

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIO PERANTE ABORDAGEM *LEAN  
CONSTRUCTION*: UM ESTUDO DE CASO NUMA  
EMPRESA DE PEQUENO PORTE NA CIDADE DE  
SANTA MARIA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Matheus Bulegon Konrad**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2016**

**DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE REDUÇÃO DE  
DESPERDÍCIO PERANTE ABORDAGEM *LEAN  
CONSTRUCTION*: UM ESTUDO DE CASO NUMA  
EMPRESA DE PEQUENO PORTE NA CIDADE DE  
SANTA MARIA**

**POR**

**Matheus Bulegon Konrad**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

**Orientadora: Eliane Garlet, Ma.**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2016**

# **DIAGNÓSTICO E PROPOSTA DE REDUÇÃO DE DESPERDÍCIO PERANTE ABORDAGEM *LEAN CONSTRUCTION*: UM ESTUDO DE CASO NUMA EMPRESA DE PEQUENO PORTE NA CIDADE DE SANTA MARIA**

**Matheus Bulegon Konrad (UFSM)**  
matheusbulegonkonrad@gmail.com

**Eliane Garlet (UFSM)**  
eligarlet@gmail.com

*Na busca pelo incremento da produtividade e como forma de redução de desperdícios e custos, a Lean Construction é uma metodologia que surge como meio de incremento da produtividade para o setor da construção civil. Neste contexto, este estudo tem por objetivo realizar um diagnóstico em um canteiro de obras e a partir deste propor melhorias para redução de desperdícios perante a abordagem Lean Construction. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, com abordagem combinada e de caráter exploratório. Como principais resultados obtidos, destaca-se a alta variedade de desperdícios encontrados no canteiro de obras e a proposição de melhorias, sendo estas capazes de reduzir custos que permitiriam a empresa realizar o pagamento de até 6 funcionários no período de um mês e propor melhorias para as atividades relatadas. Conforme apresentação para a empresa o estudo alcançou as expectativas e trouxe uma nova visão sobre métodos e formas de produção para a construtora se tornar mais competitiva no mercado.*

*Palavras-chave: Lean Construction; Desperdícios; Lean Production; Melhorias*

*In the search for increased productivity and as a way to reduce waste and costs the Lean Construction is a methodology that arises as a mean of increasing the civil production sector. In this context this study aims to perform a diagnosis at a construction site and to propose improvements to reduce wastes towards Lean Construction approach. The research is characterized as a case study, with a combined and exploratory approach. As main results obtained, it stands out that the high variety of wastes found in the construction site under the and proposed improvements with Lean Construction approach, being able to reduce costs would allow the company to pay up to 6 employees within a month and propose improvements to the reported activities. According to the presentation to the company the study reached the expectations and brought a new insight of methods and forms of production for the company.*

*Keywords: Lean Construction; Waste; Lean Production; Improvements*

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente nível de exigência dos consumidores e a internacionalização dos mercados vem impulsionando empresas dos mais diversos setores a melhorar sua capacidade produtiva como um todo, muito deste se faz através da absorção e utilização de técnicas oriundas de gestão e tecnologia (SARCINELLI, 2008; REZENDE, 2012).

Em função da necessidade de adequação ao mercado, a construção civil vem buscando encontrar formas de utilizar conceitos, metodologias e técnicas provenientes da manufatura para o canteiro de obras. Este processo de adaptação de técnicas oriundas de outros setores nem sempre apresenta os mesmos resultados positivos, necessitando assim de amadurecimento e aprendizado (ASSUMPÇÃO, 1996; PEREIRA, 2015). Neste viés a *Lean Construction* tem seu uso como ferramenta para a redução de desperdícios e custos, bem como garantia da realização de atividades nos devidos prazos com qualidade adequada (PEREIRA, 2015).

Segundo Picchi (2003) há inúmeras oportunidades de aplicação da metodologia *Lean* na construção civil, quando levados em consideração a abrangência e a alta capacidade de aplicação dos conceitos, elementos e ferramentas desta filosofia.

Assim sendo o presente estudo se aproveita da oportunidade de mercado do setor como um todo para desenvolver propostas da utilização das ferramentas e técnicas da filosofia *Lean* em um canteiro de uma construtora, vislumbrando ganho de mercado por meio de reformulações em suas formas de produção e redução de desperdícios especialmente na construção ao qual se dará o desenvolvimento do estudo.

Perante Lorenzon (2008) a construção civil ao longo da história sempre foi alvo de críticas, estas geralmente em função dos altos níveis de desperdícios encontrados nos canteiros de obras e custos elevados. Assim segundo o mesmo autor, muito destes desperdícios provém da alta rotatividade da mão-de-obra e da baixa qualificação da mesma, não atingindo níveis satisfatórios de produtividade. Este cenário de mercado se perpetuou durante décadas no Brasil, muito em função da baixa concorrência dentro do setor e das excessivas obras públicas realizadas.

Segundo Barbosa (2015) estima-se que 67% do tempo de execução de uma obra é direcionado com atividades que não agregam valor ao produto final. A partir desta necessidade de incrementar o sistema produtivo e reformular a maneira com a qual o trabalho é realizado no setor, o estudo buscou formas de mudar a realidade atual por meio da

metodologia *Lean Construction*. Assim a problemática pode ser sintetizada no diagnóstico e proposta de redução de desperdícios perante a abordagem *Lean Construction*.

Ao desenvolver-se uma atividade de diagnóstico e proposta de melhorias em todo e qualquer sistema produtivo é inegável que este irá apresentar ao menos uma das sete formas de perdas conceituadas pela metodologia enxuta, como: superprodução ou não atender a demanda, espera, transporte ou movimentação desnecessária, superprocessamento ou processamento incorreto, excesso de estoque ou estoque entre operações, movimentação desnecessária e produção não conforme com as especificações (LIKER, 2005).

Assim sendo, na construção civil não se faz diferente, apontada como um dos setores produtivos em que há maiores índices de desperdícios, o presente estudo tem como problemática de pesquisa responder a seguinte questão: Quais as consequências dos desperdícios na construção civil?

A utilização de ferramentas derivadas da metodologia *Lean Production* na construção civil possibilita boa capacidade de incremento e difusão perante o meio acadêmico. Pereira (2015) afirma que ao realizar uma revisão de literatura referente à aplicação e diagnóstico de *Lean Construction* no período de 1998 à 2014, foram encontrados 35 artigos com relação ao referente tema, assim apontando uma área para desenvolvimento e utilização de ferramentas da metodologia e proporcionando uma área com amplo campo para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas.

Para sintetizar a grande oportunidade que a filosofia *Lean* proporciona para o setor, Koskela (1992) afirma que o alto índice de perdas tem origem na estagnação do modelo de produção adotada pela Construção Civil, desta forma perpetuando o método tradicional de operações, assim negligenciando diversos aspectos de produtividade.

