

## **APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* EM OBRA DE ALVENARIA ESTRUTURAL**

TIAGO ALVES<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Pós Graduando Engenharia Civil, UNISOCIESC/FGV, Balneário Camboriú-SC, tiago@saymomalves.com.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017  
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

**RESUMO:** A indústria da construção civil apresenta em seu ambiente de produção, complexidade e competitividade no setor, em muitas vezes, dificuldades em obter resultados na produtividade. Alcançar a melhoria no setor somente é possível com adoção de novas práticas de gestão. O Modelo *Lean Construction* tem como foco a melhoria contínua nos processos, buscando a redução das atividades que não agregam valor ao produto, identificando os fluxos de transporte, espera, processo e inspeção dos materiais. O objetivo deste artigo consiste em aplicar e avaliar os resultados dos princípios adotados, em uma obra residencial multifamiliar em alvenaria estrutural. O modelo proposto por Koskela(1992), consiste em aplicação de 11 princípios, no entanto neste artigo foram aplicados 6 princípios para avaliação curto prazo do sistema. Após 48 semanas de monitoramento, pode-se chegar à conclusão, que a aplicação do *Lean Construction* contribui para obra pesquisada, uma economia de custos com a aplicação, refletindo no aumento da qualidade do produto entregue, e consequentemente no cumprimento dos prazos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lean Construction*, Gestão de obras, Planejamento.

### **APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION IN THE WORK OF STRUCTURAL MASONRY**

**ABSTRACT:** The construction industry presents in its production environment, complexity and competitiveness in the sector, often difficulties in obtaining results in productivity. Achieving improvement in the sector is only possible with the adoption of new management practices. The Lean Construction Model focuses on continuous improvement in processes, seeking to reduce activities that do not add value to the product, identifying the transport, waiting, process and inspection flows of the materials. The objective of this article is to apply and evaluate the results of the adopted principles, in a multifamily residential work in structural masonry. The model proposed by Koskela (1992), consists of applying 11 principles, however in this article 6 principles were applied for short term evaluation of the system. After 48 weeks of monitoring, it can be concluded that the application of Lean Construction contributes to the research work, a saving of costs with the application, reflecting in the increase of the quality of the product delivered, and consequently in the deadlines.

**KEYWORDS:** Lean Construction, Construction Management, Planning.

### **INTRODUÇÃO**

Na construção civil, problemas relacionados a desperdícios são muitos frequentes. O conceito de perda não se equivale somente em desperdício de material. A perda acontece quando se utiliza uma quantidade desnecessária de trabalho para realizar aquela atividade (Mattos, 2016). Então esse desperdício necessariamente não precisa estar ligado somente em materiais, mas também nas atividades relacionadas à mão de obra e equipamentos (Mattos,2016).

Um dos principais objetivos do modelo de gestão do *Lean Construction* é reduzir qualquer tipo de trabalho que pode ser identificado como desnecessário para o processo de produção (Bernardes,2003).

Laufer e Tucker (1987) salienta que o planejamento não é encarado como um processo de gestão, utilizam informações baseadas somente nas experiências e intuições dos profissionais. E o

controle não é realizado de maneira proativa e é conduzida de forma amadora com trocas de informações verbais (Formoso, 2001).

No *Lean Construction* considera-se que a produção é composta por conversão e de fluxo de materiais constituída por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. A identificação das atividades de fluxos nos processos é muito importante para melhoria da produção, sendo que as atividades de transporte, espera, inspeção não agrega valor ao cliente, denominadas as atividades de fluxo (Koskela, 1992).

Com base nas referências bibliográficas obtidas, o desenvolvimento deste artigo estruturou-se nas seguintes partes: (1) Preparação do processo de planejamento e controle da produção, (2) Elaboração dos Planejamentos longo, médio e curto prazo da obra, (3) Implantação do sistema de indicadores, (4) Aplicação dos princípios *Lean Construction*, (5) Controle e monitoramento dos dados, (6) Avaliação dos resultados implantados.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A aplicação do método foi realizada em Rio do Sul/SC, no período de um ano, entre março de 2016 a março de 2017. Foi aplicado em uma obra residencial multifamiliar em alvenaria estrutural, contendo 5 pavimentos, com 2.017,68m<sup>2</sup> de área construída.

