavam faltando as informações

dos detectores. Na resposta do projetista foi confirmado que seria colocado e, assim, foi gerada uma nova CAP para ajustar o projeto.

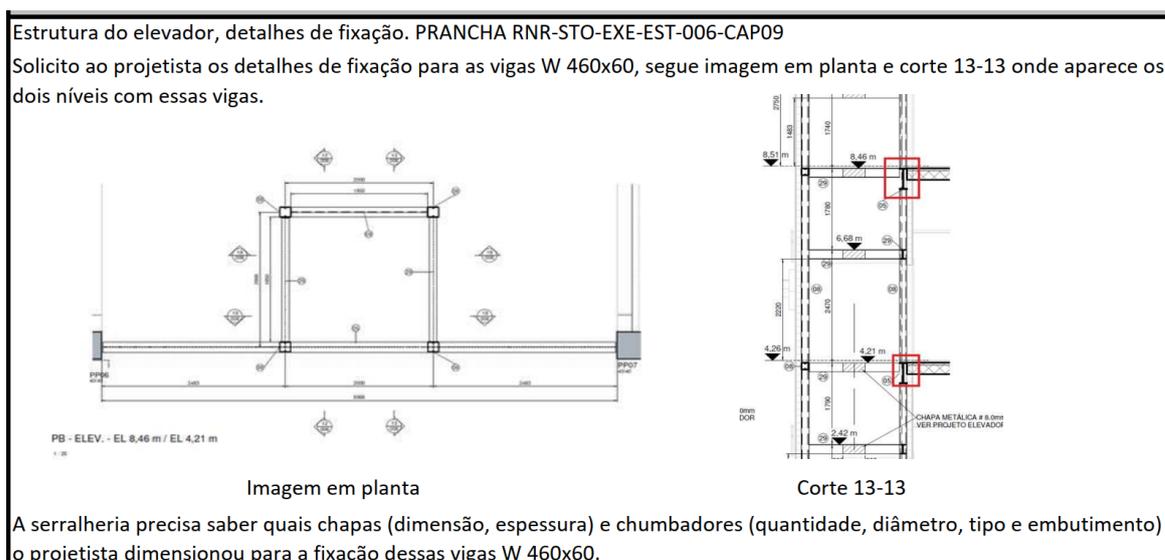
Figura 35 - Exemplo RFI categorizada como 2.1



Fonte: documentos internos da empresa

Já o item **3. Detalhamento de projeto** foi criado pois os projetos gerais de detalhamentos apresentam níveis diferentes de problemas ou falta de informação. Esse item também foi dividido em dois subitens, que são: 3.1 Informações de projeto de detalhamento incompletas e 3.2 Informações de projeto de detalhamento que se mostram inviáveis. Alguns questionamentos mostraram que a informação só estava incompleta e outros mostravam que do jeito que estava detalhado não seria possível ou adequada a sua execução. Na Figura 37, vê-se que realmente só faltavam informações no detalhamento das vigas do projeto estrutural.

Figura 36 – RFI exemplo categoria 3.1



Fonte: documentos internos da empresa

Em relação ao item **4. Compatibilização de Projeto**, percebeu-se ser um item importante, pois marcava bem as inconsistências entre as diversas disciplinas de projeto. Contudo, essa categoria foi subdividida para que se pudesse identificar quando as inconsistências ocorriam entre diferentes disciplinas, ou, até mesmo, dentro da mesma disciplina em pranchas diferentes. A terceira subcategoria se refere às inconsistências entre os projetos e os padrões ou dados iniciais da obra vindos do setor de Expansão. Foram nomeadas 4.1 Informações divergentes entre projetos da mesma disciplina; 4.2 Incompatibilização entre projetos de diferentes disciplinas; 4.3 Incompatibilização entre projetos e dados iniciais da obra. Na Figura 37 vê-se um exemplo de RFI feita com divergências entre os projetos de Arquitetura e Ar condicionado.

Figura 37 – RFI exemplo categoria 4.2

DISCIPLINA				
<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITETURA	<input checked="" type="checkbox"/> AR-CONDICIONADO	<input type="checkbox"/> DADOS / LÓGICA / TELEFONIA	<input type="checkbox"/> SISTEMAS DE SEGURANÇA	<input type="checkbox"/> OUTROS
<input type="checkbox"/> ESTRUTURA	<input type="checkbox"/> ELÉTRICA	<input type="checkbox"/> PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	<input type="checkbox"/> HIDROSSANITÁRIO	<input type="checkbox"/> SONORIZAÇÃO
SOLICITAÇÃO GERENCIADORA_DATA:				
No arquitetônico (RNR-ROF-ARQ-EXE-709-R01), construtora questiona que as portas PM9 e PM4 não estão compatibilizada com as portas do projeto de ar condicionado (RNR-ROF-EXE-ARC-101-CAP17). Segue abaixo as dúvidas.				
- Porta PM4 no projeto de arquitetura não está considerando grelha, e no de ar condicionado sim.				
Devemos considerar grelha ? Caso sim, qual a dimensão ?				
- Porta PM9 no projeto de arquitetura temos uma grelha de 50x30 e no projeto de ar condicionado uma grelha de 50x80. Qual devemos considerar ?				

Fonte: documentos internos da empresa

Para o item **5. Revisão de Projeto** foram consideradas as RFIs que faziam solicitação de informações referentes a projetos que já haviam sido atualizados, porém ainda não repassados para a construtora, demonstrando uma falta de atualização constante dos projetos. Esse item ficou apenas com uma subcategoria: 5.1 Desatualização sobre informações de revisão de projetos. Na Figura 38 vê-se um exemplo de questionamento a respeito de acabamentos dos revestimentos, porém, na resposta vista na Figura 39, vemos que na realidade essa informação não consta atualizada em projeto, pois havia sido emitida uma nova CAP que a construtora não havia recebido.

Figura 38 - RFI exemplo categoria 5.1

DISCIPLINA				
<input checked="" type="checkbox"/> ARQUITETURA	<input type="checkbox"/> AR-CONDICIONADO	<input type="checkbox"/> DADOS / LÓGICA / TELEFONIA	<input type="checkbox"/> SISTEMAS DE SEGURANÇA	<input type="checkbox"/> OUTROS
<input type="checkbox"/> ESTRUTURA	<input type="checkbox"/> ELÉTRICA	<input type="checkbox"/> PREVENÇÃO DE INCÊNDIO	<input type="checkbox"/> HIDROSSANITÁRIO	<input type="checkbox"/> SONORIZAÇÃO
Revestimento da fachada. Prancha RNR-485-EXE-ARQ-601-CAP07 A construtora solicita ao projetista a definição, e se possível a confirmação prévia se estes itens serão de fornecimento da Portinari assim como demais revestimentos. Segue em anexo e-mail da construtora solicitando.				
26	PAINÉIS CERÂMICOS COM PADRÃO DA SERIGRAFIA RENNER A SER ESTUDADO			

Fonte: documentos internos da empresa

Figura 39 - RFI exemplo categoria 5.1 resposta

RESPOSTA PROJETISTA_DATA: VZ&CO_18/10/2019
Em função das indefinições com fornecedores da viabilidade de fabricar peças cerâmicas com padrão de grafismo para a Renner, e pelos prazos apertados até a inauguração, optou-se nesta loja por utilizar este revestimento em textura, conforme o especificado na CAP18.

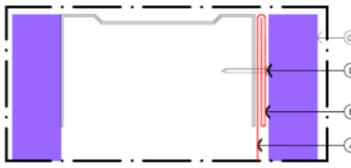
Fonte: documentos internos da empresa

O item **6. Padrões Empresa** é um item bem específico dessa empresa, pois ela possui obras repetitivas e com padrões a serem seguidos. Os padrões são repassados aos projetistas e às construtoras antes do início de cada empreendimento, porém eles sofrem atualizações constantes, as quais são documentadas em suas GAD, o que pode gerar desencontro de informações e desatualizações, vindas tanto da construtora quanto dos projetistas. Por isso, esse item foi subdividido em três categorias: 6.1 Informações de projeto em desacordo com especificações do padrão, 6.2 Especificações de padrão que devem ser atualizados de acordo com a nova GAD, 6.3 Desatualização da obra em relação aos atuais padrões. Essas categorias diferenciam entre desatualizações vindas dos projetistas, da obra ou, até mesmo, do novo documento GAD gerado durante a obra e que foi informado aos projetistas para que atualizassem os projetos.

O item **7. Produção** se refere aos itens que tenham ligação direta com problemas ligados ao canteiro de obras e seus fornecedores. A primeira subcategoria refere-se aos materiais especificados em projeto que estavam fora de linha ou esgotados para o prazo da execução da obra, 7.1 Atualização de materiais e dados de fornecedor/dificuldade de encontrar material na região. Em alguns documentos foram encontrados simples questionamentos vindos da construtora para que o indicado em projeto fosse executado de uma forma diferente. A construtora entendia ser uma oportunidade de melhoria, com algumas dessas sugestões aceitas pelos projetistas e outras não, identificados na categoria 7.4 Sugestão de melhoria feita pela

construtora e 7.5 Sugestão de melhoria feita pela construtora não aceita pelo projeto, conforme exemplo mostrado na Figura 41.

Figura 40 - RFI exemplo da categoria 7.5

SOLICITAÇÃO GERENCIADORA_DATA: 21/02/19
RECEBEMOS A ORIENTAÇÃO PARA INSTALAR A MANTA RFID ENTRE O MONTANTE E A PLACA DE GESSO DA PAREDE DRY WALL CONTUDO, POR NÃO HAVER A POSSIBILIDADE DA EFICACIA DO ISOLAMENTO ELETROMAGNÉTICO E A NECESSIDADE DE DESMONTATEGM DE UMA PAREDE PRONTA E ACABADA PARA MELHORIA DO ISOLAMENTO ELTROMAGNÉTICO, SOLICITA-SE A APLICAÇÃO DA MANTA POR SOBRE O PAINEL DE GESSO DA PAREDE DRY WALL.
 <p>10 DETALHE "BAINHA" ESCALA: 1:1</p>
RESPOSTA PROJETISTA_DATA:
Executar conforme detalhamento.

Fonte: documentos internos da empresa.

Alguns questionamentos referiam-se às situações encontradas no local e que não poderiam ser previstas, pois exigiam uma compatibilização do projeto para se adequar, marcada na categoria 7.2 Atualização de projeto para se ajustar a situação encontrada no local, conforme Figura 41. Alguns questionamentos vinham por falta de atenção do colaborador antes de entender ou procurar bem no projeto, exemplificando a categoria 7.3 Falta de atenção da construtora ao ler o projeto ou ajuda para entender sobre o projeto. Porém, alguns outros questionamentos encontrados nos documentos mostraram que houve erro de execução na etapa anterior e, por isso, havia a necessidade de se alterar o projeto para que fosse compatibilizado com a nova situação do local, conforme a categoria 7.6 Erro de execução – solicitação de alteração no projeto.

Figura 41 - RFI exemplo categoria 7.2

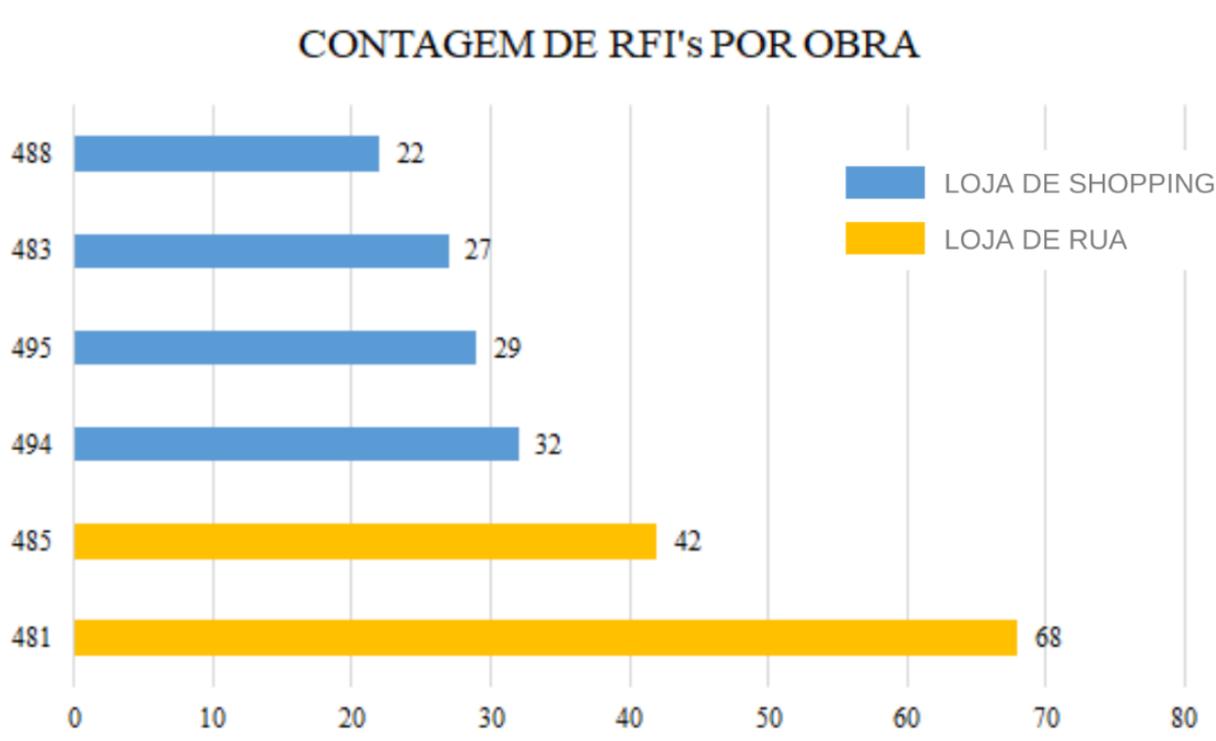


Fonte: documentos internos da empresa.

5.2.4 Análise dos dados dos empreendimentos analisados

Após realizadas as análises de cada documento e serem colocados no banco de dados, pode-se fazer algumas análises dos números encontrados e apresentados para a empresa. Como os empreendimentos foram divididos em Lojas de Rua e Lojas de Shopping, todos os dados também foram analisados separadamente. As obras com maiores números de quantidade de RFI são as Lojas de Rua, visto na Figura 42, sendo elas as obras 481 e 485 com maiores números, ou seja, 48 e 20 cada, e no total de 45 para as lojas 495, 483, 494 e 488, que são lojas de Shopping. Segundo os colaboradores da empresa, as lojas de shopping possuem um padrão mais estabelecido para os projetos, sendo somente necessário realizar intervenções dentro dos espaços destinados às lojas nos shoppings, que, entre elas, apresentam padrões de construção. Enquanto isso, as lojas de rua ficam em edificações que inicialmente não são destinadas a empreendimentos comerciais ou com padrões diferentes dos encontrados nos shoppings, cada um com suas diferenças. Por isso, os números maiores das quantidades de RFI justificam a sua concentração nas lojas de Rua.

