

LEAN CONSTRUCTION: análise e estratégias de uso

José Oswaldo Maia Filho*

Orientadora: Geisla Aparecida Maia Gomes Gaspar**

RESUMO

Este trabalho aborda o sistema *Lean Construction*: análise e estratégias de uso. A sua abordagem se justifica pelo fato de apresentar explicações sobre o uso da metodologia *Lean* nas construções civis e apresentar esclarecimentos sobre o seu uso na prática. O objetivo deste artigo é comparar os efeitos positivos apresentados com a metodologia, tais procedimentos serão acompanhados por profissionais da área de engenharia. Este resultado será obtido a partir de um estudo de caso comparativo realizado construção de duas obras residenciais de mesmo porte situadas na cidade de Varginha. O estudo evidenciou as possíveis falhas existentes durante o processo construtivo resultando em grandes desperdícios, diante do emprego da metodologia foi possível identificar e obter melhorias no processo construtivo reduzindo os desperdícios.

Palavras-chave: Construção Civil. *Lean Construction*. Desperdícios.

* José Oswaldo Maia Filho: Engenheiro de Produção graduado pelo UNIS MG e graduando em Engenharia Civil pelo UNIS MG. oswaldomf@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Diante das incertezas na área econômica, o Brasil começou a apresentar uma estabilidade na construção civil no início deste ano. Segundo dados do IBGE (2018), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o primeiro trimestre apresentou bons resultados quando comparados ao último trimestre do ano anterior. Segundo o Presidente do SindusCon - SP, as projeções para o ano de 2019 são ainda melhores, pois o setor da construção civil espera por grandes melhorias ao passo de trazer grandes avanços para a área.

Além das previsões econômicas, ainda existe uma nova tendência de utilizar a facilidade tecnológica em prol daqueles que desejam produzir mais com menos tempo e com redução de custos. Diante disso este trabalho aborda como tema o *Lean Construction*.

A metodologia *Lean Construction* ou construção enxuta consiste em uma metodologia de trabalho que pode ser empregada em qualquer atividade produtiva, em especial na construção civil cujo objetivo é a eliminação dos desperdícios de tempo e material.

A abordagem deste trabalho se justificou pelo fato de trazer explicações sobre como a metodologia *Lean* pode ser utilizada nas construções civis e apresenta informações sobre o funcionamento cuja prática traz melhoria nos processos, pois a sua filosofia é pautada na solução de problemas decorrentes do desperdício. O *Lean Construction* possui algumas peculiaridades, pois na construção civil o local de trabalho muda a cada empreendimento e a mão de obra é que se movimenta ao redor do produto.

É importante informar que o objetivo deste trabalho foi comparar os efeitos da aplicação da metodologia *Lean* na construção civil, feita com o auxílio e gerenciamento de profissionais da área das Engenharia Cívica e de Produção, cuja formação traz uma base sólida no conhecimento de tecnologias, métodos e ferramentas gerenciais que permitem a melhoria nos processos produtivos.

Para esse trabalho foi escolhido como referência a construção de duas obras residenciais unifamiliares de médio porte. Ambas são construídas em alvenaria e concreto armado e está situada no município de Varginha - MG. A segunda obra utilizando processos, novos métodos e ferramentas que eliminam desperdícios e atividades que não agregam valor no desenvolvimento e gerenciamento da construção civil.

Utilizando a comparação dessas duas construções é possível demonstrar as possíveis falhas existentes no processo construtivo de uma obra, pois quando não se utilizam métodos adequados ocorrem grandes desperdícios, seja de tempo, de realização da obra ou de materiais

desperdiçados no processo construtivo. Essas problemáticas impactam no custo e, muitas vezes, na qualidade final do projeto e do produto.

A maneira de tentar conter e minimizar esses desperdícios foi com a utilização do conceito *Lean*, pois esse conceito ajuda a identificar as falhas e também permite melhorias com a utilização de suas ferramentas gerenciais.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

Nos dias atuais é comum nos depararmos com construtoras e empreiteiras que buscam por um diferencial no mercado, pois querem apresentar ao cliente final um aumento da confiabilidade, melhoria na produtividade e racionalização nas obras. Para que esse fato possa ser alcançado é preciso empregar algumas mudanças na gestão dos empreendimentos.