A primeira parte do processo de implantação foi à preparação do processo de planejamento e controle da produção. Nessa fase englobou todos objetivos do empreendimento, quanto a prazo, custo e qualidade. Ainda na fase de preparação do processo realizou-se o planejamento do espaço físico e logístico do canteiro de obra.

Com base na preparação do processo, seguiu-se para a próxima fase de implantação. Nessa parte elaborou-se o planejamento longo prazo para definição do prazo final da obra. Para difusão desse plano, foi utilizada a técnica de linha de balanço, sendo umas das técnicas mais recomendadas para edifícios com pavimentos repetitivos, por sua transparência e fácil visualização dos pacotes de trabalhos (Bernardes, 2003).

Após o plano de longo prazo concluído, foram elaborados os planejamentos de médio e curto prazo. Os planos de médio prazo foram estabelecidos em horizontes mensais e os planos de curto prazo em horizontes semanais. Com o passar das tarefas semanais sendo concluídas, anotava-se as causas dos problemas ocorridos na produção, e ao final de cada semana, identifica-se os Percentuais dos Planos Concluídos (PPC).

A implantação de indicadores foi à parte mais crucial para modelo de gestão. Nessa fase foram estabelecidos antes da construção, sendo controlados e monitorados durante o processo. Os dados coletados para análise dos indicadores foram: a) PPC(Percentual de planos concluídos); b) Causas de planos não concluídos; c) Números de não conformidades; d) Relatório de produtividade das equipes; e) Desvio de prazo da obra.

A redução de parcelas que não agregam valores foi um dos princípios aplicados no canteiro, antes mesma de sua aplicação, foi conhecida toda a equipe e interessados envolvidos no processo de produção, bem como análise de seus fluxos de trabalhos existentes. Todo fluxo e melhoria na movimentação do canteiro foram levantados e projetados para um *layout* de canteiro de obra, assim disponibilizando como seriam os armazenamentos de materiais, logística e fluxo da produção.

Assim planejado o *layout* do canteiro de obra, foi possível realizar as ações para reduções das parcelas que não agregam valores, como: 1) Descarregamento dos blocos em paletes nos postos de trabalho, através de guindastes. 2) Distribuição dos paletes na laje, através de paleteiras. 3) Produção de argamassa, com argamassadeira próximos ao posto de trabalho. 4) Transportes verticais e horizontais realizados com equipamentos para diminuição de distâncias percorridas.

Segundo princípio aplicado foi aumentar o valor do produto, pela consideração das necessidades dos clientes internos e externos. Para nesse caso, na execução da alvenaria estrutural, o cliente interno (pedreiro), recebeu os requisitos do cliente externo (cliente), como deveria ser entregue a atividade, assim o produto entregue não dificulta o retrabalho para os próximos clientes internos.

Terceira aplicação foi à redução da variabilidade nos processos, com a utilização de planejamentos, médio e curto prazo, tendo como objetivo a remoção de incertezas e restrições, para que não houvesse paralizações no processo. Para monitoramento da variabilidade foi utilizado PPC (Percentual de Planos Concluídos), este indicador é calculado pelos pacotes de trabalhos finalizados pelos totais planejados.

A simplificação reduzindo os números de passos e partes foi a quarto princípio aplicado, sendo usado como plano de ação, a utilização de *kits* Hidráulicos, execução de vergas pré moldadas *in loco*, e escadas pré moldadas de concreto.

O quinto princípio aplicado, foi aumentar a transparência do processo, utilizando painéis à vista, demonstrando seus indicadores e avisos para os membros do canteiro de obra.

