

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

ANDRESA LEAL GEHRMANN

**BIM E *LEAN*: PLANO DE IMPLANTAÇÃO PARA PROCESSOS DE PROJETOS
EM UMA CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE**

**Bagé
2017**

ANDRESA LEAL GEHRMANN

**BIM E LEAN: PLANO DE IMPLANTAÇÃO PARA PROCESSOS DE PROJETOS
EM UMA CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Carla Beatriz da Luz Peralta

Coorientador: Luciano de Vasconcellos Corrêa

**Bagé
2017**

ANDRESA LEAL GEHRMANN

**BIM E LEAN: PLANO DE IMPLANTAÇÃO PARA PROCESSOS DE PROJETOS
EM UMA CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 30 de Junho de 2017.

Banca examinadora:

Prof^a. Ma. Carla Beatriz da Luz Peralta
Orientadora
UNIPAMPA

Prof. Me. Luciano de Vasconcellos Corrêa
Coorientador
UFPEL

Prof. Dr. Alexandro Gularte Schafer
UNIPAMPA

Prof^a. Ma. Fernanda Gobbi de Boer Garbin
UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por me dar saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, namorado, família e amigos, pelo amor, incentivo e apoio.

A Universidade Federal do Pampa, ao corpo docente do curso de Engenharia de Produção pelos ensinamentos para minha formação acadêmica e profissional. A minha orientadora e coorientador pela disponibilidade e suporte na elaboração deste trabalho.

A Dallé construtora por possibilitar a realização deste estudo, em particular ao profissional desta empresa, André Machado, por me instigar a estudar o BIM.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

“Mar calmo nunca fez bom marinheiro”.

Autor desconhecido

RESUMO

A indústria da construção civil passa frequentemente por mudanças de paradigmas, principalmente no uso de tecnologias na concepção de projetos e no planejamento das obras. Os processos de projetos são, essencialmente, uma sequência de aprimoramentos em um conjunto de informações a ser transmitido para as fases subsequentes. Mesmo projetos pequenos na indústria da construção produzem uma grande quantidade de informações. Neste contexto insere-se a problemática deste trabalho, consistindo na forma com que é feito atualmente o processo de implementação de uma edificação. Onde é tradicionalmente fragmentado, dependente de formas de comunicação baseadas em papel, ocorrendo frequentemente erros e omissões resultando em custos imprevistos e atrasos. Dois temas estão executando mudanças fundamentais na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) da indústria. O primeiro, Construção Enxuta (*Lean Construction – LC*), é uma abordagem conceitual à gestão da construção e do projeto que visualiza a produção como um fluxo e reduz desperdícios em todo o processo produtivo. Já o segundo, Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling – BIM*), é uma tecnologia de informação transformadora que integra processos, melhora a comunicação, pode aperfeiçoar processos de produção e planejamento e torna o controle mais facilitado. Nessas circunstâncias, o presente estudo elaborou um plano de implantação de BIM aliado aos conceitos de *Lean* para uma construtora de médio porte, analisando e mapeando seu processo atual, possibilitando a identificação dos desperdícios e sugestões para solucioná-los. Este estudo auxiliará na organização dos passos a serem tomados para o sucesso do plano de implantação na construtora. Por fim, como considerações finais analisou-se como os objetivos deste trabalho foram alcançados, o ganho deste estudo para a empresa, algumas limitações da pesquisa e sugestões de trabalhos futuros.

Palavras-chave: Construção civil. Planejamento. Tecnologia da informação.

ABSTRACT

The construction industry often goes through changes in paradigms, especially in the use of technologies in designing projects and construction planning. Project processes are essentially a sequence of improvements in a set of information to be transmitted to subsequent phases. Even small projects in the construction industry produce a lot of information. In this context the problem of this work is inserted, consisting of the way in which the process of implementing a building is currently done. Where the process is traditionally fragmented, dependent on paper-based forms of communication, mistakes and omissions occur frequently in these documents resulting in unforeseen costs and delays, problems that result in misunderstanding, costs among others. Two themes are performing fundamental changes in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry. The first, Lean Construction (LC), is a conceptual approach to construction management and design that views production as a flow and reduces waste throughout the production process. The second, Building Information Modeling (BIM), is a transformative information technology that integrates processes, improves communication, can improve production processes and planning, and makes control easier. In these circumstances, the present study developed a plan for the implementation of BIM, together with the concepts of Lean for a medium-sized construction company, analyzing and mapping its current process, allowing the identification of wastes and suggestions for solving them. Finally, this study will help in the organization of the steps to be taken for the success of the implantation plan in the construction company. Finally, as final considerations, it was analyzed how the objectives of this work were achieved, the gain of this study for the company, some limitations of the research and suggestions for future work.

Key-words: Construction. Planning. Information Technology

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ordem cronológica da disseminação do <i>Lean</i>	16
Figura 2 - Fases envolvidas no processo de implantação do empreendimento	22
Figura 3 - Uso do BIM em cinco estágios.....	22
Figura 4 - Etapas do procedimento metodológico	30
Figura 5 – MFV atual.....	32
Figura 6 – Reconhecimento dos desperdícios no MFV atual	34
Figura 7 – Valor agregado e custo de mudanças e distribuição de compensação atual em serviços de projetos.....	36
Figura 8 – Fluxo de análise de informações baseadas e um fluxo de uma via no pacote de análise	39
Figura 9 – Fluxo de análise de informações que suportam intercâmbio bidirecional dos dados de análise	39
Figura 10 – MFV futuro.....	41
Figura 11 – Ilustração demonstrando os principais passos para um projeto de implementação BIM.....	42
Figura 12 – Desenvolvimento de uma edificação nova, com destaque para três principais participantes do processo	47
Figura 13 – Etapas para um evento Kaizen	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios Lean.....	17
Quadro 2 – Os 7 desperdícios.....	18
Quadro 3 – Perguntas utilizadas na entrevista.....	31
Quadro 4 – Gama de serviços técnicos usados durante o projeto.....	37
Quadro 5 – Questões da entrevista sobre posicionamento da empresa.....	43
Quadro 6 – Questões da entrevista sobre dificuldades/desafios na implementação do BIM.....	46
Quadro 7 – Outras melhorias na entrevista.....	48

LISTA DE SIGLAS

LC – *Lean Construction* / Construção Enxuta

BIM – *Building Information Modeling* / Modelagem da Informação da Construção

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

ERP – *Enterprise Resource Planning*

TI – Tecnologias da Informação

TQM – *Total Quality Management* / Gestão da Qualidade Total

JIT – *Just in Time*

QFD – *Quality Function Deployment*

TPM – Manutenção Produtiva Total

MFV – Mapeamento do Fluxo de Valor

IPD – *Integrated Project Delivery* / Desenvolvimento de Projetos

DG – *Design Build*

PPCI - Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio

T/C - Tempos de ciclo

TVA - Tempo de valor agregado

LTP - *Lead time* de produção

LTT - *Lead time* total

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Relevância do tema	11
1.2	Problemática	12
1.3	Justificativa	13
1.3.1	Objetivo geral	15
1.3.2	Objetivos específicos	15
1.4	Estrutura do trabalho	15
2	REVISÃO TEÓRICA	16
2.1	Lean Production	16
2.1.1	Princípios da abordagem Lean	17
2.1.2	Desperdícios	18
2.1.3	Ferramentas Lean	18
2.1.4	Lean Construction	19
2.2	Building Information Modeling	20
2.2.1	Modelos	23
2.3	Bim-Lean	24
2.4	Considerações do capítulo	27
3	METODOLOGIA	28
3.1	Empresa de estudo	28
3.2	Classificação do trabalho	28
3.3	Procedimentos metodológicos	30
4	RESULTADOS	31
4.1	Processo atual	31
4.2	Entrevistas	31
4.3	Mapeamento do Fluxo de Valor atual	32
4.5	Reconhecimento dos desperdícios do MFV atual	34
4.6	Análise dos desperdícios	35
4.6.1	Desperdício 1	35
4.6.2	Desperdício 2	37
4.6.3	Desperdício 3	38
4.6.4	Desperdício 4	38
4.6.5	Desperdício 5	40
4.6.6	Desperdício 6	40
4.7	MFV futuro	40
4.8	Plano de implantação	41

4.8.1	Etapas para implantação do BIM.....	41
4.8.1.1	Localizar fases do ciclo de vida do empreendimento	42
4.8.1.2	Objetivos corporativos	43
4.8.1.3	Pessoas: equipes papéis organizacionais e responsabilidades	44
4.8.1.4	Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM	45
4.8.1.5	Projeto-piloto de implementação BIM e seus objetivos	46
4.8.1.6	Informações críticas para implementação.....	46
4.8.1.7	Infraestrutura e tecnologia.....	47
4.8.2	Outras melhorias.....	48
4.8.3	Evento Kaizen	49
4.9	Considerações do capítulo	50
5	Considerações finais	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada a relevância do tema, bem com a problemática, a justificativa, os objetivos, divididos em geral e específicos, e por fim a estrutura do trabalho.

1.1 Relevância do tema

A indústria da construção civil passa frequentemente por mudanças de paradigmas, referentes a questões de segurança, tecnologias construtivas ou materiais, mas principalmente do uso de tecnologias na concepção de projetos e no planejamento das obras. Embora a indústria da construção tenha ritmo próprio de desenvolvimento, devido a sua complexidade e características únicas, um exemplo no âmbito de projetos e planejamento é a aplicação dos conceitos de Construção Enxuta (*Lean Construction* – LC), e o uso da Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM) (REFOSCO et al., 2014).

Estes dois temas estão executando mudanças fundamentais na Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) da indústria. O primeiro, LC, é uma abordagem conceitual à gestão da construção e do projeto. Já o segundo, BIM, é uma tecnologia de informação transformadora. Apesar de os dois serem conceitualmente independentes, há sinergias, que vão além da natureza essencialmente circunstancial de sua maturidade contemporânea (SACKS et al., 2010).

Após apresentar às soluções de *Enterprise Resources Planning* (ERP), que são sistemas de informação que integram todos os dados e processos de uma organização em um único sistema, as tecnologias da informação trazem para o setor da construção civil nacional a Modelagem da Informação da Construção. Ela surgiu após pesquisas científicas em países tecnologicamente desenvolvidos na construção civil na década de 70, cuja necessidade era melhorar a tomada de decisão em vista a crescente quantidade de informações disponíveis e as novas exigências e especialidades esperadas no mercado (como segurança, certificações ambientais, sustentabilidade, conforto, entre outros) (CAMPESTRINI et al., 2015).

Ayres Filho (2009) explica que o processo de projeto é, essencialmente, uma sequência de aprimoramentos em um conjunto de informações a ser transmitido para as fases subsequentes. Mesmo projetos pequenos na indústria da construção

produzem uma grande quantidade de informações e, por isso, os benefícios do uso de tecnologias da informação (TI) são muitos.

Desta maneira, Moum (2010) destaca que um bom processo de projeto, gerido com o auxílio de ferramentas de tecnologia de informação adequadas, é o pilar fundamental para a qualidade dos processos de construção e dos edifícios resultantes. Neste contexto está inserido o presente trabalho, o qual foi desenvolvido a partir de dados e observações adquiridas junto à construtora foco da pesquisa. A construtora está localizada na cidade de Bagé-RS, distante da capital 377,4 km e próxima à fronteira sul do estado. A empresa tem como atividade fim a construção de habitações unifamiliares e multifamiliares. Na própria empresa, acontece todo o processo de projeto, planejamento, cronogramas, compras de materiais e execução.

Desta forma, este estudo visa elaborar um plano de implantação de BIM aliado aos conceitos de *Lean* com o objetivo de minimizar os desperdícios de tempo e informação na elaboração dos projetos, instituindo a transparência na transferência de informações ao setor de planejamento.

1.2 Problemática

A problemática deste trabalho dá-se pela forma com que é feito atualmente o processo de implementação de uma edificação, pela indústria da construção. Onde, segundo Eastman et al. (2014), este processo é tradicionalmente fragmentado, dependente de formas de comunicação baseadas em papel, onde frequentemente erros e omissões nestes documentos resultam em custos imprevistos e atrasos, esses problemas acarretam atritos, gastos financeiros e outros.

Desta forma, a implantação da tecnologia BIM somada ao *Lean* têm o intuito de minimizar ou mesmo solucionar por definitivo os problemas decorrentes das falhas de comunicação e imprecisão do processo de projeto com fases, responsabilidades e intervenientes variados EASTMAN et al. (2014). Com este intuito a construtora estudada busca superar estas dificuldades advindas do sistema tradicional de projeto, ao implantar a tecnologia BIM juntamente com o *Lean*.

1.3 Justificativa

Eastman et al. (2014) explica o uso do termo BIM, para descrever uma atividade (*building information modeling*) em vez de um objeto (*building information model*), o que refuta a crença de que BIM não é algo como um tipo de *software*, mas uma atividade humana, composta por um conjunto de operações apoiadas por *softwares* e que envolve mudanças amplas no processo de construção.

O BIM para grande parte dos leigos no assunto, mesmo que experientes em projeto de arquitetura, ainda é visto exclusivamente como um “desenho 3D”, ou “um *software*”, e tal pensamento negligencia o que tange seus pontos mais significativos: a mudança dos processos e das pessoas. O BIM se utilizado apenas como *software* trará basicamente os ganhos de encaminhar à obra um projeto totalmente compatibilizado (acredita-se assim em uma redução de 2 a 5% de custos), porém, se este for entendido como mudança de processo, onde há mudança de cultura e hábitos nas pessoas, ter-se-á inúmeros projetos para uma única edificação, sendo possíveis reduções de custos potencialmente 10 vezes maiores (CAMPESTRINI et al., 2015).