Sendo assim uma dessas práticas seria o emprego da metodologia *Lean*, onde o foco principal desta ferramenta seria a redução de atividades que não agregam valor e que geram desperdícios, além de apresenta grandes contribuições para a sustentabilidade na construção civil.

A metodologia *Lean Construction* é caracterizada por ser uma prática inovadora, pois surgiu com o objetivo de auxiliar as indústrias da construção civil, diminuindo radicalmente os desperdícios e simplificando diversos processos com transparência para cada etapa que compõe uma obra, ou seja, cada fase construtiva apresenta uma sequência de produção com informações objetivas. Porém para que possamos conhecer melhor essa forma de estruturar a produção civil precisamos entender as metodologias utilizadas por Henry Ford e Taiichi Ohno no início do século XX.

De acordo com Ohno (1997, apud Pádua, 2014): quanto a Segunda Guerra terminou o Japão se encontrou bem debilitado e com falta de diversos recursos para utilização nos setores da indústria, com isso a Toyota cria um sistema produtivo que consiste na eliminação de desperdícios e uso adequado da matéria prima. Esse modelo chamado de Sistema Toyota de Produção STP, viria a ser mais tarde a base para o *Lean Construction* (Construção Enxuta). Pois o pensamento *Lean* começou a ser empregado fora do ambiente fabril, influenciando outras áreas.

Segundo Womak e Jones (1998, apud Souza, 2013), a produção enxuta se caracteriza por produzir em menor quantidade de tempo, utilizando menos recursos e, ainda, como resultado proporcionar produtos menos defeituosos.

Sendo assim, em 1992, com o intuito de difundir a metodologia *Lean* para outros setores econômicos um pesquisador finlandês chamado Lauri Koskela emprega a mentalidade enxuta para a construção civil, adaptando a metodologia para ser utilizada em um canteiro de obra, trazendo melhorias na competitividade do mercado, além de produzir valor aos olhos do cliente, e acima de tudo, reduzir os desperdícios (VALENTE, 2010).

Segundo Koskela (1992, apud Pádua, 2014) o modelo normal de produção consiste em atividades que transformam o material em produto e utilizam um fluxo (transporte do material, troca de ferramentas, tempo de espera do processamento), pois enquanto todas as atividades envolvem custos e consomem tempo, apenas as atividades de conversão agregam valor ao material produzido. Portanto as atividades de fluxo devem ser reduzidas ou eliminadas.

2.1. Lean Production

O sistema *Lean Production* ou produção enxuta iniciou - se no Japão idealizado por Taiichi Ohno junto a fábrica da Toyota nos anos 50. Esse sistema foi desenvolvido utilizando conceitos das filosofias asiáticas agregando conceitos de produção em massa que era utilizado pela Ford Motor nos Estados Unidos (Ohno, 1997, apud Pádua, 2014). Segundo Koskela (1992, apud Pádua, 2014) a ideia principal era a redução ou eliminação dos estoques.

Porém o conceito de produção em massa não conseguiria ser aplicado na atual crise em que o Japão passava, pois, a crise econômica era fortíssima e havia muita escassez de recursos. Devido a essas limitações, o sistema *Lean Production* foi desenvolvido com o fundamento de eliminar os desperdícios associados ao processo produtivo. O foco principal da metodologia é a redução do *lead time*, ou seja, o tempo em que o produto leva para passar por todos os processos.

2.2. Lean Construction

O conceito de *Lean Construction* é um sistema produção de realização e gestão de projeto que valoriza a entrega de valor de forma fiável e rápida, e que incita tal como a *Lean Production*, a crença nas relações de permuta entre tempo, custo e qualidade que é aceite em geral (DAEYOUNG, 2002, apud ARANTES, 2008, p. 37).

