

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Marcela Campos da Costa

**ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS NA MOVIMENTAÇÃO DE BLOCOS DE
CONCRETO EM UM CANTEIRO DE OBRAS UTILIZANDO
PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION***

Santa Maria, RS
2019

Marcela Campos da Costa

**ANÁLISE DE DESPERDÍCIOS NA MOVIMENTAÇÃO DE BLOCOS DE
CONCRETO EM UM CANTEIRO DE OBRAS UTILIZANDO
PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION***

Projeto de pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheira de Produção**.

Orientador: Marcelo Hoss

Santa Maria, RS
2019

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 <i>LEAN THINKING</i>	7
2.2 <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	8
3 METODOLOGIA	12
3.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	12
3.2 CENÁRIO	12
3.1 ETAPAS DE PESQUISA.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
4.1 SITUAÇÃO CRÍTICA ANALISADA	16
4.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE COMPRA, DESCARREGAMENTO E TRANSPORTE DOS BLOCOS DE CONCRETO.....	18
4.2 PROPOSTA DE MELHORIAS	20
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS	28

ANÁLISE DE DESPÉRDÍCIOS NA MOVIMENTAÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO EM UM CANTEIRO DE OBRAS UTILIZANDO PRINCÍPIOS DO *LEAN CONSTRUCTION*

ANALYSIS OF CONCRETE BLOCKS MOVEMENT IN A BUILDING SITE WASTE USING LEAN CONSTRUCTION' PRINCIPLES

Marcela Campos da Costa, Marcelo Hoss

RESUMO

Tradicionalmente o mercado da construção civil é conhecido como um setor no qual há dificuldade de implementação de um modelo de gestão que reduza os desperdícios gerados ao longo dos processos. Neste contexto, o objetivo dessa pesquisa foi analisar desperdícios que ocorrem na etapa de compra, descarregamento e transporte interno de blocos de concreto em um canteiro de obra utilizando os princípios do *Lean Construction*. O estudo de caso foi realizado em uma obra residencial predial da cidade de Santa Maria – RS. Por meio da análise obtida utilizando os princípios foi possível identificar o objeto de estudo, mensurar as perdas financeira geradas e, posteriormente, propor melhorias utilizando pensamentos e ferramentas *Lean*. Como resultados, obteve-se a eliminação de etapas de não agregam valor ao processo, bem como uma redução de custos referente à eliminação transporte interno dos blocos.

Palavras-chave: Construção Civil; *Lean Construction*; Desperdício

ABSTRACT

Traditionally, the construction market is known as a sector with difficulties to implement a management model that reduces the waste generated over the processes. In this context, the objective of this research was to analyze wastes that occurs during the purchase, unloading and internal transportation of concrete blocks in a building site using Lean Construction' principles. The case study was carried out in a residential building at Santa Maria - RS. Through the analysis obtained using the principles it was possible to identify the object of study, measure the financial losses generated and propose improvements using the Lean' philosophy. As a result, we obtained the elimination of steps that do not add value to the process, as well as a cost reduction related to the elimination of internal blocks transportation.

Keywords: Building Construction; Lean Construction; Waste

1 INTRODUÇÃO

A construção civil e o desenvolvimento econômico estão intrinsecamente ligados, a indústria da construção promove incrementos capaz de elevar o crescimento econômico, visto que isso ocorre principalmente pela proporção do valor adicionado total das atividades, como também pelo efeito multiplicador de renda e sua interdependência estrutural (TEIXEIRA, 2010). Devido à instabilidade da econômica brasileira nos últimos anos, a variação do PIB da construção civil apresentou resultados negativos quando comparado ao PIB do Brasil (CBIC, 2019). No entanto, no que diz respeito ao mercado de unidades residenciais, os dados são mais favoráveis. De acordo com o Relatório de Indicadores Imobiliários Nacionais (CBIC, 2019) os lançamentos de unidades residenciais apresentaram um aumento de 4,2% em relação ao mesmo trimestre do ano anterior. Além disso, foi observado que as vendas também apresentaram um aumento de 9,7% em relação ao mesmo trimestre do ano anterior. Analisando estes dados é possível inferir que, apesar da queda do PIB do setor nos últimos anos, empreendimentos imobiliários se mostram como negócios favoráveis à investimento.

Considerando a atual conjuntura do mercado e o aumento no nível de exigência dos consumidores, tal situação impôs aos empreendedores mudanças significativas em suas técnicas e métodos de trabalho. No entanto, Vendramini et al. (2011) afirma que, apesar da busca por melhorias, o modelo predominante de construção civil que vêm sendo adotado no Brasil ainda apresenta diversos problemas, entre eles o alto índice de desperdícios.

A construção civil é considerada um ambiente hostil para seus gestores, uma vez que o processo de conversão de insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (alvenaria, estrutura, revestimento) é composto por inúmeras atividades interdependentes entre si. Nesse contexto, a gestão tradicional que busca gerenciar por meio de um modelo previsível, inflexível e exato é falha, pois um empreendimento de construção civil é, em sua maioria, imprevisível, incerto, mutável e complexo (POLITO, 2016). A partir de todas as dificuldades vivenciadas pelo setor, surgiu a necessidade de um modo alternativo de construção, que gere vantagens consideráveis em relação a aspectos como custos, qualidade, flexibilidade, e eliminação de desperdícios, ao mesmo tempo em que torna todo o processo mais sustentável (COLOMBAROLI et al., 2016).

Da perspectiva teórica, a filosofia *Lean* tem como objetivo eliminar o desperdício de tempo e material em cada passo do processo produtivo, sempre visando agregar valor ao produto. Devido ao sucesso obtido no Japão no início da década de 90, o conceito *Lean Thinking* foi estudado por diversos setores que se interessaram em adaptar essa filosofia aos seus

respectivos ambientes, como o caso da construção civil (PICCHI, 2003). Nesse cenário surgiu o *Lean Construction*, uma combinação de filosofia, sistemas e ferramentas com o foco de reduzir desperdícios e custos.

Os processos construtivos, quando analisados sob a ótica da filosofia enxuta, passam por uma análise para definir quais atividades, de fato, agregam valor ao produto. Após essa análise, os processos que não agregam valor se tornam visíveis e direcionam-se esforços para eliminá-los. Nesse sentido, Koskela (1992) contribui afirmando que a grande contribuição da *Lean Construction* para a indústria da construção civil é o entendimento de que o sequenciamento da produção vai além de uma sucessão de atividades de conversão, levando à tona todas as atividades de apoio, como atividades de transporte, de espera e de inspeção. Assim, cada vez mais as empresas de construção civil necessitam busca de quebra de paradigmas para seu processo de gestão e a incorporação dos conceitos do *Lean Construction* pode trazer significativos ganhos de produtividade e qualidade às organizações.

Diante do contexto apresentado, o presente estudo traz como questão de pesquisa: como identificar as perdas e desperdícios oriundos da construção civil utilizando os princípios do *Lean Construction*? Frente à esse questionamento, a pesquisa consiste em verificar de que forma os princípios da construção enxuta podem ser utilizados para otimizar processos da construção civil. Dessa forma, o estudo justifica-se pelo fato de propor melhorias que visam amenizar os problemas vivenciados no setor em questão.