Justifica-se também o desenvolvimento do pesquisador, por este ampliar sua capacidade de utilização de ferramentas *Lean* em meios produtivos que ainda carecem de maior número de estudos, quando comparados ao setor de manufatura. E ainda, por agregar conhecimento técnico com relação às atividades relacionadas à engenharia civil, proporcionando assim absorção de conhecimento prático por meio das constantes visitas e contato direto com o sistema produtivo.

Portanto, o estudo possui um direcionamento de ganhos muito favoráveis para a empresa pesquisada, estas que por vezes tem sua utilização adotada somente de forma instintiva ao longo da execução de seus projetos. Com a possível adoção da ferramenta, a

empresa terá uma oportunidade de diferenciar-se das demais construtoras atuantes no seu segmento.

O objetivo geral deste estudo é realizar um diagnóstico em um canteiro de obras e a partir deste propor melhorias para redução de desperdícios perante a abordagem *Lean Construction*.

Com o intuito de alcançar o objetivo geral deste estudo, foram listados os seguintes objetivos específicos:

- Verificar quais as práticas de *Lean Construction* são utilizadas pela empresa e de quais formas estas afetam o campo de estudo;
- Identificar por meio da metodologia de diagnóstico de desperdícios, os pontos que possuem maiores desperdícios na obra;
- Quantificar financeiramente a representatividade das perdas encontradas;
- Utilizar os métodos da *Lean Construction* para desenvolver propostas para redução de desperdícios.

Em suma, o conjunto e as interações dos objetivos específicos expostos, sintetiza o objetivo ao qual o estudo foi conduzido para então ao final poder sugerir propostas condizentes com a realidade e possibilidade da empresa em estudo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste tópico é apresentado o referencial teórico, onde são abordados conceitos usados como base deste estudo: *Lean Production* com seu cenário histórico e contextualização de sua filosofia e *Lean Construction*, em que é apresentado seu contexto, principais abordagens e seus princípios, bem como estudos de caso com aplicação da metodologia.

### **2.1 *Lean Production***

A metodologia *Lean Production*, teve sua origem no Japão após a Segunda Guerra Mundial, em função das necessidades que a organização se encontrava de se adequar as condições de mercado, esta adequação se fez principalmente por meio da redução de

desperdícios, os chamados “Sete Grandes Desperdícios”, que são apresentados por Liker (2005):

- Superprodução ou não atender a demanda: caracteriza-se por não produzir a quantidade a qual a demanda requer;
- Espera: caracteriza-se pelo aguardo para execução da atividade ou incapacidade da realização da mesma;
- Transporte: caracteriza-se por realizar transporte desnecessário de matéria-prima ou produtos em processo;
- Processamento ou processamento incorreto: realização de atividades que não agregam valor ao produto;
- Movimentação desnecessária; caracterizada como movimentação que pode ser evitada;
- Produção não conforme as especificações: caracterizado como não produzir conforme as necessidades do cliente;
- Estoque: caracteriza-se por manter inventário ou produto acabado longe do consumidor final.

Juntamente com a redução de desperdícios a metodologia propõe uma forma de gerar valor perante a ótica do cliente por meio da definição de valor para o cliente, determinação do fluxo de operações que agregam valor ao produto e também por meio da realização da produção de forma puxada, ou seja, a produção só será iniciada mediante a realização do pedido por parte do cliente, desta forma a redução do intervalo entre pedido e entrega é o foco pela excelência na realização das tarefas (OHNO, 1997).

De uma forma geral o objetivo da *Lean Production* é capacitar uma organização a fim de torná-la capaz de atender com rapidez as flutuações de demanda no mercado, fazendo uso das dimensões primordiais da qualidade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação (SHINGO, 1989). Assim pode-se dizer que a produção enxuta possui a capacidade de atender as necessidades dos clientes fazendo uso de quantidades inferiores em praticamente tudo o que compõe os processos produtivos da organização, quando comparado aos demais sistemas de produção (WOMACK; JONES, 1990; HOFACKER 2010).

## 2.2 *Lean Construction*

O marco inicial para esta nova abordagem de produção perante processos e práticas teve seu início na obra “*Application of the new production philosophy in the construction*” de Lauri Koskela, publicada em 1992. Obra esta que apresentou e desenvolveu o conceito de *Lean Construction*, apontando novas formas para a realização das atividades buscando maior eficiência e a redução máxima de toda e qualquer atividade que não agrega valor, aumentando assim a transparência e flexibilidade de todo processo (LORENZON, 2008).

A *Lean Construction* tem sua grande mudança conceitual quando comparada as demais metodologias, por passar a considerar não somente as atividades de processos de produção, mas também as atividades de fluxo como partes que devem ser levadas em consideração que se obtenha ganhos significativos. Contudo, todas estas atividades não agregam valor do ponto de vista do cliente e devem ser eliminadas para aperfeiçoamento da produção (HOWELL, 1999).

Esta capacidade de distinção entre atividades que agregam valor e as demais atividades é um fator crucial para o processamento do modelo, assim, atividades como esperar por ordens de produção, retrabalho, atraso na chegada de materiais, transporte indevido de materiais são exemplos de atividades que não agregam valor ao produto (HOFCAKER, 2010).

A utilização da metodologia costuma gerar resultados com ganhos significativos, Conte e Gransberg (2002) e Tonin (2013) relatam baseados em suas experiências particulares de aplicação da metodologia *Lean*, que as reduções atingidas foram da ordem de 20% a 30% do prazo inicialmente previsto para o término da obra, os mesmos autores ao afirmarem reduções de custos de produção com percentuais de 5% a 12% do valor total, reforçam a eficiência da metodologia em estudo.

### 2.2.1 Princípios do *Lean Construction*

Os princípios utilizados como fundamentais para a *Lean Construction* foram abordados inicialmente por Koskela (1992). A filosofia pretende dar enfoque em transformar a execução das tarefas por meio da minimização de desperdícios, estes podendo ser tanto de atividades que não agregam valor como também de processamento em si e promoção da melhoria



contínua no sistema produtivo de modo geral. Os princípios fundamentais apresentados pelo autor são:

- Redução da variabilidade;
- Redução da parcela de atividades que não agregam valor;
- Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- Redução do *lead time*;
- Simplificação das atividades e se possível diminuição do número de passos e/ou partes;
- Aumento da flexibilidade na execução do produto;
- Incremento da transparência;
- Foco no controle do processo global;
- Introdução de melhoria contínua no processo;
- Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões;
- Realização de *benchmarking*.

Estes princípios objetivam facilitar a forma de análise e diagnóstico das atividades da construção civil, proporcionando uma forma de verificação e ponto de referência para partir o desenvolvimento do pensamento crítico relativo nas mais diversas atividades.