No ano de 1992, o pesquisador finlandês Lauri Koskela cria a metodologia conhecida por *lean Construction*. Foi considerado uma revolução para a construção civil por apresentar

uma concepção em relação às obras, que normalmente geram muitas perdas e desperdícios em seus processos. Foi utilizado no Brasil a partir de 1996, sendo empregado principalmente nas áreas financeiras e na cadeia de suprimentos das empresas do ramo da construção civil.

Segundo Koskela et al (2002, apud Pádua, 2014) a metodologia *Lean Construction* ou construção enxuta pode ser definida como um novo método de projetar sistemas de produção de forma que eles reduzam o desperdício de materiais, tempo e esforço gerando assim a maior quantidade possível de valor.

Em 1992 Koskela realizou um estudo e publicou, a partir de então, foi criado um grupo internacional voltado para o *Lean Construction*, com isso a divulgação desse novo conceito se espalhou em diversos países, entre eles Estados Unidos, Austrália, Inglaterra e Brasil. Esta filosofia já era utilizada na maioria das fábricas da Europa e América, e novas ferramentas foram sendo desenvolvidas.

No modelo tradicional empregado na construção civil a produção é tida como um grupo de atividades de conversão, que transforma os insumos (materiais, informações e mão de obra) em produtos intermediários como por exemplo, os pilares, a alvenaria, os revestimentos, etc. Nesse método de trabalho o processo é dividido em sub-processo e o valor desse sub- processo é associado somente ao custo de seus insumos tornando o sistema falho, pois as atividades que compõem os fluxos fixos não são consideradas, o controle da produção e melhorias são empregados individualmente nos sub- processos e não como um todo.

Já o modelo de processo do *Lean Construction* emprega uma visão mais ampla, assumindo o processo como um fluxo de materiais, deste a matéria prima até o produto final, combinando as atividades de conversão com o fluxo (transporte, inspeção e espera). Fazendo com que essas atividades sejam divididas em: atividades que trazem valor ao produto; atividades que não trazem valor, porém são necessárias; e atividades que não agregam valor e devem ser excluídas do processo.

2.3. Princípios do Lean Construction

O conceito *Lean* no início de sua criação foi desenvolvido para ser aplicado no setor industrial, pois sempre foi utilizado para tentar solucionar problemas decorrentes do desperdício. Porém, após algumas alterações essa ferramenta de gestão passa a ser utilizada em diversos setores

A diferenciação da filosofia gerencial convencional e a filosofia *Lean* é a maneira conceitual de que se trata os novos paradigmas. Koskela (1992, apud Pádua, 2014), afirma

que a construção enxuta se baseia em onze princípios que tendem a otimizar o processo da construção civil e a reduzir os desperdícios como paradas, perdas de materiais, reprocesso e atividades que não trazem valor. E de acordo com Koskela, a composição se baseia em:

- 1- Diminuir a parcela de atividades que não agregam valor.
- 2- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente.
- 3- Reduzir a variabilidade.
- 4- Diminuir o tempo de ciclo
- 5- Simplificar através da redução do número de passos ou partes.
- 6- Aumentar a flexibilidade na execução do produto.
- 7- Aumentar a transparência do processo.
- 8- Focar o controle no processo global.
- 9- Introduzir melhoria contínua ao processo.
- 10- Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões.
- 11- Fazer benchmarking. (KOSKELA, 1992 apud PÁDUA, 2014)

Os princípios acima citados demonstrados abaixo:

2.3.1. Diminuir a parcela de atividades que não agregam valor

Esse primeiro princípio é fundamental, pois ajuda a reduzir desperdícios gerados pelos fluxos de materiais, pessoas, informações, etc. Esse princípio é feito através de uma reorganização do espaço físico, minimizando as rotas e as distâncias.

Exemplo prático de diminuição:

- a. O estudo e a elaboração de um arranjo físico do canteiro de obras, que minimize as distâncias entre os locais de descarga de materiais e o seu respectivo local de aplicação, podem reduzir a parcela das atividades de movimentação.
- b. Na fase de revestimento, utilizar um projetor de argamassa em substituição da prática convencional, permite que a tarefa possa ser executada de forma rápida e com apenas uma pessoa. (somente um para aplicar e espalhar a argamassa). (ARANTES, 2008, p. 40)

Figura 01 – Uso do projetor de argamassa



Fonte: Engebrax – projeção de argamassa

Na figura 01 é um exemplo de uso do projetor de argamassa em vez do método convencional que utiliza mais de uma pessoas para transporte e aplicação.