Algumas empresas já conseguem usar o modelo (este conceito será discriminado detalhadamente no capítulo 2) para outros fins, como retirar informações de custo do empreendimento, no futuro, será possível utilizar modelos para extrair informações de manutenção, de consumo de energia elétrica, de conforto e desempenho das edificações, assim, quanto mais informação sobre uma edificação for utilizada durante o seu desenvolvimento, melhor tende ser o projeto final (CAMPESTRINI et al., 2015).

Desde meados dos anos 80 observa-se, no país, um forte movimento no setor da construção civil na aplicação dos princípios e ferramentas da Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* – TQM). Muitas empresas investiram no desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade, como meio para alcançar um maior nível de controle sobre seus processos produtivos e também com o objetivo final de obter certificação segundo as normas da série ISO9000. Apesar de ter trazido importantes benefícios para o setor, à filosofia do TQM atende apenas de forma parcial as necessidades das empresas, pois seus conceitos, princípios e ferramentas não contemplam, com a devida profundidade, questões relacionadas à eficiência e eficácia do sistema de produção (FORMOSO, 2002).

Segundo o mesmo autor, devido a essas limitações e também pelo fato de que erroneamente tentou-se disseminar o TQM na indústria como uma solução global para toda a organização, esta filosofia vem sofrendo um relativo desgaste entre as empresas nos últimos anos. Ao longo dos anos 90, um novo referencial teórico vem sendo construído para a gestão de processos na construção civil, envolvendo o esforço de um grande número de acadêmicos tanto no país como no exterior, com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Denomina-se este esforço de Construção Enxuta, por estar fortemente baseado nos princípios da Produção Enxuta.

Camera, Castro e Campos (2015) relatam que o setor da construção civil vem passando por questões e dificuldades que evidenciam a necessidade do desenvolvimento de uma política de gestão mais eficiente, que conduza as empresas a ganhos mais apreciáveis. Para atingir uma melhor gestão é necessário aumentar o desempenho na produção de curto e médio prazo, nesta abordagem se utiliza o *Lean Construction*, que vêm sendo aplicado para melhorar processos e aperfeiçoar fluxos de produção na construção civil.

Mendes Jr., Cleto e Garrido (2014) destacam os ganhos possíveis de se obter com o BIM e *Lean*, tais como: a redução de atividades que não agregam valor; aumento no valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes por meio da colaboração em equipe no projeto; redução da variabilidade pela qualidade; redução do tempo de ciclo; aumento da transparência do processo; apoio a um sistema puxado de produção; apoio na padronização das tarefas; e uso do controle visual. Estes conceitos serão explicados de forma mais precisa no decorrer deste trabalho.

Ao avaliar a sinergia BIM e *Lean*, Sacks et al. (2010) destacaram que a abordagem para a concepção da tecnologia (BIM) tem um poder de transformação não só no processo de desenho, mas também no processo de construção como um todo, e a tração de uma abordagem transformativa (*Lean*) traz para a gestão o potencial uso desta tecnologia de projeto para transcender as restrições atuais de melhoria do desempenho. Os mesmos autores explicam que a amplitude e a profundidade das interligações entre eles implicam que qualquer empresa ou projeto em uma jornada de implantação *Lean* deve considerar seriamente o uso de BIM para melhorar os resultados *Lean*. No entanto, qualquer empresa ou projeto de

implementação de BIM deve assegurar que o seu processo de mudança esteja contribuindo ao máximo para tornar seus processos mais enxutos (*Lean*).

Neste contexto, o presente estudo visou contribuir no processo de implantação do BIM, aliado aos princípios do *Lean*, buscando resolver dificuldades enfrentadas pela empresa em questão, como: reduzir os desperdícios de informações de projeto, revogar atividades que não agregam valor a empresa, diminuir o tempo de ciclo no processo de projeto de um empreendimento, entre outros. Por fim, o estudo auxiliou na organização dos passos a serem tomados para o sucesso do plano de implantação na construtora.

1.3.1 Objetivo geral

Criar um plano de implantação BIM, aliando os conceitos de *Lean*, para uma construtora de médio porte.

1.3.2 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral, foi necessário atingir os seguintes objetivos específicos:

- Identificar oportunidades de melhoria no atual processo de gestão de projetos;
- Conhecer a contribuição do BIM e do *Lean* para essas oportunidades;
- Identificar as dificuldades e objetivos na implantação do BIM e do *Lean*.

1.4 Estrutura do trabalho

Este projeto de trabalho de conclusão de curso compõe os capítulos do 1 ao 4. O Capítulo 1 contém a relevância do tema estudado, sua problemática, justificativa para este estudo e os objetivos. O Capítulo 2 apresenta uma revisão teórica, trazendo o embasamento teórico para o entendimento do *Lean* e do BIM. O Capítulo 3 apresenta a empresa estudada, classifica a pesquisa e traz seus procedimentos metodológicos. Por último os resultados esperados e o cronograma das atividades são definidos no Capítulo 4.

2 REVISÃO TEÓRICA

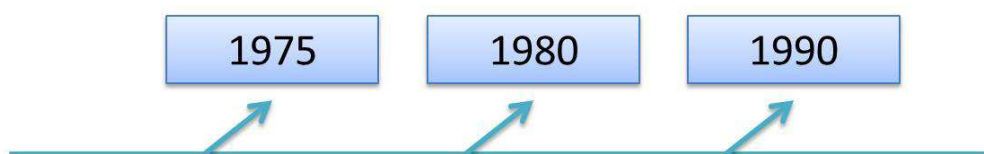
2.1 *Lean Production*

As ideias do novo paradigma, *Lean Production*, segundo Formoso (2002), surgiram no Japão nos anos 50, onde seus princípios básicos surgiram na indústria, principalmente a automotiva, a partir de algumas filosofias, a Gestão da qualidade total (TQM), o *Just in Time* (JIT) e o Sistema Toyota de Produção.

O termo “enxuto” foi adotado visando caracterizar este novo paradigma de produção, que em comparação ao paradigma anterior da produção em massa, utiliza a redução de aspectos como: esforço dos operários em fábrica; espaço de fabricação; investimento em ferramentas; e horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Além disso, requer também bem menos da metade dos estoques de fabricação, e resulta em bem menos defeitos, produzindo uma maior e crescente variedade de produtos (PICCHI, 2001).

As ideias básicas do Sistema Toyota de Produção englobam: a eliminação dos estoques; a redução de *setup* (tempo para execução de um processo completo); máquinas semiautônomas; cooperação com os fornecedores; e entre outras (KOSKELA, 1992). O mesmo autor descreve em uma ordem cronológica da disseminação do *Lean*, apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Ordem cronológica da disseminação do *Lean*



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Nos anos de 1975 a 1980 as ideias foram difundidas para Europa e América, especialmente na indústria automobilística.

Ao adentrar a década de 1980, foram publicados livros que analisaram e explicaram a abordagem mais detalhadamente.

Início da década de 1990 a nova filosofia de produção, que é conhecido por vários nomes diferentes, como fabricação de classe mundial, produção enxuta, novo

sistema de produção. Essa foi a abordagem dominante, praticada, pelo menos parcialmente, pelas maiores empresas de fabricação na América e na Europa.

Ainda em 1990 a filosofia de produção sofre um maior desenvolvimento, principalmente no Japão. Novas abordagens e ferramentas foram criadas para contribuir com a filosofia, tais como *Quality Function Deployment* (QFD), método Taguchi, projeto para fabricação, e entre outros.

A diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e *Lean Production* é principalmente conceitual, onde a mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos (FORMOSO, 2002).

2.1.1 Princípios da abordagem *Lean*

O termo “*Lean Thinking*”, que em sua tradução significa Pensamento Enxuto, foi criado por Womack e Jones (2004). As bases desta abordagem são apresentadas em cinco princípios no Quadro 1.

Quadro 1 – Princípios *Lean*

Princípio	Descrição
Valor	Especificar e melhorar o valor. A grande ênfase neste princípio é que valor deve ser identificado a partir da ótica do cliente. São inúmeros os exemplos de empresas que projetam seus produtos e determinam a forma como serviços serão prestados negligenciando aspectos fundamentais para os clientes.
Cadeia de valor	Identificar a cadeia de valor e remover os desperdícios. Se acompanhar a realização de um produto, desde a matéria prima até sua entrega ao consumidor final, observar-se as inúmeras atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente, via de regra repetidas inúmeras vezes: transportes, estoques, retrabalhos, etc. Em geral diversas empresas participam desta cadeia de valor, com visão restrita a suas atividades, não enxergando os enormes desperdícios que ocorrem, considerando-se a cadeia como um todo.
Fluxo	Fazer o produto fluir. A produção ideal, do ponto de vista <i>Lean</i> , é um fluxo contínuo, peça a peça, sem estoques intermediários e nem paradas. Isto traz inúmeros benefícios, dentre os quais: menores <i>lead times</i> (tempos de produção), obrigatoriedade de qualidade 100% e eliminação de vários tipos de desperdícios, tais como movimentos e transportes desnecessários.
Puxar	Deixar o cliente puxar. Para o <i>Lean</i> , produzir mais que o necessário, criando estoques (superprodução), é a forma de desperdício mais combatida, inclusive por ser esta uma cultura largamente difundida pela produção em massa. Produção enxuta significa na quantidade certa, na hora certa, somente para atender a demanda.
Perfeição	Gerenciar em direção à perfeição. Melhoria contínua, com participação dos níveis operacionais, identificando as causas dos problemas, faz parte do <i>Lean</i> e conta com métodos específicos, baseados em “5 por quês”, ferramentas da qualidade, entre outros.

Fonte: Adaptado de Picchi (2001).

2.1.2 Desperdícios

Taiichi Ohno (1997) explica que ao se pensar sobre eliminação total de desperdícios deve-se saber que, o aumento da eficiência só é válido quando está associado à redução de custos, para alcançar esse objetivo deve-se produzir apenas o necessário usando o mínimo de mão-de-obra.

Conhecendo-se os sete desperdícios apresentados no Quadro 2 possibilita-se identificá-los e eliminá-los.

Quadro 2 – Os 7 desperdícios

Desperdício por superprodução	É classificada como a mais prejudicial para às empresas, pois pode esconder muitos problemas e causas outros. Produção antecipada de itens ou em quantidades maiores do que o necessário, esse estoque pode ser um conjunto de informações ou tradicionalmente físico.
Desperdício por espera	Contabilizam-se as horas em que o trabalhador ou a máquina estão disponíveis para o trabalho, mas que por algum motivo estão aguardando para realizar a tarefa.
Desperdício por transporte	Movimentações dentro do processo, gerando custo e não agregando valor ao produto.
Superprocessamento	Execução de atividades desnecessárias durante a produção.
Desperdício por estoque	Excesso de estoque seja de produtos acabados ou de matéria prima.
Desperdício por deslocamentos	Qualquer movimento relacionado ao deslocamento dos funcionários e que não agregam valor ao produto.
Desperdício por defeitos	Retrabalhos com produtos defeituosos.

Fonte: Adaptado de (WOMACK e JONES, 2006).

2.1.3 Ferramentas Lean

A base do Pensamento Enxuto é a eliminação de desperdícios, na busca da eliminação destes, diversas técnicas foram desenvolvidas. O termo técnica ou ferramenta é geralmente usado para rotinas, padronizadas, tais como (PICCHI, 2001):

- Mapeamento do fluxo de valor: é uma ferramenta essencial do *Lean*, que permite as empresas enxergarem todo o fluxo de valor de seus processos. O mapeamento é uma ferramenta de comunicação, planejamento e gerenciamento de mudanças, que direciona as tomadas de decisões das

empresas em relação ao fluxo, possibilitando ganhos de desempenho (LUZ; BUIAR, 2004).

- **Padronização:** É um dos métodos usados para indicar procedimentos para execução das tarefas de um processo, com objetivo de que o resultados desejados possam ser alcançados e mantidos. Uma boa parte da variabilidade dos processos produtivos poderá ser evitada se as tarefas forem executadas da mesma forma, padronizadas, entre turnos, equipes, contribuindo assim para redução de custos, qualidade e cumprir prazos. Nos passos para implantação da padronização utiliza-se do POP (Procedimento Operacional Padrão) que é um documento onde registra-se as atividade com uma linguagem que todos envolvidos compreendam (WERKEMA, 2011).
- **Kaizen:** termo japonês que significa melhoramento contínuo, é uma metodologia para alcance de melhorias rápidas. É geralmente usado para resolver problemas de escopo restrito identificados após o Mapeamento do Fluxo de Valor e é conduzido por equipe composta de pessoas de diferentes funções e setores na empresa. O Kaizen deve ser utilizado quando fontes de desperdícios óbvias foram identificadas, escopo do problema está claramente definido e compreendido, risco de implementação é mínimo, resultados são necessários imediatamente e quando é necessário aumentar a velocidade e adquirir credibilidade nas fases iniciais de um projeto de melhoria. (WERKEMA, 2011).

2.1.4 *Lean Construction*

Os princípios do *Lean* para a construção civil foram adaptados por Koskela (1992), sua intenção era beneficiar o setor da construção civil com um sistema de gestão de qualidade de sucesso, como foi o Sistema Toyota de Produção. Este trabalho tornou-se um marco nos esforços de acadêmicos para estender os benefícios de produção enxuta para o setor da construção civil. Essa nova filosofia de geração de valores é conceituada em uma produção sem geração de estoques e desperdícios e recebeu o nome de *Lean Construction* ou Construção Enxuta (CAMERA; CASTRO; CAMPOS, 2015).