### **2.3 Casos de aplicação**

Conforme o trabalho realizado por Kurek (2006), a construção possui um campo de melhorias a serem realizadas no que diz respeito a redução do tempo de ciclo no processamento de atividades, estas muitas vezes contando um número elevado de passos no processo que não agregam valor ao produto final, portanto por meio da eliminação de processos de espera, movimentação ou até mesmo em alguns casos estocagem de materiais de forma inadequada.

No caso apresentado no estudo, o pesquisador implementou a redução de uma etapa do processo por meio de parceria com o fornecedor, que a partir da implantação iria realizar a entrega de barras de aço dobradas conforme especificação previamente apresentadas pelo cliente, reduzindo assim o tempo total de ciclo do processo.

Em outro caso também retratado na obra de Kurek (2006) o elevado índice de retrabalho nas mais diversas atividades da obra acarretavam em perdas financeiras

significativas aos investidores, então como forma de combater estas atividades o trabalho desenvolveu padrões de execução em atividades, por meio da padronização das medidas de areia, cimento, ligante e demais componentes utilizados para elaboração da massa e como forma de verificação da variabilidade do processo foi criado um procedimento de inspeção ao final do processo para garantir a conformidade do reboco realizado. Cabe ressaltar que mesmo com a criação de um processo de inspeção o autor avalia que este compensa financeiramente o tempo destinado para realização da inspeção.

### **3 METODOLOGIA**

Neste tópico é descrita a metodologia utilizada para realização da pesquisa. Inicialmente é apresentado o cenário onde é situado o estudo, seguido dos métodos de pesquisa, classificação do estudo perante natureza, objetivo e abordagem, e por fim, são descritas as etapas que foram seguidas para realização do estudo.

#### **3.1 Cenário**

O presente estudo foi desenvolvido em conjunto com uma construtora, da cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, esta que segundo o Sebrae (2014) por meio da análise de número de funcionários é classificada como sendo de pequeno porte por possuir entre 10 e 99 funcionários, tendo como ramo o setor terciário. Observa-se também que a construtora obteve um rápido crescimento nos últimos anos e se fez perceber o aumento de custos nos serviços prestados pela companhia.

A construção alvo do estudo é um residencial de seis andares localizado no Bairro Presidente João Goulart, a obra possui previsão de entrega para junho de 2017 e encontra-se atualmente com aproximadamente 2 meses de atraso, conforme cronograma estipulado pela construtora. Na obra, a parte de instalações elétrica e hidráulica são terceirizadas e a construção atualmente conta com aproximadamente doze colaboradores atuando em sua execução.

O nível de produtividade do canteiro de obras como um todo, segundo o engenheiro responsável, é considerado dentro dos padrões estipulados pela construtora, contudo este destaca o considerável nível de desperdícios e retrabalhos até o momento realizados na obra.

### **3.2 Método de pesquisa**

A pesquisa tem natureza aplicada, por conceber alinhamento com a definição apresentada por Gil (2010) que define que pesquisas de cunho aplicada tem como foco a contribuição e aquisição de conhecimentos para situações específicas.

Quanto aos objetivos do trabalho, o mesmo se classifica como um estudo exploratório, pelo fato de proporcionar maior proximidade ao problema e buscar explicitá-lo (GIL, 2010). De acordo com isto, no presente estudo, o pesquisador inicialmente realizou uma etapa de diagnóstico e compreensão das atividades a fim de buscar explorar o problema. Juntamente a este, o estudo também visou descrever e identificar a forma como as variáveis afetam o problema, caracterizando-se assim como uma pesquisa descritiva (GIL, 2010). A segunda fase do sequenciamento metodológico necessita de descrição e compreensão de como as diferentes variáveis afetam o canteiro de obras.

Quanto a abordagem, esta se faz de forma combinada, conforme definição de Miguel et al. (2012) ela se caracteriza por meio da utilização da abordagem qualitativa, para compreensão geral das variáveis que afetam o sistema em combinação com a abordagem quantitativa, a fim de especificar a forma com a qual estas variáveis interagem com o sistema. Em suma, o pesquisador fez uso da abordagem qualitativa no que diz respeito a caracterização da empresa, entrevistas exploratórias, levantamento de dados, compreensão dos processos e atividades. Quanto a abordagem quantitativa o pesquisador fez uso no que diz respeito a quantificação de desperdícios e análise financeira do montante gasto.

O método utilizado foi o de estudo de caso, que consiste em uma observação aprofundada do pesquisador, a partir de meios que permitem a coleta de dados de forma variada obtendo assim evidências que representam um fenômeno real por intermédio da interação do pesquisador com o objeto de estudo (MIGUEL, et al. 2012). Ou seja, o pesquisador realizou acompanhamento no canteiro de obras e através da observação das atividades desenvolvidas e compreensão técnica agregada pelos colaboradores, pode sugerir propostas de novas formas de realização das atividades, aliando o conhecimento teórico com o prático.

### 3.3 Etapas da pesquisa

O presente estudo possui duas grandes fases previamente definidas, sendo que estas estão subdivididas em etapas a fim de facilitar a compreensão da execução das atividades em cada fase da pesquisa e também para obter-se maior controle no andamento das ações do estudo como um todo. A Figura 1 visa representar as etapas do estudo por meio de fluxograma.

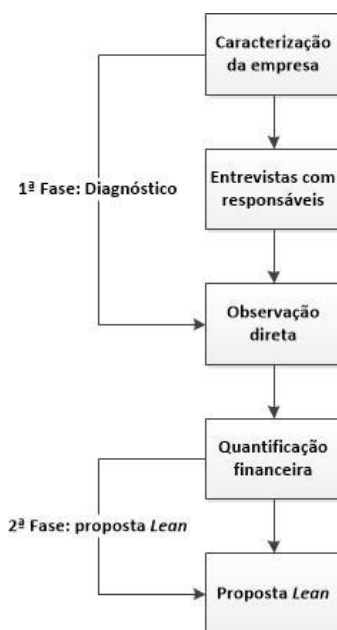


Figura 1: Sequenciamento metodológico.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme ilustrado na Figura 1, a primeira fase do estudo de caso é denominada diagnóstico, que tem como objetivo apontar onde se encontram os principais desperdícios da construção do residencial e as oportunidades de melhoria gerais da construção. Além destes já mencionados, o diagnóstico visa direcionar os pontos de maior relevância para a proposição da metodologia *Lean*, maximizando assim a utilidade da ferramenta. Esta fase se divide em:

- Caracterização da empresa: esta etapa consistiu em obter informações da organização especialmente nos âmbitos estratégico, tático e operacional, permitindo assim ter informações importantes referentes a cultura organizacional, práticas de verificação e execução das atividades, formas de controle as quais as atividades estão submetidas, sistema de gestão que realiza as interações entre as atividades e setores entre outros processos que permitam a compreensão da organização como um todo;