Dessa forma, o objetivo geral do estudo é analisar desperdícios que ocorrem na etapa de compra, descarregamento e transporte interno de blocos de concreto em um canteiro de obra utilizando os princípios do *Lean Construction*. Ademais, foram definidos os seguintes objetivos específicos: identificar e mensurar uma perda produtiva que aumenta desnecessariamente o custo da obra e propor melhorias que minimizem a perda produtiva identificada ao longo do estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresentado neste estudo está dividido em duas subseções, primeiramente é realizada uma introdução à metodologia *Lean* por meio da definição de *Lean Thinking*. Em sequência são apresentados conceitos referentes ao mercado da construção e os princípios do *Lean Construction*.

2.1 LEAN THINKING

A metodologia da produção enxuta, foi originada do Sistema Toyota de Produção desenvolvido por Taiichi Ohno, executivo fábrica de automóveis Toyota na década de 50. No entanto, foi só nos anos 80 que o termo “*Lean*” foi utilizado para definir um sistema de produção mais eficiente, flexível, ágil e inovador (GUIMARÃES; GUIMARÃES, 2016).

Com o intuito de disseminar ocidentalmente os conceitos do novo sistema de produção japonês, Womack et al. (1990) definiram o *Lean Thinking*, também conhecido como pensamento enxuto, que, em suma, consiste na identificação e eliminação ou redução das atividades que não agregam valor ao processo. Para nortear tal filosofia, existem cinco princípios *Lean* definidos por Womack e Jones (1998) que representam uma sequência de implementação para atingir os objetivos, são eles: especificação de valor para o cliente, identificação de valor de cada família de produto, criação de um fluxo contínuo, produção puxada pelo cliente e, por fim, a busca pela perfeição por meio da melhoria contínua.

Considerando que o *Lean Thinking* aborda uma série de questões para otimização de processos, indústrias de diversos setores buscaram adaptar essa filosofia para aplicar em suas respectivas realidades. Nesse sentido, Lopes e Frota (2015) descrevem resultados positivos obtidos a partir da aplicação de princípios e ferramentas do *Lean Manufacturing* para melhorias na qualidade, produtividade, ergonomia e fluxo de materiais em uma empresa de eletrodomésticos. Além da indústria, o *Lean Thinking* também proporcionou oportunidade de redução de desperdícios no ambiente administrativo dos escritórios. Nesse cenário, Cavaglieri e Juliani (2017) apresentam um estudo em torno da aplicação do *Lean Office* na gestão de arquivos. No estudo em questão, os autores utilizam a ferramenta de mapeamento de fluxo de valor para identificar possibilidades de melhoria e, posteriormente, a ferramenta 5W2H1T para elaboração de um plano de ação. No que se refere ao setor de serviços hospitalares, Régis, Gohr e Santos (2018) mostram a descrição da aplicação de *Lean Healthcare* em três hospitais e, posteriormente realizam comparação com outros estudos já publicados. Além disso, os autores

afirmam que por se tratar de organizações complexas, dificilmente a produção enxuta seria bem sucedida se o foco de melhoria estivesse concentrada em apenas um tipo de fluxo, tornando claro que o conceito *Lean* envolve a redução de desperdícios em todos os níveis de uma organização. Em relação ao setor da construção civil, diversos estudos abordam o *Lean Construction* como adaptação do *Lean Thinking* ao canteiro de obras, esse conceito engloba um conjunto de princípios para gestão de processos que serão detalhados na subseção a seguir.

2.2 LEAN CONSTRUCTION

A construção civil é uma indústria muito tradicional e que apresenta grande resistência à mudanças. No entanto, devido ao aumento da incerteza e complexidade dos projetos, os modelos tradicionais de construção começam a apresentar falhas na gestão e execução de seus processos. Isatto et al. (2000) relata que os problemas no setor da construção civil brasileira, em geral, resultam de questões gerenciais, o que levou as empresas a introduzirem novas filosofias e estudos fim de solucioná-los. Nesse sentido, a filosofia *Lean Construction* combate, por meio de uma logística e planejamento adequados, o aumento de desperdícios e a quebra do fluxo de trabalho, fatores que ocasionam principalmente um atraso na entrega do produto final ao cliente e uma qualidade insatisfatória (MARTINS; DEMÉTRIO; DEMÉTRIO, 2018). Para nortear tal filosofia, Koskela (1992) estabelece onze princípios, inspirado nos sete princípios de eliminação de perdas do *Lean Manufacturing*, aplicáveis efetivamente à indústria da construção civil. No Quadro 1 estão dispostos os onze princípios e suas respectivas aplicações na construção civil.

Quadro 1 - 11 princípios do *Lean Construction*

(continua)

Princípio	Aplicação na construção civil
Reduzir a parcela de processos que não geram valor	Esse conceito tem por objetivo analisar o processo, verificando as atividades inseridas que não agregam valor, além de consumirem tempo, recursos físicos, financeiros e de não contribuírem para a melhoria do processo (VALENTE; AIRES, 2017).
Aumentar o valor do produto por meio das considerações das necessidades dos clientes	Para aplicar esse conceito deve-se primeiro definir se o cliente é interno ou externo. De acordo com Koskela (1992), a adição de valor ao cliente, ocorre quando há conhecimento dos requisitos destes clientes levando a sua satisfação.

Quadro 1 – 11 princípios do *Lean Construction*

(conclusão)

Reduzir a variabilidade	Shingo (1996) define que é necessário haver a padronização dos processos para que se consiga reduzir a variabilidade, tanto na conversão quanto no fluxo do processo. Dessa forma, esse conceito mostra a importância da padronização do trabalho para uma boa execução de um projeto.
Reduzir o tempo de ciclo de produção	Segundo Valente e Aires (2017), este princípio é inspirado no conceito <i>just-in-time</i> , em que as atividades são executadas de maneira contínua e no momento certo.
Simplificar mediante a redução do número de passos ou partes	De acordo com Bernardes (2001), a simplificação pode ser expressa como a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo material.
Aumentar a flexibilidade	Este princípio busca proporcionar ao cliente opções a fim de atender suas necessidades sem que isso prejudique o planejamento do projeto (VALENTE; AIRES, 2017).
Aumentar a transparência do processo	Koskela (1992) justifica esse princípio afirmando que é possível diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção proporcionando maior transparência aos processos produtivos.
Focar no controle do processo global	As melhorias devem ser introduzidas a fim de melhorar o processo global da produção. Este princípio traz a ideia de que deve haver uma integração entre os diferentes níveis de planejamento, isto é, a longo, médio e curto prazo (OLIVEIRA et al., 2016).
Introduzir melhoria contínua no processo	De acordo com OLIVEIRA et al (2016) uma boa maneira de institucionalizar a melhoria contínua é o estabelecimento de metas, como redução do estoque e apresentação de propostas para atingi-las.
Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxo e melhorias no processo de transformação	De acordo com Rezende, Domingues e Mano (2012), balancear melhoria dos fluxos por meio de melhoria nas conversões implica em uma menor capacidade de conversão. Sendo assim, este conceito enfatiza o fato de que as melhorias devem estudadas sob a ótica de todos os ângulos.
Fazer <i>bechmarking</i>	Para a aplicação desse princípio, deve-se conhecer os processos próprios da empresa; identificar boas práticas em outras empresas similares, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos (ISATTO et al., 2000).