O ultimo princípio utilizado no canteiro, foi focar no controle do processo global, com auxílio de fichas de verificações de atividades, teve o controle e monitoramento da qualidade nas atividades realizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

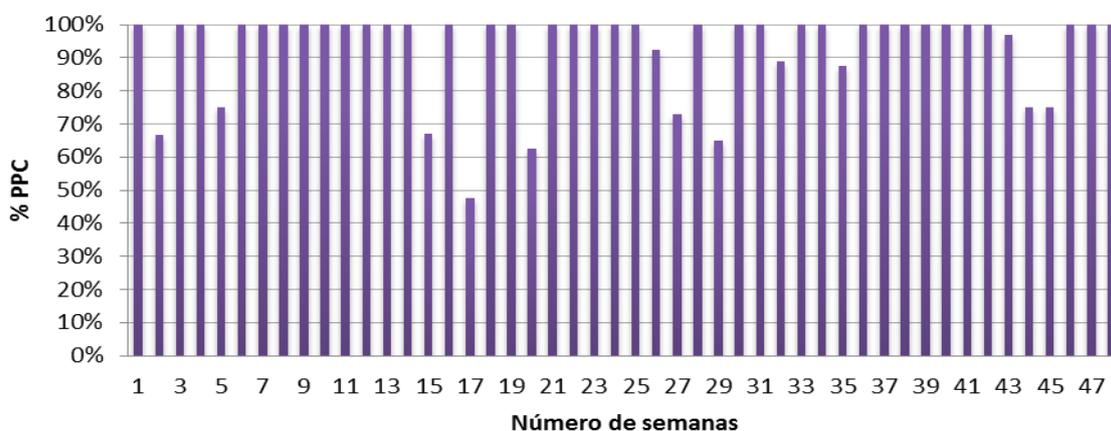
Para elevação da alvenaria estrutural nesta obra, foi dividida em quatro frentes de trabalhos. Na prática é comum ser separada um servente para cada pedreiro, assim seria necessariamente nessa obra, seria necessário uma equipe de produção com 4 pedreiros e 4 serventes, conforme orientação da (Tabela de Composições de Preços para Orçamentos, 2016). No entanto, com as ações realizadas foi possível reduzir as atividades que não agrega valor, tendo assim uma diminuição de dois serventes na equipe de produção, com isso teve-se uma economia final na atividade de alvenaria estrutural de R\$ 14.753,38, conforme comparativo apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Comparativo dos resultados de produtividade da alvenaria estrutural

DESCRIÇÃO	Produtividade (m <sup>2</sup> /h)	Área de alvenaria (m <sup>2</sup> )	Produtividade de horas da equipe(h)	Produção da equipe(dias)	Custo da hora Pedreiro e serventes + encargos	Custo total da equipe
Valores obtidos Tabela de composição PINI para produtividade equipe 4P+4S	0,2	2754	550,8	63	R\$ 26,81	R\$ 59.453,86
Produtividade realizada na obra para equipe de 4P+2S	0,19	2754	528	60	R\$ 21,17	R\$ 44.700,48
<b>DIFERENÇA</b>						<b>R\$ 14.753,38</b>

O uso do PPC (Percentual de Planos Concluídos) e identificação das causas foram aplicados de forma conjunta, através de sua aplicação foi possível reduzir a variabilidade no processo de planejamento. A utilização de planejamento curto prazo auxiliou no desenvolvimento de ações para proteção de incertezas na produção, assim o andamento da execução não foi paralisado por restrições (Bernardes, 2003).

Figura 1: Frequência do PPC durante o primeiro semestre analisado.



Identificou-se nas 48 semanas coletadas, um PPC médio de 93,181%, com desvio padrão de 1,898%, conforme tabela 2. Conseqüentemente seu coeficiente de variação ficou de 2,036%, refletindo assim uma redução de variabilidade no processo de produção (Bernardes, 2003).