Figura 42 - Contagem de RFI por empreendimento

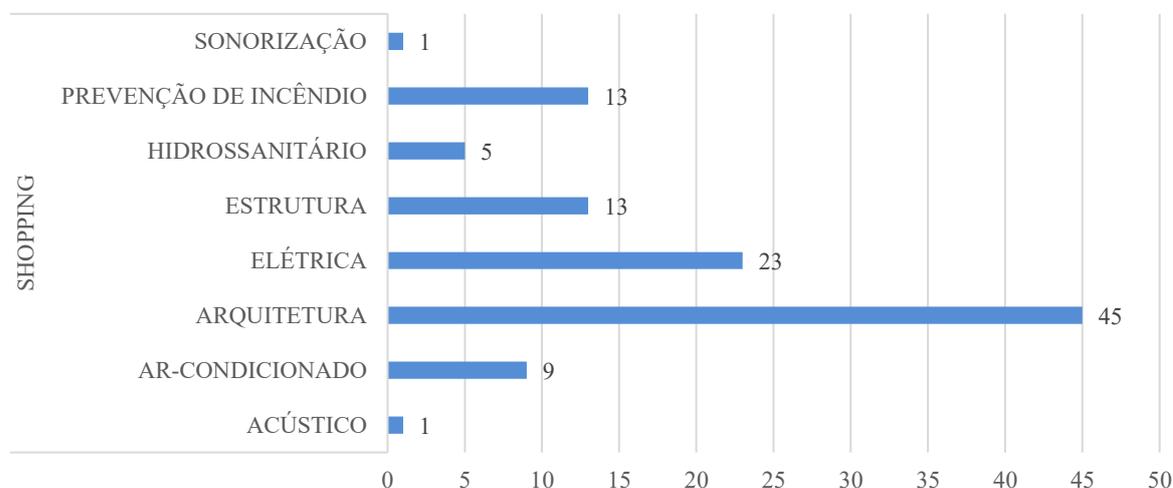


Fonte: a autora.

Já em relação à quantidade de RFI ligada à cada disciplina, com base somente nos empreendimentos de Loja de Shopping, percebeu-se que a grande concentradora de problemas é a disciplina de Arquitetura, responsável por fazer o gerenciamento de todas as informações e projetos, inclusive por realizar a compatibilização de todos eles. A segunda disciplina com maiores números é a de Elétrica, seguida pela Estrutura e Prevenção de Incêndio, que representa os projetos com maiores interferências e detalhes. Esses empreendimentos apresentam altas quantidades diferentes de pontos elétricos e iluminação para atender à demanda de funcionamento da loja. Já em relação à disciplina de Incêndio, nota-se que os empreendimentos localizados dentro de shoppings exigem também maiores detalhes a serem atendidos em relação às exigências dos edifícios. Sobre a disciplina de Estrutura, revela-se que as estruturas encontradas dentro dos espaços dos shoppings devem ser alteradas para que sirvam às exigências do programa das lojas da empresa.

Figura 43 - Contagem de RFI por disciplina - Lojas de Shopping

Contagem de RFI por disciplina - Lojas de Shopping

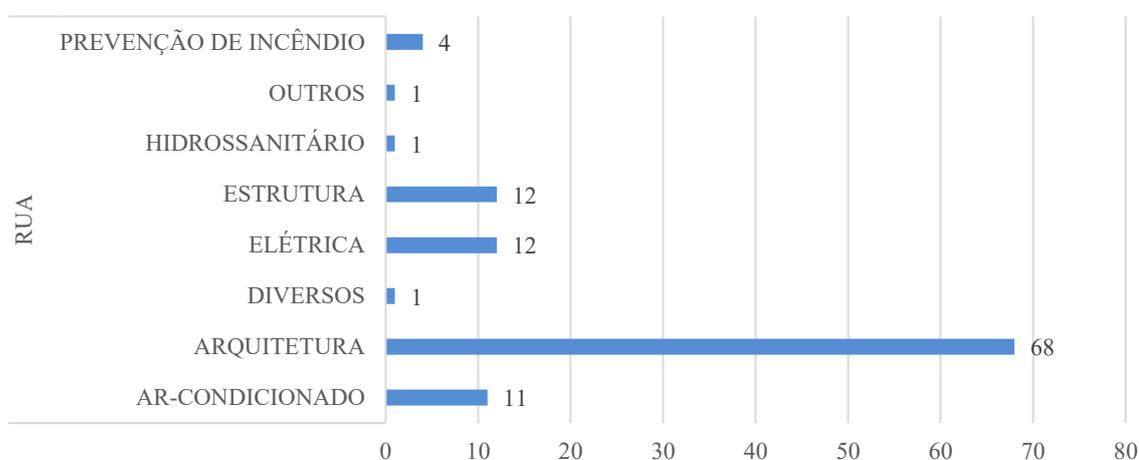


Fonte: a autora.

Comparando-se essa contagem com as lojas de Rua, vê-se que a disciplina de arquitetura continua com maiores números, seguida novamente pela disciplina de Elétrica e Estrutura, porém a disciplina de Prevenção de Incêndio já diminui seus números. Isso ocorre devido ao fato de que as lojas de Rua possuem menos exigências para atender às demandas de prevenção de incêndio. Porém, aumentou-se a quantidade de RFIs relacionadas à disciplina de Ar condicionado, já que essa disciplina possui menos interferência nas lojas de shopping por estas possuírem infraestruturas preexistentes.

Figura 44 - Contagem de RFI por disciplina - Lojas de Rua

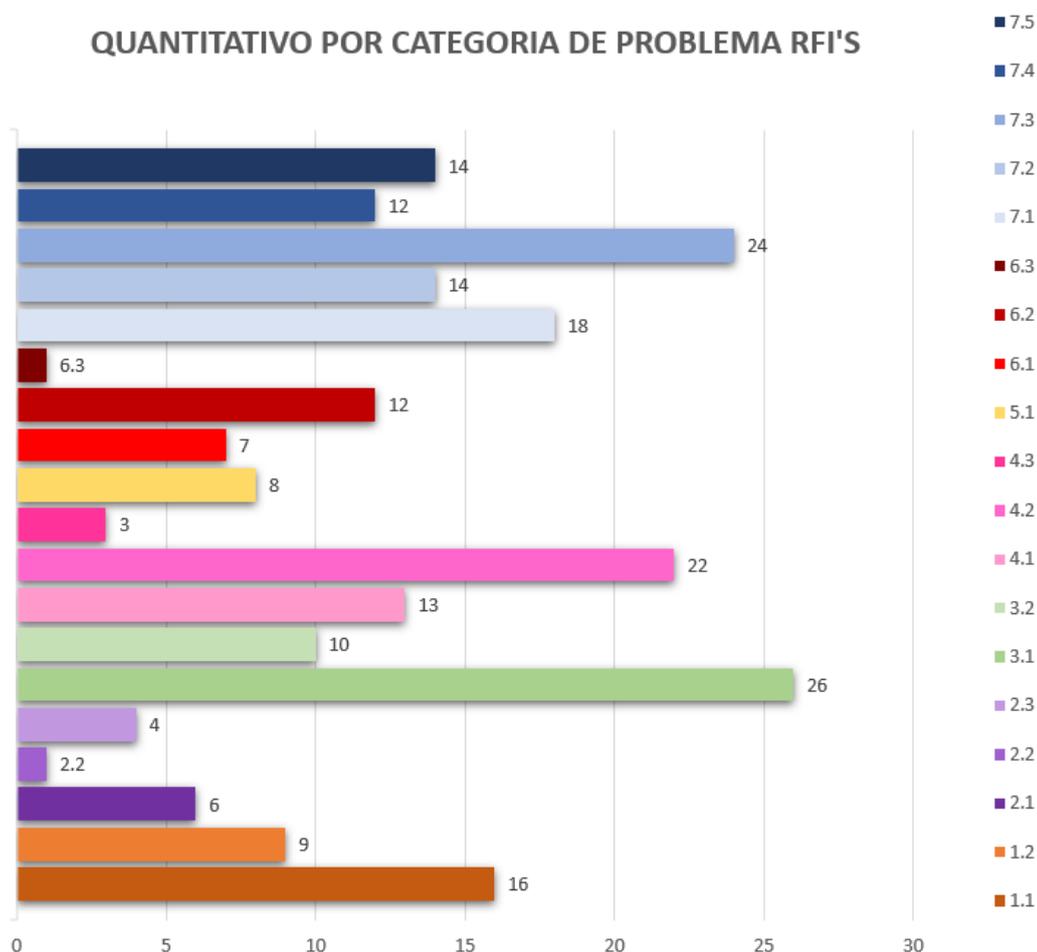
Contagem de RFI por disciplina - Lojas de Rua



Fonte: a autora.

Em uma análise das categorias dos problemas das RFIs, olhou-se, inicialmente, para os números totais, desconsiderando a diferença entre lojas de rua e de shopping, para, posteriormente, serem analisados separadamente (Figura 46).

Figura 45 - Quantitativo de RFIs por categoria



Fonte: a autora

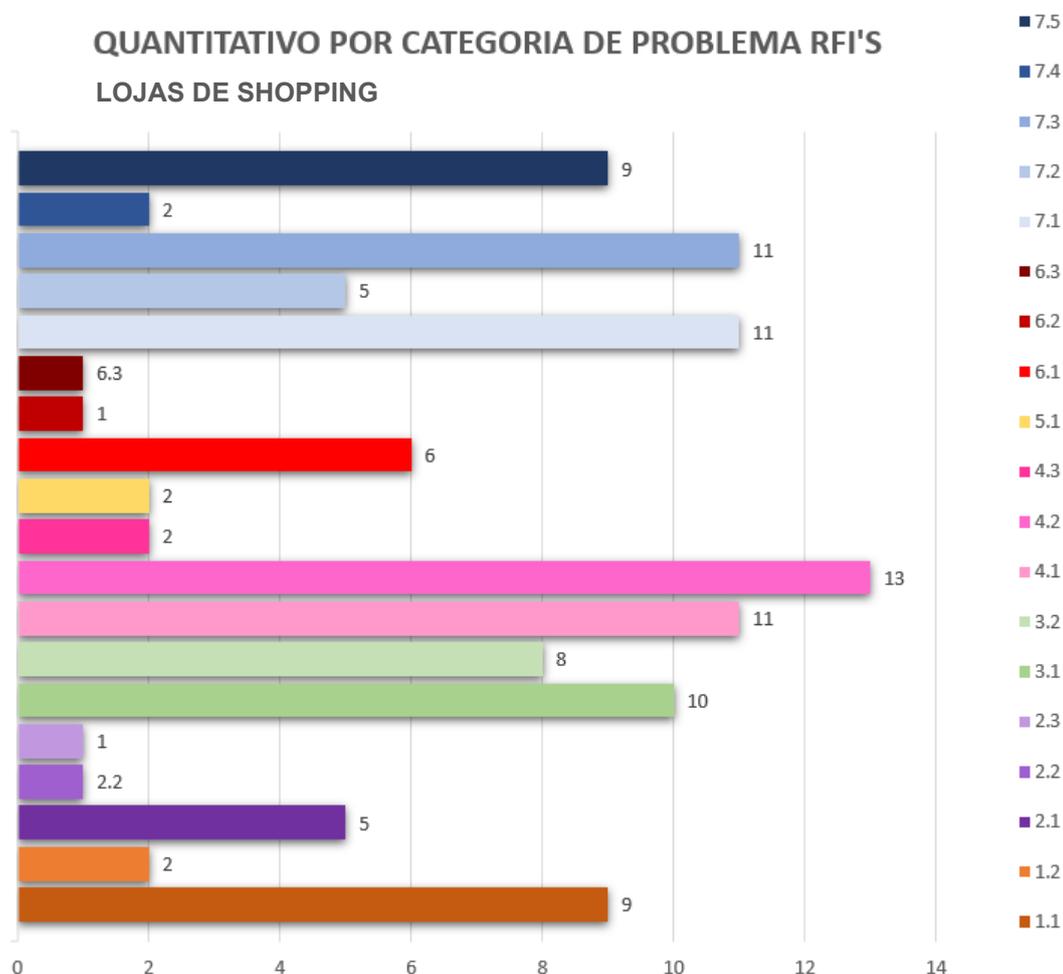
Analisando-se os quantitativos totais, percebeu-se que, apesar de nas entrevistas o maior problema apresentado pelos colaboradores sobre os custos extras das obras surgirem devido à falta de levantamentos, o maior número de RFIs apresentado foi categorizado como 3.1 Informações de projeto de detalhamento incompletas, com um total de 26 (Figura 45). Em relação à falta de levantamento cadastral do espaço, encontrou-se um total de 16 RFIs. O item 7. Produção foi o que apresentou o maior total, somando-se suas subcategorias com 82 RFIs relativas aos problemas encontrados na Produção.

Analisando os totais relacionados somente às Lojas de Shopping, os maiores totais se referem aos itens 4.2 Incompatibilização entre projetos de diferentes disciplinas e, logo após, 4.1

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Informações divergentes entre projetos da mesma disciplina, 7.1 Atualização de materiais e dados de fornecedor/dificuldade em encontrar material na região, junto com 7.3 Falta de atenção da construtora ao ler o projeto ou ajuda para entender sobre o projeto (Figura 46).