- Entrevistas com os responsáveis: esta atividade consistiu na execução de entrevistas exploratórias que visaram coletar informações sobre quais os conceitos da metodologia *Lean* já foram adotados pela organização, mesmo que de forma instintiva. Desta forma, esta atividade permitiu complementar a caracterização geral da empresa obtida na etapa anterior e também compreender o quão facilmente as propostas finais ficaram alinhadas a realidade da construtora;
- Observação direta: Esta etapa teve seu desenvolvimento efetuado por meio de visitas técnicas a construção, observação de desperdícios, questionamentos referentes a operações, tarefas e opiniões de responsáveis e colaboradores e debates sobre os meios de produção e dificuldades encontradas no andamento da obra. Além destas ocorreram reuniões com responsáveis pela parte de projetos, materiais, compras, segurança do trabalho e engenheiros. Foram realizadas cinco visitas ao canteiro de obra e mais visitas a outros canteiros. Estas últimas serviram como um meio de comparação e facilitação para visualizar os desperdícios e oportunidades de melhorias. Cabe ressaltar que esta atividade sempre foi executada com autorização de responsáveis e acompanhamento destes.

A segunda fase da metodologia é denominada Proposta *Lean*, sendo que esta é responsável por desenvolver um novo padrão para execução das diversas atividades existentes no sistema, de forma a impactar positivamente o maior montante financeiro possível. Esta etapa é subdividida em:

- Quantificação financeira: Como forma de demonstração do impacto que a utilização de métodos *Lean* representam nos custos de uma obra, realizou-se uma quantificação de custos gerados por desperdícios no período em estudo, bem como os custos de retrabalhos realizados, as aproximações de valores atingidos foram realizadas por meio de custos diretos e a partir de dados disponibilizados pela construtora;
- Proposta *Lean*: a última atividade do sequenciamento metodológico foi a proposta de melhoria e redução de perdas, proposta esta que não se restringiu somente a obra em estudo, mas a toda organização. Estas propostas são apresentadas em forma de sugestões de melhorias e apresentação de dados coletados e estudados, visando potencializar a compreensão das atividades estudadas e apontar possíveis replicações destas ações em outras construções.

Através da realização dos procedimentos destacados nas etapas, foi possível conduzir aos resultados referentes ao objetivo da pesquisa.

#### **4 RESULTADOS**

Neste tópico expõem-se as informações coletadas na empresa, as análises e interpretações das mesmas, juntamente com as propostas para redução de desperdícios e oportunidades de crescimento da empresa. Desta forma, primeiramente apresenta-se a fase de diagnóstico e posteriormente a fase de proposta *Lean*.

A partir do diagnóstico iniciou-se esta fase por meio da caracterização da empresa, primeiramente buscou-se obter o maior número de informações estratégicas, táticas e operacionais da construtora. Juntamente a este, procurou-se compreender as filosofias utilizadas como cultura organizacional e a compreensão de como estas atividades interagem entre si e constituem a identidade da empresa, além de auxiliar na atingimento de metas e objetivos da empresa.

Como a construtora está passando pela etapa de implementação da ABNT NBR ISO 9001 versão 2015 para construção civil, boa parte das atividades existentes foram modificadas ou estão passando por processo de modificação, especialmente no que diz respeito as práticas de gestão utilizadas.

Mudanças estas que acabam tornando a empresa um sistema de modificações constantes com criação de novas formas de controle e também de aperfeiçoamento de práticas já existentes, como é o caso dos procedimentos padrões para recebimento e armazenamento de materiais, elaboração de um *layout* de obra com fluxos de materiais claros para diferentes etapas da obra, planejamento de compra de material para curto, médio e longo prazo, busca de melhoria contínua por meio de indicadores e análise destes, além da participação dos funcionários e clientes na busca pela melhoria de processos.

Por sua vez na etapa de observação direta, sendo que esta apresentou a maior contribuição para a elaboração do estudo, foram realizadas visitas ao canteiro de obra e mais visitas a outros canteiros. Estas últimas serviram como um meio de comparação e facilitação para visualizar os desperdícios e oportunidades de melhorias. As visitas foram realizadas juntamente com responsáveis e colaboradores da construção que possuem maior conhecimento da obra.

Como forma de diagnosticar as perdas existentes na obra, utilizou-se de trocas de informações com membros responsáveis da construtora e por muitas vezes contou com diálogos e interatividade com serventes, pedreiros, mestres de obras e demais funcionários presentes na rotina de trabalho da obra, assim apontando casos e fatos que vieram a decorrer no andamento da obra e dando sugestões de maneiras para realização de atividades dadas como ineficientes.

A partir da execução das etapas da fase de diagnóstico foi possível encontrar conjuntos de desperdícios que afetavam o andamento da obra.

#### **4.1 Caso 1**

O primeiro caso de desperdício identificado foi de erro de projeto e execução encontrado no canteiro de obras. Como o prédio analisado é composto financeiramente por um conjunto de investidores e estes realizam a compra do imóvel ainda na planta, cada imóvel deve conter as especificações que o investidor imobiliário requer para seu apartamento.

Ocorre de fato que muitos destes apartamentos foram construídos de forma padrão, sem seguir especificações particulares de cada investidor ou seguindo apenas algumas especificações mais significativas, desta forma, para que possam ser utilizados, alguns deles deverão passar por retrabalho para que então possam estar disponíveis aos investidores.

Em função deste tipo de falha representar uma problemática comum a grande maioria dos imóveis existentes no prédio, o pesquisador optou por utilizar um imóvel como exemplo, retratando as falhas encontradas e propondo soluções que possam ser utilizadas para os demais casos existentes.

O imóvel escolhido para realização das análises do estudo tem em sua planta original dois quartos, um banheiro e uma sala e cozinha integradas. Contudo, segundo a especificação da cliente, esta desejava que a cozinha fosse um cômodo separado. Assim, percebendo de forma tardia a falha, como meio de solucionar a não conformidade, a construtora propôs para a cliente que um de seus quartos fosse transformado em cozinha e feita a retirada da parede que separava a sala e cozinha integrada. Resultando em um espaço de sala de estar mais ampla para a cliente, disponibilizando um cômodo específico para a cozinha e por consequência fazendo com que o imóvel perca um de seus quartos. Na Figura 2 são apresentadas as modificações e retrabalhos realizados no imóvel.



(a)

(b)

Figura 2 – Modificações e retrabalhos.

Fonte: Obra pesquisada.