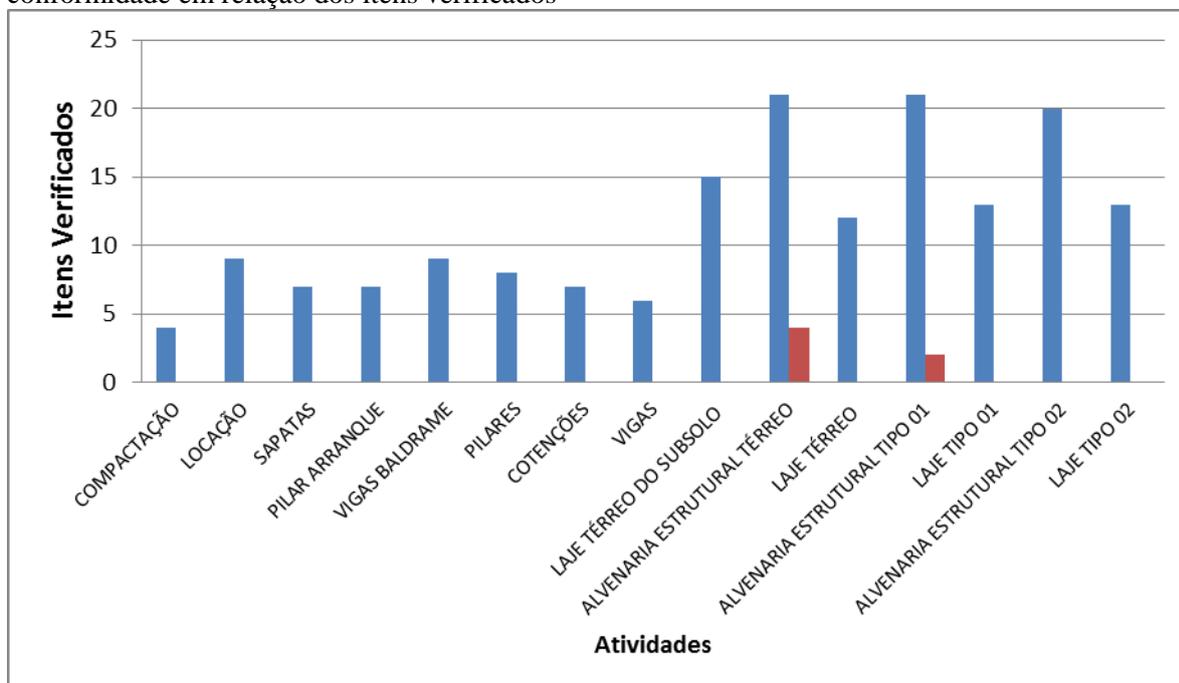
Mesmo acontecendo problemas no planejamento curto prazo, principalmente nas condições adversas do tempo, como mostrado na tabela 2, foram estabelecidas *buffers* de tempo e recursos para que se executem outras atividades no canteiro de obra, assim aumentado à confiabilidade do planejamento curto prazo (Ballard, 2000).

Tabela 2. Resultados coletados após implantação PPC.

Número de semanas monitoradas	PPC Médio	Desvio Padrão	Coeficiente variação	PPC Máximo	PPC Mínimo	Principais causas acumuladas
48,00	93,181%	1,898%	2,036%	100,0%	48,0%	1- Condições Adversas do Tempo (36,84%) 2- Modificações dos Planos (31,57%) 3- Superestimação da produtividade (10,52%)

A eliminação de retrabalhos na execução foi possível com o foco no controle de qualidade dos processos, com a utilização de monitoramento das atividades. O controle sistemático da qualidade contribui para eliminação de perdas, como desperdícios e retrabalhos, assim possibilitou a identificação e correções de possíveis problemas de execução que possam interferir na qualidade do produto, bem como aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes. De acordo com a figura 1, dos itens verificados, foram encontrados 4 itens de não conformidade na execução da alvenaria no térreo, e 2 itens da alvenaria no tipo 01, os mesmos foram identificados e realizadas ações corretivas para não interferirem nos próximos processos.