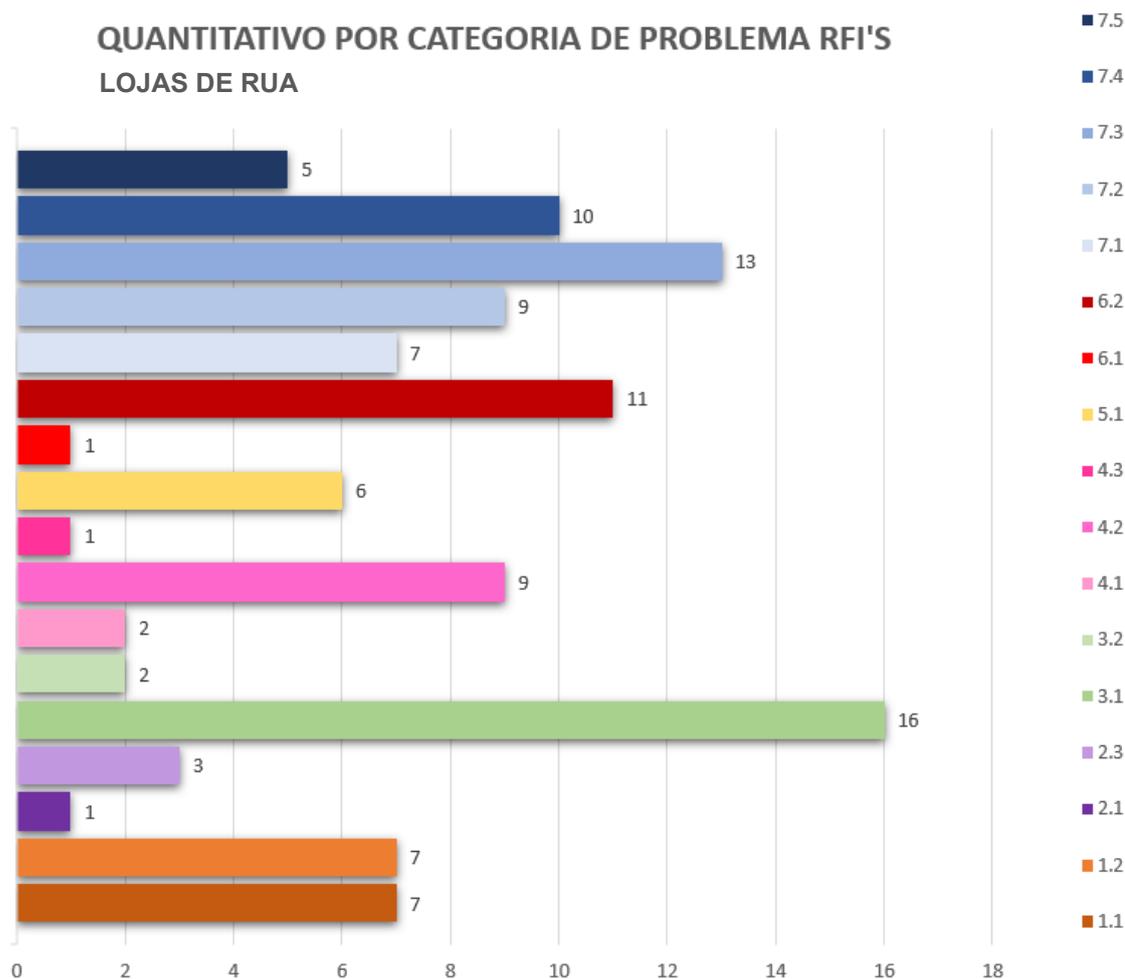
Figura 46 - Quantitativo de RFI por categoria em Lojas de Shopping



Fonte: a autora

Para as lojas de Rua, esses números mudam, pois as maiores quantidades estão relacionadas aos itens 3.1 Informações de projeto de detalhamento incompletas e, depois, aos itens relacionados à categoria 7. Produção, que se divide entre todas as subcategorias. Como as lojas de Rua possuem um número maior de RFI nos seus totais em relação às lojas de Shopping, entende-se o porquê da tendência de os gráficos totais apresentarem os maiores números relacionados aos itens 3.1 e 7.

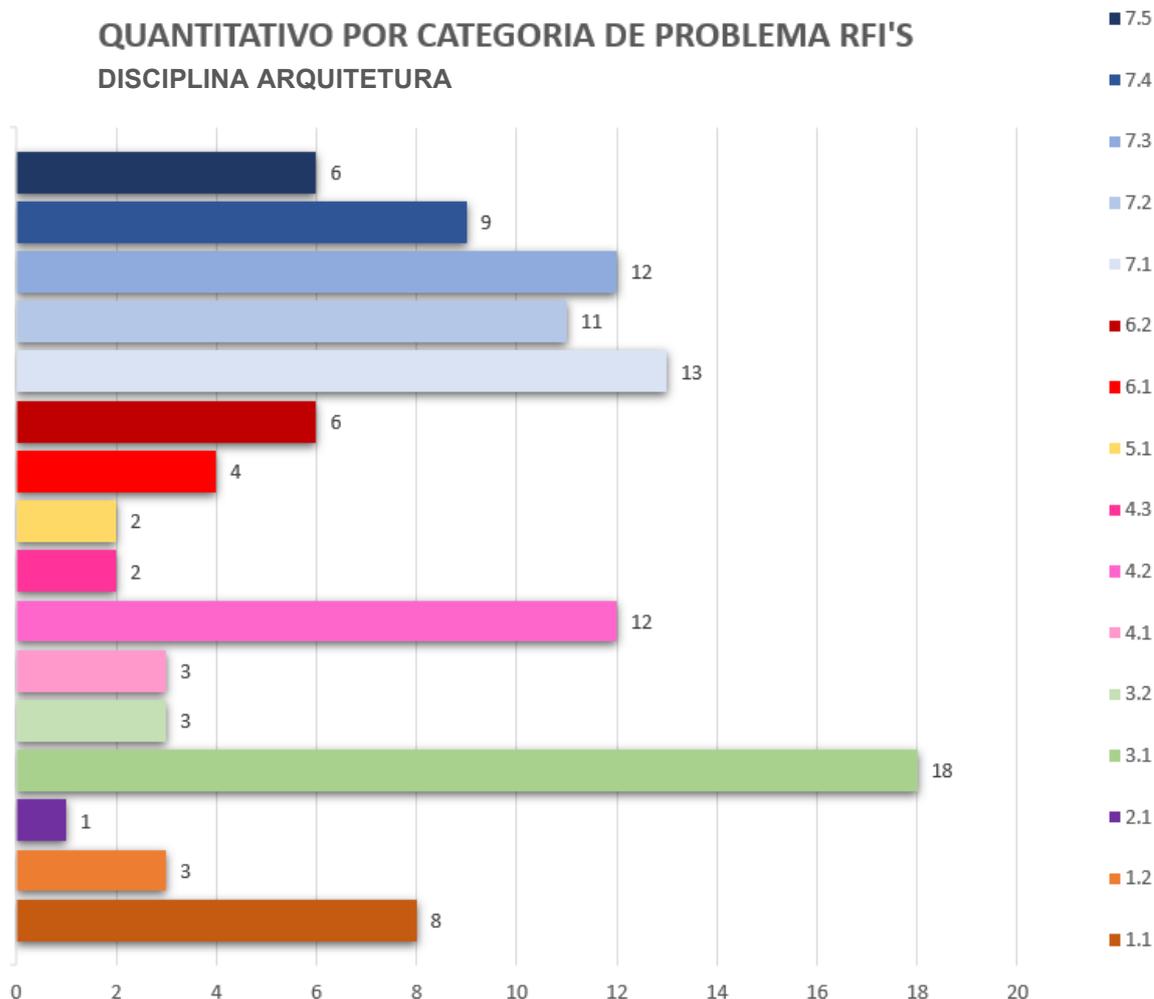
Figura 47 - Quantitativo de RFI por categoria em Lojas de Rua



Fonte: a autora.

Como a disciplina de Arquitetura foi a que apresentou maior incidência nas RFIs, é importante entender em quais categorias essas RFIs se enquadravam de modo a conseguir analisar melhor o que estava faltando nos projetos de arquitetura. Viu-se que o item 3.1 Informações de projeto de detalhamento incompletas segue sendo o item com maior incidência, o que demonstra que as informações de projeto realmente estão chegando até a fase de obras incompletas (Figura 48). A categoria referente à Produção também apresentou grande volume de RFIs, mas ainda assim ressalta-se que o item 4.2 Incompatibilização entre projetos de diferentes disciplinas apresentou um volume alto de RFIs, demonstrando também que a disciplina de Arquitetura, responsável pela compatibilização dos projetos, deve tomar mais atenção sobre esse quesito.

Figura 48 - Quantitativo de RFI por categoria - Disciplina de Arquitetura



Fonte: a autora

5.2.5 Síntese dos resultados da Fase 2

O mapa de processos desenvolvido permite que a equipe compreenda o processo BIM geral, identifique as trocas de informações que serão compartilhadas entre várias partes e defina claramente os vários processos a serem realizados para os usos do BIM, podendo-se compreender como o processo de desenvolvimento do projeto se inicia e finaliza (THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2010). Por isso, nessa fase, começou-se a entender e desenvolver o desenho dos mapas dos processos já existentes na empresa. Encontrou-se, assim, o processo de desenvolvimento de projeto, no qual os colaboradores internos da empresa têm participações pontuais, e o processo de Requisição da Informação vindo das construtoras, no qual os colaboradores da empresa fazem apenas um acompanhamento e verificação dos conteúdos. Esses mapas de processo poderão servir de base para a identificação de outros

tópicos de implementação importantes, incluindo estrutura de contrato, requisitos de entrega BIM, infraestrutura de tecnologia da informação e critérios de seleção para futuros membros da equipe (THE COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH GROUP THE PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2010).

A partir do mapeamento dos processos, principalmente em relação aos processos de requisição de informação das obras para os projetistas, enxergou-se uma oportunidade para poder encontrar as causas raízes dos problemas de custos extras encontrados na Fase 1 dessa pesquisa. A partir dos questionamentos vindos das construtoras é que são feitas as alterações dos projetos que podem ou não ocasionar custos extras aos orçamentos dos empreendimentos. A análise feita nos documentos das RFIs possibilitou encontrar um padrão de problemas, os quais também tinham um padrão de suas causas raízes, com o qual foi possível gerar a categorização na árvore apresentada.

Na análise dos dados quantitativos, percebeu-se que a grande quantidade de questionamentos era direcionada à disciplina de arquitetura, que são os responsáveis também por gerenciar a informação vinda de todas as outras disciplinas e seus projetistas. Com essa categorização será possível rastrear as causas raízes dos problemas e retirar dali os requisitos para o desenvolvimento dos projetos, vindos das obras. Uma grande quantidade de RFIs vinha com questionamentos sobre informações de projeto ou detalhamento de projetos, o que demonstra que as informações de projeto devem estar mais detalhadas pelos projetistas. Assim, essas informações de detalhamento poderão ser recorrentes, tornando-se requisitos de informação para futuros projetos.

Identificou-se também que as obras de Lojas de Rua foram as que apresentaram maiores números em relação às RFIs. O motivo para isso seria porque essas obras não têm um padrão tão bem estabelecido para a sua construção, já que são realizadas cada uma em uma edificação preexistente, com características individuais diferentes. As informações sobre os requisitos para o empreendimento precisam ser gerenciadas em todas as fases do ciclo de vida e entre todas as partes interessadas (por exemplo, entre construtores, proprietários das edificações e projetistas) (SRINIVASAN; DHIVYA, 2020). No decorrer da pesquisa, notou-se que as construtoras e os gerenciadores eram envolvidos no processo somente no momento da sua contratação, que ocorre no início da obra. Assim, seus requisitos de informação não são levados em consideração no momento da elaboração dos projetos.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

Nesses projetos de loja, gerenciados e contratados pelo DAE, torna-se mais fácil atender aos requisitos do cliente, pois eles, que são os clientes, estão envolvidos desde o início do processo e seguem envolvidos durante todas as fases de execução do empreendimento. Os requisitos do cliente final vêm diretamente de outro setor responsável da empresa que os repassa para os colaboradores do DAE. Porém, nas entrevistas feitas e nas análises de documentos, identificou-se que os demais requisitos necessários para o desenvolvimento de projetos, como os dos construtores ou, até mesmo, dos outros projetistas, não são uma preocupação do DAE. Nas entrevistas realizadas com os projetistas parceiros da empresa foi verificado que a empresa possuía uma grande quantidade de documentos com diretrizes a serem seguidas, e que esses documentos, muitas vezes, não se encontravam atualizados e compatibilizados. Verificou-se uma grande necessidade de organização e compatibilização desses documentos, mas, principalmente, uma compilação dos assuntos e informações.

Todos esses dados foram apresentados para as arquitetas do DAE responsáveis pelo projeto de implementação do BIM, além da consultora externa contratada para realizar o treinamento dos colaboradores, que deveriam aprender a utilizar a ferramenta Autodesk BIM 360. Nessa reunião de apresentação foi feita conjuntamente uma avaliação da categorização proposta.

Na análise dos dados, as arquitetas comentaram que apareceram poucos problemas de levantamento cadastral nos projetos analisados, porém acreditavam que isso tenha ocorrido porque, antes de iniciar as obras de algumas das lojas de shopping daquele ano, tinham sido refeitos o levantamento cadastral e a atualização nos projetos. Isso demonstra que esse problema já tinha sido identificado e que medidas para o ajustar estavam sendo tomadas.

Outro ponto comentado na reunião é que as arquitetas não tinham conhecimento de que existiam números tão grandes de falta de informação do projeto e de detalhamento do projeto. Essa lacuna demonstra que, sem essa categorização e avaliação, os problemas podem acabar não sendo identificados e tornarem-se recorrentes, gerando retrabalho e, possivelmente, custos extras para as obras.

Além disso, foi comentado em reunião que os problemas encontrados a partir da falta de compatibilização também não haviam sido identificados. A empresa de arquitetura contratada é a responsável pela realização da compatibilização dos projetos dos empreendimentos, porém não existe ainda nenhum procedimento de conferência da realização dessa compatibilização.

5.3 FASE 3

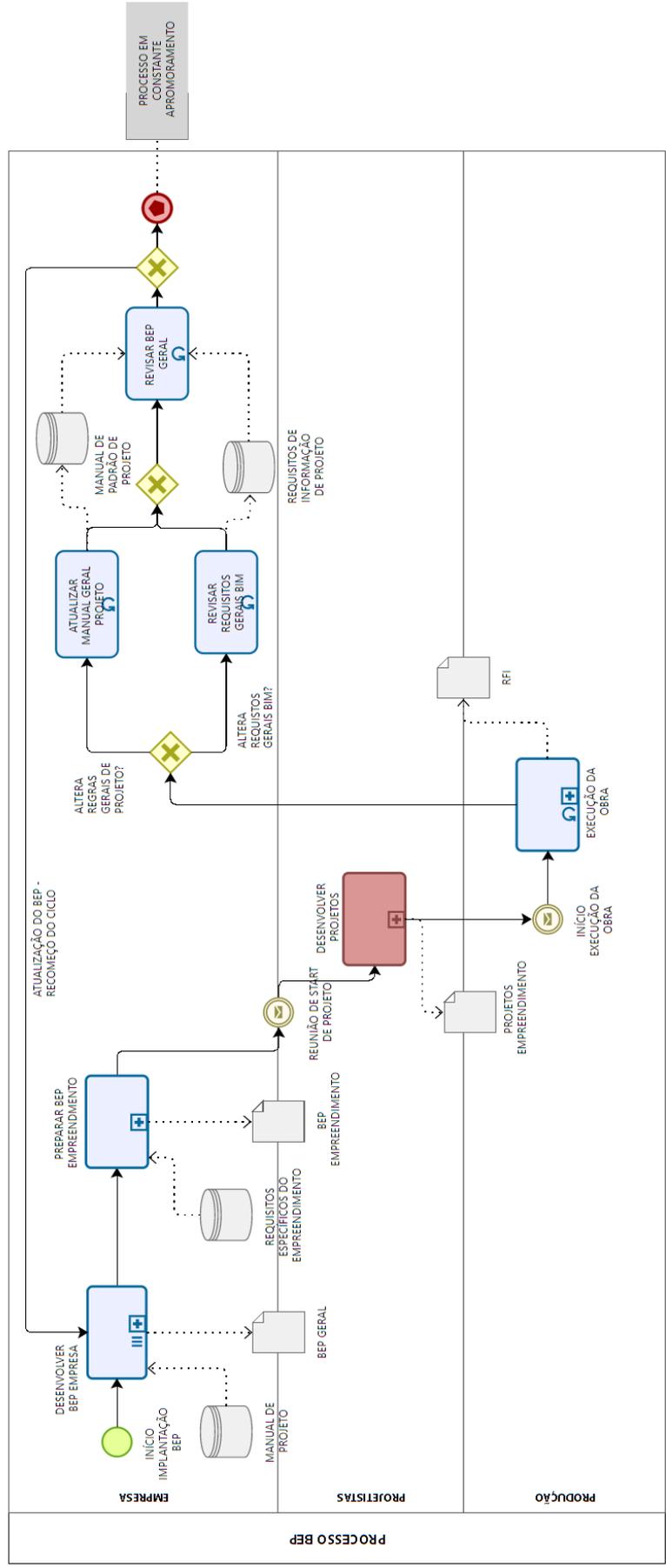
Este subcapítulo apresenta a proposta de um método para a incorporação dos requisitos emergentes da produção das obras no processo de projeto através da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (BEP). As soluções são avaliadas em relação à utilidade e aplicabilidade.