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Afim de esclarecer como outros autores abordam estes princípios, realizou-se uma revisão teórica investigando outros estudos que retratam tais aplicações. Carvalho e Pinheiro (2017) avaliam o processo produtivo de duas empresas de construção civil na cidade de Manaus, utilizando como base os princípios do *Lean Construction*. Por meio da aplicação de um questionário com os gestores da obra, bem como observações e registros fotográficos realizados durante o estudo, as autoras concluíram que a utilização de ferramentas *Lean* ainda são raras nas empresas analisadas. Dessa forma, foi feita a identificação dos princípios que poderiam ser utilizados e, por fim, feita uma análise dos recursos financeiros perdidos por falta de padronização e controle de variedade no processo de execução de rebocos.

De modo similar, Gabillaud et al. (2018) realizaram um diagnóstico utilizando princípios do *Lean Construction* em uma empresa de construção civil no estado de Sergipe. Para tal diagnóstico, os autores aplicaram um questionário com o intuito de identificar se a empresa já possuía recursos para uma produção com menos recursos e mais organização. Após o diagnóstico, os autores propuseram melhorias em relação aos problemas relatados, como ausência no planejamento das atividades, falta de controle em relação à movimentação de materiais no canteiro de obras e dificuldade com o controle de estoques de alguns materiais.

Nesse mesmo contexto, Tonin e Schaefer (2013) realizaram um estudo para mensurar o nível de aplicação da filosofia *Lean* em uma obra residencial localizada no Vale do Itajaí. Primeiramente, foi realizado um diagnóstico por meio de questionários e observações diretas nos canteiro de obras. Posteriormente, foram definidos os princípios que apresentaram maiores fragilidades ou negligências. Como resultado foram preparadas estratégias que puderam aperfeiçoar a produção através da elaboração de uma nova disposição física ao canteiro, reorganização da movimentação durante a execução das atividades e proposta de uma nova abordagem para compra de materiais com uma visão enxuta focada na redução de estoques.

Análogo aos estudos citados anteriormente, Souza e Brandstetter (2010) realizaram uma investigação com o intuito de identificar princípios do *Lean Construction* em oito empresas de construção civil localizadas no município de Goiânia. A metodologia abrangeu um preenchimento *checklist* pelo gestor da obra visando identificar a ocorrência ou não dos princípios escolhidos pelas autoras, são eles: o aumento da transparência do processo, a redução da variabilidade, o aumento da flexibilidade de saída e o valor do produto/serviço a partir das considerações dos clientes. Os resultados apontaram uma uniformidade nas respostas, o que demonstrou que as empresas participantes buscam alcançar o que se anseia nos princípios do *Lean Construction* de forma particular, mesmo que isso não seja feito intencionalmente, já que não utilizam de tal metodologia como forma de gestão.

No que se refere à perdas por transporte no ambiente construtivo, Pérez, Costa e Gonçalves (2016) apresentam dois estudos de caso nos quais apresentam a identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte nos fluxos físicos dentro de um canteiro de obras. Os resultados obtidos indicaram que a maior parte das perdas por transporte foram ocasionadas por problemas de mobilidade dentro do canteiro, principalmente no que se refere à falta de equipamentos apropriados para o transporte de materiais. Entre as principais conclusões do estudo, cita-se a adoção de ferramentas e indicadores para a caracterização das perdas por transporte do ponto de vista de sua incidência e tempos e uma proposta de classificação das principais causas e consequências para a caracterização dessas perdas.

3 METODOLOGIA

A seção do presente estudo foi dividida em três subseções. Primeiramente é apresentado o método de pesquisa, posteriormente é feita a contextualização do cenário em que foi realizado o estudo e, por fim, são apresentadas as fases da pesquisa.

3.1 MÉTODO DE PESQUISA

No que diz respeito à sua natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada, já que tem o intuito de gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (SILVA; MENEZES, 2001).

Do ponto de vista de seus objetivos, a presente pesquisa é classificada como exploratória-explicativa. Exploratória, pois busca descobrir ideias e soluções, na tentativa de adquirir maior familiaridade com fenômeno de estudo (SELLTIZ; JAHODA; DEUTSCH, 1974) e explicativa, pois de acordo com Gil (2010) esse tipo de pesquisa busca aprofundar o conhecimento da realidade por meio da explicação da razão e do porquê das coisas.

Em relação à abordagem, optou-se por uma abordagem qualitativa para esse estudo. Essa escolha se deu em razão do estudo ter caráter descritivo, ou seja, tem a finalidade de explicar ou descrever um evento ou uma situação (FREITAS; JABBOUR, 2011).

Quando aos procedimentos, o presente estudo foi classificado como um estudo de caso, pois nesse tipo de procedimento são enfatizados os entendimentos contextuais, sem esquecer-se da representatividade (LLEWELLYN; NORTHCOTT, 2007). Nesse contexto, Voss, Tsiriktsis e Frohlich (2002) afirmam que um estudo de caso é uma história de um fenômeno passado ou atual, elaborada a partir de múltiplas fontes de provas, que pode incluir dados da observação direta e entrevistas sistemáticas, bem como pesquisas em arquivos públicos e privados. No que se refere à presente pesquisa, será realizado um estudo de caso único em que o cenário será uma obra residencial predial.

3.2 CENÁRIO

O presente estudo foi realizado em uma construtora localizada na região central do Rio Grande do Sul, mais especificamente no município de Santa Maria. A empresa iniciou suas atividades em 2011 e, atualmente, conta com 109 colaboradores e 5 obras em andamento. Considerando a alta competitividade do ramo da construção civil, o desafio da construtora é ter

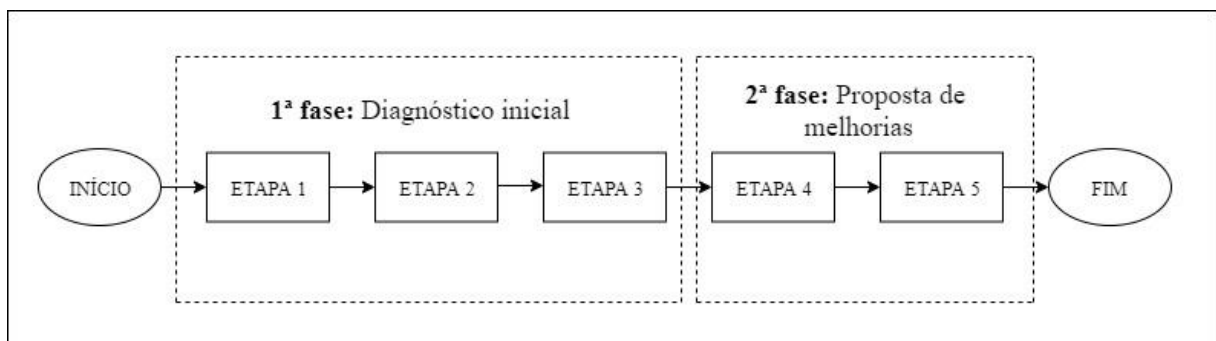
excelência na construção de prédios residenciais multifamiliares apresentando qualidade, credibilidade, e pontualidade na entrega de suas obras.