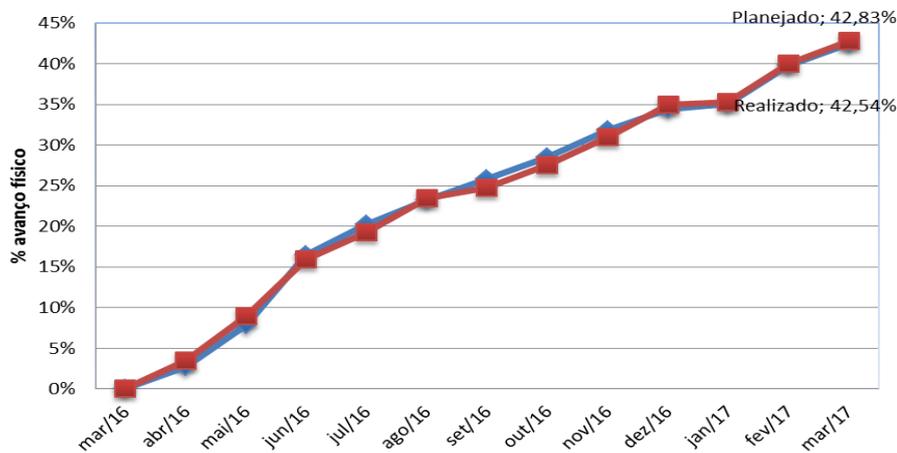
Figura 2: Numero de itens verificados da qualidade. A barra vermelha representa o número de não conformidade em relação dos itens verificados



O monitoramento do prazo foi conduzido pela integração dos três níveis de planejamento. A vinculação dos planejamentos auxiliou na identificação antecipadas das restrições e incertezas que poderiam afetar a produção (Ballard, 2000). A transparência e difusão dos planos para equipe contribuiu muito para melhorar a comunicação, e também em ter maior participação da equipe em

atingir o prazo cumprido (Bernardes, 2013). Conforme resultado da figura 4, a Curva S apresentou uma baixa variação de prazo, entre planejado e realizado, essa variação foi de 0,29%.

Figura 3: Curva S do avanço físico planejado e realizado. A linha vermelha represente o planejado, enquanto a azul o realizado.



## CONCLUSÕES

A aplicação do modelo de gestão proposto por Koskela(1992), aplicada na referida obra, demonstrou resultados positivos na economia da obra. A economia foi possível com a diminuição de funcionários na produção, mesmo mantendo o cumprimento dos prazos estabelecidos.

A redução de retrabalhos e baixa variabilidade contribuíram para entrega das atividades conforme qualidade requerida pelo cliente. Essa redução é outro fator determinante para economia final da obra.

Outros princípios proposto por Koskela(1992), como a melhoria continua dos processos, é evidenciada somente nas próximas obras, com banco de dados obtidos na mesma. Assim avaliadas as falhas e desvios, utiliza-se ações de melhorias para próximas obras, tendo sempre o processo de melhoria continua.

## AGRADECIMENTOS

A Saymom Alves Engenharia e Nardelli Empreendimentos pela oportunidade de realizar a aplicação do sistema.

## REFERÊNCIAS

- Ballard, H.G. The Last Planner System of Production Control. 192f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.
- Bernardes, M.M.S. Planejamento e Controle da Produção Para Empresas de Construção Civil, Rio de Janeiro, 2003. 200p.
- Formoso, C.T. Planejamento e controle da produção em empresas de construção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 50p.
- Laufer, A; Tucker, R.L. A Critical examination of focus, role and process, London, 1987.266p
- Koskela, L. An exploration towards a production theory and its application to construction. 298f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.
- Mattos, A.D. Gestão de Custos de Obras: Conceitos, Boas Práticas e Recomendações. São Paulo, 2010. 260p.
- TCPO. Tabela de Composições de preços para Orçamentos, São Paulo, 2016. 630p.