5.3.1 Artefato

A Figura 50 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o caminho principal do método para incorporação dos requisitos da produção das obras no processo de projeto através da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (BEP), o qual contém subprocessos dentro do processo macro. Esse processo principal indica o caminho a ser seguido inicialmente para desenvolver o BEP, indicando subprocessos com seus documentos exigidos e resultantes. Nesse método estão detalhados somente os processos necessários para a incorporação dos requisitos da produção das obras no desenvolvimento de projeto. A sequência a ser seguida no método deve ser iterativa, retornando sempre que necessário para as etapas anteriores, pois a melhoria contínua é fortemente dependente da observação e motivação do dia a dia da força de trabalho, evitando-se desperdícios associados à divisão de trabalho (KOSKELA, 1992). Nesse método, vê-se a integração entre a empresa, os projetistas e a produção das obras e como elas devem se relacionar em cada etapa de desenvolvimento do processo. Os subprocessos serão detalhados em uma próxima etapa. Nessa seção serão descritos os processos e subprocessos relevantes para esse método e pesquisa.

A partir da tomada de decisão de implantar o método através do BEP, inicia-se com o primeiro subprocesso “Desenvolver o BEP da Empresa”, que tem como requisitos os documentos de Manuais de Projeto e BIM existentes na empresa, desenvolvido pelos profissionais responsáveis dentro da empresa. A partir desse subprocesso será possível ter como produto o BEP Geral da Empresa, que servirá como base para os subprocessos seguintes e que será compartilhado com todos os projetistas. Esse BEP Geral terá todas as informações que sejam iguais a todos os empreendimentos, de acordo com os padrões da empresa.

Figura 49 - Método para incorporação dos requisitos da produção das obras no processo de projeto através da formulação de um protocolo para o Plano de Execução BIM (BEP)



Fonte: a autora.

A partir desse subprocesso, segue-se para o momento de concretizar os próximos empreendimentos a serem feitos pela empresa. Com os documentos do subprocesso prontos, inicia-se o subprocesso “Preparar o BEP do Empreendimento”, também desenvolvido pelos profissionais da empresa, porém com a colaboração externa tanto dos projetistas quanto dos fornecedores da produção da obra. Esse subprocesso terá como requisitos os documentos de contratação específicos do empreendimento, os quais virão do setor da empresa responsável pelos estudos de viabilidade e que informarão a área, local e demais detalhes específicos. Desse subprocesso resultará o documento do BEP do Empreendimento, que será compartilhado com todos os projetistas e com os fornecedores da produção. Nele constarão todos os dados necessários à elaboração dos projetos daquele empreendimento, com todos os seus requisitos tanto para o modelo BIM quanto para a produção da obra.

Na sequência, com os documentos BEP do Empreendimento e BEP Geral da Empresa, inicia-se o subprocesso “Desenvolver Projetos”, o qual é desenvolvido pelos projetistas com a fiscalização dos colaboradores internos da empresa. Essa etapa gera como resultado os projetos do empreendimento que serão disponibilizados para a produção das obras e, também, com acesso para a fiscalização, a qual será responsabilidade dos colaboradores internos da empresa.

Com os projetos do empreendimento disponibilizados, inicia-se o subprocesso de “Execução da Obra”, o qual é todo desenvolvido pela construtora e fornecedores da obra. Durante a execução das obras, se necessário, serão gerados documentos denominados Requisição de Informação (RFI), os quais serão enviados para os projetistas responsáveis. Nesse subprocesso, há a participação tanto da produção das obras quanto dos projetistas, além dos colaboradores da empresa, que terão interatividade ao longo do processo.

Esse é o momento de decisão com um ajuste da trajetória para o seguimento do processo, baseado em determinados elementos e condições quando algum colaborador da empresa deverá avaliar se essa RFI gerará algum tipo de alteração nos requisitos de modelagem BIM, ou se alterará algum tipo de padrão das obras da empresa. Dependendo da resposta, um tipo diferente de subprocesso será iniciado: ou se inicia a tarefa “Atualizar o Manual Geral de Projeto”, que será responsável por pegar os requisitos vindos das obras para alterações do padrão das obras da empresa, gerando como produto o Manual Padrão de Projeto da empresa atualizado; ou se inicia a tarefa “Revisar os requisitos Gerais BIM”, que fará as alterações dos requisitos dos

modelos BIM para os projetos, gerando como resultado os Requisitos de Informação de Projeto atualizado.

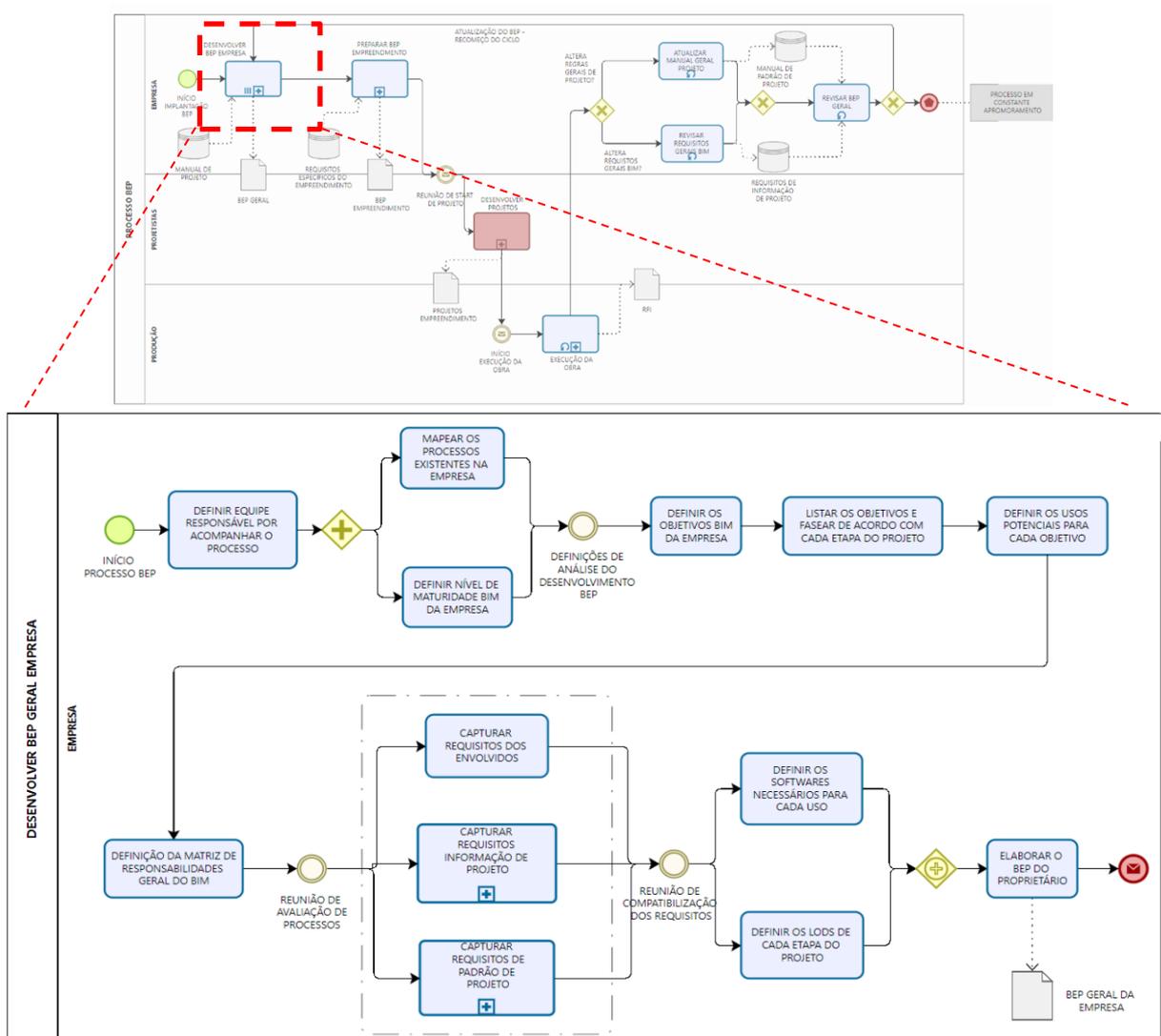
Ao finalizar o subprocesso anterior, independente de qual tenha sido o caminho percorrido, será necessário iniciar a tarefa “Revisar BEP Geral”, pois os requisitos anteriormente vistos são a base para a formulação do documento BEP Geral da Empresa. Essa tarefa deve ser refeita em todos os momentos que, a partir das dúvidas das obras, forem gerados novos requisitos e, principalmente, a cada novo empreendimento da empresa.

5.3.1.1 Desenvolver BEP Geral Empresa

Esse subprocesso (Figura 50) foi desenvolvido baseado no The Computer Integrated Construction Research Group The Pennsylvania State University (2010), que diz que, inicialmente, deve-se definir uma equipe responsável pela implementação do BIM e desenvolvimento do BEP. A partir desse momento, a equipe responsável poderá desenvolver duas atividades paralelas: mapear os processos existentes na empresa para o desenvolvimento de seus projetos de empreendimentos e definir o nível de maturidade BIM da empresa, de modo a entender quais os próximos passos a serem tomados.

Com base nessas atividades, ocorrerá um evento que fará as definições das análises feitas para o desenvolvimento do BEP. Nesse evento, a equipe responsável irá apresentar as informações coletadas para que, assim, todos os envolvidos consigam agrupar e analisar os dados levantados. Assim, pode-se iniciar a próxima tarefa, que é identificar os principais objetivos com o uso do BIM para o empreendimento. A equipe deve descrever as metas relacionadas ao BIM, listar os objetivos e fasear cada um deles de acordo com a etapa relacionada do projeto. Essas metas devem ser específicas, mensuráveis e se conectar com cada fase do empreendimento, tais como planejamento, projeto, construção, operações e manutenções da instalação. A partir dessa listagem, é possível realizar a definição dos usos potenciais capazes de gerar os resultados pretendidos para cada objetivo desejado. Em seguida, é definida a Matriz de Responsabilidades Gerais do BIM, assim como a disciplina que será responsável por desenhar qual etapa ou objeto do projeto irá modelar o quê (o autor BIM). O objetivo é garantir que todos os participantes estejam cientes das responsabilidades e oportunidades associadas à incorporação do BIM no projeto.

Figura 50 - Subprocesso Desenvolver BEP Geral Empresa



Fonte: a autora

Nesse momento é realizada uma reunião entre os participantes para o alinhamento dos resultados obtidos das tarefas anteriores e avaliação dos processos desenvolvidos, com o objetivo de verificar possíveis melhorias ainda a serem realizadas. A partir dessa reunião, são iniciadas as capturas dos requisitos em processos e atividade paralelas. Por intermédio da captura dos requisitos dos principais envolvidos nos projetos da empresa, os seus gestores serão ouvidos para elucidar quais são os principais pontos necessários para iniciar ou continuar o desenvolvimento de suas tarefas. Os subprocessos de Captura de Requisitos de Informações de Projeto e Captura de Requisitos de Padrão de Projeto são detalhados nesse método.

Nesse método, leva-se em consideração que o processo está em constante atualização. Por isso, inicialmente, o BEP da Empresa não terá muitos requisitos identificados, principalmente em relação aos subprocessos Captura de Requisitos de Informações de Projeto e Captura de

Requisitos de Padrão de Projeto, pois eles dependem de empreendimentos concluídos ou em andamento, com o processo já sendo executado.