A Figura 2 (a) mostra a parede em destaque (215 cm x 130 cm), que deverá ser demolida por completo e posteriormente transformada em uma bancada, servindo como forma de entrada para a cozinha. Já na Figura 2 (b), a parede em destaque (110 cm x 245 cm), será removida e para poder unificar o espaço existente numa sala de estar, espaço este antes que tinha sido destinado para ser uma cozinha integrada a sala.

A Figura 3 demonstra a readaptação do projeto da parte hidráulica do apartamento, especialmente para o o cômodo agora destinado a cozinha que passou por retrabalho.



Figura 3: Modificações para cozinha.

Fonte: Obra pesquisada.

Por consequência da decisão do cômodo antes destinado a ser quarto se transformar em uma cozinha, ocorreram retrabalhos no cômodo na parte elétrica e na parte hidráulica, que deverá sofrer um aumento do número de tomadas e conseqüentemente terá toda malha elétrica reprojeta (Figura 4).



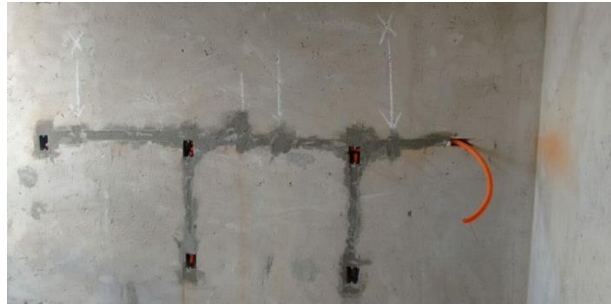


Figura 4: Retrabalho da parte elétrica na cozinha.

Fonte: Obra pesquisada.

Nota-se que em função do serviço na construção ser de funcionalidade, qualquer tipo de procedimento executado de maneira não conforme resulta em um conjunto de desperdícios e não apenas algo específico. O desperdício encontrado foi:

- Produção não conforme as especificações: caracterizado como não produzir conforme as necessidades e expectativas do cliente.

Avalia-se também que outros tipos de desperdícios também poderiam ser considerados em função do tamanho da obra e da diversidade de perdas encontradas, contudo, estas atividades foram escolhidas em função de representar perdas que não possuem processo claro de prevenção, além de possuir um índice de ocorrência considerado significativo por parte da empresa.

No que diz respeito a outras perdas diagnosticadas em atividades como por exemplo, fluxos e transportes de materiais e também perdas referentes a disposição do *layout* da obra, estas não foram utilizadas no estudo em função de sua natureza volátil e de modificações constantes que estas sofrem durante a obra. Assim, estas só poderiam ser consideradas um estudo de caso representativo se tivesse sido iniciado as análises no início de 2015 e se mantivesse até a entrega final da obra, assim observando todas as etapas e modificações do canteiro de obras e proporcionando uma proposta de melhoria realmente efetiva para empresa.

#### 4.1.1 Quantificação financeira caso 1

A partir do diagnóstico de desperdícios e não conformidades existentes no processo, realizou-se o cálculo de custo aos quais estes desperdícios estão ligados. Inicialmente fez-se uma quantificação do custo de matéria-prima e mão-de-obra utilizadas empregados no canteiro de obras, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Custo de matéria-prima

<b>Matéria-prima</b>	<b>Preço</b>
<b>Areia</b>	R\$ 98,70/m <sup>3</sup>
<b>Cal hidratada</b>	R\$ 32,63/m <sup>3</sup>
<b>Cimento</b>	R\$ 60,65/m <sup>3</sup>
<b>Tijolos 4 furos</b>	R\$ 1,62 /unid.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 2 estão expostos os custos referentes a mão-de-obra empregada na obra, destaca-se que o cálculo salarial está submetido a um acréscimo de 20% de insalubridade, amparado por legislação trabalhista e o cálculo de valor pago por dia é baseado em um mês de 21 dias úteis.

Tabela 2 - Custo mão-de-obra

<b>Mão-de-obra</b>	<b>Salário</b>	<b>Por dia</b>
<b>Servente</b>	R\$ 1318,80	R\$ 62,80
<b>Pedreiro</b>	R\$ 1587,60	R\$ 75,60
<b>Mestre de obras</b>	R\$ 3312,00	R\$ 157,71

Fonte: Departamento Financeiro da empresa.

Para melhor compreensão do processo de construção de uma parede de vedação, é feita uma breve explanação sobre este processo, ao qual se dá por meio de quatro etapas, sendo a primeira delas o assentamento de tijolos e em seguida parte-se para as etapas de revestimento, estas compostas por chapisco, emboço e reboco. Sendo que cada etapa possui uma composição diferente na elaboração da argamassa e tempo de cura e secagem dos procedimentos.

Desta forma, levantou-se os custos para construção da parede por meio do cálculo do número de tijolos e custo de material por meio da composição de material de cada uma das etapas de revestimento.

Ressalta-se que as quantidades de materiais utilizadas foram baseadas em informações obtidas no canteiro de obras e o volume utilizado tem como base o balde padrão (18 litros) utilizado como medida para elaboração do traço da argamassa. E que conforme o rendimento das medidas e traços, estes são suficientes para construção. As análises referentes as etapas de quantificação financeira dos desperdícios são apresentadas como: argamassa, chapisco, emboço, reboco e tijolos.

Argamassa para assentamento de tijolos é um traço composto por uma medida de cimento uma medida de cal hidratada e cinco medidas de areia, logo:

Fórmula assentamento de tijolos = (balde padrão \* cimento) + (balde padrão \* cal hidratada) + 5 (balde padrão \* areia)

Cálculo da argamassa =  $(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 60,65/\text{m}^3) + (0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 32,63/\text{m}^3) + 5*(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 98,70) = \text{R\$ } 10,56$

Chapisco é um traço composto por uma medida de cimento e três de areia. Portanto:

Fórmula Chapisco = (balde padrão \* cimento) + 3 (balde padrão \* areia)

Cálculo do Chapisco =  $(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 60,65/\text{m}^3) + 3*(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 98,70) = \text{R\$ } 6,42$

Emboço é traço composto por uma medida de cimento, duas medidas de cal hidratada e oito medidas de areia. Logo:

Fórmula Emboço = (balde padrão \* cimento) + 2 \*(balde padrão \* cal hidratada) + 8\*(balde padrão \* areia)

Cálculo Emboço:  $(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 60,65/\text{m}^3) + 2*(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 32,63/\text{m}^3) + 8*(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 98,70) = \text{R\$ } 16,48$

Reboco é um traço composto por uma medida de cimento e quatro de areia, logo:.

Fórmula Reboco = (balde padrão \* cimento) + 4 (balde padrão \* areia)

Cálculo Reboco:  $(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 60,65/\text{m}^3) + 4*(0,018 \text{ m}^3 * \text{R\$ } 98,70) = \text{R\$ } 8,19$

Número de tijolos empregados na construção para a parede de divisão entre sala e cozinha integrada são 2,7 m<sup>2</sup>, assim por meio de cálculos obtemos que para sua vedação são necessários aproximadamente 95 tijolos.