Koskela (1992) introduz explicando que os problemas da construção são bem conhecidos e muitas soluções ou visões têm sido desenvolvidos para saná-los. A tendência de desenvolvimento sugerida gera impactos maiores do que a de informação e tecnologia de automação, esta se baseia em uma nova filosofia de produção. Onde a importância de teorias e princípios básicos relacionados com processos de produção, por ser desenvolvida por praticantes na indústria, em um processo de tentativa e erro, a natureza desta abordagem como uma filosofia provocou à atenção de ambos os círculos, tanto os profissionais como acadêmicos.

2.2 Building Information Modeling

O Manual de BIM escrito por Eastman et al. (2014) relata que o conceito e a nomenclatura BIM não são novos, tem cerca de trinta anos, ele mostra ainda o exemplo mais antigo encontrado em 1975, um artigo publicado em jornal intitulado *Building Description System*, porém o primeiro uso documentado do termo *Building Modeling*, no sentido que é usado hoje, foi em 1986, em um estudo de caso com o uso de um programa computacional.

Para Eastman et al. (2014), BIM é um dos mais promissores desenvolvimentos na indústria da AEC, com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital, quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção. Os mesmos autores complementam que, quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos.

O Caderno de apresentação de BIM da Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina (2014) define-o como “uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação e um recurso de compartilhamento de conhecimento para obter informações sobre uma instalação, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, definido desde a sua concepção até a primeira demolição”. O mesmo caderno, explica ainda, de forma clara, que o funcionamento do projeto, onde os modelos de edifícios são caracterizados pelos autores como componentes representados digitalmente por

meio de objetos que “sabem” o que são e que podem ser associados por meio da computação gráfica, possuindo propriedades, atributos e regras paramétricas. Estas regras consistem em definições geométricas de dados e regras associadas, onde a geometria é integrada de maneira não redundante e não permite inconsistência. As regras paramétricas para os objetos modificam automaticamente as geometrias associadas (EASTMAN et al. 2014).

BIM é o empreendimento concebido no ambiente virtual em 3D com elementos geométricos parametrizados e todas as disciplinas de engenharia e arquitetura compatibilizadas, projetos com suas análises de desempenho do empreendimento (térmico, acústico, conforto ambiental podendo atender a certificações específicas), e compatibilização englobando planejamentos de custo e prazo GARRIDO (2015). Conforme Eastman et al. (2014) o BIM é fundamentalmente um método diferente de criação, uso e compartilhamento de dados do ciclo de vida da construção.

A *National Building Information Modeling Standard* (NBIMS, 2007), categoriza *Building Information Modeling* de três maneiras:

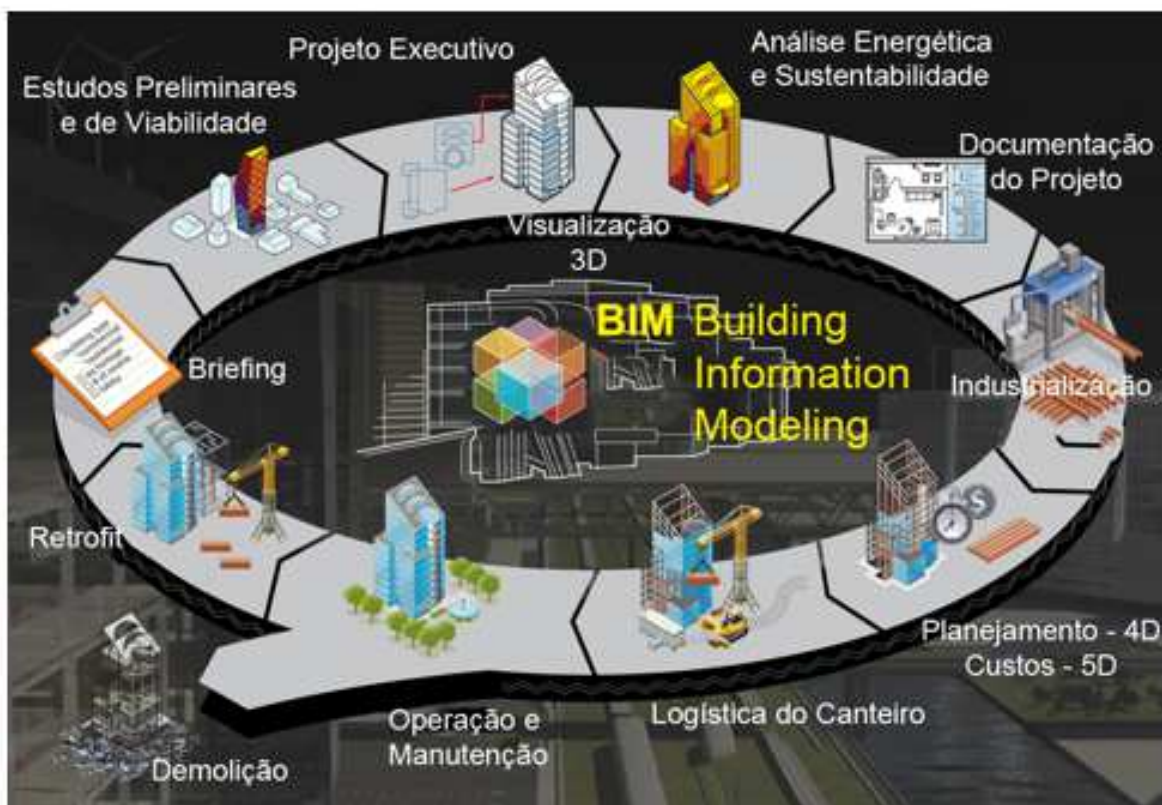
- O primeiro como um produto ou representação digital inteligente de dados, por meio de um modelo da informação da construção, a representação virtual da edificação;
- Como um processo colaborativo, capacitando o processo de informação entre os envolvidos; e
- Como uma forma de gerenciamento de ciclo de vida das instalações.

Um mero desenho não atende mais as necessidades de informação sobre o empreendimento, mais do que projetar, precisa-se planejar e acompanhar o processo da implantação de uma obra. Estes envolvem o domínio e o gerenciamento sobre as informações necessárias para se implantar a obra. Essa gestão da informação não estava até então contemplada de maneira satisfatória com as ferramentas CAD de desenho e nem nos programas de análises e de cálculo (FERREIRA, 2015).

O mesmo autor menciona que, o BIM veio para acabar com esta lacuna, com ele, juntam-se as informações geométricas da obra, como forma, dimensões e posições de cada elemento, com as informações necessárias para a implantação da mesma, como quantitativos, durabilidade, resistência de materiais, custos, prazos, documentos, logística de construção e manutenção, dentre outras características.

Esta junção, aliada a todos os profissionais envolvidos com o empreendimento e à abordagem de todas as disciplinas (hidráulica, elétrica, estrutural, etc) e fases envolvidas no processo de implantação do empreendimento como mostra a Figura 2, incluindo todo o seu ciclo de vida, é o que compõe a tecnologia BIM.

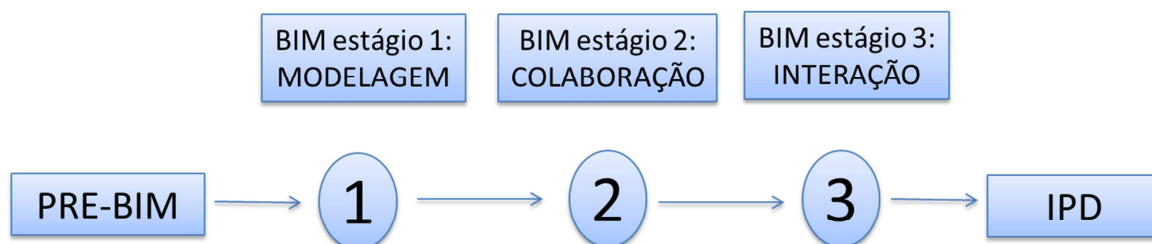
Figura 2 – Fases envolvidas no processo de implantação do empreendimento



Fonte: Caderno de apresentação de BIM da Secretaria de Planejamento do Estado de Santa Catarina (2014).

Para Succar (2009), toda a indústria da arquitetura, engenharia e construção evoluem no uso e aplicação do uso de BIM em cinco estágios como a Figura 3.

Figura 3 – Uso do BIM em cinco estágios



Fonte: Adaptada de Succar (2009).

- Pré BIM: processo assíncrono e linear, projetistas utilizando tecnologia CAD sem interação uns com os outros;
- Estágio 1 - modelagem de objeto: consiste no mesmo processo assíncrono, linear e não integrado que pré BIM, porém, projetistas iniciam modelagens 3D para auxiliar no entendimento e comunicação;
- Estágio 2 - modelagem colaborativa: neste estágio, projetistas compartilham modelo e iniciam um processo de integração parcial, pois modelos 3D começam a ser compartilhados para visualização e entendimento, até mesmo úteis para que projetistas realizem seu trabalho diante do modelo de outro projetista. Porém, aqui ainda não há coordenação e o processo continua assíncrono;
- Estágio 3 - rede de integração: a equipe inicia modelagem colaborativa e coordenada especificamente, apoiada em modelos em nuvem para comunicação. O processo se torna cíclico;
- Integrated Project Delivery (Desenvolvimento Integrado de Projeto): soluções de projeto são tratadas como entrega. O desenvolvimento do empreendimento se torna colaborativo. Ferramentas, entregas e o processo são combinados no início do processo via contrato firmado. Os clientes do empreendimento, seja construtor, projetista, usuário ou dono, assumem riscos juntos ao longo do processo.

2.2.1 Modelos

Campestrini et al. (2015) explica em seu livro que modelos computacionais, ou virtuais, são desenvolvidos com os mesmos objetivos dos físicos, como suporte para simulação, complementação e/ou validação de cálculos matemáticos. Uma das vantagens dos modelos virtuais é a sua capacidade de ser relativamente fácil a sua reconstrução ou remodelagem, oferecendo a seus usuários mais condições de simulação e, conseqüentemente mais informações.

Os mesmos autores enfatizam que modelos BIM são a chave para que o mesmo seja realizado com sucesso, servindo como base de dados para a modelagem da

informação a ser utilizada pela equipe de projetos colaborativa, para criar soluções e tomadas de decisão.

Com relação às dimensões de um modelo, essas se referem a como ele está programado e, conseqüentemente, aos tipos de informações que serão dele retiradas, Campestrini et al. (2015) explica cada modelo:

- Modelo 3D: modelo computacional contendo as informações espaciais e qualidade do projeto (pilares, vigas, lajes, paredes, portas, janelas, tubulações etc.), dele se extrai informações sobre a compatibilização espacial do projeto, as especificações de materiais e acabamentos, quantitativo de materiais, soluções para revestimento, entre outros;
- Modelo 4D: programa-se um modelo BIM para receber informações de prazo (produtividade das equipes de produção, número de equipes e sequência construtiva), dele retira-se informações sobre o cronograma da obra, como início e término de cada atividade, configurações espaciais a cada etapa da execução, lead time e ritmo de produção;
- Modelo 5D: modelo BIM programado para receber informações de custo dos serviços (materiais, mão de obra e equipamentos, despesas indiretas e bônus, etc.), a partir desse, retira-se diversas informações, entre elas o custo das atividades da obra e as curvas ABC;
- Modelo 6D: quando se deseja obter informações sobre o uso da edificação, esse recebe informações sobre a validade dos materiais, os ciclos de manutenção, o consumo de água e energia elétrica, entre outros. Usa-se esse modelo para extrair informações de custos de operação e manutenção da edificação.

2.3 Bim-Lean

Entre os estudos mais recentes a publicação de Sacks et al. (2010), propõe interações entre BIM e construção enxuta. Com a promessa de BIM proporcionar resultados que a aplicação dos princípios da construção enxuta entrega, há grande potencial de melhoria em empreendimentos de construção. Mesmo independentes, BIM e construção enxuta, podem ser utilizadas juntas para potencializar benefícios que ambos oferecem.

Então BIM e *Lean Construction* buscam a redução de desperdícios e agregação de valor ao cliente. De um lado, a construção enxuta visualiza a produção como um fluxo e reduz desperdícios em todo o processo produtivo. Do outro, BIM integra processos, melhora a comunicação, pode aperfeiçoar processos de produção e planejamento e torna o controle mais facilitado GARRIDO (2015).

No atual estágio de ambos, BIM e *Lean*, Sacks et al. (2010) afirma que é provável que a maioria das empresas e profissionais ainda estejam em uma curva de aprendizado, ele sugere que a adoção paralela deve ser em pequenos passos, onde uma boa estratégia é definir cuidadosamente os benefícios que são desejados, e proceder por etapas incrementais no sentido de aproveitar as interações mais positivas entre estas duas iniciativas. Por fim, os mesmos autores alegam que para a realização abrangente de benefícios, a compreensão conceitual da teoria da produção na construção deve ser enraizada.

Refosco et al.(2014) em seu trabalho de estudo dos conceitos da construção enxuta, a partir de um caso de empreendimento habitacional, utilizou-se do BIM 3D e 4D para atingir o princípio da LC, descreve que com a visualização espacial e simulação do cronograma foi possível a melhoria da transparência, foco do controle do processo global e aumento da flexibilidade da obra por meio das análises de cenários, opções executivas, estudos de planos de ataque e compatibilização interdisciplinar de projetos. No mesmo trabalho, relata ainda que, foi possível a previsão de problemas e dificuldades pontuais bem como as medidas para saná-las, acarretando na melhoria do valor do produto por meio das considerações sistemáticas das necessidades do cliente, que neste caso podem ser entendidas como eliminação dos imprevistos no momento da realização do processo, atendendo também ao princípio da redução da variabilidade, gerando uma quantidade de informações que possibilitam o aprendizado e desenvolvendo a melhoria contínua.