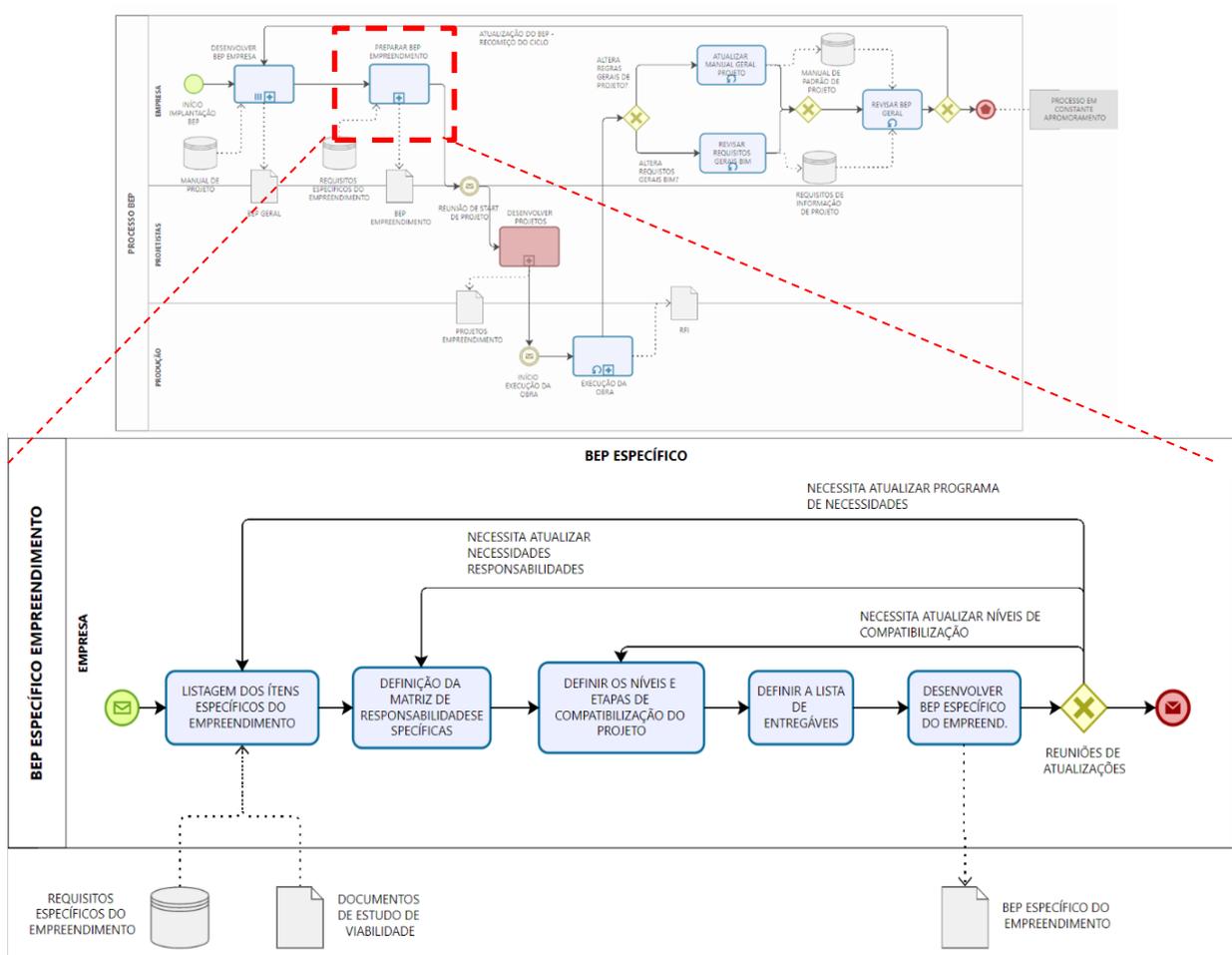
Assim, o próximo passo a ser tomado é realizar uma reunião de compatibilização dos requisitos levantados. Nessa reunião vai se decidir quais softwares serão utilizados. A definição desses softwares irá se basear nos requisitos vindos dos principais fornecedores envolvidos nos projetos da empresa e nos níveis de detalhe (LOD) de cada etapa do projeto.

Como conclusão desse subprocesso, será feita a última atividade que irá unificar todas as informações previamente coletadas em um único documento em formato aberto, o qual poderá passar por posteriores modificações e atualizações. O resultado desse subprocesso é o documento BEP Geral da Empresa.

5.3.1.2 Preparar BEP Específico Empreendimento

Esse subprocesso (Figura 51) será realizado a cada novo empreendimento que a empresa for realizar. Deve-se iniciar a partir de requisitos específicos do empreendimento, que virão por meio das contratadas e dos setores especializados da empresa, além dos documentos de estudo de viabilidade desenvolvidos previamente e com base no BEP Geral da Empresa, elaborado no subprocesso anterior. Ao ser iniciado o subprocesso, deve-se desenvolver uma listagem dos itens específicos do empreendimento; partir para a definição da Matriz de Responsabilidade Específica, que apresentará com mais detalhes os envolvidos em cada etapa do projeto; realizar a definição dos níveis e etapas de compatibilização dos projetos, que é uma tarefa diferente para cada empreendimento, pois depende da escala do projeto e dos padrões de empreendimento que a empresa irá realizar; definir a lista de entregáveis do empreendimento; e desenvolver o BEP Específico do Empreendimento.

Figura 51 - Subprocesso Preparar BEP Específico do Empreendimento



Fonte: a autora.

Esse processo deverá ser revisto em reuniões periódicas, preestabelecidas no início do subprocesso, para que as expectativas de todos os envolvidos sejam atendidas e, se necessário, atualizadas. Algumas vezes, poderá ser necessário realizar atualizações no programa de necessidades, ou nas necessidades e responsabilidades, ou, até mesmo, nos níveis de compatibilização entre as disciplinas, devendo-se retornar até aquele ponto do processo, revisá-lo e, se necessário, repassar as outras tarefas, além de atualizá-las.

5.3.1.3 Execução da obra

Dentro do processo geral do método, a partir do momento em que o subprocesso de desenvolver os projetos do empreendimento esteja concluído, inicia-se a produção da obra do empreendimento com os documentos dos projetos do empreendimento disponíveis. Em algumas obras podem ocorrer problemas, o que acarretaria iniciar o subprocesso de Execução de Obra (Figura 52) por conta da escassez de material indicado em projeto ou pelos dados dos

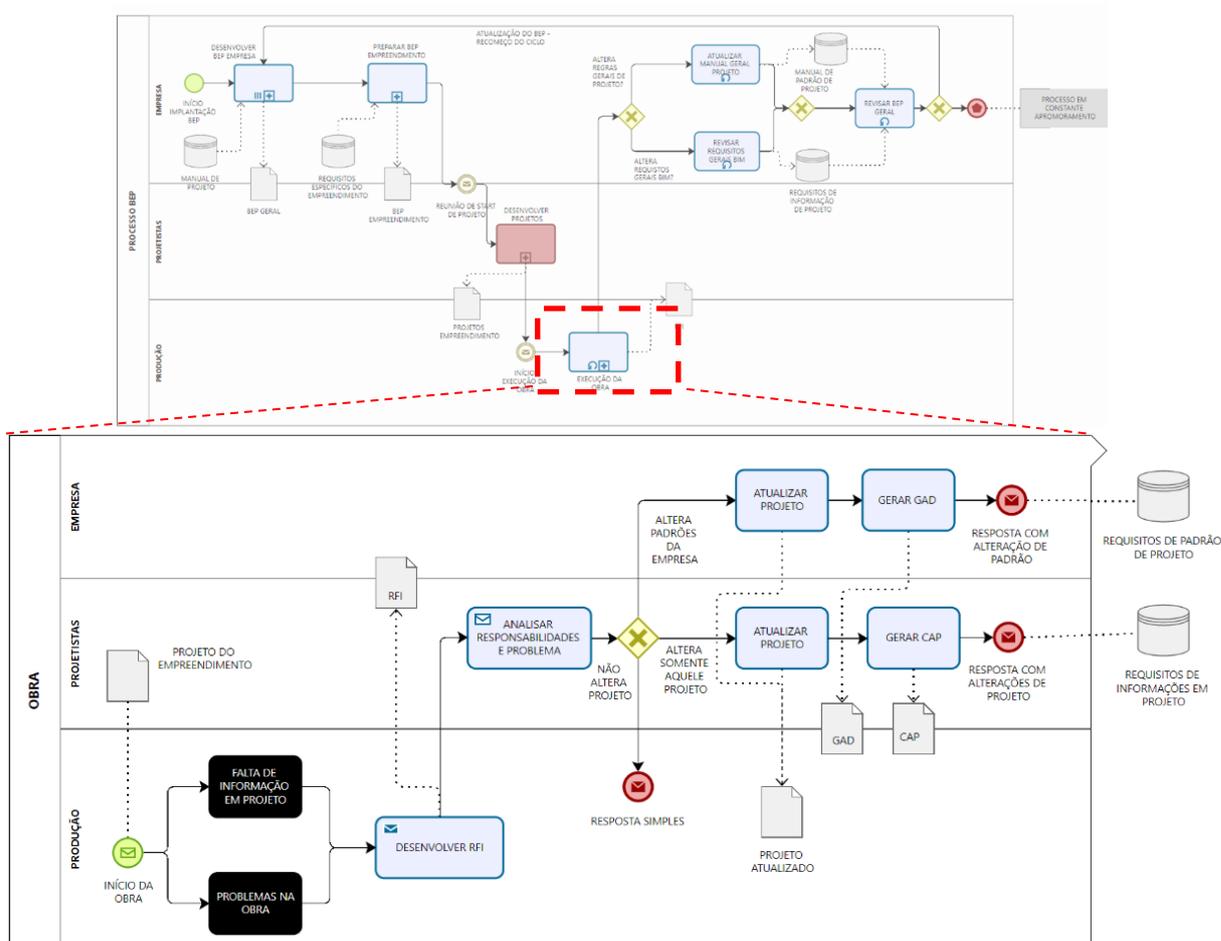
levantamentos dos espaços para os empreendimentos errados. Ademais, pode ocorrer a falta de informações nos projetos e isso gerar dúvidas por parte das construtoras sobre como seguir com a execução da obra. Por isso, é necessário que se desenvolva o documento de Requisição da Informação (RFI) direcionado aos projetistas envolvidos e responsáveis pelo empreendimento.

Esse documento deverá ser analisado pelo projetista responsável, que será encarregado de desenvolver uma resposta. Essa resposta poderá gerar três caminhos diferentes e, em consequência, resultados também diferentes:

1. Resposta simples, sanando a dúvida da construtora com apenas um documento vindo dos projetistas;
2. Alteração somente no projeto daquele empreendimento, cuja próxima tarefa deverá ser a de atualizá-lo, enviá-lo para a obra e gerar uma CAP, criando os dados de requisitos de informações do projeto;
3. Alteração nos padrões das obras da empresa, quando também deve-se atualizar o projeto e enviá-lo para a obra, e, posteriormente, gerar uma nova GAD, resultando em dados novos para os requisitos de padrão de projeto.

Para os caminhos 2 e 3 descritos acima, os dados gerados serão utilizados em outros subprocessos, tais como processo geral e nos subprocessos. Estes ocorrem dentro do subprocesso de desenvolvimento do BEP Geral da Empresa, “Capturar requisitos de Informação de Projeto e Capturar Padrão de Projeto”.

Figura 52 - Subprocesso de Execução de Obra

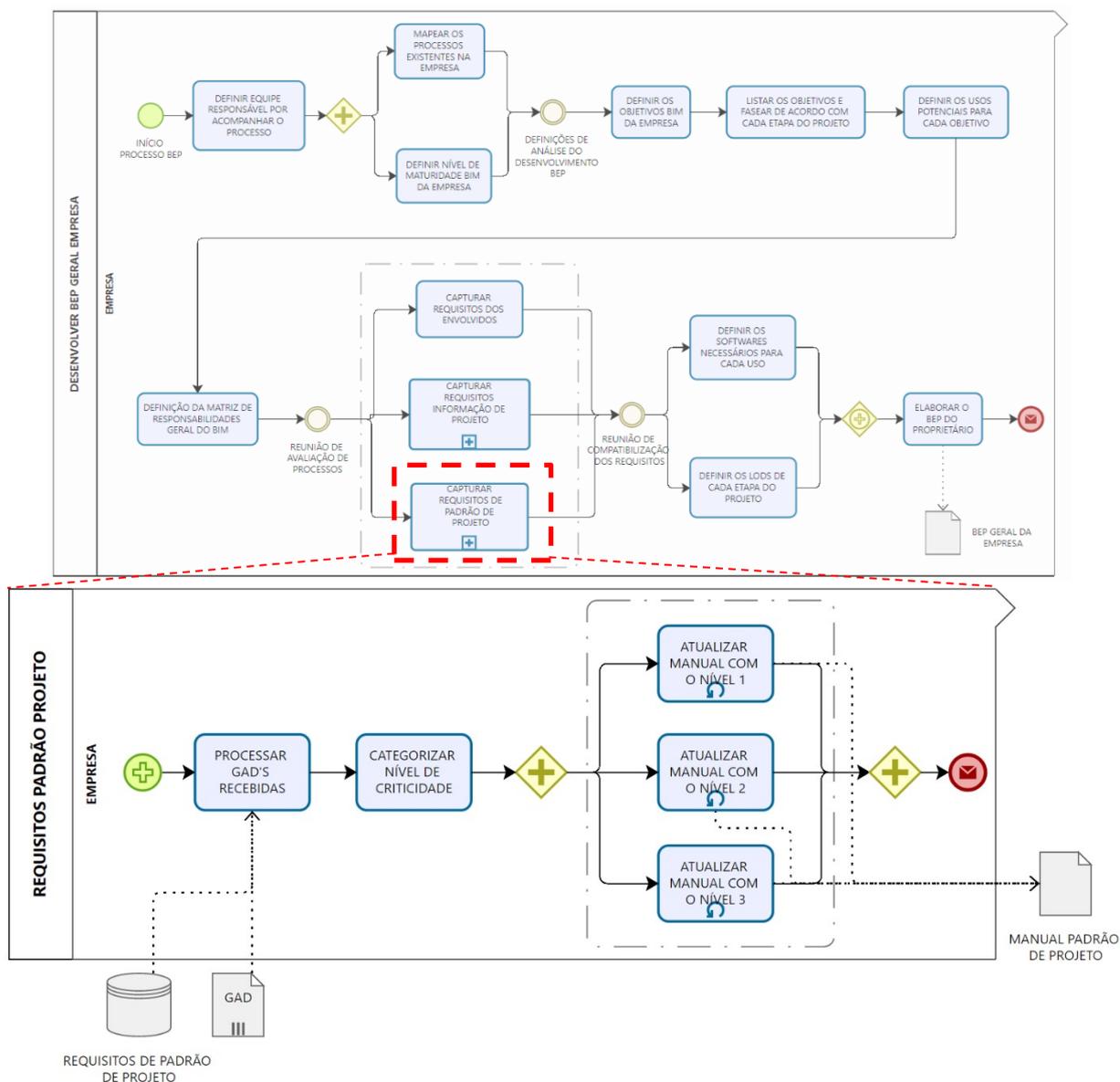


Fonte: a autora.

5.3.1.4 Requisitos de Padrão de Projeto

Esse subprocesso (Figura 53) ocorre dentro do subprocesso “Desenvolver o BEP Geral da Empresa”. Ele se inicia com base em dados dos Requisitos de Padrão de Projeto, que a empresa já possui, além de repetitivos documentos GAD de empreendimentos anteriores. Os novos documentos GADs recebidos devem ser processados para posterior categorização e divisão em níveis de prioridade e importância para os projetos dos empreendimentos.