2.3.2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Está relacionado ao atendimento aos requisitos dos clientes que irão adquirir o produto final e dos colaboradores que trabalham na obra.

Exemplo

- a. Ao longo do processo de projeto, deve-se ter disponível de forma sistematizada, dados relativos aos requisitos e preferências dos clientes finais, obtidos por exemplo através de pesquisas de mercado com potenciais compradores ou avaliações pós-ocupação de edificações já entregues.
- b. No processo de produção, este princípio também pode ser aplicado, sendo as equipas de trabalho subsequentes de um processo consideradas como clientes internos do mesmo, as tolerâncias dimensionais de uma tarefa devem ser respeitadas de forma a não comprometer as tarefas da equipa seguinte. (ARANTES, 2008, p. 63)

2.3.3. Reduzir a variabilidade

A existência deste terceiro item está relacionada diretamente ao aumento do tempo de ciclo do processo e, com isso, a um aumento significativo das atividades que não agregam valor. Para evitar essa variabilidade, a padronização seria um dos melhores recursos.

2.3.4. Diminuir o tempo de ciclo.

O tempo de ciclo é a soma entre os tempos de movimentação, esperas, processamentos e inspeção, ou seja, o tempo total que o produto leva para ser feito. Este princípio está diretamente relacionado à filosofia enxuta. Esse tempo poderá trazer benefícios como:

- a. Entrega mais rápida ao cliente: em vez de se espalharem por toda a obra, as equipas devem-se focar na conclusão de um pequeno conjunto de unidades, caracterizando lotes de produção menores. Quando possível, as unidades são entregues aos clientes mais cedo, o que tende a reduzir o custo financeiro do empreendimento. Além disto, em alguns segmentos de mercado, a velocidade de entrega é uma dimensão competitiva importante, pois os clientes necessitam dos produtos num prazo relativamente curto (por exemplo, construção de centros comerciais).
- b. A gestão dos processos torna-se mais fácil: o volume de produtos inacabados em stock é menor, o que tende a diminuir o número de frentes de trabalho, facilitando o controle da produção e o uso do espaço físico disponível.
- c. O efeito aprendizagem tende a aumentar: como os lotes são menores, existe menos sobreposição na execução de diferentes unidades. Assim, os erros aparecem mais rapidamente, podendo ser identificadas e corrigidas as causas dos problemas.
- d. As estimativas de futuras obras são mais precisas: como os lotes de produção são menores e concluídos em prazos mais reduzidos, a empresa trabalha com uma estimativa mais precisa da obra em construção. Isto torna o sistema de produção mais estável.

e. O sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de pedidos: pode-se obter um certo grau de flexibilidade para atendimento das exigências e pedidos, sem elevar substancialmente os custos, pois algumas alterações de produto solicitadas podem ser implementadas com facilidade nos lotes de produção subsequentes. (ARANTES, 2008, p. 42)

2.3.5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes.

Este princípio se baseia na redução de etapas do processo ao qual o produto deve ser submetido. Isso é necessário pois, quanto maior for o número de etapas, maior será o número de atividades que não agregam valor.

Exemplo de aplicação na construção: o uso de elementos pré-fabricados como ferragem armada que vem já montadas para o local da obra, reduzem o tempo que se demoraria a processar essas atividades no local e muitas vezes proporcionam até melhores condições de segurança aos trabalhadores. (ARANTES, 2008, p. 42)

Figura 02 - Ferragens armadas para construção civil



Fonte: Trifer.com.br

2.3.6. Aumentar a flexibilidade na execução do produto.

Aumentar a flexibilidade está relacionada à capacidade do produto de se adaptar a diferentes situações sem que haja a necessidade de aumentar os custos do produto final.