Custo de execução:  $\text{R\$ } 1,62 * 95 = \text{R\$ } 154,00$

De semelhante modo a parede da cozinha que também deve ser retirada possui 2,8 m<sup>2</sup>, assim por meio de cálculos obtemos que para sua vedação são necessários aproximadamente 100 tijolos.

Custo de execução:  $\text{R\$ } 1,62 * 100 = \text{R\$ } 162,00$

E por fim os custos empregados pela mão-de-obra são baseados conforme o tempo de trabalho em que os funcionários tiveram que se dedicar àquelas atividades e conforme o número de funcionários utilizados.

Assim, para construção das paredes e revestimento, estima-se que foram necessários 1,5 dias de trabalho com 8 horas cada para um pedreiro e um servente e mais 1,5 dias de trabalho para as atividades de retrabalho e ajustes às conformidades do cliente, especialmente no que diz respeito a parte de encanamento e instalações elétricas utilizadas no cômodo agora destinado a cozinha. Assim sendo:

$$\text{Custo} = (3 \text{ dias} * \text{R\$ } 75,60) + (3 \text{ dias} * \text{R\$ } 62,80) = \text{R\$ } 415,20$$

Ainda pode-se acrescentar o custo de 1 metro cúbico de água, valor este estimado para todas as atividades de construção e retrabalho do caso apresentado, acrescentando então o valor de R\$ 4,90.

Por fim ainda existe o custo de retrabalho para construção de uma bancada no lugar da parede retirada do cômodo transformado em cozinha. Esta bancada tem as medidas de 150 cm x 130 cm, com mezanino de madeira e com custos de matéria-prima equivalente a aproximadamente metade do utilizado na etapa de construção assim sendo:

- Argamassa para assentamento de tijolos: = R\$ 5,28
- Chapisco: R\$ 3,21
- Emboço: R\$ 8,24
- Reboco: R\$ 4,10
- Numero de tijolos empregados na construção: R\$ 129,60

Considera-se também os custos de instalação e reinstalação da parte elétrica e hidráulica, serviços realizados por uma empresa terceirizada, dos custos de projeto, os custos são apresentado na Tabela 3 foram fornecidos pela empresa.

Tabela 3 - Custos de serviços terceirizados

Serviço	Custos
Serviço parte elétrica	R\$1.500,00
Serviço parte hidráulica	R\$ 600,00
Projeto	R\$ 150,00

Fonte: Departamento Financeiro da empresa.

Desta forma, o custo total causado pela falha no projeto, que foi obtido por meio do somatório de todos os custos apresentados foi de R\$ 3178,18.

## 4.2 Caso 2

O segundo conjunto de desperdícios encontrados diz respeito à compra de equipamento de proteção individual (EPIs). Atualmente por uma questão cultural, a construtora costuma realizar as compras com a maior redução de custos possível, independente do tamanho de lote de compra de EPIs utilizados ou a durabilidade dos mesmos.

Portanto, foi realizado um estudo para averiguar quais dos equipamentos possuíam maior rotatividade, onde constatou-se que as luvas de látex e botinas eram os que possuíam maior número de compra/mês.

Em função da alta rotatividade destes materiais e da necessidade quase que diária destes nas obras, a empresa possuía estoques de equipamentos que atingiam montantes financeiros no valor de 8 mil reais, com o intuito de não faltar estes para as obras. Contudo, este espaço físico não se dava no canteiro de obras e sim no escritório da construtora que ficava a aproximadamente 10 quilômetros de distância.

A partir de conversas com o técnico em segurança do trabalho da construtora, mestres de obras, pedreiros, serventes e pessoal responsável pela parte de compras, percebeu-se que devido a busca por redução de custos acabava-se optando pela compra de materiais com baixa durabilidade. Assim deu-se início a um estudo de mudança de fornecedores e troca dos materiais empregados na proteção individual de cada funcionário.

Para levantamento de dados e permissão da troca de materiais, o principal critério utilizado para mudança foi a relação de durabilidade e investimento financeiro no equipamento de proteção individual. A Tabela 4 apresenta a relação de durabilidade e preço dos produtos utilizados pela construtora com os propostos neste estudo.

Tabela 4 - Relação Durabilidade média x Preço dos EPIs

<b>Produto</b>	<b>Durabilidade média</b>	<b>Preço</b>
<b>Luva látex</b>	2,5 dias	R\$ 3,00
<b>Luva vulcanizada</b>	15 dias	R\$ 7,50
<b>Botina comum</b>	3 meses	R\$ 31,00
<b>Botina reforçada</b>	15 meses	R\$ 120,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe ressaltar que todos os dados de durabilidade dos materiais foram obtidos por meio das planilhas de controle de entrega de equipamentos da construtora, juntamente com os preços de todos os produtos que foram obtidos em conjunto com os fornecedores e a construtora.

Outro ponto importante a expor, é o fato de que as mudanças de materiais utilizados na proteção individual, conforme consultado com os próprios funcionários no canteiro de obras, não afeta ou dificulta a produtividade destes, sendo que no caso da botina reforçada esta ainda proporciona maior conforto ao usuário devido a sua melhor qualidade. O desperdício encontrado:

- Estoque: caracteriza-se por manter inventário ou produto acabado longe do consumidor final.

Assim, deu-se início a etapa de quantificação financeira para o caso 2.

#### 4.2.1 Quantificação financeira caso 2

A partir destes dados foi possível desenvolver os cálculos para averiguar a viabilidade de mudança de fornecedores e consequentemente dos EPIs. A Figura 5 representa o número de luvas de látex compradas no período de junho a outubro.

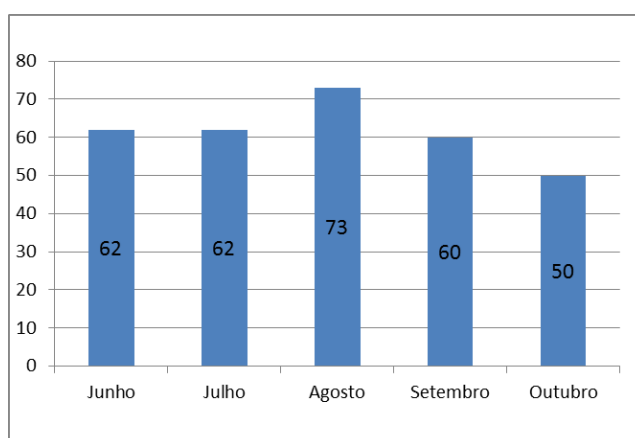


Figura 5 - Número de luvas de látex compradas

Fonte: Setor de compras da empresa

Com as quantidades apresentadas na Figura 5, pode-se realizar um cálculo simples para averiguar a viabilidade na troca de fornecedores, como a luva vulcanizada é seis vezes mais resistente que a luva de látex e custa quase três vezes mais que esta. Portanto, a compra

de uma luva vulcanizada no valor de R\$ 7,50 é equivalente a compra de seis luvas de no látex no valor de R\$ 3,00, durante o mesmo período, logo:

$$\text{Custos} = (\text{R\$ } 3,00 * 6 \text{ und}) - \text{R\$ } 7,50 = \text{R\$ } 10,50$$

Diante do exposto, a redução de custos nos períodos é dada pela Figura 6.