A escolha da obra para a realização do estudo se deu após uma conversa com o gestor e o engenheiro da empresa e descrição de algumas situações críticas vivenciadas em algumas fases da execução do projeto descritas a seguir. A obra em questão conta com um número total de 112 apartamentos distribuídos em 11 andares, sendo um subsolo, totalizando uma área de 11.263,6 m².

3.1 ETAPAS DE PESQUISA

A pesquisa está dividida em cinco etapas, estas estruturadas em duas fases distintas. Na Figura 1 a seguir, segue um fluxograma com a ilustração e descrição das mesmas.

Figura 1 - Fluxograma de etapas



Fonte: Autora (2019).

A primeira fase é composta por três etapas de diagnóstico que dão início à pesquisa. Por meio das observações realizadas nessas primeiras fases, busca-se descrever o cenário atual e caracterizar o objeto de estudo.

A etapa 1 foi definida como a caracterização da empresa, nela foi possível descrever qual o atual cenário em que a organização se encontra e realizar uma avaliação, junto dos engenheiros e gestores, de qual obra apresenta maior oportunidade para o desenvolvimento do estudo. Nessa etapa foram considerados e analisados os problemas existentes nas obras em andamento como atraso no planejamento, ocorrência de falta de entrega de material e problemas de fluxo. Na segunda etapa, após a escolha da obra para realização do estudo, foi realizada a coleta de dados para a definição do macro espaço e identificação dos principais fluxos e

processos da obra. Para realização da coleta de dados foram realizadas entrevistas semi estruturadas e conversas informais com os colaboradores para que se obtivesse informação necessária para identificação de qual processo seria realizada a análise. As perguntas realizadas na entrevista estão descritas abaixo.

- Pergunta 1: Quais as etapas de construção desta obra?
- Pergunta 2: Até o momento, qual a etapa mais crítica da obra?
- Pergunta 3: Quais as condições do canteiro de obras em relação ao acesso para descarregamento de materiais?
- Pergunta 4: Descreva como é feito o processo de descarregamento dos blocos de concreto.
- Pergunta 5: Como é feito o planejamento de compra de blocos de concreto?
- Pergunta 6: Já ocorreram situações em que a obra ficou sem material por dificuldades logísticas de entrega?
- Pergunta 7: Já foi tomada alguma medida para otimizar o processo de descarregamento dos blocos?
- Pergunta 8: Você acha que otimizar o processo de compra, transporte e descarregamento dos blocos pode melhorar os problemas relatados anteriormente?

Ainda na etapa 2 foi realizado um mapeamento do macro espaço, durante a realização do mesmo foi possível ter conhecimento das etapas envolvidas na construção predial residencial analisada e, conseqüentemente, ter uma noção maior da complexidade do ambiente e das dificuldades enfrentadas. Após a entrevista e conversa com os colaboradores, optou-se por analisar o processo de compra, transporte e descarregamento dos blocos de concreto, realizada na macro etapa de fechamento da obra. A escolha se deu em razão de ter sido o processo que mais apresentou problemas até o momento em que foi realizada a pesquisa. Na etapa 3, após ter sido feita a escolha, foram descritos os desperdícios identificados no processo analisado. Nesta etapa foi realizado um novo mapeamento para identificar quais atividades eram realizadas durante o processo analisado.

Após a fase inicial de diagnóstico, a segunda fase da pesquisa se resumiu à identificação de quais princípios do *Lean Construction* poderiam ser trabalhados para sugerir melhorias visando a redução de desperdícios no processo descrito. Na quarta etapa do estudo foram sugeridas melhorias oriundas de princípios do *Lean Construction* com o intuito de reduzir os

desperdícios identificados nas etapas anteriores. Para isso, foi realizada uma identificação de custos do processo atual a fim de mensurar o impacto dos desperdícios envolvidos no processo. Posteriormente, foi proposto um novo sistema de compras com a utilização de cartões e painel *kanban*. Na etapa 5 foram apresentadas as reflexões a respeito do processo analisado, bem como os aprendizados e dificuldades percebidos durante o estudo, dispostos na última seção do estudo.

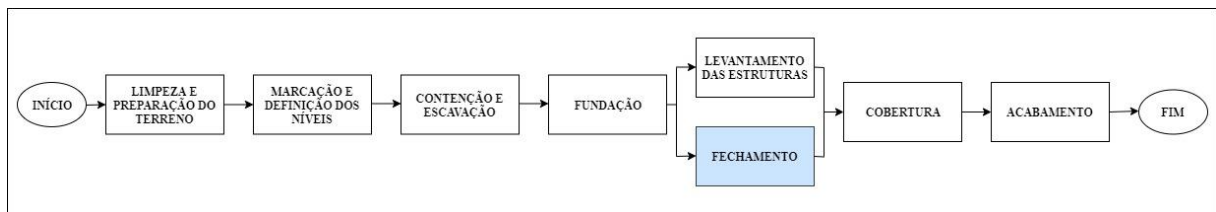
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção será apresentada a situação crítica vivenciada na obra, bem como os resultados da análise das etapas de compra, transporte e descarregamento dos blocos de concreto sob a ótica dos 11 princípios do *Lean Construction* e as propostas de melhoria para os problemas enfrentados.

4.1 SITUAÇÃO CRÍTICA ANALISADA

Inicialmente, com o intuito de contextualizar e compreender melhor o processo de construção predial residencial, foi feito um mapeamento das oito macro etapas envolvidas no processo, disposto na Figura 2.

Figura 2 – Macro processo setorizado de uma construção predial residencial



Fonte: Autora (2019).

A primeira etapa para dar início à obra é a limpeza e preparação do terreno, nesta etapa é realizada a retirada de vegetação e materiais indesejados, bem como a análise do solo e movimentação de terra para deixar o terreno limpo e plano. Após a finalização da preparação, inicia-se a marcação e definição dos níveis, nesta etapa é realizada a marcação do nível 0.00, ou seja, onde é iniciada a contagem de todos os desníveis da edificação e, posteriormente, todos os outros desníveis são marcados em relação a ele. A próxima etapa consiste na contenção e escavação, a empresa realiza a contenção para prover estrutura e, após, iniciar a escavação. Em sequência é feita a fundação, nessa etapa são construídos alicerces que possuem finalidade de transmitir as cargas de uma edificação para as camadas resistentes do solo. Após esta etapa, iniciam-se as fases de levantamento de estruturas e fechamento. Inicialmente as etapas começam separadas, no entanto, conforme o andamento da obra, elas ocorrem, na maior parte do processo, em paralelo. Em seguida, é fixada uma armação como um sistema de apoio

de cobertura, e, posteriormente revestida com telhas. Por fim, na etapa final da obra, são realizados acabamentos como revestimentos internos e externos, louças e metais.