Exemplo que pode ser aplicado na construção civil:

- a. Num apartamento, utilizando um sistema construtivo com lajes planas é possível a mudança de layout do apartamento sem a preocupação da localização das vigas, tornando o produto flexível a mudanças.
- b. Algumas empresas que atuam no mercado imobiliário adiam a definição do projeto e, em alguns casos, também da execução das divisórias internas de gesso cartonado de algumas unidades. Esta estratégia permite aumentar a flexibilidade do

produto, dentro de determinados limites, sem comprometer substancialmente a eficiência do sistema de produção. (ARANTES, 2008, p. 43)

2.3.7. Aumentar a transparência do processo.

Aumentando a transparência do processo é possível reduzir a ocorrência de falhas, pois com o processo mais compreensivo fica mais fácil a identificação dos problemas durante as etapas de execução.

Exemplo prático de aplicação em obra: Remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes e emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo, tais como nível de produtividade, número de peças rejeitadas, etc.. (ARANTES, 2008, p. 42)

A organização e utilização dos materiais e equipamentos são baseados no layout, projetadas e divulgadas para cada área do canteiro

2.3.8. Focar o controle no processo global.

Esse princípio considera a cadeia dos processos referente ao produto como um todo, para proporcionar uma visão mais ampla para que os desperdícios possam ser melhor identificados.

A identificação da cadeia de valor do produto da construção é um princípio da Mentalidade Enxuta, pois proporciona uma visão mais ampla do percurso do produto até chegar ao consumidor e possibilita a identificação de possíveis desperdícios que ocorrem considerando a cadeia como um todo, como repetidas atividades de transporte, inspeções, estoques, re-trabalho. (KUKER 2013, P. 11)

2.3.9 Introduzir melhoria contínua ao processo

A melhoria deve ser sempre praticada, pois sempre haverá melhorias a serem realizadas para otimizar o processo, diminuir os desperdícios e reduzir as atividades que não agregam valor.

Exemplo de aplicação:

Podem formar-se equipas com representantes dos vários sectores do processo (planeamento, compras, produção, financeiro), que façam uma monitorização do processo através da elaboração de listas de verificação (check lists), recolha de dados referentes aos problemas mais frequentes, e discutir as causas destes de modo a propor soluções. (ARANTES, 2008, p. 45)

2.3.10. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

É importante haver uma harmonia entre as melhorias nos fluxos e nas conversões, pois quanto mais desenvolvido for o projeto, maior será o impacto que as melhorias irão causar.

Refere também que as melhorias de fluxo e conversão estão intimamente relacionadas, uma vez que: melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, portanto, menores investimentos em equipamentos; fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão; novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo. Deste modo é necessário que exista um equilíbrio entre ambas. (KOSKELA, 2004 apud ARANTES, 2008, p. 45)

2.3.11. Fazer benchmarking

Este princípio se baseia na busca por melhores práticas que outras empresas utilizam. Dessa forma a organização vai garantir uma maior eficiência em seus processos produtivos, o que ajuda a contribuir na redução dos desperdícios.

2.4. Ferramentas do *Lean Construction*

A forma correta de aplicar a *Lean Construction* passa por primeiro considerar os princípios e depois perceber como estes podem ser implementados recorrendo a técnicas e processos especialmente desenvolvidos (ferramentas). (ARANTES, 2008, p. 48)

Como já falado anteriormente o sistema *Lean* é utilizado na tentativa de reduzir os desperdícios e melhorar a produtividade, podendo ser empregado em qualquer setor produtivo de uma organização.

O sistema *Lean Construction* se baseia nos conceitos de *Lean Manufacturing*, criado dentro do Sistema Toyota de Produção (STP) por Taiichi Ohno na década de 50. Este conceito se baseia em dois pilares principais: o Just in Time, onde o produto somente é produzido quando for necessário, no momento solicitado e na quantidade correta; e o Jidoka, mais conhecido como automação. (PEREIRA, 2010). Além desses dois pilares existem diversas outras ferramentas que ajudam a filosofia *Lean* a reduzir ou evitar a geração de desperdícios, entre elas: *Jidoka*, *Total Quality Management*, *Just in Time*, *5S*, *Kaizen*, *Kanban*, *Poka Yoke*, *Gestão visual*. (PEREIRA, 2010).