Estman et al. (2014) em seu Manual BIM, apresenta o estudo de caso “Expansão da fábrica em Flint do motor v6 global, BIM utilizado para encurtar o ciclo projeto-construção usando métodos da construção enxuta”, neste projeto a GM (*General Motors*) tinha como objetivo minimizar o tempo de realização do projeto e construção. Os princípios da construção enxuta e uma completa integração da tecnologia BIM, foram os meios utilizados para atingir esses objetivos. Como forma de gerenciar o processo, além das tecnologias BIM a equipe de gerenciamento do

empreendimento também usou um bloco básico do conceito enxuto conhecido como evento *Kaizen*, estes eventos são sessões de reengenharia de fluxo do trabalho, curtas e focadas, em que participam o proprietário, o projetista e outros participantes do empreendimento. Durante esses eventos os participantes usaram técnicas como empoderamento de equipes, *brainstorming* e solução de problemas. Os processos existentes foram mapeados, limitações identificadas, propuseram melhorias para os fluxos de trabalho existentes por meio da eliminação de desperdícios potenciais e solicitaram a adesão de todos os envolvidos para implementação das novas práticas. O principal resultado destes eventos neste estudo de caso, foi a eliminação da necessidade de revisão e aprovações de desenho 2D, o que acelerou a entrega dos desenhos executivos e possibilitou à equipe de projeto cumprir os prazos de entrega. Como lições aprendidas o estudo de caso demonstra que por meio do uso de um esforço DB (*Design Build* – Projeto & Construção) a duração do desenvolvimento do empreendimento pode ser reduzida em 50%, essa execução rápida é justificada pelo uso da abordagem enxuta, tecnologia BIM e uso da modelagem completa em 3D.

Sacks et al. (2010) apresentam uma lista organizada para analisar as interconexões entre BIM e *Lean*:

- Reduzir a variabilidade: a variabilidade deve ser combatida por meio de controle, pois tende a incorporar atividades que não agregam valor, a mão de obra deve ser treinada em procedimentos padrão (MENDES Jr. et al. 2014);
- Reduzir os tempos de ciclo: o tempo de ciclo é a soma de todos os tempos para produzir um determinado produto, desde transporte, espera, processamento e inspeção. Deve-se diminuir os fluxos e buscar melhorias na conversão. Um exemplo é o aprendizado da mão de obra que pode ser responsável na redução do tempo de ciclo (MENDES Jr. et al. 2014);
- Aumentar a flexibilidade: a flexibilidade reduz os tempos de ciclo e também simplifica o sistema de produção. Na construção, equipes multiquificadas alcançam este objetivo;
- Selecionar uma abordagem de controle de produção apropriada: em um sistema puxado, uma atividade produtiva é provocada pela demanda de uma estação de trabalho. O sistema de puxar veio para ser associado ao

Lean. A nivelção da produção facilita as operações de um sistema puxado. Na construção, este sistema é realizado com planos e horários;

- Padronizar: a padronização do trabalho é a base para a melhoria contínua e para a capacitação dos funcionários;
- Instituir a melhoria contínua: quando se controla os processos, tornam-se possíveis as críticas das atividades e assim a busca pela melhoria contínua;
- Usar o gerenciamento visual: a gestão visual está estreitamente ligada à padronização, a visualização dos métodos de produção permite fácil identificação dos padrões. Também está estreitamente ligada à melhoria contínua, na qual a visualização da produção permite a percepção dos trabalhadores do estado do processo e das medidas de melhoria;
- Projetar o sistema de produção para fluxo e valor: este princípio salienta a importância de desenho do sistema de produção;
- Focar na seleção do conceito: o projeto divide-se em projeto de conceito e projeto de detalhe. O desenvolvimento de diferentes conceitos e sua avaliação deve ser abordado com ênfase necessária, uma vez que existe tendência natural a correr para o desenho de detalhes. O desenho com base em conjuntos é uma forma de alcançar o projeto de conceito, aplicação é útil para a concepção de edifícios; e
- Decidir por consenso: ao aumentar o círculo de decisores, pode ser assegurada uma base de conhecimento maior. Ao ampliar o número de opções, a probabilidade de encontrar a melhor solução é aumentada.

2.4 Considerações do capítulo

Este capítulo buscou situar o leitor sobre os significados das abordagens *Lean*, seu surgimento, disseminação e seus princípios para Construção Enxuta. Também contou como o BIM surgiu, sua abordagem e como se classificam os modelos.

Por fim e como foco principal deste trabalho, aliam-se as duas abordagens, mostrando que muitos autores justificam a importância de trabalhar com BIM e *Lean* associados e os benefícios que estes trazem.

3 METODOLOGIA

3.1 Empresa de estudo

A empresa em estudo intitulada Dallé Construtora, localiza-se no município de Bagé-RS e atua no segmento da construção civil.

É uma empresa familiar, desde 1989, focou suas atividades no ramo da construção civil, com a revenda de materiais e construção de edificações comerciais e residenciais.

Em 2012, a empresa conquistou dois importantes e exclusivos certificados de gestão de qualidade a ISO 9001 e PBQP-H nível A, além da incorporação de modernos métodos construtivos e alto investimento em máquinas e em inovação tecnológica. Assim, a empresa busca continuamente a melhoria contínua de seus processos, visando sempre à satisfação de seus clientes e a valorização de seu quadro de colaboradores.

3.2 Classificação do trabalho

Este trabalho classifica-se com base em seus objetivos como uma pesquisa exploratória, definida por Gil (2002) como pesquisa que tem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema, com intuito de torná-lo explícito ou construir hipóteses, tendo como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. O mesmo autor explica que, na maioria dos casos, este tipo de pesquisa envolve:

- Levantamento bibliográfico;
- Entrevistas com pessoas que possuem experiências práticas com o problema pesquisado;
- Análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Yin (2016) explica a importância de fazer boas perguntas nas entrevistas, para não correr o risco de coletar informações irrelevantes e não cruciais para o trabalho. Neste contexto, está inserido o conceito de entrevista com tarefa, um instrumento que se tem revelado muito útil em trabalhos de pesquisa, pois, são entrevistas semiestruturadas, que buscam identificar processos auto regulatórios na aprendizagem (SILVA; SIMÃO, 2016).

Os mesmos autores destacam que as interações dos intervenientes, entrevistador com entrevistado e sua tarefa, pode-se avaliar os processos e as estratégias aplicados pelos entrevistados em uma determinada tarefa. Os resultados permitem inferir sobre o planejamento estratégico que eles fazem, quais as suas crenças de auto eficácia, a capacidade de auto monitoramento com sua tarefa e assim aplicar estratégias de compreensão (SILVA; SIMÃO, 2016).

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa classifica-se como estudo de caso, definido por Gil (2002) como uma pesquisa que consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetivos, consentindo seu amplo e detalhado conhecimento. Yin (2015) explana que estudos de casos são relevantes como uma maneira de investigar um tópico empírico seguindo um conjunto de procedimentos desejados.

É de grande importância à realização de um projeto de pesquisa para utilização no estudo de caso, este estudo define-se como um plano lógico para responder um conjunto inicial de questões, possui cinco componentes importantes a serem seguidos (YIN 2015):

- As questões do estudo;
- As proposições a serem resolvidas;
- As unidades de análise;
- A lógica que une dados as proposições;
- Os critérios para interpretar as constatações.

Quanto ao tratamento dos dados, Gil (2002) classifica a pesquisa com qualitativa, definida como uma análise dependente de muitos fatores, como a natureza dos dados coletados, a extensão da amostra, os instrumentos de pesquisa e as hipóteses teóricas que guiaram a investigação. O mesmo autor explica que para categorizar os dados qualitativos, os conjuntos iniciais são reexaminados e modificados sucessivamente, com vistas em obter ideias mais abrangentes e significativas, os dados costumam ser textos narrativos, matrizes, esquemas, entre outros.

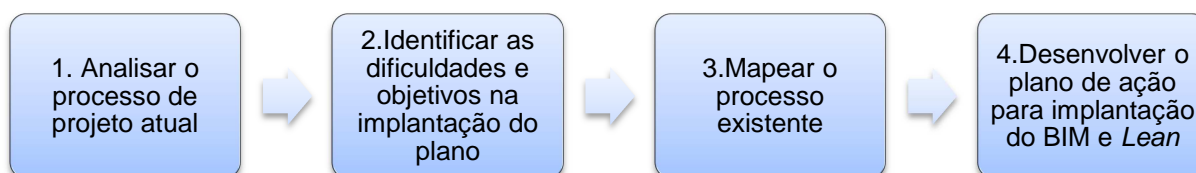
Quando a finalidade é explicar ou descrever um evento ou uma situação, a abordagem adotada deve ser a qualitativa. A principal vantagem da abordagem qualitativa refere-se à profundidade e à abrangência, ou seja, o “valor” das evidências que podem ser obtidas e trianguladas por meio de múltiplas fontes, como

entrevistas, observações, análise de documentos, permitindo ao pesquisador detalhes informais e relevantes, admitindo também uma relação bem mais próxima e sistêmica do objeto de estudo (FREITAS; JABBOUR, 2011).

3.3 Procedimentos metodológicos

Neste tópico são abordados os procedimentos realizados para que fosse possível atingir os objetivos deste trabalho. A Figura 4 apresenta as etapas para alcançar tais pontos.

Figura 4 – Etapas do procedimento metodológico



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Para a primeira etapa analisou-se o processo de projeto atual.

Para a segunda etapa, foi elaborada entrevista com base em recursos do Manual de implantação piloto BIM e o Piloto BIM primeiros passos, estes documentos são disponibilizados pela empresa Autodesk e possuem muitas informações para suporte. Foram realizadas entrevistas com os profissionais envolvidos diretamente no processo, setor de projetos, planejamento e execução. As entrevistas tiveram como base o conceito de entrevista com tarefa, onde todas as perguntas foram questionadas como era feito o serviço hoje em dia na prática.

Na terceira etapa, mapear o processo existente, foi utilizado o conceito de mapeamento do fluxo de valor, uma técnica do *Lean* que mapeia a situação atual, com o intuito de encontrar os desperdícios, logo busca eliminar/reduzir os mesmos.

A última etapa, desenvolver plano de ação para implementação do BIM e *Lean*, para sugerir melhorias no MFV futuro da empresa, utilizou-se a literatura, principalmente o livro Manual de BIM de Eastman et al. (2014), a bibliografia mais completa sobre o assunto, atualmente. Para implantação do BIM baseou-se no CBIC (2016) (Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras), um material completo sobre planejamento nas implementações da tecnologia.

4 RESULTADOS

4.1 Processo atual

Com base nas análises realizadas na empresa foi possível verificar que a mesma encontra-se, de acordo com a Figura 3, no estágio 1, modelagem de objeto, que consiste no processo assíncrono, linear e não integrado. Esta etapa de processo embora bastante preliminar é comum, e nela projetistas realizam modelagens 3D para auxiliar no entendimento e comunicação.

4.2 Entrevistas

A entrevista buscou questionar toda equipe envolvida no processo de projetos da empresa, setor de projetos, planejamento e execução. As perguntas como mostra o Quadro 3, foram elaboradas com objetivo de identificar o processo atual, entender as dificuldades existentes no processo e desafios para implantação do BIM. Também se buscou entender o posicionamento da empresa no mercado e o impacto com a implantação do BIM.

Quadro 3 – Perguntas utilizadas na entrevista

Como acontece o processo de projetos e planejamento até início da execução, atualmente?
O que você acredita que poderia melhorar na qualidade de informações dos desenhos para o planejamento (quantitativos, orçamento, cronograma)?
O que você acredita que poderia melhorar na qualidade de informações dos desenhos que chegam à obra?
Quais as dificuldades/desafios na implantação do BIM na empresa?
Descrição do posicionamento da empresa.

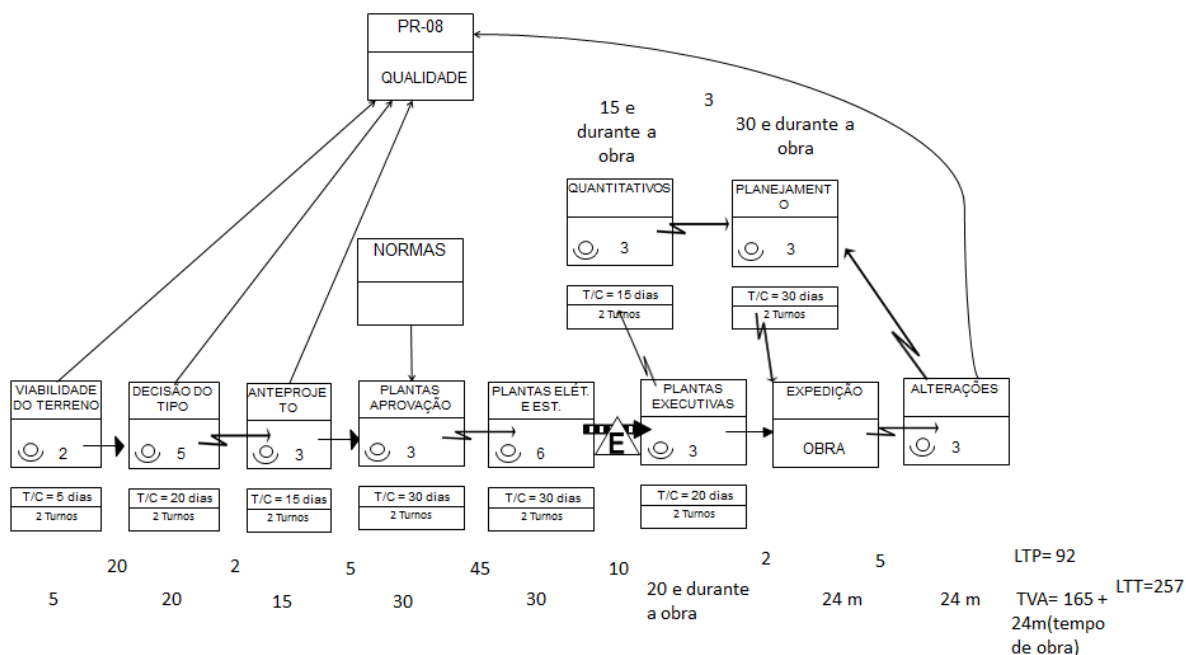
BIM altera o posicionamento da empresa?