Figura 53 - Subprocesso de Geração de Requisitos de Padrão de Projeto



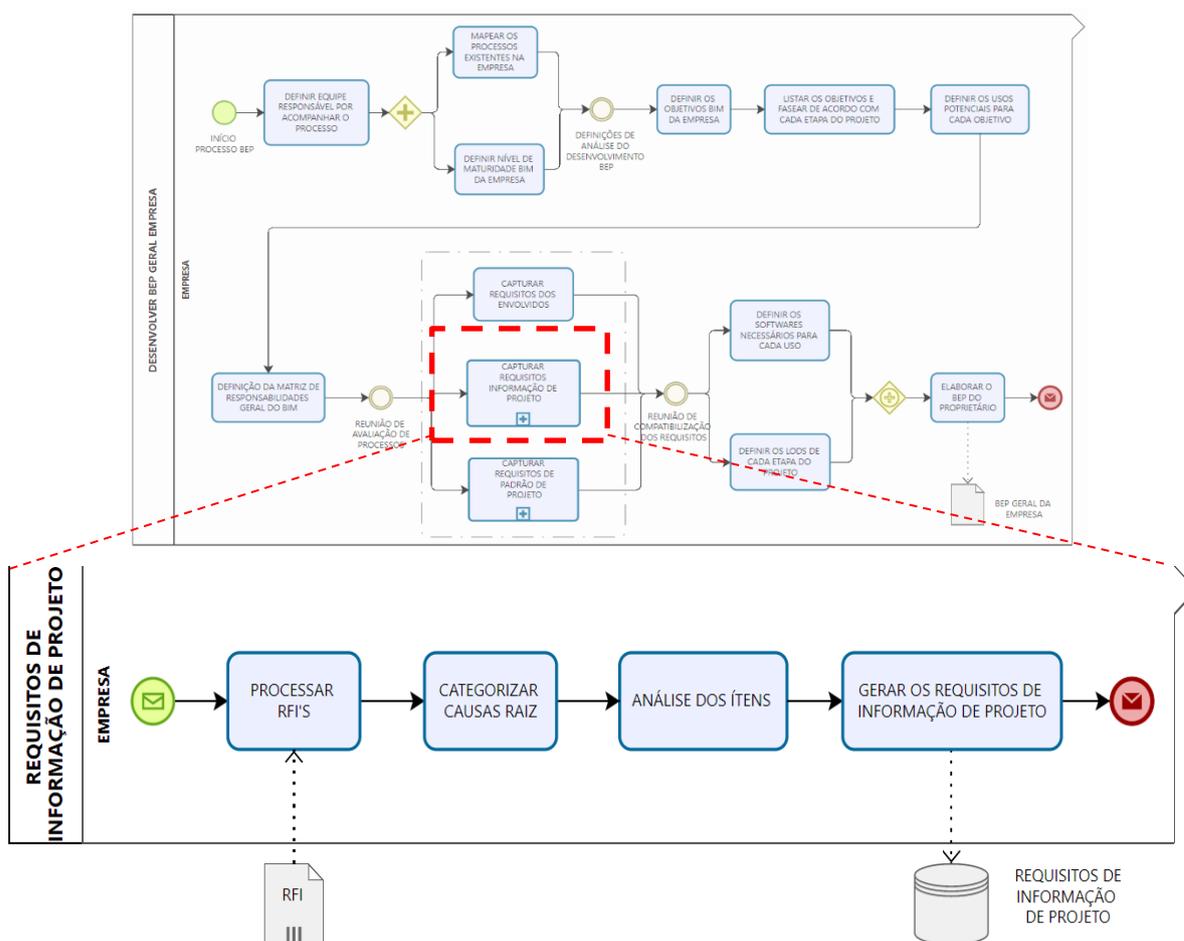
Fonte: a autora.

Nesse momento, o processo se subdivide em partes que podem seguir alguns rumos paralelos. No desenho do processo há três níveis, porém, dependendo da complexidade dos projetos da empresa, ele poderá ser dividido em mais ou menos níveis, assim como da escolha a ser feita pela equipe responsável. O objetivo dessa divisão é escolher frequências de atualização diferentes a depender do nível de importância das alterações dos padrões dos projetos, pois a empresa pode possuir muitas alterações a serem feitas e essa demanda de trabalho é alta para ser realizada a cada GAD recebida. Assim, a empresa poderá definir momentos a cada X meses para pegar todos os requisitos de nível 1 de atualização de padrão de obras e atualizar o manual, e a cada dois meses para os de nível 2, e assim sucessivamente. Desse modo, espera-se que, ao final, o Manual de Padrão de Projeto se mantenha atualizado, pelo menos com as alterações

mais importantes. Para tanto, é necessário que os manuais sejam enviados juntamente com todas as GADs ainda não compatibilizadas para os envolvidos.

5.3.1.5 Revisar Requisitos de Informações de Projeto

Figura 54 - Revisar Requisitos de Informações de Projeto



Fonte: a autora,

Nesse subprocesso (Figura 54) que ocorre dentro do subprocesso “Desenvolver o BEP Geral da Empresa”, deverá ser iniciado a partir da geração dos documentos das RFIs. A análise de RFIs deve ser feita a cada RFI nova gerada. O colaborador responsável por aquele projeto da empresa terá de processar os dados dessa RFI para poder categorizá-la dentro de uma causa raiz do problema. Essa categorização deverá ser feita pelo colaborador interno da empresa, pois assim se garante que o problema, juntamente com a pessoa certa, seja apontado como responsável. Após essa categorização, os itens deverão ser analisados para que, então, o conjunto de itens relevantes seja apontado e, posteriormente, os requisitos de informação de projeto sejam gerados.

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

5.3.2 Avaliação da solução

Para a avaliação da solução proposta, no caso o conjunto de diretrizes, foram utilizados os critérios de utilidade e aplicabilidade. Como o artefato final emergiu ao longo do estudo, não houve possibilidade de testá-lo integralmente, sendo essa uma limitação do estudo. Dessa forma, avaliou-se parcialmente os impactos das mudanças introduzidas ao longo do desenvolvimento do trabalho, já que em cada etapa eram trazidas algumas informações para os colaboradores do DAE por meio dos constructos de avaliação, tendo como base as fontes de evidência descritas no item 3.4.2 Fase 2. Salienta-se que as alterações observadas no estudo sofreram a influência tanto desta pesquisa quanto das demais ações da empresa. Portanto, não é possível estabelecer relações de causa e efeito de uma forma objetiva entre as mudanças introduzidas e os resultados alcançados.

5.3.2.1 Avaliação da utilidade

Entende-se que as prescrições resultantes deste estudo podem ser consideradas úteis se contribuírem para a integração eficaz do cliente no processo de incorporação dos requisitos das obras no processo de projeto, gerando valor, satisfação e lealdade. Assim, para a **avaliação da utilidade** da solução, os seguintes constructos foram considerados: (a) visualização do processo e requisitos; (b) relevância no processo de consideração dos requisitos da produção de obras; (c) identificação e tratamento das causas raízes dos problemas; (d) eficiência; e (e) retroalimentação.

Visualização do processo e requisitos

Com o desenvolvimento dos desenhos e mapas relativos aos processos feitos e apresentados em reuniões com os arquitetos responsáveis pelo projeto de implementação BIM no setor DAE, foi possível a visualização dos desenhos dos processos e a demonstração sobre como o setor já tem um passo a passo bem definido e estruturado. Esses processos, se forem desenhados, como é prescrito no método, trazem para a empresa uma visualização clara sobre como os atuais e futuros colaboradores devem seguir atuando. Essa etapa auxiliou a empresa na compreensão do cenário atual, incluindo conexões entre o processo de projeto e a obra e identificação de oportunidades de melhoria.

Relevância no processo de consideração dos requisitos da produção das obras

O processo de elaboração das RFIs das obras, incluindo os questionamentos para os projetistas, gera documentos e informações suficientes para que os requisitos das produções das obras possam ser considerados de forma sistemática e relevante. A partir dessas informações, é possível se iniciar um novo subprocesso de avaliação e categorização das informações e de questionamentos presentes nas RFIs. Com esse processo são extraídas informações importantes a respeito do que as obras necessitam e têm como requisitos para a elaboração dos projetos. Conforme comentado nas entrevistas com as arquitetas, ficou evidente a relevância do processo de consideração dos requisitos da produção das obras, já que as informações apresentadas não eram de conhecimento de todos.

Identificação e tratamento das causas raízes dos problemas

O método proposto pode auxiliar na identificação e tratamento das causas raízes dos problemas que aparecem na construção das obras dos empreendimentos da empresa, apresentando um processo de captura desses requisitos com a utilização dos documentos das RFIs. Além disso, ao se aplicar parte do processo proposto e realizar a análise das RFIs, foi possível realizar a identificação de problemas relacionados aos detalhamentos das obras. Se realizado sistematicamente pelos colaboradores do setor, poderá ajudar na identificação de outras causas raízes para os problemas.

Eficiência

O método prescrito não pode ser implementado pela empresa devido ao fato da implementação de outros processos e softwares na época da pesquisa. Com isso, não foi possível avaliar de maneira prática se o método traria eficiência para os processos existentes na empresa.

Retroalimentação

O método prescrito prevê uma retroalimentação das informações dos requisitos capturados para o desenvolvimento dos próximos projetos de empreendimentos. A partir disso, pode-se considerar o método proposto como uma ferramenta capaz de prever e ajudar a retroalimentação das informações dos requisitos nos documentos BEP Geral da Empresa, favorecendo a sua contínua atualização. Esse processo de atualização foi previsto para facilitar a sua realização. Na reunião destinada à apresentação da proposta, as arquitetas do setor comentaram que a

Método para a incorporação dos requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos no processo de projeto BIM por meio do BIM Execution Plan (BEP).

intenção de realizar essa retroalimentação existe há um tempo no setor, ainda que sem eficiência, porém tal método facilitaria que isso ocorresse.

5.3.2.2 Avaliação da aplicabilidade

As diretrizes são aplicáveis quando permitem que outros profissionais e empresas as adotem em seus contextos sem dificuldades ou limitações. Segundo Kasanen e Lukka (1993), é provável que uma solução que funcione em uma empresa seja útil para várias outras similares. A **avaliação da aplicabilidade** da solução considerou os seguintes constructos: (a) facilidade de uso; e (b) simplicidade.

Facilidade de uso

Os conceitos existentes por trás do método já estão consolidados e amplamente discutidos na literatura. Assim, as ideias fundamentais do método foram facilmente entendidas pelos profissionais, embora o método não tenha sido implementado pela empresa. Esse subconstructo está relacionado à necessidade de se reduzir a sobrecarga dos profissionais do nível de gestão de empreendimentos, tanto em termos de quantidade de informações e documentos a serem preenchidos quanto de tempo necessário para a gestão. Esses aspectos são particularmente importantes para ambientes de gestão de múltiplos empreendimentos. O método proposto tem como principal intenção a redução do número de documentos e reuniões a serem realizadas durante todo o processo de desenvolvimento do empreendimento, já que as informações para a evolução dos projetos já estarão claras e consolidadas desde o início do processo.

De forma geral, as arquitetas do setor indicaram como principais desafios de implementação dessas intervenções a presença de uma empresa contratada para realizar a implementação do software BIM 360. A empresa já possuía processos consolidados a serem aprendidos pelos demais colaboradores, não tendo tempo para a implementação de outros processos.

Simplicidade

O método desenvolvido foi feito baseado em processos já existentes, somente clarificando para os arquitetos e engenheiros do DAE o que já era de conhecimento implícito deles. Assim, esses conhecimentos poderiam ser colocados em prática através de rotinas já existentes na empresa. Então, a partir desse momento, repassar a informação para futuros colaboradores será mais simples e fácil. De qualquer forma, as soluções são simples, utilizam softwares disponíveis no

setor, configuram um baixo investimento financeiro e não exigem contratação de serviços de outras empresa.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este capítulo sintetiza as principais conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento da pesquisa e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

6.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A questão principal de pesquisa formulada no presente trabalho foi: “como assegurar que os requisitos emergentes durante a fase de produção dos empreendimentos sejam efetivamente considerados durante o processo de projeto BIM?”. Na literatura relativa aos requisitos e gerenciamento de projetos não foi apresentada uma abordagem específica sobre os requisitos que surgem ao longo da etapa de produção dos empreendimentos da construção civil. Diversos estudos têm desenvolvido formas e métodos considerando somente os requisitos do cliente final ou dos demais atores envolvidos no processo de projeto. Além disso, existem estudos que mostram que o uso das RFIs pode ser útil para a compreensão e diversas questões a respeito dos principais problemas enfrentados pela produção. O BEP aparece como um documento responsável por trazer os requisitos de todos os envolvidos no empreendimento para antes do início da etapa de desenvolvimento do processo de projeto, objetivando que todos possam demonstrar que se comunicam e trocam informações antes e durante o projeto.

De modo geral, não existem propostas que especifiquem uma forma de gerar soluções e que tragam para os projetos os requisitos emergentes durante a etapa de produção do empreendimento. Por isso, a proposta desta pesquisa foi a de utilizar as informações vindas das RFIs, obtendo-se os requisitos advindos da etapa de produção dos empreendimentos. Por intermédio do BEP, pode-se incorporá-los ao processo de projeto, principalmente nos futuros empreendimentos de uma mesma empresa.

A abordagem metodológica adotada no presente trabalho foi o DSR, tendo como artefato um método para a incorporação dos requisitos emergentes da fase de produção dos empreendimentos durante o processo de projeto BIM por meio de um BEP.

Durante a primeira fase da pesquisa foi possível adquirir um entendimento maior do problema enfrentado pela empresa, ficando evidente que a empresa analisada apresentou custos extras para os seus empreendimentos. Estes, possivelmente, poderiam ser evitados com o refinamento

do processo de desenvolvimento de projeto. Ainda nessa fase foi vista a necessidade de se analisar como está o processo de entendimento da empresa em relação à metodologia BIM. Quando se realizou a análise do nível de maturidade da empresa em relação àquela metodologia, foi evidenciada a sua importância para a compreensão dos processos e as relações de troca de informações entre os atores. Percebe-se que, para que o BEP seja efetivo, é necessário que todos os envolvidos estejam cientes do processo de desenvolvimento do empreendimento como um todo e, principalmente, dos objetivos da empresa ao utilizar o BIM.

Para a segunda fase se iniciou um processo de análise mais aprofundado, de acordo com as sugestões encontradas na literatura. Percebeu-se a necessidade de se mapear os processos internos da empresa e compreender como é interligado o processo de projeto com o de produção. Em seguida, foi observado que a empresa já realizava o processo necessário para gerar a documentação de RFIs que foi utilizada como base para o desenvolvimento do método geral da pesquisa. Com isso, tornou-se possível coletar informações para a análise de seis empreendimentos já concluídos. Os RFIs permitiram a coleta de alguns requisitos ainda não totalmente sistematizados para o seu armazenamento e o seu posterior uso pela empresa.

Para encontrar o objetivo secundário desta pesquisa, que corresponde a identificar e categorizar os principais problemas durante a produção que geram novos requisitos para o processo de projeto, foi feita a análise dos documentos desses seis empreendimentos. Seguindo-se a essa análise, foi gerado um banco de dados com as informações relativas às obras, às disciplinas envolvidas, aos problemas enfrentados, à falta de informações em projetos e à geração ou não de mais documentos para a empresa. Com isso, foi possível realizar uma sistematização e categorização das causas raízes encontradas nos problemas apresentados nas RFIs.

Esses dados mostraram que, de modo geral, os problemas encontrados eram gerados pela falta de informação nos projetos de arquitetura e nos detalhamentos das instalações e acabamentos. Essa falta de informações, quando devidamente identificadas, gera novos requisitos para os futuros projetos da empresa.