O modelo de processo da *Lean Construction*, proposto por Koskela (1992, apud Pádua, 2014) assume que um processo consiste num fluxo de materiais, desde a matéria-prima até ao produto final, que é constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não acrescentam valor ao produto final, sendo por isso denominadas atividades de fluxo. (ARANTES, 2008, p. 37).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho pode ser classificado como um estudo de caso, pois segundo Silva (2007) “a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicos no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas”.

Ainda segundo Silva (2007), esta pesquisa possui abordagem qualitativa e quantitativa, com finalidade exploratória e descritiva, também foram utilizadas entrevistas para a obtenção de dados.

O presente trabalho foi dividido na descrição, pesquisa de campo e análise. Na descrição foi realizada a pesquisa bibliográfica, com o objetivo de reunir conceitos referentes ao tema para compor o embasamento teórico. Para tanto foram realizadas pesquisas em livros, artigos, trabalhos de conclusão de curso e outros meios que pudessem auxiliar a construir a metodologia.

O referencial teórico, inicia-se conceituando e explicando a metodologia, abordando o surgimento do *Lean Production*, através desses conceitos foi realizado a descrição do *Lean Construction*, explicando seus fundamentos.

No segundo momento foi feito o levantamento em campo, na qual coletou os dados diretamente no local da obra obtendo informações sobre o emprego da metodologia *Lean*. A última etapa constitui em analisar e comparar os dados obtidos em campo, verificando a diferença quando se emprega a metodologia *Lean* da convencional.

3.1 Local de Pesquisa e Aplicação

A pesquisa foi realizada em duas obras situadas no município de Varginha - MG, nas quais foi realizada a comparação dos processos construtivos, uma empregando metodologias do sistema *Lean Construction* e outra os métodos convencionais.

A obra escolhida para a realização da pesquisa foi designada pelo fato de serem construção residencial unifamiliar feita em alvenaria e concreto armado. Em um deles o local de construção desse empreendimento possui canteiro de obras estruturado e organizado cuja área de construção é de 110m², o empreendimento possui um cronograma de entrega específico, pois situações financeiras não podem comprometer o planejamento da obra.

Já a outra obra também localizada no município de Varginha - MG, sendo esta feita em alvenaria e concreto armado, possuindo área de 98m² porém não possui canteiro de obra estruturado e seu cronograma de entrega não está bem definido.

A aplicação da metodologia no processo construtivo será feita através de orientações sobre como proceder no uso de novas ferramentas produtivas, juntamente com acompanhamentos de rotina e anotações sobre a evolução construtiva.

Para os profissionais responsáveis pelo acompanhamento e gerenciamento da obra essa metodologia apresenta facilidade de interpretação diante das fases construtivas, pois para cada etapa existem dispositivos visuais para controle e gerenciamento da obra.

Diante disso será feita a comparação de tempo gasto para finalizar o sistema construtivo, organização de fluxo de trabalho e economia com os desperdícios de materiais, uma vez que a metodologia *Lean* foi desenvolvida para isso.

Abaixo vem algumas fotos exemplificativa:

Figura 03 – construção sem canteiro de obra



Fonte: Do autor

Na imagem acima observa-se que não há um planejamento para o canteiro de obras, como consequência temos materiais espalhados pelo caminho.

Figura 04 – construção sem canteiro de obra



Fonte: Do autor

Nesta outra imagem observa se que as sequências para realização das atividades não foram seguidas adequadamente, pois terá que ser feito um reprocesso nesta área frontal para finalizar a atividade de revestimento. Isso gera como consequência desperdício de tempo.

Figura 05 – Método convencional de alvenaria e concreto armado



Fonte: Do autor

Na imagem acima observa se que utilizando o método convencional de alvenaria e concreto armado, o tempo de execução para entrega final da obra é de aproximadamente 6 meses. Observa se na imagem que não houve uma sequência adequada de produtividade, ou

seja, a obra está sendo executada de forma aleatória. Isso gera atrasos, desperdícios de tempo e material.