Após entrevista com o gestor e engenheiro da obra selecionada, foram identificadas várias situações críticas no que tange ao desperdício. Por se tratar de uma obra na região central da cidade e próxima à uma escola, a rua possui alto fluxo de veículos, principalmente em horários de pico entre 7 e 8 horas manhã, ao meio dia, às 13 horas e 30 minutos e no fim da tarde entre 17 e 18 horas. Devido à esse fato, foram relatadas situações em que houve dificuldade para entrega de materiais no canteiro de obras, principalmente os blocos de concreto. Devido à tal dificuldade, ocorreram dias em que o acesso estava crítico e não foi possível fazer a entrega do material, o que resultou em atraso no andamento do obra.

O material em questão é comprado de uma empresa situada no estado de Santa Catarina, pois, em razão de ser utilizado dois blocos com dimensões 14x24,5x60 cm e 19x24,5x60 cm, não são encontrados fornecedores na região que entregue o material com exatamente as mesmas dimensões. A análise será feita utilizando o bloco com dimensões de 140x245x600 cm, disposto na Figura 3, pois além de ser o mais utilizado pela empresa, o custo de ambos os blocos é o mesmo.

Figura 3 – Bloco de concreto de 14x24,5x60 cm



Fonte: Autora (2019).

Além disso, a partir da análise do processo, foi percebido que muitos blocos chegavam danificados ao pavimento onde eram armazenados, como é observado na Figura 4.

Figura 4 – Blocos de concretos danificados.



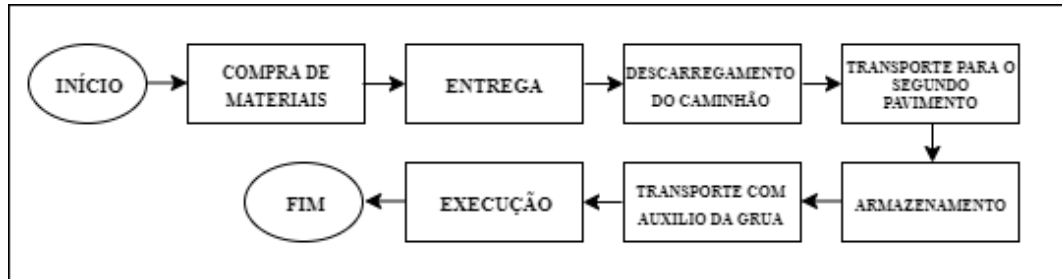
Fonte: Autora (2019).

A partir do que mostra a Figura 4, é possível analisar que o desperdício em atividades de transporte que não agregam valor nenhum ao produto final, também ocasionam desperdício de material. Poyastro (2008) afirma que os blocos de concreto apresentam menor percentual de perdas quando comparados aos blocos cerâmicos, também comumente utilizados em construções prediais. A autora ainda relata que devido à alvenaria estrutural ser um processo construtivo e racionalizado, deve ocorrer menos desperdício e entulho no canteiro de obras. Dessa forma, é possível inferir que o desperdício de material está diretamente ligado ao excesso de transporte e às condições manuais nas quais os blocos são transportados, pois, quando comparado à outras opções semelhantes, os blocos de concreto são a melhor opção no que se refere à menor percentual de perdas. Tal situação pode ser analisada sob a ótica de diversos princípios do *Lean Construction* e justifica a escolha dos blocos de concreto serem o objeto de análise do presente estudo.

4.2 ANÁLISE DO PROCESSO DE COMPRA, DESCARREGAMENTO E TRANSPORTE INTERNO DOS BLOCOS DE CONCRETO

O processo de compra, entrega e descarregamento dos blocos de concreto é descrito no fluxograma da Figura 5.

Figura 5 – Processo de compra, entrega e descarregamento dos blocos de concreto atual.



Fonte: Autora (2019).

O planejamento de compras é realizado com uma semana de antecedência. O processo de entrega é feito pela empresa fornecedora dos blocos e já está incluso no custo de R\$ 69,00 por m² de bloco de concreto, o material é entregue, em média, três vezes por semana, cada entrega contendo 12 pallets, totalizando, aproximadamente, 36 pallets de blocos de concreto por semana. A etapa de descarregamento do caminhão é feita de forma manual, assim como o transporte para o segundo pavimento, onde os blocos são armazenados. O descarregamento é realizado por 9 colaboradores e dura, em média, 2 horas e 30 minutos. Depois da armazenagem, os blocos são transportados com o auxílio de uma grua para o pavimento em que serão utilizados para a execução do serviço, este processo dura em média 30 minutos.

Ressalta-se que o descarregamento é feito todo de forma manual e que o uso de uma segunda grua, que facilitaria a atividade, foi descartado devido à dificuldade da mesma ser instalada por restrição de espaço físico. Isso vem ao encontro do princípio "focar no aspecto global". As análises da empresa foram de que a instalação da grua, geraria outros problemas com dificuldade de administra-los.

O Quadro 2 apresenta os custos descarregamento dos blocos de concreto por carga, considerando cada colaborador que trabalha 160 horas mensais sendo remunerado com um salário mínimo de R\$ 998,00, foi calculado um valor de R\$ 6,23 por hora. As estimativas de tempo foram calculadas a partir de experiências vivencias na obra em que foi realizado o estudo.

Quadro 2 – Custos de transporte e descarregamento de blocos de concreto por carga.

CUSTOS DE DESCARREGAMENTO DE BLOCOS DE CONCRETO POR CARGA	
Descarregamento (do caminhão para o segundo pavimento)	
Tempo	2,5 horas
Número de colaboradores	9
Custo por hora	R\$ 6,23
Custo desta etapa	R\$ 140,18
Transporte com o auxílio da grua (do segundo pavimento para o pavimento em que serão utilizados)	
Tempo	0,5 horas
Número de colaboradores	4
Custo por hora	R\$ 6,23
Custo desta etapa	R\$ 12,46
CUSTO TOTAL	R\$ 152,64

Fonte: Autora (2019).

Considerando que a empresa recebe, em média, 12 cargas deste insumo por mês, o custo mensal estimado da atividade de descarregamento e transporte interno é de R\$ 1.831,68.

A partir do mapeamento do processo desde a compra até a movimentação dos blocos de concreto dentro do canteiro de obras, foi possível realizar uma análise e, então, propor melhorias que serão apresentadas na seção a seguir.

4.2 PROPOSTA DE MELHORIAS

A partir da análise relatada anteriormente foi viável identificar desperdícios ao longo do processo utilizando princípios do *Lean Construction*. O Quadro 3 mostra a situação observada, o princípio em que se enquadra e como a situação pode ser revertida por meio de uma proposta ou ferramenta *Lean*.