Finalmente, na terceira fase, atendendo, além do objetivo principal, ao outro objetivo secundário desta pesquisa, que é elaborar um procedimento para identificação dos requisitos emergentes da produção de obras no processo de projeto BIM, foi desenvolvido o artefato da pesquisa, cuja base são as atividades desenvolvidas na primeira e segunda fases. Com esse

artefato foi possível relacionar o processo de projeto com o da produção, a partir das gerações de RFI. Como consequência, poderão ser criados os requisitos para os futuros empreendimentos da empresa, gerando um processo de melhoria contínua. Além disso, como o método visa que os requisitos sejam revistos e aprimorados a cada novo empreendimento realizado pela empresa, ele cumpre com outro objetivo secundário desta pesquisa, que é propor rotinas de atualização do BEP visando à incorporação de requisitos emergentes da produção ao processo de projeto dos novos empreendimentos.

O artefato ainda desenvolve o BEP geral da empresa, o que poderá elucidar melhor, entre todos os envolvidos, o desenvolvimento do empreendimento, incluindo seus objetivos, papéis e responsabilidades de cada um. Além disso e, principalmente, o BEP desempenhará um papel de documento condensador de todas as informações úteis para o desenvolvimento dos projetos e da produção.

Em relação à literatura existente, esta pesquisa contribuiu para a expansão do conhecimento a respeito das interfaces entre a produção de obras dos empreendimentos da construção civil e o processo de desenvolvimento dos projetos em BIM. Adicionalmente, houve a contribuição teórica no sentido de vincular a literatura das RFIs ao contexto do desenvolvimento do BEP, trazendo elementos que auxiliaram na construção de uma abordagem mais ampla da aplicação do documento BEP com o processo de requisição da informação da produção.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir da realização desta pesquisa, apresentam-se as seguintes recomendações para trabalhos futuros relacionados à incorporação dos requisitos emergentes da produção e da incorporação do BEP no aprimoramento do processo de projeto:

- a) Avaliar e aprimorar o método proposto a partir da sua aplicação em empresas, além do segmento de lojas de varejo, tais como habitações sociais, já que esta pesquisa ficou limitada somente à elaboração e avaliação, sem a sua devida aplicação;
- b) Realizar uma abordagem de aprimoramento das informações contidas nas RFI para poder mensurar os custos extras gerados nas produções das obras;

- c) Desenvolver a gestão dos requisitos dos diversos atores envolvidos durante o processo de desenvolvimento do projeto através do BEP, já que esta pesquisa se dedicou somente aos requisitos emergentes na fase de produção;
- d) Investigar mais profundamente como o BEP pode auxiliar no processo de coordenação e colaboração entre os envolvidos nos processos de projeto e produção dos empreendimentos;
- e) Avaliar a aplicação de ferramentas BIM para o desenvolvimento e aplicação de BEP, permitindo a incorporação dos requisitos de todos os atores envolvidos no processo de desenvolvimento dos empreendimentos da construção civil.

REFERÊNCIAS

- AAPAOJA, A.; HAAPASALO, H.; SÖDERSTRÖM, P. Early Stakeholder Involvement in the Project Definition Phase: Case Renovation. **ISRN Industrial Engineering**, [S. l.], v. 2013, p. 1-14, 2013.
- BRASIL. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **A Implantação de Processos BIM**. Coletânea Guias BIM ABDI-MDICed. Brasília: ABDI, 2017. v. 6.
- AL AHBABI, M.; ALSHAWI, M. BIM for client organisations: a continuous improvement approach. **Construction Innovation**, v. 15, n. 4, p. 402-408, 2015.
<https://doi.org/10.1108/CI-04-2015-0023>
- ALALOUL, W.; LIEW, M.; ZAWAWI, N. Wan. Communication, coordination and cooperation in construction projects: Business environment and human behaviours. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 291, n. 1, 2018.
- ALALOUL, W.; LIEW, M.; ZAWAWI, A. The characteristics of coordination process in construction projects. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGY MANAGEMENT AND EMERGING TECHNOLOGIES, ISTMET 2015, 2., 2015, Langkawi, Kedah, Malaysia. Proceedings [...].* Langkawi, Kedah, Malaysia: Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2015. p. 159-164.
- ANDREWS, W. RFI Recommendations. **Modern Steel Construction**, oct. 2005.
- AZZOUZ, A.; HILL, P. How BIM is assessed using Arup's BIM maturity measure? *In: ASSOCIATION OF RESEARCHERS IN CONSTRUCTION MANAGEMENT, ARCOM ANNUAL CONFERENCE, 33., 2017, Cambridge. Proceedings [...].* Cambridge, UK: Association of Researchers in Construction Management, Sep. 2017. p. 35-44.
- BACCARINI, D. The concept of project complexity a review. **International Journal of Project Management**, v. 14, n. 4, p. 201–204, 1996.
- BALDAUF, J. **Método para a gestão de requisitos em empreendimentos do setor da saúde com apoio de ferramentas baseadas em BIM**. 2020. 339f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.
- BALLARD, G.; TOMMELEIN, I. Lean management methods for complex projects. **Engineering Project Organization Journal**, v. 2, n. 1-2, p. 85–96, jun. 2012.
- BHAT, A. **Data Visualization of Requests for Information to Support Construction Decision-Making**. 2017. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciência Aplicada) – BE Visvesvaraya Technological University, Vancouver, 2017.
- BIOTTO, C.; TZORTZOPOULOS, P. Integrating design and production in construction projects. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP WHEN SOCIAL SCIENCE MEETS LEAN AND BIM, 4., 2016, Huddersfield. Proceedings [...].* Huddersfield: [s. n.], 2016. p. 10.

BIS. BIM Industry Working Group. **A report for the Government Construction Client Group: Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper**. [S. l.: s. n.], 2011.

CAVKA, H.; STAUB-FRENCH, S.; POIRIER, E. Developing owner information requirements for BIM-enabled project delivery and asset management. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 83, p. 169–183, 2017a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.006>.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Implementação BIM – Parte 2: Implementação do BIM Para Construtoras e Incorporadoras**. Brasília: CBIC, 2016. v. 2.

CHANG, A.; SHEN, F-Y. Effectiveness of Coordination Methods in Construction Projects. **Journal of Management in Engineering**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 04014008, 2014.

CILLIERS, P. Complexity, deconstruction and relativism. **Theory, Culture & Society**, v. 22, n. 5, p. 255-267, 2005.

COATES, P.; ARAYICI, Y.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M. The limitations of BIM in the architectural process. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE URBANIZATION*, 1., 2010, Hong Kong, China. **Proceedings [...]**. Hong Kong, China: ICSU, 2010.

CODINHOTO, R.; KIVINIEMI, A.; KEMMER, S.; ROCHA, C. **BIM implementation**. Manchester Town Hall Complex. Manchester: University of Salford Manchester, 2011.

CODINHOTO, R.; KIVINIEMI, A. BIM for FM: A Case Support for Business Life Cycle. *In: FUKUDA, S.; BERNARD, A.; GURUMOORTHY, B.; BOURAS, A. (eds). Product Lifecycle Management for a Global Market*. PLM 2014. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Springer, Berlin, Heidelberg: IFIP, 2014, v. 442. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-662-45937-9_7

COLLYER, S.; WARREN, C. Project management approaches for dynamic environments. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 355–364, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.04.004>.

CORREIA, K.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. Mapeamento de processo: uma abordagem para análise de processo de negócio. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 22., 2002, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: ENEGEP, 2002. p. 1-8.

CRAGGS, D.; CRILLY, M.; DAWOOD, N. Reality Capture for BIM–Application, evaluation and integration within an architectural plan of works. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION APPLICATIONS OF VIRTUAL REALITY*, 16., 2016, Hong Kong. **Proceedings [...]**. Hong Kong: Hong Kong University of Science and Technology, 2016. p. 641-662.

CROSS, N. Natural intelligence in design. **Design Studies**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 25–39, 1999. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0142694X9800026X>.

CROWSTON, K. **Towards a Coordination Cookbook: Recipes for Multi-Agent Action**. 1991. Tese (Doutorado em Filosofia em Gestão) – Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 1991.

DAVE, B. *et al.* **Implementing lean in construction: Lean construction and {BIM}**. London: CIRIA, 2013.

DEKKER, S. *et al.* Complicated, complex, and compliant: best practice in obstetrics. **Cognition, Technology and Work**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 189–195, 2013.

DENNING, P.; MEDINA-MORA, R. Completing the Loops. **Interfaces**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 42–57, 1995. Disponível em: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/inte.25.3.42>.

DINSMORE, R. **Investigating the Impact of the Request for Information Process in Construction**. 2013. 123f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia) – University of Southern Queensland, Queensland, 2013.

DONATO, V.; LO TURCO, M.; BOCCONCINO, M. BIM-QA/QC in the architectural design process. **Architectural Engineering and Design Management**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 239–254, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1370995>.

DREVLAND, F.; LOHNE, J. Nine tenets on the nature of value. *In*: ANN. CONF. OF THE INT'L. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 23., 2015, Perth, Australia. **Proceedings** [...]. Perth, Australia: [s. n.], p. 475–485, 2015.

EASTMAN, C. *et al.* **BIM Handbook**. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook**. A Guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors. 2. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2016.

ELY, D. **Proposta de um modelo para avaliação do processo de concorrência pública de obras ou serviços de engenharia**. 2016. 410 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/167839>

EMMIT, S.; GORSE, C. **Communication in construction Teams**. London and New York: Taylor & Francis Group, 2006.

FORMOSO, C. *et al.* Developing a Protocol for Managing the Design Process in the Building Industry. *In*: ANN. CONF. INT'L. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá. **Proceedings** [...]. Guarujá: IGLC, 1998.

GERBER, D.; BECERIK-GERBER, B.; KUNZ, A. Building information modeling and lean construction: technology, methodology and advances from practice. **Proceedings of 18th Annual Conference, International Group for Lean Construction**, [s. l.], v. 243, n. 1, p. 21–25, 2010.

HADZAMAN, N.; TAKIM, R.; MOHAMMAD, A. An exploratory study: Building information modelling execution plan (BEP) procedure in mega construction projects. **Malaysian Construction Research Journal**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 29–40, 2016.

HAIK, Y.; SIVALOGANATHAN, S.; SHAHIN, T. **Engineering Design Methods**. 3. Ed. Boston, MA: Cengage Learning, 2017.

HAMERSKI, D. **Planejamento e controle de empreendimentos de construção em ambientes de gestão de múltiplos empreendimentos**. 2019. Tese (Doutorado em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

HANNA, A.; TADT, E.; WHITED, G. Request for Information: Benchmarks and Metrics for Major Highway Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 138, n. 12, p. 1347–1352, 2012.

HARDIN, B.; MCCOL, D. **BIM and Construction Management - Proven Tool, Methods, and Workflows**. 2. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2001.

HEIGERMOSER, D. *et al.* BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 104, n. March, p. 246–254, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019>.

HOCHSCHEID, E.; HALIN, G. A model to approach BIM adoption process and possible BIM implementation failures. In: CREATIVE CONSTRUCTION CONFERENCE, 2018, Ljubljana, Slovenia. **Proceedings** [...]. Ljubljana, Slovenia: CCC, 2018a. p. 257–264.

HOCHSCHEID, E.; HALIN, G. BIM implementation in architecture firms: interviews, case studies and action research used to build a method that facilitates implementation of BIM process and tools. In: eCAADe 2018 ANNUAL CONFERENCE, 36., 2018, Varsóvia. **Proceedings** [...]. Varsóvia: eCAADe, 2018b.

HOLMSTRÖM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A. Bridging practice and theory: a design science approach. **Decision Sciences**, v. 40, n. 1, p. 65-87, 2009.

HOOPER, M.; EKHOLM, A. A Pilot Study: Towards Bim Integration - an Analysis of Design Information Exchange & Coordination. In: CIB W78 2010: INTERNATIONAL CONFERENCE, 27., 2010, Cairo, Egypt. **Proceedings** [...]. Cairo: CIB, 2010. p. 16–18.

HOSSAIN, L. Communications and coordination in construction projects. **Construction Management and Economics**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 25–39, 2009.

HOSSEINI, M. *et al.* Barriers to BIM Adoption: Perceptions From Australian Small And Medium-Sized Enterprises (SMES). In: THE AUSTRALASIAN UNIVERSITIES BUILDING EDUCATION ASSOCIATION CONFERENCE, 40., 2016, Cairns, Australia. **Proceedings** [...] 2016. Cairns, Australia: AUBEA, 2016. p. 272–280.

HUGHES, N. *et al.* **Impact & control of RFIs on construction projects**. [S. l.]: Navigant, 2013.

ISATTO, E. **Proposição de um modelo teórico-descritivo para a coordenação inter-organizacional de cadeias de suprimentos de empreendimentos de construção**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

JACOB, J.; VARGHESE, K. Analysing Process-Oriented Bim Execution Plan Using Mdm. *In: INTERNATIONAL DEPENDENCY AND STRUCTURE MODELLING CONFERENCE*, 14., 2012, Kyoto. **Proceedings** [...]. Kyoto: DSM, 2012. p. 329–341.

KALSAAS, B.; SACKS, R. Conceptualization of interdependency and coordination between construction tasks. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 19., 2011, Lima, Peru. **Proceedings** [...]. Lima, Peru: IGLC, 2011. p. 34–45.

KAMARA, J. *et al.* Client requirements processing in construction: anew approach using QFD. **Regulatory Policy, CEPS Task Force Reports**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 88, 1999.

KAMARA, J.; ANUMBA, C.; EVBUOMWAN, N. Assessing the suitability of current briefing practices in construction within a concurrent engineering framework. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 337–351, 2001.

KAMARA, J.; ANUMBA, C.; EVBUOMWAN, N. Client requirements processing in construction: A new approach using QFD. **Journal of Architectural Engineering**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 8–15, 1999.

KAMARA, J.; ANUMBA, C.; EVBUOMWAN, N. Process model for client requirements Processing model for client requirements processing in construction. **Business Process Management Journal**, v. 6, n. 3, p. 251-279, 2000.

KASANEN, E.; LUKKA, K.; SIITONEN, A. The constructive approach in management accounting research. **Journal of management accounting research**, v. 5, n. 1, p. 243-264, 1993.

KASSEM, M. *et al.* Building information modelling: protocols for collaborative design processes. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, [s. l.], v. 19, p. 126–149, 2014. Disponível em: <http://www.itcon.org/2014/7>.

KHOSROWSHAHI, F.; ARAYICI, Y. Roadmap for implementation of BIM in the UK construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 6, p. 610-635, 2012.

KIVINIEMI, A. **Requirements management interface to building product models**. 2005. 24f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Stanford University, Stanford, 2005.

KIVINIEMI, A. The effects of Integrated {BIM} in processes and business models. *In: KOCATURK, Tuba; MEDJDOUB, Benachir (eds). Distributed intelligence in design*. Nova Jersey: Wiley-Blackwell, 2011. p. 125–135.