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.3 Mapeamento do Fluxo de Valor atual

Para o desenvolvimento do MFV do estado atual, levaram-se em conta as resposta das entrevistas, como também se acompanhou o processo para verificar as atividades do mesmo. Na Figura 5 é apresentado o MFV atual, com todos os processos e suas relações.

Figura 5 – MFV atual



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O processo de projeto para um novo empreendimento inicia-se com a viabilidade do terreno, onde a empresa analisa as possibilidades de construção no espaço disponível. Os terrenos podem ser de propriedade da empresa ou adquiridos para um empreendimento específico. Nesta etapa envolvem-se normalmente duas pessoas, o diretor da empresa e o diretor do setor de projetos, durando cerca de cinco dias para elaboração de documentos como o Plano Diretor, este fica em tramite por 20 dias. Esta etapa abastece informação no procedimento da qualidade PR-08.

A informação do terreno serve de base para a segunda etapa, a qual se refere à decisão do tipo de projeto. Neste momento define-se se o empreendimento será um condomínio vertical, horizontal e seu padrão. Nesta etapa participam cerca de cinco pessoas, diretor da empresa, execução, planejamento, projetos e administrativo, dura cerca de 20 dias e leva dois dias para as informações serem repassadas a próxima etapa.

Após a definição, repassam-se as informações para o setor de projetos iniciarem os anteprojetos. Esta etapa demanda importantes decisões, que são sugeridas pelo setor de projetos e aprovadas pelos diretores, demandando algumas revisões até o projeto final. Este processo dura 15 dias envolvendo três pessoas do setor de projetos e cinco dias para início da próxima etapa.

Com a aprovação dos anteprojetos iniciam-se a elaboração das plantas para aprovação nos órgão competentes. Arquitetônico, hidráulica, e Plano de Prevenção e Proteção Contra Incêndio (PPCI), levando cerca de 30 dias e envolve as mesmas três pessoas do setor de projetos para elaboração e 45 dias em tramite para aprovação.

Após a aprovação o setor de projetos elabora a planta de luminotécnica e encaminha para uma empresa terceirizada que elaborará as plantas elétricas. Também se encaminha as plantas aprovadas nos órgão competentes para empresas terceirizadas que elaboram os projetos estruturais. Este processo leva 30 dias para todas plantas ficarem prontas e envolve cerca de seis pessoas externas a empresa.

Em paralelo, com esta última fase mencionada, iniciam-se os quantitativos para a obra, onde o setor de projetos realiza este levantamento e repassa para o setor de planejamento e orçamento. Este processo ocorre por meio do programa ERP utilizado pela empresa durando 15 dias e durante a obra é atualizado conforme necessário envolve três pessoas do setor de projetos.

Ainda antes do início da execução da obra, elaboram-se plantas executivas, com mais detalhamentos, levando 20 dias e durante a obra quando necessário.

Após o recebimento dos quantitativos, o setor de planejamento inicia a organização do cronograma da obra, em seguida, divide-o em planejamentos com previsões mensais e após semanais. O planejamento semanal é encaminhado à obra, que o atualiza com as atividades realizadas, estas são discutidas em reuniões semanais. A elaboração do planejamento leva 30 dias e durante a obra é atualizado.

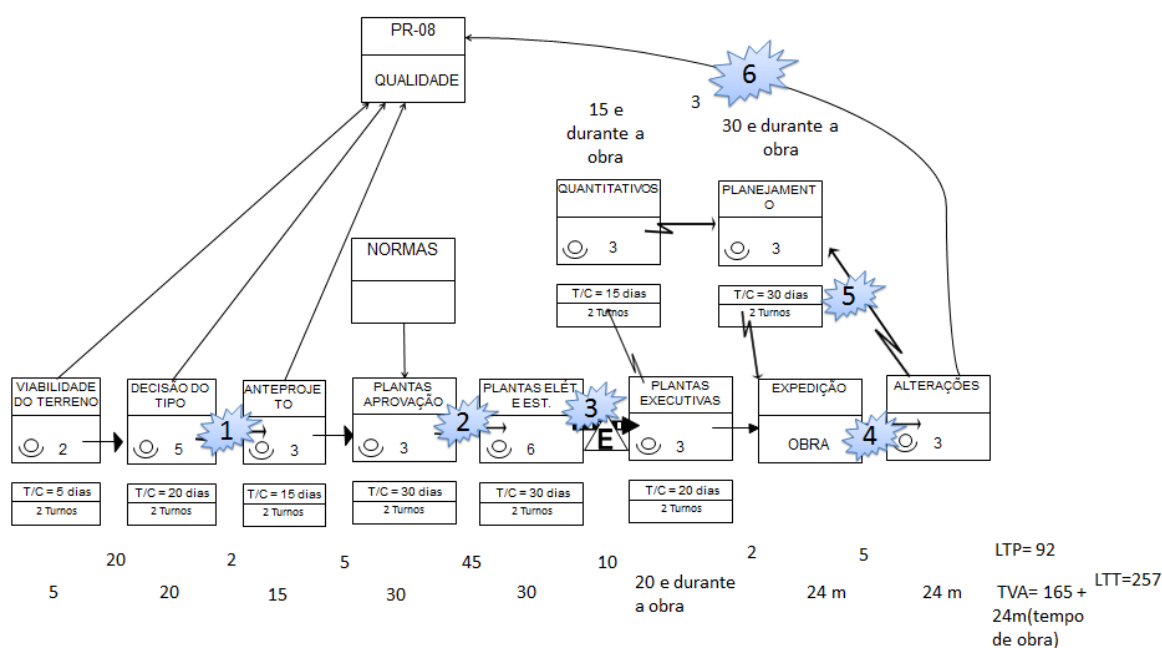
Durante a obra o setor de projeto recebe demandas devido a alterações, exemplos como detecção de conflitos entre disciplinas são as principais demandas.

Na Figura 5 estão discriminados todos os tempos de ciclo (T/C) que somados totalizam o Tempo de valor agregado (TVA) e o *Lead time* de produção (LTP) estes dois últimos somados totalizam o *Lead time* total (LTT) do processo.

4.5 Reconhecimento dos desperdícios do MFV atual

Na Figura 6, estão identificados os pontos onde há desperdícios no processo, esses foram baseados nos sete desperdícios mencionados no Quadro 2.

Figura 6 – Reconhecimento dos desperdícios no MFV atual



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Os desperdício 1 e 2, referem-se a defeitos, pois nestas etapas há a possibilidade de ocorrência de “problemas”, ou melhor, falta de informações que acarretarão em perdas futuras.

Já o desperdício 3, diz respeito ao estoque, dado que esta etapa possui estoque devido a dependência de empresas terceirizadas finalizarem seus serviços para que algumas plantas executivas sejam elaboradas. Ressalta-se que as plantas

dependentes apenas do arquitetônico, já podem ser elaboradas, porém para a próxima etapa, que seria o envio de todas as plantas para a obra, depende de todas as plantas estarem finalizadas. Acarretando estoque até o processamento de todos os dados.

Os desperdícios 4 e 6 referem-se as esperas, ou seja, estas etapas acarretam no atraso da etapa subsequente.

Por fim o desperdício 5, corresponde ao processamento desnecessário, visto que com a ocorrência de alterações, processam-se dados desnecessários anteriormente e necessita-se processá-lo novamente, devido a alterações nas quantidades de materiais, acarretando diretamente no custo da obra.

4.6 Análise dos desperdícios

Nesta etapa, identificaram-se os desperdícios localizados no MFV atual, com base na literatura. Ressalta-se que, todas as etapas e desperdícios encontrados no processo da empresa possui grande semelhança com empresas deste mesmo setor, assim, justifica-se o uso de bibliografia para análise e sugestões.

4.6.1 Desperdício 1

Este primeiro desperdício refere-se à transferência de informações entre a etapa de Decisão do tipo do empreendimento e a etapa do Anteprojeto. A Figura 7 ilustra um resumo dos serviços fornecidos tradicionalmente nas fases de projeto.

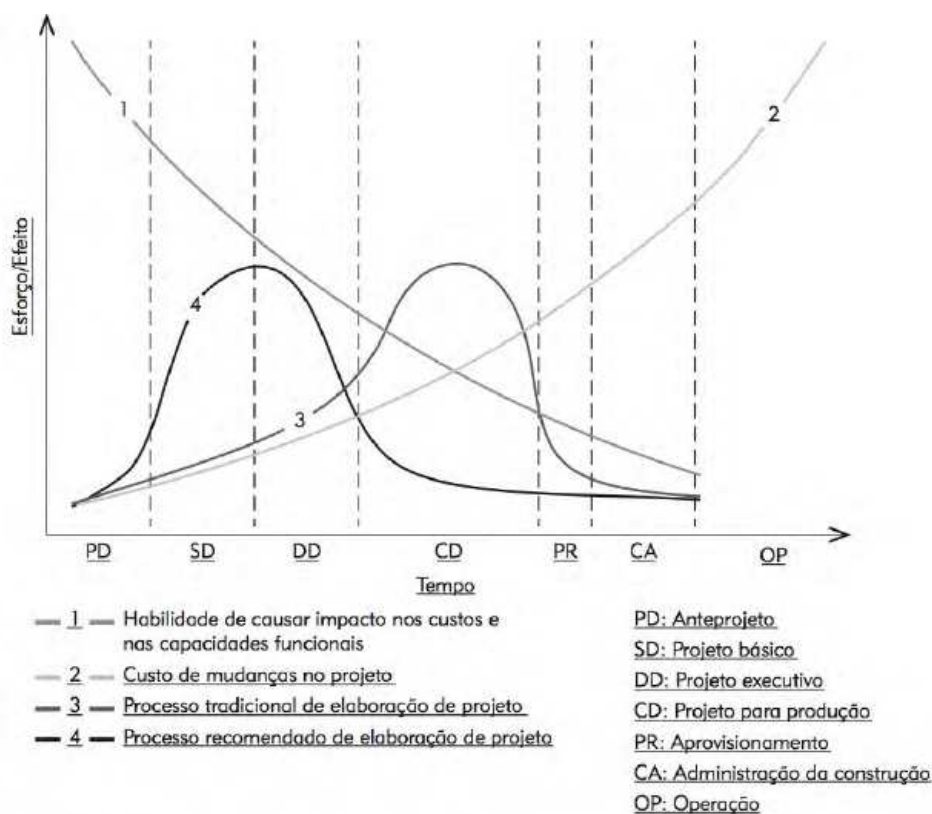
O projeto é a atividade em que a maior parte das informações sobre o empreendimento é inicialmente definida, na Figura 7 tem-se o relacionamento entre esforços de projeto e tempo, indicando como o esforço é distribuído (linha 3) e como pode ser redistribuído como resultado da aplicação do BIM (linha 4).

A alteração aproxima o esforço do valor das decisões tomadas durante o processo de projeto e construção (linha 1) e o crescimento no custo de alterações durante a vida útil do empreendimento (linha 2). O diagrama enfatiza o impacto das decisões iniciais de projeto sobre a funcionalidade geral, custos e benefícios do empreendimento.

A maioria das decisões relativas a valor, desempenho e custos de uma edificação é tomada na fase de anteprojeto. Dessa forma, os benefícios que se pode

oferecer aos clientes estarão cada vez mais focados na diferenciação de serviços que elas podem oferecer na fase de anteprojeto.

Figura 7 – Valor agregado e custo de mudanças e distribuição de compensação atual em serviços de projetos



Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2014).

Indica-se assim, que, a empresa, que atualmente elabora o anteprojeto internamente com decisões mais focadas na arquitetura, mude seu processo, requisitando que os profissionais que posteriormente irão elaborar as plantas elétricas e estruturais, participem da etapa de anteprojeto. Sabe-se, que segundo, Eastman et al. (2014), nenhuma das ferramentas, softwares, disponíveis dá suporte ao escopo completo dos serviços de anteprojeto, elas exigem que os usuários desenvolvam habilidades em diversos programas, cada um com interfaces diferentes, são habilidades de trabalho multidisciplinar, focado nas pessoas e capacidade de interoperabilidade. Assim, sugere-se que, a empresa solicite a participação e análise dos projetos arquitetônicos na fase de anteprojeto, não é necessário os Engenheiros de estruturas elaborarem a planta estrutural neste

momento, porém a sua opinião nesta fase pode impactar na redução de alterações após aprovação nos órgãos competentes.

4.6.2 Desperdício 2

O desperdício dois refere-se à transferência de informações entre a etapa de Plantas para aprovação e Plantas elétricas e estruturais. Atualmente, como já mencionado, a empresa terceiriza os projetos de elétrica e estruturas, após a aprovação dos projetos básicos nos órgãos competentes, esses são encaminhados para as empresas terceirizadas. O desperdício que pode ocorrer é referente a defeitos.

Segundo Eastman et al. (2014), serviços de projetos envolvem uma grande quantidade de questões técnicas que dizem respeito a vários sistemas prediais como apresenta no Quadro 4. Alguns desses sistemas podem ser conduzidos pela firma principal de projeto, porém são mais comumente realizados por consultores externos.