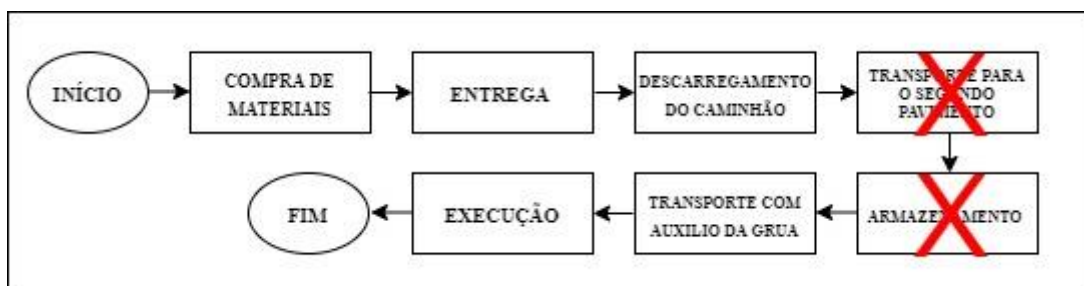
Quadro 3 – Princípios *Lean*, situações observadas e propostas de melhorias.

Situação na obra	Princípio	Proposta de melhoria
Etapa de transporte para o segundo pavimento desnecessária.	Reduzir a parcela de atividades que não geram valor.	Reduzir o tamanho do lote de entrega e utilizar a grua para descarregamento do material diretamente no pavimento em que será utilizado.
Fornecedor de matéria prima situado em outro estado, tempo de reposição alto e ocorrência de falta de material.	Simplificar mediante a redução do número de passos ou partes.	Utilizar a ferramenta <i>Kanban</i> para sinalizar quando deve ser feita a reposição de matéria prima e optar por um fornecedor com tempo de reposição menor.
Problemas relacionados à logística de entrega do material.	Reduzir variabilidade.	Escolher um fornecedor da região para que seja possível padronizar a entrega em horários e dias fixos, sem que aumente o custo de transporte.

Fonte: Autora (2019).

No que se refere ao princípio de eliminar atividades que não agregam valor ao produto final, a Figura 6 mostra que por meio da utilização dos princípios do *Lean Construcion* é possível eliminar duas etapas que não agregam valor ao produto final, ou seja, atividades que são consideradas desperdícios no processo analisado.

Figura 6 - Processo de compra, entrega e descarregamento dos blocos de concreto evidenciando a eliminação de etapas



Fonte: Autora (2019).

Além da eliminação de uma tarefa braçal desnecessária, por meio desse princípio e da sugestão de melhoria proposta, é possível reduzir aproximadamente R\$ 140,18 de custos a cada carga que não agregam valor nenhum ao produto final. Tal custo foi estimado com base na eliminação de etapa de transporte para o segundo pavimento, que envolve 9 colaboradores por cerca de 2,5 horas. Com a utilização da grua para descarregamento do material em lotes menores e diretamente no pavimento a ser trabalhado seria viável reorganizar o número de funcionários bem como a execução de tarefas de cada um, e possivelmente realocar alguns colaboradores em outros empreendimentos da empresa. Dessa forma, o uso de uma segunda grua, que já havia sido descartado pela empresa, não se faz necessário.

Como posto na subseção anterior, não foi encontrado nenhum fornecedor situado no município de Santa Maria que realize venda de blocos de concreto com as mesmas dimensões do material utilizado na obra em questão. No entanto, a partir da análise realizada no presente estudo, constatou-se que seria interessante para futuras obras utilizar blocos de concreto menores de fornecedores da região, pois além do tempo de reposição ser menor, seria possível reduzir o lote de entrega e planejar as compras de matérias primas conforme a demanda da obra, evitando estoques e utilizando melhor o espaço limitado do canteiro de obras.

Com o intuito de analisar a viabilidade da proposta de melhoria, foi contatado um fornecedor de blocos de concreto de dimensões 14x19x39 cm situado em Santa Maria. O preço do m² do material com tais características é de R\$ 34,00, o tempo de reposição de um dia e entrega sem custo para cargas a partir de 5 pallets, caso seja um pedido menor é cobrado um valor de R\$ 50,00 de frete. Dessa forma, além da redução de custos eliminando as atividades que não agregam valor descritas anteriormente, também pode ser evidenciada uma redução de custos de compra de R\$ 35,00 por m². O Quadro 4 mostra uma comparação do processo de compra utilizado pela empresa com o processo de compra sugerido por este estudo.

Quadro 4 – Processo de compra e descarregamento atual *versus* processo de compra e descarregamento sugerido.

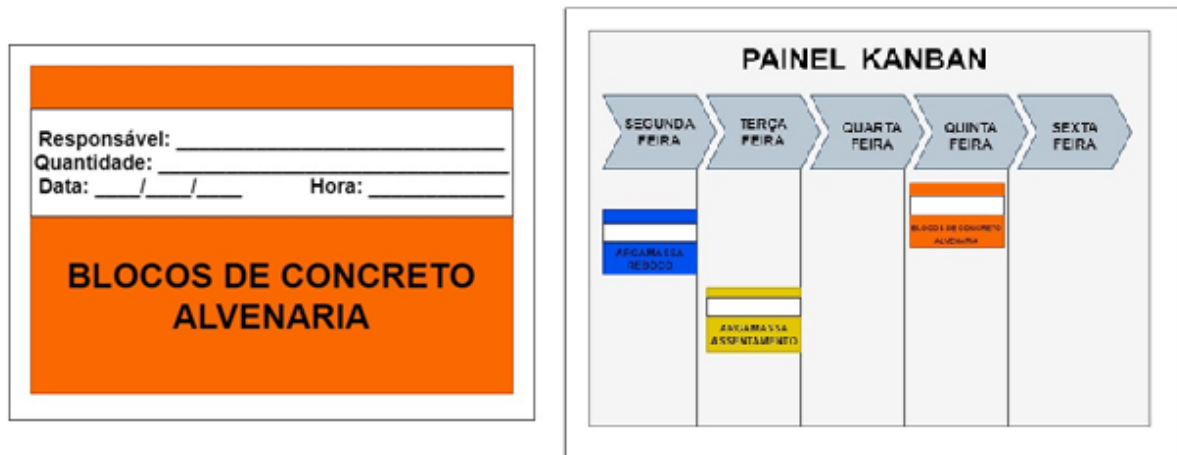
Processo de compra e descarregamento atual <i>versus</i> processo de compra e descarregamento sugerido		
	Empresa Atual	Empresa sugerida
Dimensões do bloco	14x24,5x60 cm	14x19x39 cm
Unidades por pallet	88	95
Valor por m ²	R\$ 69,00	R\$ 34,00
Tempo de reposição	2 dias	1 turno
Distância até a obra	568 km	6 km

Fonte: Autora (2019).