KOSKELA, L.; HOWELL, G. **The underlying theory of project management is obsolete.** Paper presented at PMI® Research Conference 2002: Frontiers of Project Management Research and Applications, Seattle, Washington. Newton Square, PA: Project Management Institute, 2002.

KUMAR, B. A Complexity Index for the Design Process. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN*, 13., 2001, Glasgow, UK. **Proceedings** [...]. Glasgow: ICED, 2001. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272413172>.

LARSON, E.; GRAY, C. **Project management: the managerial process.** 5. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2011.

LAUFER, A.; DENKER, G.; SHENHAR, A. Simultaneous management: The key to excellence in capital projects. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 189–199, 1996.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is Construction Planning Really Doing its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. **Construction Management and Economics**, v. 5, n. 3, p. 243-266, 1987.

LAWSON, B. The components of design problems. *In: How designers think: the design process demystified.* London and New York: Routledge, 1997. p. 51–61.

LEINONEN, J.; HUOVILA, P. Requirements management tool as a catalyst for communication. *In: WORLDWIDE ECCE SYMPOSIUM*, 2., 2001, Espoo, Finland. **Anais** [...]. Espoo, Finland: VTT Building Technology, 2001. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.100.2881&rep=rep1&type=pdf>>

LEITE, F.; INÊS, L.; MIRON, L.; FORMOSO, C. Opportunities for client requirements management in low-income house building projects in Brazil. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 13., 2005, Sydney, Australia. **Proceedings** [...]. Sydney, Australia: IGLC, 2005. Disponível em: https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_6e3d60139f8fc2f19M64342061377553&database=cpx. Acesso em: 16 nov. 2021.

LI, H. *et al.* Integrating design and construction through virtual prototyping. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 915–922, 2008.

LIU, Y.; NEDERVEEN, S.; HERTOOGH, M. Understanding effects of BIM on collaborative design and construction. An empirical study in China. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 686–698, 2016.

LUKKA, K. The constructive research approach. *In: OJALA, Lauri; HILMOLA, Olli-Peka (eds.). Case study research in logistics.* Turku: Turku School of Economics and Business Administration, 2003. p. 83-101.

MACOMBER, H.; HOWELL, G. Linguistic Action: Contributing to the theory of lean construction. *In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 11., 2003, Blacksburg. **Proceedings** [...]. Blacksburg: IGLC, 2003. p. 1–10.

MALONE, T.; CROWSTON, K. What Is Coordination Theory and How Can It Help Design Cooperative Systems. *In: CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK*, 1990, Los Angeles. **Proceedings** [...]. Los Angeles: Center for Coordination Science, 1990. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5175968>.

MALONE, T.; HERMAN, G. **Organizing Business Knowledge: The MIT Process Handbook**. Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

MANENTI, E.; MARCHIORI, F.; CORRÊA, L. Plano de execução BIM: proposta de diretrizes para contratantes e fornecedores de projeto. **Ambiente Construído**, v. 20, n. 1, p. 65–85, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212020000100065&lng=en&nrm=iso.

MARCH, S.; SMITH, G. Design and natural science research on information technology. **Decision support systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, 1995.

MCGRAW-HILL CONSTRUCTION. **The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How contractors around the world are driving innovation with Building Information Modeling**. New York: McGraw Hill Construction, 2014. *E-book*. Disponível em: <http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/construction/business-value-of-bim-for-construction-in-global-markets.pdf>.

MIRON, L. *et al.* Gerenciamento do Processo de Desenvolvimento do Produto em Empreendimentos da Construção. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 22., 2002, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: [s. n.], 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/261251436>.

MIRON, L. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. 2002. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MIRON, L.; FORMOSO, C. Client Requirement Management in Building Projects. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 11., 2003, Virginia. **Proceedings** [...]. Virginia: IGLC, 2003.

MIT INFRASTRUCTURE BUSINESS OPERATIONS. **MIT Design Standards: BIM Execution Plan v6.0**. [S. l.: s. n.], 2016.

MOHAMED, S.; TILLEY, P; TUCKER, S. Quantifying the time and cost associated with the request for information (RFI) process in construction. **International Journal of Construction Information Technology**, [s. l.], v. 7, p. 35–50, 1999.

NATSPEC. **NATSPEC National BIM Guide**. [S. l.: s. n.], 2011.

NATSPEC CONSTRUCTION INFORMATION. {NATSPEC} **National {BIM} Guide - Version 1**. [S. l.]: Construction Information Systems Limited, 2011.

NIBS. National BIM Standard - United States ® Version 3_5.3 BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1. **National Institute of Building Sciences building SMART alliance**. [S. l.: s. n.], 2015.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN)**. Version 2.0.2. Milford, MA: [s. n.], 2010. Disponível em: <https://www.omg.org/spec/BPMN>

PAIVA JUNIOR, F.; CANDIDO, L.F. Plano de execução BIM em MPE: a percepção de gestores de microempresas de construção. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió, AL. **Anais [...]**. Maceió, AL: SIBRAGEC, 2021. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/649>.

PARSANEZHAD, P.; TARANDI, V.; LUND, R.. Formalized requirements management in the briefing and design phase, a pivotal review of literature. **Journal of Information Technology in Construction**, [s. l.], v. 21, p. 272–291, sep. 2016.

PEDRÃO, L. Gerenciamento de Projetos Lean; utilização otimizada de recursos garante sucesso na gestão de projetos. **Lean Institute Brasil**, 2014.

PENN STATE. Computer Integrated Construction Research Group. **BIM Planning Guide for Facility Owners**. University Park, PA: The Pennsylvania State University, 2013.

PINTO, J.; NOVASKI, O.; ANHOLON, R.; BESTEIRO, E.. Proposta de método de mensuração da complexidade em projetos. **Revista de Gestão de Projetos - GeP**, v. 5, n. 3, p. 14-29, 2014. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/gep/article/view/9601/4346>

POLI, R.. A Note on the Difference Between Complicated and Complex Social Systems. **Cadmus**, v. 2, n. 1, p. 142-147, out. 2013.

PRUSKOVA, K.; KAISER, J. Implementation of BIM Technology into the Design Process Using the Scheme of BIM Execution Plan. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s. l.], v. 471, n. 2, 2019.

RAMÍREZ-SÁENZ, J. *et al.* Requirements for a BIM execution plan (BEP): a proposal for application in Colombia. **Building and Management**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 5–14, 2018.

REINERTSEN, D. Into the Design Factory (Chapter 1). *In*: **Managing the Design Factory**. Florence, MA: Free Press, 1997. p. 9–19.

ROOKE, J.; SAPOUNTZIS, S.; KOSKELA, L.; CODINHOTO, Ricardo. Lean knowledge management: The problem of value. *In*: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 18., 2010, Haifa, Israel. **Proceedings [...]**. Haifa, Israel: IGLC, 2010. p. 12–21.

SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. A review of Building Information Modeling protocols, guides and standards for large construction clients. **Journal of Information Technology in Construction**, [s. l.], v. 21, p. 479–503, nov. 2016.

SACKS, R.; PIKAS, E. Building Information Modeling Education for Construction Engineering and Management. I: Industry Requirements, State of the Art, and Gap Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, [s. l.], v. 139, n. 11, p. 05013002, 2013.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 641–655, 2010a.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 641–655, 2010b. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926580510000373>.

SHIM, E.; CARTER, B.; KIM, S.. Request for Information (RFI) Management: a Case Study. *In*: ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 52., 2016, Provo, Utah. **Proceedings** [...]. Provo, Utah: Associated Schools of Construction, 2016.

SINCLAIR, D. (ed.). **BIM overlay to the RIBA outline plan of works**. London: RIBA Publishing, 2012.

SLIVON, C.; HOWELL, G.; KOSKELA, L.; ROOKE, J.. Social construction: Understanding construction in a human context. **Lean Construction Journal**, p. 66–75, 2010.

SMITH, D.; TARDIF, M.. **Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers**. Nova Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2009.

SOBEK II, D.; WARD, A.; LIKER, J.. Toyota's principles of set-based concurrent engineering. **MIT Sloan Management Review**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 67–83, 1999.

SOH, M.; BARBEAU, D.; DORÉ, S. FORGUES, D. Qualitative analysis of Request for Information to identify design flaws in steel construction projects. **Organization, Technology and Management in Construction**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 2083–2094, 2020.

SRINIVASAN, N. P.; DHIVYA, S. An empirical study on stakeholder management in construction projects. **Materials Today: Proceedings**, [s. l.], v. 21, p. 60–62, 2020.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.

SUCCAR, B.; SHER, W.; WILLIAMS, A. Measuring BIM performance: Five metrics. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 120–142, 2012.

TAURIAINEN, M. *et al.* The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 164, p. 567-574, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.659>

COMPUTER INTEGRATED CONSTRUCTION RESEARCH PROGRAM. **Building Information Modeling Execution Planning Guide**. University Park, PA: [s. n.], 2010.

THOMSON, D.; AUSTIN, S.; DEVINE-WRIGHT, H.; MILLS, G. Managing value and quality in design. **Building Research & Information**, [s. l.], v. 31, n. 5, p. 334–345, 2003.

TOLMER, C.; CASTAING, C.; DIAB, Y.; MORAND, D.. Adapting LOD definition to meet BIM uses requirements and data modeling for linear infrastructures projects: using system and requirement engineering. **Visualization in Engineering**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2017.

TOMEK, R.; KALINICHUK, S. Agile PM and BIM: A Hybrid Scheduling Approach for a Technological Construction Project. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 123, p. 557–564, 2015.

TZORTZOPOULOS, P. *et al.* Requirements management in the design of primary healthcare facilities. **Iv Sibragec, I Elagec**, [s. l.], v. 44, n. 1, 2005.

TZORTZOPOULOS, P.; KAGIOGLOU, M.; KOSKELA, L. **Lean Construction Core Concepts and new Frontiers**. London: Routledge, 2020.

VAISHNAVI, V. Introduction to Design Science Research in Information and Communication Technology. In: VAISHNAVI, Vijay K.; KUECHLER JUNIOR, William (eds.). **Design Science Research Methods and Patterns**. London: CRC Press, 2007. p. 7–30.

VAN AKEN, J. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of management studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

WHITTY, S.; MAYLOR, H. And then came Complex Project Management (revised). **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 304–310, 2009.

WHYTE, J.; LINDKVIST, C.; HASSAN IBRAHIM, N. From Projects into Operations: Lessons for Data Handover) From Projects into Operations: Lessons for Data Handover, Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law. 2 From Projects into Operations: Lessons for Data Handover. [S. l.: s. n.], 2012.

WILLIAMS, T M. The need for new paradigms for complex projects. **International Journal of Project Management**, [s. l.], v. 17, p. 269–273, 1999.

YU, A. T.W. *et al.* Management of client requirements for design and build projects in the construction industry of Hong Kong. **Facilities**, [s. l.], v. 28, n. 13, p. 657–672, 2010.

ZANNI, M.; SOETANTO, R.; RUIKAR, K. Towards a BIM-enabled sustainable building design process: roles, responsibilities, and requirements. **Architectural Engineering and Design Management**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 101–129, 2017.

ZIELIŃSKI, R; WÓJTOWICZ, M. Different BIM levels during the design and construction stages on the example of public utility facilities. **AIP Conference Proceedings**, [s. l.], v. 2078, n. 1, p. 020075, 2019. Disponível em: <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.5092078>.

APÊNDICE A – Protocolo de entrevista com os projetistas

PROTOCOLO DE ENTREVISTA - PROJETISTAS

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO ENTREVISTADO

1. Quanto tempo você trabalha na empresa?
2. Qual sua função?
3. Há quanto tempo ocupa esse cargo?

ESTRUTURA DA EMPRESA

4. A sua empresa se apresenta como para o mercado?
5. Quantas pessoas fazem parte da sua empresa? E da sua equipe?
6. O BIM é utilizado em todos os projetos da empresa?

OBJETIVOS E USOS DO BIM

7. Qual é o uso do BIM nos projetos dentro da sua empresa?
8. Com qual objetivo o BIM é utilizado nos projetos?
9. Como foram definidos os usos e objetivos do BIM para a empresa?
10. Vocês possuem um BEP desenvolvido para os projetos?
11. Qual o nível de maturidade da utilização do BIM dentro da empresa na sua opinião? 3D? 4D?
12. Você poderia dar exemplos onde o uso de BIM foi essencial para a tomada de decisões dentro de algum projeto?
13. Na sua opinião, como os diferentes stakeholders e grupos de clientes (ou seja, investidor de capital, FM) se beneficiarão do uso do BIM antes e depois da conclusão do projeto?

ESTRATÉGIAS DE IMPLEMENTAÇÃO

14. Como surgiu a ideia de usar o BIM? Quais passos foram dados para implementar a ideia?
15. Foi desenvolvido um BEP para auxiliar na implementação?
16. Qual foi o impacto da adoção do BIM no trabalho desenvolvido por você (por exemplo, aumento / diminuição do escopo, extra / menos horas de trabalho, treinamento, mais / menos saídas)?
17. Foram encontradas barreiras para a implementação do BIM?

PROCESSOS

18. Existe desenvolvido um mapa dos processos da empresa em BIM?
19. Como foi feita esse desenvolvimento? Equipes envolvidas? Tempo de desenvolvimento?
20. Existe uma padronização dos processos?
21. Como são feitas as avaliações dos processos? E a melhoria deles?
22. Como isso foi integrado ao BIM?
23. Na sua opinião, os processos de projeto e construção auxiliados pelo BIM são diferentes do processo tradicional?
24. Na sua opinião, quais são as diferenças em trabalhar de maneira tradicional e com o uso do BIM?
25. Há algum problema atualmente que você acredita ser causado pelo uso do BIM?
26. Há algum problema atualmente que possa ser resolvido usando o BIM que não tenha sido abordado neste projeto? O que eles são?
27. O que você faria de diferente para melhorar o uso do BIM neste projeto?
28. Como você melhoraria o processo? Como os problemas mencionados antes poderiam ter sido evitados?

RESPONSABILIDADES

29. Como são definidas as responsabilidades do BIM no projeto?
30. existe mapa de processos?
31. Quem são os principais envolvidos no desenvolvimento do projeto?

32. Como é definido quem são os principais envolvidos na tomada de decisão dos projetos?

ENTREGÁVEIS

- 33. Existe algum mapa/padrão/definição dos entregáveis da empresa? Como é feita essa definição?
- 34. Como é feita a troca de informações entre os modelos? Interoperabilidade?
- 35. Como é feita essa definição?

ORGANIZAÇÃO

- 36. Como ocorre a troca de informações com os agentes que você se relaciona?
- 37. Há uma política que vise o gerenciamento da comunicação que você tenha conhecimento?
- 38. Qual ferramenta utilizada?
- 39. Há registro desta troca de informações?
- 40. Vocês fazem reuniões com a equipe? O que é discutido? Qual a frequência delas? Que documentos são utilizados?