Quadro 4 - Gama de serviços técnicos usados durante o projeto

<p>Análise financeira e fluxo de caixa; Planejamento de canteiros de obras, incluindo estacionamento, drenagens e vias; Projeto e análise/simulação de todos os sistemas do edifício, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Estrutural; ✓ Sistemas mecânicos e de condicionamento de ar; ✓ Alarmes de emergência/sistemas de controle; ✓ Iluminação; ✓ Acústica; ✓ Sistemas de contenção; ✓ Conservação de energia e qualidade do ar; ✓ Circulação vertical; ✓ Segurança; <p>Estimativa de custos; Avaliação de acessibilidade; Paisagismo, fontes e plantações; Limpeza externa e manutenção do edifício; Iluminação externa e sinalização.</p>

Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2014).

O projeto de um edifício é um empreendimento grande e colaborativo, envolvendo uma grande variedade de aspectos que requerem detalhamento técnico e competência específica. O principal desafio na adoção da tecnologia BIM reside na necessidade de todas as partes de projeto de um empreendimento concordarem

com novos métodos de trabalho, bem como sua documentação e comunicação de trabalho. Todos devem adaptar-se às práticas associadas com essa nova maneira de fazer negócios.

Sugere-se assim que, a empresa solicite aos terceirizados atualização em relação ao uso de softwares que interromperem, ou procure novos fornecedores de projetos que utilizem ferramentas de colaboração. Essa colaboração entre projetos estruturais, elétricos, hidráulico, arquitetônico e PPCI deve iniciar simultaneamente com a elaboração dos projetos para aprovação nos órgãos competentes.

4.6.3 Desperdício 3

O desperdício três refere-se a estoque, ou seja, para a elaboração das plantas executivas é necessário que se tenha todo “kit” de plantas completo, quando as plantas estruturais e elétricas ficam prontas, geram “estoque” até que se processe em plantas executivas para a obra.

A sugestão de melhoria deste desperdício está diretamente ligada à sugestão de melhoria para o Desperdício dois, se a colaboração na elaboração dos projetos for implantada, este estoque será automaticamente eliminado.

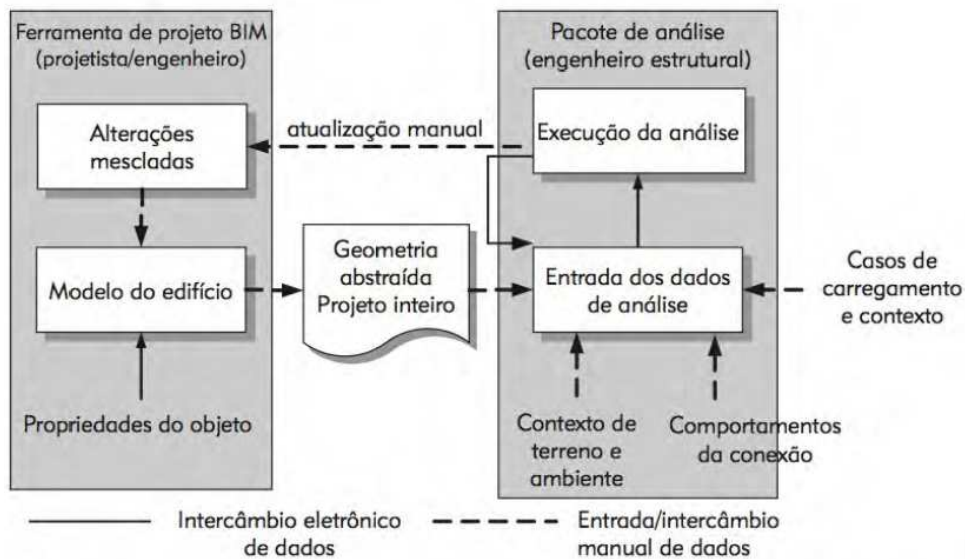
4.6.4 Desperdício 4

O desperdício quatro refere-se à espera, atualmente, devido a não colaboração no processo que gera alterações nos projetos durante a execução da obra. Ressalta-se que alterações nos projetos sempre irão ocorrer o que muda com o BIM é a agilidade nesta etapa.

A Figura 8 mostra um diagrama de fluxo de mão única, onde o projetista passa o arranjo estrutural para o projetista estrutural, que tenta diferentes alternativas de projetos e propõe um projeto estrutural, que é enviado e atualizado manualmente.

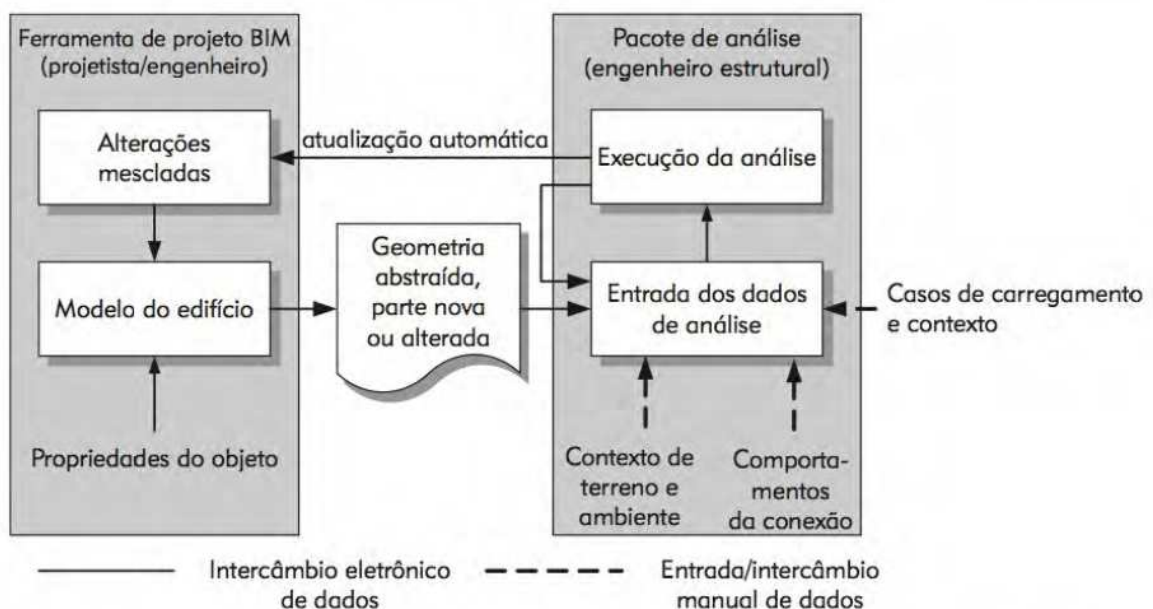
Na Figura 9, tem-se o fluxo bidirecional, onde o projetista estrutural passa as informações, projeto via digital. O sistema apresenta automaticamente as alterações feitas no modelo e os demais projetistas podem aceitar ou rejeitar.

Figura 8 – Fluxo de análise de informações baseada em um fluxo de uma via no pacote de análise



Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2014).

Figura 9 – Fluxo de análise de informações que suportam intercâmbio bidirecional dos dados de análise.



Fonte: Adaptado de Eastman et al. (2014).

Assim, sugere-se que a empresa adote o sistema de projeto colaborativo, onde todos os projetistas utilizam o mesmo modelo iterativo. Com isso, todas as alterações ficam registradas automaticamente e reduz os erros por incompatibilidades.

4.6.5 Desperdício 5

O desperdício cinco refere-se ao processamento desnecessário. Nesta etapa há a troca de informações entre o setor de projetos que realiza as alterações durante a obra e o setor de planejamento/orçamentos/compras, que atualiza os quantitativos e compra de materiais.

Os autores Eastman et al. (2014) explicam que, até pouco tempo, as unidades de produto ou de materiais para um empreendimento eram medidas e estimados por meio de contagem manual e de cálculo de áreas, acarretando, como todas as atividades humanas, erros e perda de tempo. Modelos de informação da construção agora possuem objetos distintos que podem ser facilmente contados, e, com volumes e áreas de materiais, podem ser computadas quase que instantaneamente de maneira automática.

Sendo assim, sabe-se que as alterações de projetos sempre ocorrerão, o que mudará com o BIM será a agilidade, imediata e automática, de quantidades alteradas no projeto, ou seja, essa etapa será executada juntamente com a alteração e os dados apenas repassados atualizados para o setor de planejamento.

4.6.6 Desperdício 6

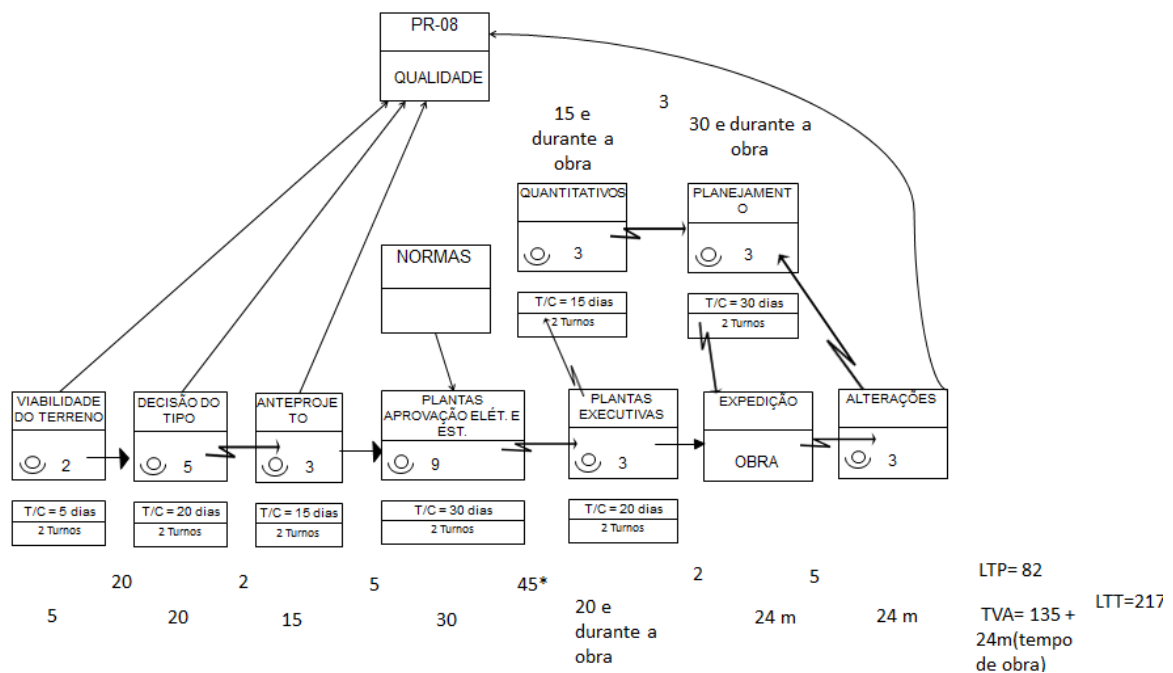
O sexto desperdício refere-se à espera com relação à documentação para o setor de qualidade, procedimento PR-08 que registra o histórico de alterações dos projetos.

A sugestão de melhoria justifica-se com a automatização do processo de alterações nos softwares, onde é possível extrair documentos como esse histórico.

4.7 MFV futuro

Com base nas sugestões para os desperdícios do tópico anterior, desenvolveu-se o MFV futuro apresentado na Figura 10, sendo possível excluir uma etapa e reduzir o *lead time* do processo.

Figura 10 – MFV futuro



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

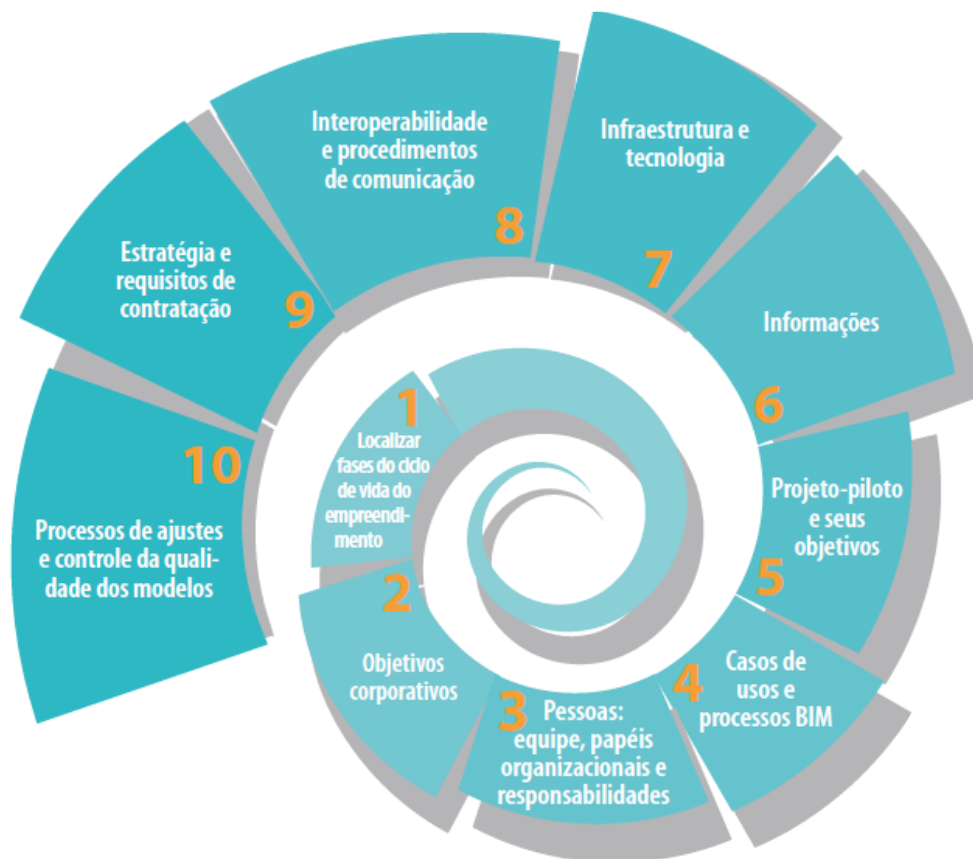
4.8 Plano de implantação

4.8.1 Etapas para implantação do BIM

Para esta etapa utilizou-se da Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras Volume 2, CBIC (2016) onde ressalta que o projeto de implementação BIM poderá prever várias etapas de desenvolvimento, mas é fundamental que se defina por onde começar.