Figura 06 - Novos métodos construtivos



Fonte: Do autor

Na imagem acima podemos ver claramente o exemplo de novos métodos construtivos que podem ser empregados na execução de uma obra, como por exemplo o uso de concreto usinado e emprego de formas prontas dispensando o uso de madeiras.

Figura 07 - Ordem definida de produção



Fonte: Do autor

Figura 08 - Ordem definida de produção



Fonte: Do autor

Nota se também o uso de escoras reguláveis o que gera facilidade na montagem e desmontagem, assim como o ganho de tempo que se obtém na fase de escoramento das estruturas.

Conclusão

A metodologia *Lean Construction* ou construção enxuta consiste em uma metodologia de trabalho que pode ser empregada em qualquer atividade produtiva, e vem sendo aplicada no Brasil, no intuito de diminuir os desperdícios.

Os onze princípios citados Koskela 1992, mostra que a forma completa o processo de concepção de edificações, sem desconsiderar aspectos gerenciais e ainda tendem a otimizar o processo da construção civil e a reduzir os desperdícios como paradas, perdas de materiais, reprocesso e atividades que não trazem valor.

A pesquisa procurou demonstrar que o método da construção enxuta traz uma nova forma de se organizar quando for construir, evitando tanto transtornos. Ainda pensando que as construtoras para se manter no mercado da construção precisam buscar novas formas para empreender, pois com a globalização mundial, quem não se renovar não consegue se manter no mercado.

LEAN CONSTRUCTION: analysis and usage strategies**ABSTRACT**

This paper addresses the Lean Construction system: analysis and usage strategies. Its approach is justified by the fact that it presents explanations on the use of Lean methodology in civil construction and provides clarification on its use in practice. The aim of this paper is to compare the positive effects presented with the methodology, such procedures will be followed by engineering professionals. This result will be obtained from a comparative case study carried out construction of two similar residential works located in the city of Varginha. The study evidenced the possible failures existing during the construction process resulting in great waste, considering the use of the methodology it was possible to identify and obtain improvements in the construction process reducing the waste.

Keywords: Civil Construction. Lean Construction. Waste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction – Filosofia e metodologias**. 2008, 108 F. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil — Especialização em Construções. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60079/1/000129800.pdf>. Acessado em 28.ago. 2019.

KUREK. Juliana; et. al. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora**. 2013. Revista de Arquitetura da IMED, v. 2, n.1, 2013, p. 20-36, ISSN 2318-1109 Disponível em: www.seer.imed.edu.br. Acessado em 03 set.2019.

PÁDUA, Rafael Crissóstomo de. **Implementação de Práticas de Lean Construction em uma Obra Residencial em Goiânia** – Estudo de Caso. 2014, 61 F. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás. Disponível em: https://www.eec.ufg.br/up/140/o/implementa%3%87%3%83o_de_pr%3%81ticas_de_lean_construction_em_uma_obra_residencial_em_goi%3%82nia_%e2%80%93_estudo_de_caso.pdf. Acessado em 13 mai. 2019.

PEREIRA, Cristina Alves dos Santos. **Lean Manufacturing Aplicação do conceito a células de trabalho**. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial.2010, 116F. Disponível em: <https://docplayer.com.br/6703959-Lean-manufacturing-aplicacao-do-conceito-a-celulas-de-trabalho.html>. Acessado em 03 set. 2019.

SILVA, T. F. A. **Estudo sobre Sistema de Medição de Desempenho Baseado nas Ferramentas da Produção Enxuta**. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 2007.

SOUZA Adnilson Luis de. **Avaliação dos princípios do Lean Construction em um canteiro de obras**. 2013, 61F. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Disponível em: onsafety.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Adnilson-TG-EP-02-13.pdf. Acessado em 20 mai. 2019.

TONIN. Luiz Andrei Potter e SCHAEFER, Cecília Ogliari. **Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em construtora**. 2013. Iniciação Científica CESUMAR - jan. /Jun. 2013, v. 15, n. 1, p. 23-31 - ISSN 1518-1243, Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/viewFile/2867/1922>. Acessado em 28 ago. 2019

VALENTE, C. P. **Manual Lean – C. Rolim Engenharia**. 2010.