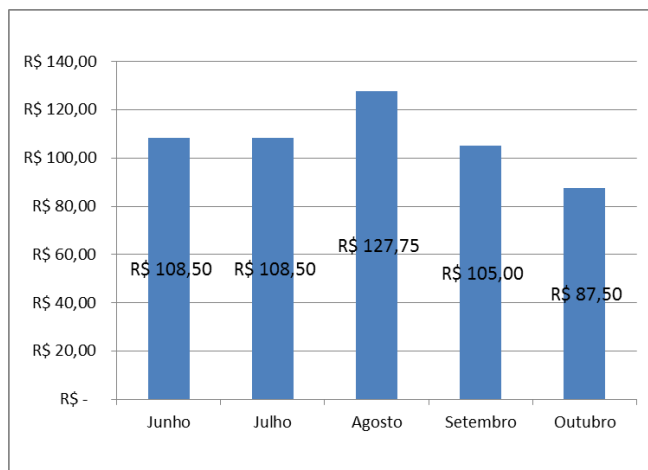


Figura 6 - Custos de desperdícios na compra de luvas.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação a mudança de fornecedores na compra de botinas, a Figura 7 mostra o número de botinas compradas no período.

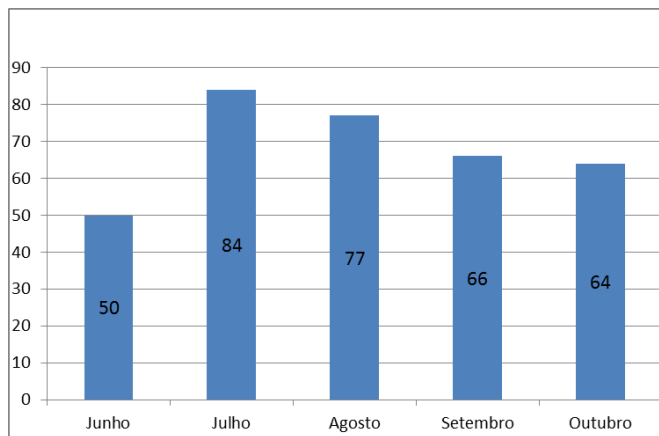


Figura 7 - Número de botinas compradas.

Fonte: Setor compras da empresa.

A partir das quantidades apresentadas na Figura 7, pode-se realizar um cálculo simples para averiguar a viabilidade na troca de fornecedores, como a botinas reforçadas tem

durabilidade média cinco vezes maior que a botina simples e que esta custa aproximadamente quatro vezes mais que a botina simples, desta forma, a compra de uma botina reforçada no valor de R\$ 120,00 é equivalente a compra de cinco botinas simples de R\$ 31,00, no mesmo período, logo:

$$\text{Custo da botina} = (\text{R\$ } 31,00 * 5 \text{ und}) - \text{R\$ } 120,00 = \text{R\$ } 35,00$$

A partir do cálculo de custo da botina apresentado anteriormente, foi possível calcular o custo de oportunidade mensal (Figura 8), conforme apresentado na relação de preço e durabilidade, caso fosse utilizada botinas reforçadas não seria necessária a compra de materiais para alguns períodos. Assim sendo, seria necessário efetuar a compra de 50 botinas no mês de junho e 34 no mês de julho, pois no restante do período a durabilidade destas permitiria que não fosse necessário efetuar compra de mais botinas.

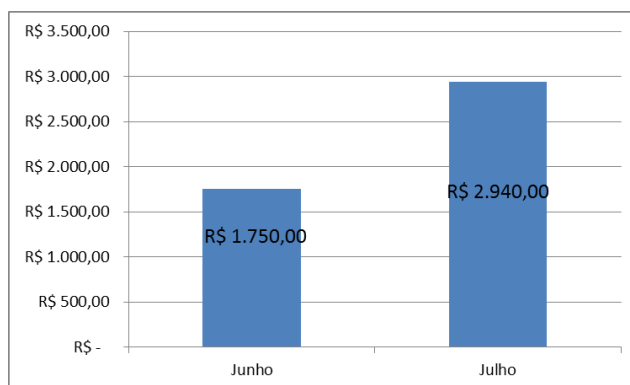


Figura 8 - Custos de oportunidade para o período.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O desperdício total obtido no período, somente na compra de dois equipamentos de proteção individual é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Valor total de desperdício e custo de oportunidade

Mês	Valor
<b>Junho</b>	R\$ 1858,50
<b>Julho</b>	R\$ 3048,50
<b>Agosto</b>	R\$ 127,75
<b>Setembro</b>	R\$ 105,00
<b>Outubro</b>	R\$ 87,50

Fonte: Elaborado pelo autor.



Portanto, nota-se que um conjunto de desperdícios que passa praticamente despercebido aos olhos da empresa, neste caso a compra de EPIs, ao final do período analisado atinge o valor de R\$ 5227,25 reais. Um montante elevado se for considerado o quão despercebido estes valores se davam para a organização.

## 5.2. Proposta *Lean*

Diante dos dados expostos e do diagnóstico efetuado, pode-se propor melhorias para as atividades perante os Onze princípios da *Lean Construction*. Para o Caso 1, pode-se fazer uso dos seguintes planos de ações para efetuar-se uma redução de perdas:

- O projeto de toda e qualquer edificação deve estar totalmente concluído para então, dar-se início a execução das atividades no canteiro de obras;
- Especificar de forma clara com o cliente, quais são as especificações de projeto que este deseja ainda durante a etapa de projeto, assim deixando claro quais atividades irão agregar valor durante a execução deste;
- Criação de check-list com as especificações de cada apartamento do edifício, assim garantindo que as atividades realizadas estarão de acordo com os padrões estabelecidos pelo cliente;
- Elaboração de mapeamentos de fluxo de valor para cada etapa da obra, estabelecendo assim formas de percepção de possíveis desperdícios e otimização das atividades em todas as fases do projeto.