O ideal é que se identifique e se inicie a implementação do BIM estabelecendo a fase mais importante e que também seja a mais crítica, e considerando a razão de existir da empresa ou organização em questão. Os objetivos da implementação BIM, portanto, deverão ser coerentes com os objetivos estratégicos da própria corporação, tendo em vista a melhoria dos seus processos e atividades mais críticos e mais importantes. Todas essas questões serão analisadas nos passos apresentados neste capítulo de acordo com a Figura 11.

Figura 11 – Ilustração demonstrando os principais passos para um projeto de implementação BIM



Fonte: Adaptado de CBIC (2016).

Sendo assim, nos próximos tópicos serão detalhados os passos para a implementação.

4.8.1.1 Localizar fases do ciclo de vida do empreendimento

A localização, que representa o ciclo de vida de um empreendimento, é uma das principais fases de atuação da empresa ou organização que deseja realizar uma implementação BIM, pois ajuda muito na definição dos objetivos e na identificação dos principais processos que deverão ser mapeados e revistos. Esse é o primeiro e principal passo indicado para um projeto de implementação e deverá nortear todo o processo.

Uma incorporadora se interessaria pela utilização do BIM nas fases iniciais do ciclo de vida de um empreendimento, que constituem a etapa denominada ‘pré-obra’, incluindo a conceituação, a verificação da viabilidade, a análise de riscos, o próprio desenvolvimento do projeto e o processo de licitação, e a contratação da obra. Também se interessaria pelo processo de desenvolvimento dos modelos autorais, pela coordenação das diversas disciplinas e suas correspondentes documentações e extrações de quantidades dos projetos. Passar a realizar esses processos com a utilização do BIM pode reduzir erros, garantir a aderência dos projetos aos orçamentos e planejamentos (CBIC, 2016).

Em relação à empresa, este primeiro passo está definido, a implantação do BIM deve iniciar pelo setor de projetos. O MFV futuro apresentado no tópico 4.7 deve ser implantado, seguindo todas as sugestões para eliminação dos desperdícios.

4.8.1.2 Objetivos corporativos

Este tópico refere-se aos objetivos de implantação do BIM na empresa, eles devem estar alinhados de maneira coerente com os objetivos estratégicos da organização.

Em relação à empresa este tópico foi abordado nas entrevistas, onde se pediu para os entrevistados responderem “Descrição do posicionamento da empresa” e “BIM altera o posicionamento da empresa” como apresentado no Quadro 5, onde é possível ver que a empresa está com seus objetivos alinhados, em relação ao posicionamento atual e futuro com implantação do BIM.

Quadro 5 – Questões da entrevista sobre posicionamento da empresa

“Descrição do posicionamento da empresa”	“BIM altera o posicionamento da empresa”.
Uma empresa que busca a melhoria na forma de produtividade e qualidade das obras, busca conhecimento, viaja em busca deste conhecimento. Preza pela inovação e qualidade.	Alteraria para melhor, a empresa pretende aderir ao BIM, pois enxerga retorno em produtividade na elaboração de projetos e também agilidade e qualidade. Reduzindo o número de falhas nos projetos e na execução. Melhorando a gestão da informação.
Uma empresa familiar, com equipe jovem, voltada para inovação e que tem tido grande respaldo e confiança da sociedade em que atua.	Alterar acho que não, mas fortalecerá este posicionamento, pois se tivermos uma

	demonstração aos clientes que os nossos processos relativos a projetos estejam todos eles mais iterativos, creio que só aumenta e fortalece essa opinião da sociedade.
Uma empresa familiar, que investe muito em tecnologia, que busca novos produtos, com valor acessível para o mercado de Bagé, sempre buscando qualidade e melhoria nos processos internos da empresa.	Alteraria no sentido de que estruturaria o processo desde a concepção até o pós-obra, melhoraria a qualidade dos projetos, visualização da obra, conflitos de interferências entre disciplinas, controle de dados do que é mandado para obra, o que é solicitado comprar. Em comparação com empresas de apenas projetos uma construtora para alcançar a excelência deveria alcançar o BIM 6D, o que reduziria tempo, etc.
Empresa que sempre visa melhoria, investindo em programas, e busca por novos empreendimentos. Incentivam o crescimento dos funcionários.	No âmbito da construção alteraria na sustentabilidade, mais autossuficiente, teria menos interferências, seria mais tecnológica, e que prima pelo conhecimento.
É uma empresa que busca informações, no cenário da cidade e se destaca neste sentido.	Com o BIM tornaria mais eficiente o processo.
É uma empresa que procura atender o público ao que se propõe atingir a situação financeira da região.	Alteraria através da redução do custo, pois aceleraria a produção com a compatibilidade dos projetos.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.8.1.3 Pessoas: equipes papéis organizacionais e responsabilidades

A definição da equipe e da própria estrutura de implementação de um projeto BIM é um dos principais passos que integram uma estratégia de implementação. A escolha e a capacitação de um gerente BIM são, sem dúvida, uns dos fatores mais críticos que estão diretamente relacionados com o sucesso ou fracasso de um projeto de implementação (CBIC, 2016).

Dentre outras responsabilidades, um gerente BIM deverá ser capaz de:

- ✓ Comunicar visão BIM, tanto do projeto total de implementação quanto do projeto-piloto;
- ✓ Liderar e garantir a efetividade do treinamento da equipe;
- ✓ Atuar como ponto focal BIM;
- ✓ Liderar e gerenciar o projeto de implementação BIM;

- ✓ Realizar reuniões periódicas para o gerenciamento da implementação e do desenvolvimento do projeto-piloto;
- ✓ Garantir a efetividade dos processos de troca de informações;
- ✓ Solucionar conflitos;
- ✓ Gerenciar, manter e controlar a qualidade dos modelos desenvolvidos.

Para a empresa, a equipe atual possui um diretor do setor de projetos, uma arquiteta, uma engenheira civil e dois estagiários. Na entrevista foram questionadas as suas habilidades em relação aos programas, a arquiteta e os estagiários possuem conhecimento em Revit. Também se questionou alguns desafios para implantação do BIM na empresa, uma das respostas foi em relação à empresa possuir grande demanda em suas obras atuais em projetos ainda 2D, outra questão em relação aos desafios foi perca de conhecimento com a saída de funcionários da empresa.

Assim, sugere-se que, a pessoa mais indicada para o cargo de gerente BIM é o atual diretor do setor de projetos, visto que faz parte da família e o seu conhecimento não seria perdido como os demais funcionários. Em relação à equipe, vê-se que esta capacitada em relação ao uso do programa inicial de modelagem, o que impede a sequência da implantação são as demandas existentes das obras atuais ainda em 2D, sugere-se que, divida-se os estagiários, um deles deve focar apenas a implantação do BIM e o outro nas demandas existentes, a arquiteta deve dividir seu tempo auxiliando nas duas tarefas.

Com relação à equipe de projetos terceirizados, sugere-se que a empresa busque fornecedores que já trabalhem com BIM, o que possibilitará a coordenação e colaboração dos projetos como mencionado no tópico 4.6.

4.8.1.4 Definição dos casos de uso e mapeamento de processos BIM

Neste passo sugere-se a empresa realize o mapeamento dos processos que utilizarão BIM, como o foco deste trabalho é a implementação no setor de projetos da empresa, entende-se que inicialmente o processo será apenas neste setor. Porém, sugere-se que, após a implantação a empresa estude quais setores devem aderir e de que forma esse processo ocorrerá.

4.8.1.5 Projeto-piloto de implementação BIM e seus objetivos

As boas práticas da implementação BIM recomendam o estabelecimento de um projeto-piloto, que deverá ser cuidadosamente estudado e escolhido para que bem represente os casos mais típicos e mais significativamente desenvolvidos pela empresa ou organização. Ou seja, o piloto não deverá ser nem muito complexo nem muito simples. Os objetivos definidos para um projeto-piloto de implementação BIM podem ser diferentes dos objetivos da implementação como um todo, embora, obviamente, devam guardar coerência e complementaridade entre si (CBIC, 2016).

Para a empresa em relação a este tópico sugere-se que seja avaliado internamente um projeto, como já mencionado, não muito difícil, mas também não muito fácil. Após, sua escolha deve-se conseguir executar todas as fases de um projeto BIM, e documentar dificuldades para análises futura.

4.8.1.6 Informações críticas para implementação

Neste tópico a autora questionou sobre a empresa nas entrevistas como mostrado no Quadro 6. Algumas dificuldades descritas já foram sugeridas maneiras de resolvê-las em tópicos anteriores, porém um tópico ainda não abordado é em relação a todos os setores da empresa conhecerem a potencialidade do BIM e cooperarem com sua implantação, para esta questão sugere-se que a empresa monte um grupo/equipe multidisciplinar para implantação do BIM, com integrantes de projetos, execução, do planejamento, compras, qualidade e gerência.

Quadro 6 – Questões da entrevista sobre dificuldades/desafios na implementação do BIM

Quais as dificuldades/desafios na implantação do BIM na empresa
Dificuldade por ser algo muito novo, conhecimento restrito a poucas pessoas, custo para implantação muito alto, aderir ao custo neste momento de instabilidade econômica pode ser arriscado.
Um desafio passa pela parte financeira, pois se sabe que é um investimento considerável, principalmente, para empresa de pequeno médio porte, pois terá de ser adquiridas licenças de softwares, adquirir computadores mais potentes, além de todo um trabalho de treinamento concomitante a rotina diária da empresa. Outra questão é a permanência das equipes que recebem este treinamento qualificado e prolongado para que não haja uma solução de continuidade na implementação. Outro desafio é a interação dos vários setores que o BIM abrange, pois somente dessa forma é que creio que uma implementação dessa metodologia terá sucesso.

Poucas pessoas com conhecimento na área, na região. Investimentos altos. Tem que ter uma equipe madura, consolidada. Processo de como acontece o projeto, a resistência a essa mudança que o BIM exige é um desafio, pois deveríamos nos adequar as mudanças.

Principal dificuldade é as pessoas e setores conhecerem de o potencial. Tempo para implantação. O setor de projetos já sabe utilizar o Revit o que é um primeiro passo.

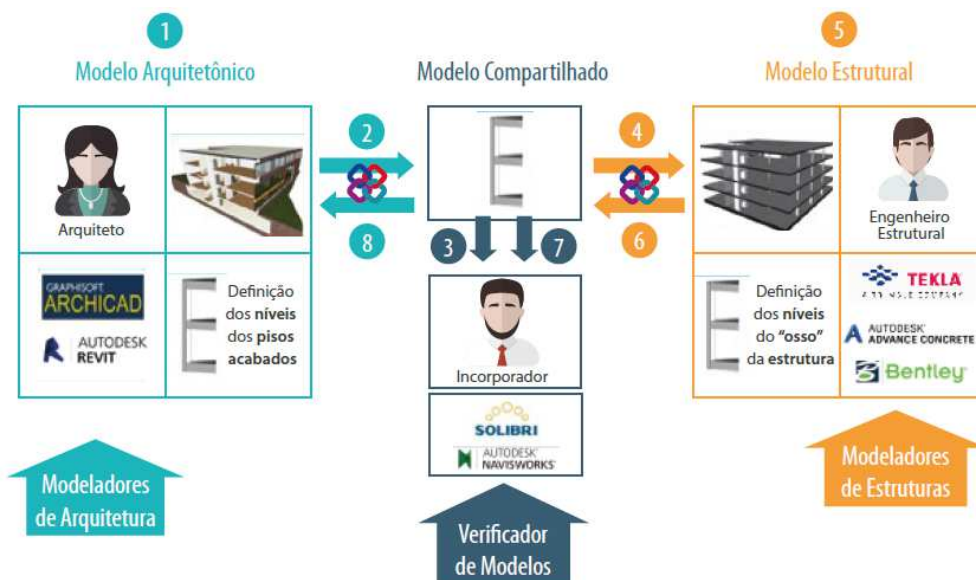
Acredito que orçamento, conhecimento e disponibilidade da empresa para que os profissionais tenham tempo para aperfeiçoamento. E tempo para implantação.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

4.8.1.7 Infraestrutura e tecnologia

Sabe-se que para implantação do BIM é necessário uma gama de programas. Na Figura 12 há uma amostra de alguns programas que podem ser implantados, porém sugere-se que a empresa faça uma análise da qualidade dos softwares e também de seus custos de implantação.

Figura 12 – Desenvolvimento de uma edificação nova, com destaque para três principais participantes do processo



Fonte: Adaptado de CBIC (2016).

Os demais passos recomendados pelo CBIC (2016), Interoperabilidade e procedimento de comunicação, Estratégia e requisitos de contratação, Processos de ajustes e controle de qualidade dos modelos, não se aplicam ao objetivo deste

trabalho, eles especificam como seria o trabalho no dia-a-dia com a implantação do BIM, assim, sugere-se que após a escolha do projeto piloto e início dos trabalhos em BIM que a empresa busque informações sobre os procedimentos necessários em relação a documentações e intercâmbios de informações.