Por meio da análise do Quadro 4 é possível inferir que, em um panorama geral, a empresa sugerida é uma opção melhor, pois além de apresentar menor valor por m², também possibilita a aplicação dos princípios *Lean* relatados anteriormente.

Em relação à implementação de cartões *kanban*, sugere-se o uso do cartão e painel dispostos na Figura 7. Cada tipo de insumo será identificado por diferentes cores e no corpo do cartão estará disposto o responsável pelo pedido, bem como a data e hora de realização. Além disso, é recomendado que, no caso dos blocos de concreto em que é viável comprar de um fornecedor da região, o pedido seja feito até as 14 horas do dia anterior a entrega do material. Considerando que o tempo de reposição do fornecedor situado em Santa Maria é baixo, o pedido pode ser feito um turno antes da necessidade do insumo. Dessa forma, é entregue apenas o material que será utilizado no dia, sem necessidade de estoque e atividades de transporte manual desnecessário. Além disso, sugere-se definir e fixar um horário de entrega com o fornecedor para garantir que não seja realizada nos horários de pico e o caminhão tenha acesso à obra, evitando, assim, a falta de insumos.

Figura 7 – Exemplo cartão e quadro *Kanban*



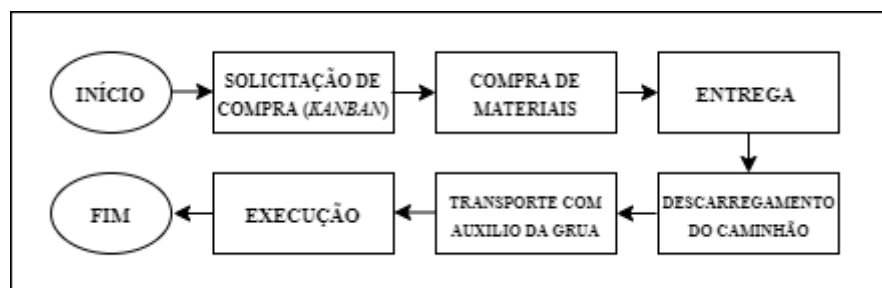
Fonte: Autora (2019).

Posteriormente, o cartão será fixado em um painel *kanban*, exemplificado na Figura 7, acima. O quadro deve ficar exposto no setor onde encontra-se o depósito de materiais, na obra em questão ficaria no segundo pavimento.

De modo semelhante, Silveira, Lantelme e Isatto (2017), propuseram o uso de um sistema *kanban* em um estudo que investigou falha de abastecimento de materiais em uma obra de 23 pavimentos. Os autores citam que, por meio da implementação do *kanban*, os tempos de espera deverão ser substancialmente reduzidos, pois o sistema organiza-se de modo que o abastecimento é padronizado, não havendo possibilidade das frentes de trabalho não serem abastecidas, como ocorreu no presente estudo.

A Figura 8 apresenta um fluxograma de como ficou o processo de compra, transporte e descarregamento dos blocos.

Figura 8 - Processo de compra, entrega e descarregamento dos blocos de concreto proposto



Fonte: Autora (2019).

Na fase de implementação desse novo sistema de planejamento de compras, é de suma importância a realização de treinamentos para que os colaboradores entendam o conceito *Just in Time*, pois sem que eles estejam engajados no processo os cartões não fluem corretamente. Nesta etapa sugere-se outro princípio do *Lean Construction*: o *bechmarking*. É essencial que os colaboradores sejam ouvidos e que os gestores da obra considerem as suas colocações para garantir as condições necessárias ao bom funcionamento deste sistema. Além disso, o uso dos cartões torna os funcionários mais participativos, uma vez que eles são responsáveis por puxar a produção, deixando de serem apenas executores de tarefas para se tornarem auxiliares na gestão do serviço.

Além de representar uma melhoria significativa nos custos, também é importante ressaltar a importância ergonômica de eliminar a etapa de descarregamento totalmente manual. Nesse sentido, Barbosa Filho (2015) cita que entre as situações resultantes das exigências ou inadequações ergonômicas em que o trabalho é realizado na construção civil, destaca-se o excessivo e frequente trato manual de cargas e as posturas forçadas e incomuns por períodos prolongados, o que ocasiona esforços intensos sobre a coluna ou outros segmentos do corpo. Este fato torna-se evidente na situação de descarregamento de blocos na obra analisada, pois é exemplificada uma situação em que os colaboradores realizam transporte manual de cargas por aproximadamente duas horas e meia com frequência de três vezes por semana.

Um estudo realizado por Bacelar et al. (2015) apresenta uma análise ergonômica do descarregamento manual de cargas em uma empresa de cimento. No estudo, os autores apontam que tal atividade demanda esforço físico dos trabalhadores, tornando-os propensos à lesões na musculatura e nas articulações, bem como suscetíveis a acidentes e doenças ocupacionais. Dessa forma, torna-se evidente a importância da eliminação de atividade de descarregamento manual no presente estudo, bem como a utilização de equipamentos que auxiliem no processo. Além disso, também sugere-se evitar turnos de trabalhos contínuos, estabelecer um processo que permita revezamento do trabalho e disponibilizar aos colaboradores um cinturão ergonômico para a proteção da coluna durante a execução de esforço físico.

Realizando uma comparação do presente pesquisa com as aplicações de *Lean Construction* por outros autores relatadas na subseção 2.2 deste estudo, percebe-se semelhança em relação ao que Tonin e Schaefer (2013) retrataram. Assim como no presente estudo, os autores propuseram um novo plano de compras visando a redução de lotes de entrega e a diminuição de estoques. Além disso, também foi observada certa similaridade com o que Pérez, Costa e Gonçalves (2016) propõem em seu estudo. Assim como na presente pesquisa, os autores

relatam situações de desperdícios por atividades de transporte que não agregam valor nenhum ao processo construtivo. Ademais, é possível perceber correlação entre os objetos de estudo apresentados no artigo com o objeto de estudo relatado na presente pesquisa, pois em ambas situações há um canteiro de obras com restrições de movimentação e equipamentos para o transporte de materiais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No transcorrer do presente estudo, foi feita uma análise do processo de compra, transporte e descarregamento dos blocos de concreto utilizando princípios do *Lean Construction*, como foi definido no objetivo geral. Essa análise foi considerada base para alcançar os objetivos específicos que abrangem a identificação e mensuração das perdas produtivas que aumentam desnecessariamente o custo da obra e a proposta de melhorias a fim de minimizar os desperdícios identificados previamente.

Com relação à identificação e mensuração de perdas, foi realizada uma análise dos custos atuais provenientes da compra de insumos de uma empresa do estado de Santa Catarina e, posteriormente, uma comparação com um fornecedor do município de Santa Maria. No que se refere às melhorias propostas, foi feita uma relação das situações vivenciadas na obra com três princípios do *Lean Construction*. Posteriormente, foi realizada uma proposta de um novo sistema de compras utilizando cartões e painel *kanban*. Ademais, considerou-se importante dissertar sobre o ponto de vista ergonômico da atividade analisada, pois ressaltou a carência que o setor da construção apresenta em relação às duas áreas distintas: ergonomia e produção enxuta.