De modo semelhante para o Caso 2, foram elaborados os seguintes planos de ações para efetuar-se uma redução de perdas:

- Utilizar um sistema *just-in-time* não somente para material do canteiro de obras, mas também para EPIs;
- Mudanças de EPIs utilizados, sendo que as luvas de látex serão substituídas por luvas vulcanizadas e as botinas simples serão substituídas por botinas reforçadas;
- Efetuar cálculos da relação de durabilidade e custos para demais EPIs utilizados pela construtora, possibilitando assim redução de custos para mais materiais.

Com a utilização destas propostas, pode-se fazer uso dos seguintes princípios da *Lean Construction*:

- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente e redução da parcela de atividade que não agregam valor por meio do estabelecimento das especificações de projeto de cada cliente;
- Redução da variabilidade não conformidades de projeto, por meio da criação de um check-list das especificações de cada apartamento e reduzir o tempo de ciclo de produção, pois o o procedimento de retrabalho de cada imóvel produzido não conforme varia em torno de 15 dias como consequência do aumento do *lead time* até entrega do imóvel para o cliente de forma significativa. E no que diz respeito a compra de EPIS's este estabelece um padrão definido de compra de equipamentos de proteção individual e define uma periodicidade na compra de materiais;
- Introdução da melhoria contínua no processo estabelece um esforço para reduzir os custos com desperdícios existentes no processo, sendo que a melhoria em um aspecto pode vir a acarretar avanços em mais áreas da produção;
- Introduzir o conceito de puxar, este não é propriamente um dos desperdícios clássicos da metodologia *Lean Construction*, contudo é de importante valia por apresentar a utilização do conceito de puxar materiais utilizados na obra e não simplesmente criar um estoque de materiais e aguardar o uso destes. Este conceito é razoavelmente empregado pela construtora para as matérias-primas e materiais utilizados no canteiro de obras e conforme apresentado pode também ser utilizados em casos mais específicos do sistema produtivo.

Portanto, as melhorias propostas são de fácil implantação e baixo custo de execução, utilizando-se de ferramentas simples e que representam ganhos significativos no que diz respeito a redução de custos da empresa.

## 5 CONCLUSÃO

A partir do estudo exposto, pode-se responder o problema de pesquisa que se retrata quais as consequências dos desperdícios na construção civil, perante a ótica *Lean Construction*, afirmando que estes representam primeiramente perdas financeiras significativas para empresa e também aumento de *lead time* na execução dos projetos, causando assim atrasos na entrega de projetos.

Como resultados obtidos através deste estudo, pode-se perceber que a utilização da metodologia *Lean* para realização de diagnóstico de desperdícios na área da construção civil se faz de forma eficiente e precisa, compreendendo possibilidades de ganhos em *cases* extremamente específicos como a compra de EPIs e outros desperdícios mais claros como retrabalhos nos imóveis.

No que diz respeito a proposição de melhorias aos desperdícios encontrados, nota-se que a utilização dos princípios da *Lean Construction* conseguem atingir os pontos de desperdícios de forma adequada, fornecendo ao autor embasamento e condições de elaborar meios de redução de desperdícios simples e sem custos elevados de implantação. Em paralelo a estes, as estimativas de custos tornaram possível mensurar financeiramente as perdas causadas por estes, além de comprovar a importância da utilização de práticas mesmo que mínimas de *Lean*.

Assim, a partir do exposto, pode-se afirmar que o estudo atingiu seu objetivo geral de realizar um diagnóstico em um canteiro de obras e então propor melhorias para redução de custos de desperdícios perante a abordagem *Lean Construction* e propiciou a construtora um conjunto de informações e oportunidades de melhorias significativas tanto do ponto de vista acadêmico como uma oportunidade de mercado.

O estudo realizado foi apresentado aos proprietários da construtora que aprovaram e se fizeram interativos nos debates sobre como as formas de melhorias propostas podem ser implementadas e em possíveis utilizações destas para outras atividades da empresa.

Um dos fatores que contribuiu para a boa aceitação dos resultados por parte da construtora é o montante financeiro de desperdício e de oportunidade de melhoria relatado no estudo, montante de aproximadamente 8 mil reais. Valor este o qual oportunizaria a construtora efetuar o pagamento de aproximadamente 5 pedreiros ou 6 serventes no período de um mês.

Por sua vez, o estudo ainda trouxe contribuições perante a área de pesquisa acadêmica, no que diz respeito ao desenvolvimento de estudos na área de *Lean Construction*, a qual ainda carece de maiores estudos no Brasil e difusão desta metodologia no setor empresarial. Nota-se também a possibilidade de continuação de trabalhos acadêmicos na empresa, em áreas como *Lean Office* e *Lean Thinking* na organização.

## REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios.** 1996. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia industrial) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BARBOSA, G. T. **Proposta de aplicação de conceitos do Lean Production na construção civil visando a eliminação de desperdícios: um estudo de caso.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35, Fortaleza. Anais... Ceará: ENEGEP 2015.
- CONTE, A. S. I; GRANSBERG, D. **Lean Construction: From Theory to Practice, A Managerial Approach.** In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado. **Anais eletrônicos...** Gramado, 2002. Disponível em: <[www.leanconstruction.wordpress.com](http://www.leanconstruction.wordpress.com)> Acesso em: 02 abr. 2012.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2010.
- HOWELL, G. **What is Lean Construction.** In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 7., 1999, Berkeley. Anais...Berkeley: University of California, 1999. Disponível em: <[www.leanconstruction.wordpress.com](http://www.leanconstruction.wordpress.com)> Acesso em: 01 junho. 2016
- HOFACKER, A. et al. **Um modelo de avaliação do grau de aplicação de ferramentas lean em empresas construtoras: o Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR),** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 2, n. 2, p. 156 - 174, Dez. 2010
- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Technical Report, Finland: CIFE, 1992. Disponível em: <<http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/Koskela-TR72.pdf>> Acesso em: 16 maio. 2016
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2008.
- MIGUEL, C. P. A. et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações.** 2 ed. Elsevier: Rio de Janeiro, 2012.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PEREIRA, A. M. et al. **Aplicação da construção enxuta (lean construction) na construção civil.** In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35, Fortaleza. Anais... Ceará: ENEGEP 2015.

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.

REZENDE, J. S. **Identificação das práticas da filosofia Lean Construction em Construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA).** ENGEVISTA, V. 14, n. 3. p. 281-292, dezembro 2012

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Critérios de classificação de empresas: EI - ME – EPP.** Disponível em: < <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154> >. Acesso em: 14 Dez 2016.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1989.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos.** Vitória, ES, 2008.

TONIN, L. A. P. **Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora, 2013.** Em Encontro Nacional de Engenharia de produção, 23. Salvador. Anais eletrônicos. ABEPRO, 2015. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_206\\_227\\_28528.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_28528.pdf) > Acesso em: 10 maio. 2016.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, J. **The machine that changed the world.** New York, N.Y : Macmillan, 1990.