4.8.2 Outras melhorias

Este tópico busca abordar outras melhorias que foram sugeridas pelos entrevistados conforme apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Outras melhorias na entrevista

O que você acredita que poderia melhorar na qualidade de informações dos desenhos para o planejamento (quantitativos, orçamento, cronograma)	O que você acredita que poderia melhorar na qualidade de informações dos desenhos que chegam à obra
Detalhamento técnico dos projetos, passo a passo de execução nos projetos. Exemplo, paginação de revestimentos, impermeabilização. Rendimento dos materiais na planta para calcular a quantidade necessária para executar uma atividade e poder programar a compra.	Seria muito interessante que cada vez mais as plantas cheguem na obra de modo mais didático com riqueza de detalhes, de modo a facilitar o trabalho do principal setor de uma construtora, que é quem de fato realiza a obra.
Um ponto crítico de se projetar em 2D é a questão que uma pequena alteração em uma planta tem que repeti-la em varias outras plantas que esta alteração apareça. Dando possibilidade que erros aconteçam, ou falta de compatibilidade entre os projetos. Isso além de ser demorado e causar retrabalho, permite com mais facilidade a ocorrência de erros, inclusive de quantitativos, o que pode ocasionar uma compra com desperdício de material. Assim confio que, elaborar um projeto modelado traria grande aumento de confiança no projeto, economia de tempo, além de ter um maior controle nas alterações que o projeto eventualmente sofre. Além do que, uma planta impressa em 3D(perspectiva) ou mesmo um vídeo com os vários ângulos de uma etapa da obra sendo feita, transmite ou esclarece melhor o que deve ser feito pelo executor na ponta da obra.	Tem-se tentado fazer desenhos mais auto explicativos, detalhes, vídeos. Deixando mais fácil a leitura dos projetos.
Temos bastante dificuldade no controle dos quantitativos, devido a alterações nas plantas. Uma forma melhor de controle desses quantitativos em relação aos projetos executados.	Defasagem do processo é o projeto saber como foi executado na obra, então as alterações que ocorrem na obra não são repassadas para o projetos.
Quantitativos, unidades.	Projetos com as quantidades em cada projeto.
-	Detalhamento e mais cotas, Compatibilidade dos projetos. Quantitativos nas plantas.

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

Sugere-se que o setor de projetos e planejamento analisem as melhorias sugeridas pelos entrevistados e busquem atendê-las dentro do possível.

4.8.3 Evento Kaizen

Para realizar o início da implantação do BIM, sugere-se que a empresa adote a prática de evento Kaizen, que segundo Werkema (2011) é uma metodologia para o alcance de melhorias rápidas, deve ser utilizado para a resolução de problemas ou para acelerar a implantação de alguma nova ferramenta ou recurso na empresa e é geralmente usado para resolver problemas de escopo restrito identificados após o MFV e é conduzido por uma equipe formada por pessoas com diferentes funções na empresa.

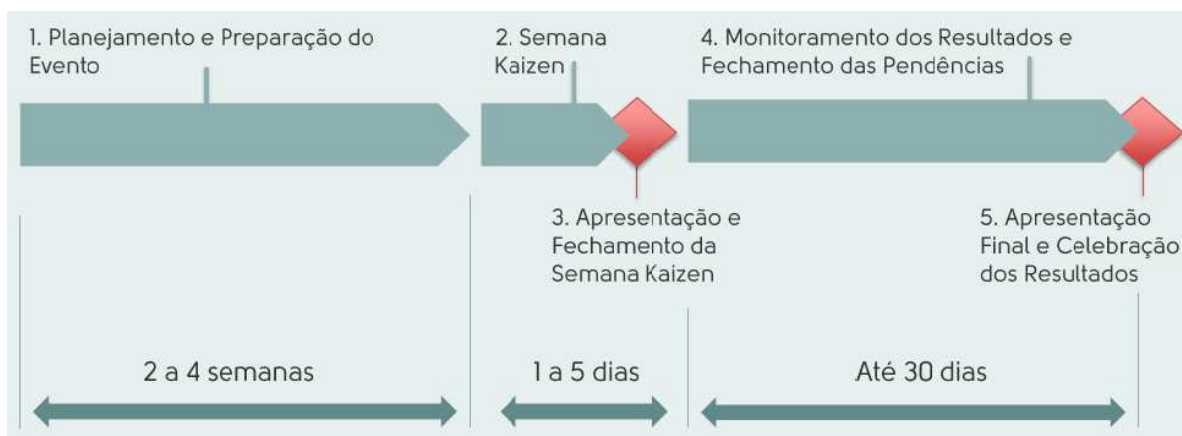
O evento possui diretrizes para sua condução, tais como:

- ✓ A equipe deve trabalhar em regime de dedicação total durante o evento que deve durar de três a cinco dias. Para que isso seja viável, é necessário que o líder do Kaizen e os participantes tomem providências para que o trabalho de rotina seja realizado de outra forma durante esse período;
- ✓ O escopo do projeto deve ser definido anteriormente e de forma precisa;
- ✓ Os dados básicos relacionados ao projeto devem ser previamente coletados;
- ✓ A implementação deve ser imediata;
- ✓ Durante o evento, os gestores devem disponibilizar o acesso às áreas de suporte da empresa, caso seja necessário.

Na Figura 13 têm-se todas as etapas para um evento Kaizen. A duração de cada etapa é estimada, podendo variar caso a caso. Cada etapa é descrita a seguir:

1. Planejamento e Preparação do Evento: O planejamento deve iniciar com o preenchimento de um formulário de abertura do Kaizen. Também nesta etapa de planejamento é necessário definir o escopo e a equipe.
2. Semana Kaizen: Durante o evento é necessário que se use o ciclo PDCA para resolução dos problemas. O evento deve iniciar com um treinamento. Após faz-se uma apresentação prévia de análise crítica do tema do Kaizen em formato de apresentação. Devem-se analisar as soluções e melhorias com foco em eliminar a causa raiz.

Figura 13 – Etapas para um evento Kaizen



Fonte: Adaptado de Werkema (2011)

3. Apresentação e fechamento da semana Kaizen: Ao fim do evento devem-se apresentar as soluções encontradas para um público maior.
4. Monitoramento dos resultados e fechamento das pendências: Essa é a parte fundamental do trabalho de liderança, para garantir que as implementações realizadas no kaizen sejam estabelecidas. Toda melhoria inclui alguma mudança na maneira como o trabalho deve ser realizado e por conta disso, padrões de trabalho acabam sendo elaborados ou revisados durante o evento e devem ser implantados.
5. Apresentação final e celebração dos resultados: Após a equipe atuar para eliminar pendências e monitorar o processo, uma nova apresentação deve ser realizada para a direção e público.

4.9 Considerações do capítulo

Este capítulo buscou analisar o processo atual da empresa, mapeá-lo e com base na bibliografia foi possível sugerir as melhorias para eliminar os desperdícios. Também neste capítulo utilizou-se da bibliografia para adotar passos para implantação do BIM na construtora, detalhando-os e sugerindo como aplica-los na realidade da empresa.

Por fim utilizou-se das duas temática abordadas neste estudo, BIM e *Lean* associados, ferramentas do *Lean* para implantação do BIM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como considerações finais deste estudo avalia-se que o objetivo geral, “Criar um plano de implantação BIM, aliando os conceitos de *Lean*, para uma construtora de médio porte”, foi alcançado através dos objetivos específicos, “Identificar oportunidades de melhoria no atual processo de gestão de projetos”, este objetivo foi alcançado através da análise de todo o processo de projetos na empresa e seu mapeamento, o segundo objetivo, “Conhecer a contribuição do BIM e do *Lean* para essas oportunidades” foi alcançado principalmente através de pesquisas e estudo por bibliografias de empresas que possuem o mesmo escopo de trabalho, podendo adaptar para a realidade da construtora em questão, o terceiro e último objetivo, “Identificar as dificuldades e objetivos na implantação do BIM e do *Lean*” foi alcançado através das entrevistas, onde foi questionado as dificuldades e os objetivos da empresa em relação a implantação do BIM, sendo possível auxiliar por meio de sugestões de como superar estas dificuldade.

Como objetivo principal deste estudo espera-se que a empresa utilize este trabalho para implantar o BIM da melhor forma possível, visto que todo seu processo foi analisado e sugeridas melhorias pontuais passíveis de implantação. Assim sendo possível atingir o sucesso da organização como dos estudos de caso mencionados no tópico 2.3, como a transparência do processo, redução do tempo de realização de projetos, integração dos principais participantes para tomadas de decisões e possibilidade de resolução dos problemas antecipadamente.

O estudo realizado apresentou limitações quanto a sua população, para o objetivo deste trabalho, de analisar o processo de gestão de projetos a população satisfez-se, mas para um estudo mais completo, com análise de todos processos que envolveriam a implantação do BIM e todos seus benefícios, seria importante entrevistar um número maior de pessoas.

Almeja-se que este trabalho sirva como base para outros estudantes que buscam aprofundar seus conhecimentos neste tema, e que auxilie também empresas que desejam implantar o BIM juntamente com *Lean* em seus processos de projeto. Como trabalhos futuros sugere-se a possibilidade de aprofundar os estudos de softwares que trabalham em BIM, visto que há uma grande variedade disponível, alguns mais fáceis de operacionalizar e acessíveis, outros mais complexos, uma análise prática auxiliaria muitas empresas que estão em processo

de implantação do BIM. Também se sugere a possibilidade de análise da implantação do BIM na empresa, em todos os passos, registrando dificuldades e sucessos, um trabalho sobre a aplicação prática deste estudo.

REFERÊNCIAS

AIA, A.I. OF A. **Integrated Project Delivery: A Guide**. V. 1, Califórnia, 2007.

AYRES FILHO, C. **Acesso ao Modelo Integrado do Edifício**. Dissertação de

mestrado. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2009.

AUTODESK. Integrated Project delivery with BIM.

Disponível em:

<http://images.autodesk.com/latin_am_main/files/ipd_workflow_final.pdf> Acesso em: 02/11/2016

CAMERA, E.; CASTRO, M.; CAMPOS, R. **Princípios e Ferramentas da Lean Construction**: uma comparação entre empresas. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR, 2015.

CAMPESTRINI, T. F.; FREITAS, M. DO C. D.; GARRIDO, M. C.; MENDER JR., R.; SCHEER, S. **Entendendo BIM**. Curitiba, PR, 2015.

CBIC. **Coletânea Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras**. Volume 2, Brasília: 2016.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: Um guia de modelagem da informação da construção para Arquitetos, Engenheiros, Gerentes, Construtores e Incorporadores. Ed. Bookman LTDA., Porto Alegre, RS, 2014.

FERREIRA, E. O. **BIM – A MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO**. IOP, 2015.

Disponível em: <<https://iop.org.br/2015/05/27/bim-a-modelagem-da-informacao-da-construcao/>> Acesso em: 15/09/2016

FORMOSO, C. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. PINI Web, 2002.

Disponível em: < <http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/lean-construction-principios-basicos-e-exemplos-80714-1.aspx>> Acesso em: 07/10/2016

FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J.. **Utilizando estudos de caso como estratégia de pesquisa qualitativa**: Boas práticas e sugestões. Estudo & Debate, v.18, n.2, p.7-22, 2011.

Disponível

em:<<http://www.univates.br/revistas/index.php/estudoedebate/article/viewFile/30/196>> Acesso em: 28/10/2016

GARRIDO, M. C. **Análise da aplicação de modelagem da informação da construção no planejamento e controle da produção em canteiros de obra apoiando os princípios da construção enxuta**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, Ed. 4, 2002.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, Finland, p.81, 1992.

LUZ, Á. DE A. C.; BUIAR, D. R. B. **Mapeamento do fluxo de valor** – Uma ferramenta do sistema de produção enxuta. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2004.

MENDES JR., R.; CLETO, M.; GARRIDO, M. **Levantamento de estudos das interações entre *Building Information Modeling* (BIM) e construção enxuta**. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de produção. Curitiba, PR, 2014.

MOUM, A. **Design team stories: Exploring interdisciplinary use of 3D object models in practice**. Elsevier, v.19, p.554-569, 2010.

NBIMS. **National building information Modeling Standard. Overview, principles and methodologies**. 2007.

PICCHI, F. A. **Lean thinking (mentalidade enxuta):** Avaliação sistemática do potencial de aplicação no setor de construção. 2º Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. Anais... p.19, 2001.

REFOSCO, A.; JÚNIOR, R.; SCHEER, S.; CAMPESTRINI, T.; GARRIDO, M. **Estudo dos conceitos da construção enxuta a partir de um caso de empreendimento habitacional**. IV Congresso de Sistemas LEAN. Porto Alegre, RS, 2014.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. OWEN, R. **Interaction of Lean and Building Information Modeling in construction**. Journal of Construction Engineering and Management, University of Huddersfield. v.9, p.968-980. 2010.

Secretaria de planejamento do Estado de Santa Catarina. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. P. 98, 2014.

Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/noticias/1475-caderno-de-projetos-em-bim-orienta-uso-da-tecnologia-em-obras-publicas>> Acesso em: 04/11/2016

SILVA, J.; SIMÃO, A. M. V. **Entrevista com tarefa na identificação de processos na aprendizagem autorregulada**. Psicologia Escolar e Educacional, v.20, n.1, p.89-100, 2016.

SUCCAR, B. **Automation in construction building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Elsevier., v.18, n.3, p.357-375, 2009.

WERKENA, C. **Lean seis sigma, Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing**. Ed. 2, São Paulo: Elsevier, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 1998.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. Ed. 5, Porto Alegre: Bookman, 2015.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa: do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.