A respeito das dificuldades vivenciadas durante o estudo, destaca-se o fato de ser um setor que historicamente apresenta o mesmo tipo de gerenciamento no que se refere à administrar escopo, custos, qualidade e prazos, sendo assim, ainda há resistência a novos modelos de gerenciamento. Além disso, foi evidenciado o fato do canteiro de obras ser completamente diferente de um ambiente fabril. A construção predial envolve inúmeras etapas artesanais, dessa forma, o processo abrange uma série de variáveis que apresentam um padrão difícil de ser controlado. No entanto, existem metodologias que podem colaborar positivamente para reverter tal cenário, cita-se como exemplo o *Lean Construction*.

Por fim, acredita-se que o estudo colaborou para evidenciar a eficiência que a redução de desperdícios provenientes da filosofia *Lean* pode proporcionar à diversos setores. Além disso, sugere-se estudos futuros sobre outros processos e etapas de uma construção predial residencial para que seja possível a implementação de um dos pilares mais importantes da filosofia *Lean*: a melhoria contínua.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, J. et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BACELAR, T. C. et al. Análise ergonômica no transporte manual de cargas: um estudo de caso em uma indústria de cimento. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 22., 2015, Bauru. **Anais...** Bauru: SIMPEP 2015. Disponível em: <<https://gee.ufc.br/wp-content/uploads/2017/03/p22.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2019.
- BARBOSA FILHO, A. N. **Segurança do Trabalho na Construção Civil**. 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2015.
- BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB Brasil X PIB construção civil. Brasília, 2019**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Relatório de indicadores imobiliários nacionais**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2019/05/1º-Trimestre-2019-Indicadores-Imobiliários-Nacionais-APRESENTAÇÃO-FINAL.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2019.
- CARVALHO, J. B.; PINHEIRO, S. C. Lean Construction – Propostas de introdução técnica em duas empresas construtoras na cidade de Manaus: case. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 37., 2017, Joinville. **Anais...** Joinville: ENEGEP 2017. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_238_383_33962.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2019.
- CAVAGLIERI, M.; JULIANI, J. P. Lean Archives: O emprego do Lean Office na gestão de arquivos. **Revista Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 21, n. 4, out/dez 2016.
- COLOMBAROLI, V. B. et al. Avaliação da filosofia lean construction: um estudo de caso em duas obras civis. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 36., 2016, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ENEGEP 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_316_30817.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.
- FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. **Revista Estudo & Debate**, Lajeado, v. 18, n. 2, p. 7-22, 2011.
- GABILLAUD, A. M. P. et al. Análise e diagnóstico Lean Construction: Aplicações práticas em empresa de construção civil no estado de Sergipe. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 38., 2018, Maceió. **Anais...** Maceió: ENEGEP 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_258_485_35189.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2019.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUIMARÃES, L. A.; GUIMARÃES, C. R. Utilização da construção enxuta no planejamento e controle de obras nas construção civil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 36., 2016, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ENEGEP 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_28982.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2019.

ISATTO, E. L. et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. 1. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, 1992.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Lean na construção**. [201-]. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/consultoria-lean-construcao.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

LLEWELLYN, S.; NORTHCOTT, D. The “singular view” in management case studies qualitative research in organizations and management. **An International Journal**, v. 2, n. 3, 2007.

LOPES, O. T.; FROTA, C. D. Aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28060.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2019.

MARTINS, J. B.; DEMÉTRIO, J. C. C.; DEMÉTRIO, F. J. C. Lean Construction: uma análise comparativa em canteiros de obra de São Luís – MA. **Revista de Engenharia Civil**, Braga, n. 54, p. 36-45, mar. 2018.

MELLO, L. C. B.; AMORIM, S. R. L. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Revista Produção**, São Paulo, v. 19, n. 2, 2009.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, M. L. et al. Proposta de ações baseada nos 11 princípios lean construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria – RS. **Revista Espacios**, Caracas, v. 37, n. 21, 2016.

PEREIRA, A. M. et al. Aplicação da construção enxuta (lean construction) na construção civil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ENEGEP 2015. Disponível em: <http://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_28529.pdf>. Acesso em: 7 maio 2019.

PÉREZ, C. T.; COSTA, D. B.; GONÇALVES, J. P. Identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte em processos construtivos. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, jan/mar 2016.

PICCHI, F. A. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter**. Lean Institute Brasil, 2017. Disponível em: < <https://www.lean.org.br/colunas/529/entenda-os-“7-desperdicios”-que-uma-empresa-pode-ter.aspx> >. Acesso em: 12 jun. 2019.

PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, jan/mar 2003.

POLITO, G. **Gerenciamento de obras: boas práticas para melhoria da qualidade e da produtividade**. 1. ed. São Paulo: PINI, 2015.

POYASTRO, P. C. Comparação entre blocos cerâmicos e em concreto, quanto a custo e produtividade, quando utilizados em alvenaria estrutural. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2014.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

RÉGIS, T. K. O.; GOHR, C. B.; SANTOS, L. C. Implementação do lean healthcare: Experiências e lições aprendidas em hospitais brasileiros. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 58, n. 1, jan/fev 2018.

REZENDE, J. S.; DOMINGUES, S. M. P, SÁ; MANO, A. P. Identificação das práticas da filosofia lean construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA). **Engevista**, Niterói, v. 14, n. 3, 2012.

SEBRAE. **Boletim da inteligência: construção civil**. 2016. Disponível em: < [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/915da34f0af2e4e29793825ac33833bf/\\$File/7252.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/915da34f0af2e4e29793825ac33833bf/$File/7252.pdf) >. Acesso em: 17 jun. 2019.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSCH, M. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 1974.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, E. LUCIA; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: UFSC, 2001.

SILVEIRA, A.; LANTELME, E.; ISATTO, E. L. Dimensionamento de um sistema kanban para uma obra de edificação. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 10., 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SIBRAGEC 2017. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/323946481_DIMENSIONAMENTO_DE_UM_SISTEMA_KANBAN_PARA_UMA_OBRA_DE_EDIFICACAO >. Acesso em: 7 dez. 2019.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, L. S.; BRANDSTETTER, M. C. G. Avaliação de princípios da Lean Construction em construtoras goianas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ENEGEP 2010. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_TN_STO_113_745_16669.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

TEIXEIRA, L. P. **Desempenho da construção brasileira**. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O. Diagnóstico e aplicação do Lean Construction em construtora. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP 2013. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STP_177_013_21856.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

VALENTE, A. C. C.; AIRES, M. A. **Gestão de projetos e Lean Construction**. 1. ed. Curitiba: Editora Appris, 2017.

VENDRAMINI, M. M. et al. Sistema de fôrmas de alumínio para a indústria de formas de concreto: critérios competitivos na construção civil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ENEGEP 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_stp_135_861_18944.pdf>. Acesso em: 28 maio 2019.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal Of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, 2002.

WOMACK, J.P. et al. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1990.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas – elimine o desperdício e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.