

# IMPLEMENTAÇÃO DO PENSAMENTO ENXUTO ATRAVÉS DO PROJETO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

## IMPLEMENTING LEAN THINKING CONCEPTS THROUGH PRODUCTION SYSTEM DESIGN IN CONSTRUCTION

Bruno Pontes Mota<sup>1</sup>; Thaís da Costa Lago Alves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – Núcleo Orientado para Inovação na Edificação (NORIE) – Porto Alegre – RS – Brasil

[brunopmota@yahoo.com.br](mailto:brunopmota@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará – UFC – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil – Fortaleza – CE – Brasil

[thaiscla@ufc.br](mailto:thaiscla@ufc.br)

**Resumo:** Este trabalho apresenta iniciativas usadas no desenvolvimento do projeto de um sistema de produção em um empreendimento residencial na área urbana de Fortaleza, Ceará e discute os benefícios alcançados com a implantação de conceitos relacionados ao Pensamento Enxuto - Lean Thinking durante a execução do projeto. O trabalho procura contribuir para a literatura sobre a aplicação do Pensamento Enxuto na Construção ao apresentar um caso de sucesso desenvolvido por uma construtora de pequeno porte. Durante a obra, a construtora decidiu implantar diferentes iniciativas baseadas no pensamento enxuto para entender a dinâmica do empreendimento sob pontos de vista diferentes. As iniciativas aumentaram a produtividade (uma média de 15%) e reduziram a duração de projeto (de 8 para 7 meses).

Palavras-chave: pensamento enxuto, produção.

**Abstract:** This paper presents several initiatives used to develop the production system design of a residential project in Fortaleza, Ceará and discusses the benefits reached with the implementation of Lean concepts during the execution of the project. The paper aims to contribute to the literature on the application of the Lean Thinking in the Construction by presenting a case study in which Lean concepts were implemented. During the execution of the project, the company decided to implement different initiatives based on the Lean Thinking to understand the dynamics of the project under different points of view. The Lean initiatives implemented improved productivity (an average of 15%) and reduced the project duration (from 8 to 7 months).

Key-Words: lean thinking, production.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta diversas iniciativas usadas em um projeto de um

sistema de produção (PSP) em um empreendimento residencial na área urbana de Fortaleza, Ceará e discute os benefícios alcançados com a implementação de conceitos relacionados ao Pensamento Enxuto durante a execução do projeto. O PSP representa uma das primeiras tarefas administrativas a ser executada antes do início da construção e é através dele que os engenheiros procuram reduzir a variabilidade inerente às tarefas da construção, e melhorar a previsibilidade da suas durações através da melhoria do fluxo de trabalho e do alinhamento dos interesses dos envolvidos na produção de forma a entregar valor a todos os clientes (BALLARD *et al.* 2001).

Ohno (1988) afirma que a base de um sistema de produção é a estabilidade que apóia outras atividades e iniciativas do sistema. A estabilidade está na base de um sistema enxuto e é a fundação do Sistema Toyota de Produção que provê o apoio aos dois pilares do sistema, *Just In Time* e *jidoka* (autonomação) (LEI, 2004). Os objetivos de um sistema enxuto são: entregar a melhor qualidade, ao mais baixo custo e em menor tempo.

Entre os conceitos e princípios enxutos que apóiam esses objetivos está a transparência ou o gerenciamento visual que permite ao sistema comunicar-se com seus colaboradores, aumentando a habilidade dos mesmos para descobrir problemas e corrigi-los antes de eles porem o sistema. O gerenciamento visual contribui para o fluxo contínuo do trabalho em sistemas produtivos (KOSKELA, 1992) por isso todo esforço deve ser feito para aumentar a habilidade do sistema de se comunicar com os gerentes e trabalhadores. Vale ressaltar que as iniciativas relacionadas ao gerenciamento visual são normalmente baratas e possibilitam uma boa base para comunicar decisões relacionadas ao PSP e seus indicadores a todos os colaboradores.

Na literatura da construção, Ballard e Howell (1998) indicaram que para alcançar a estabilidade (fundação da casa da Toyota) é necessário proteger a produção contra variações e efeitos indesejáveis advindos da interação da obra com fornecedores, entre as equipes, e entre os vários fluxos de recursos e informações necessários para entregar uma obra da construção civil.

Para que se alcance a estabilidade e um fluxo contínuo de atividades, a

construção civil também precisa rever seus dogmas a passar a trabalhar mais com a realidade da obra e menos com o que está definido na programação dos empreendimentos. Segundo Laufer e Tucker (1987), os gerentes da construção são otimistas e desconsideram a incerteza e as variações inerentes às atividades da construção. Os gerentes tendem a acreditar que o que está programado no papel deve ocorrer a qualquer custo e com isso desconsideram o que acontece em campo. Applebaum (1982) ressalta que o sistema de programação de obras feito com base na colaboração entre os trabalhadores, o mestre de obras e os engenheiros funciona muito melhor do que o sistema, que ele chama de burocrático e distanciado da obra, que define a programação da obra com base somente em índices e documentos no escritório da empresa. Dessa forma, a programação da produção deve ser puxada conforme as necessidades da obra e não imposta com base no que pensam os gerentes.

Por fim, além dos cuidados com o PSP é preciso que se avalie as decisões relativas aos recursos humanos que executam a programação do empreendimento. Nesse sentido, Alves *et al.* (2007) ressaltam que é necessário avaliar quais incentivos devem ser colocados em prática de modo a engajar os trabalhadores juntamente com a construtora na execução do empreendimento conforme projetado (*design*) e programado.

Com base nos conceitos e justificativas descritos, desenvolveu-se um estudo de caso sobre o processo para implantação dos conceitos relacionados ao Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) através do PSP na construção de um condomínio de casas.

## **2. Estudo de caso**

O projeto em questão consistiu na construção de 18 casas financiadas por um investidor privado, a construção e a administração foram responsabilidade de uma construtora de pequeno porte com sede em Fortaleza, Ceará. Durante o estudo, os gerentes de projeto implantaram conceitos de construção enxuta, ferramentas e técnicas com o intuito de organizar o planejamento da produção e os sistemas de controle da

construtora. O estudo começou depois que a obra já havia sido iniciada, por isso definições feitas na sua programação original foram feitas para acomodar as mudanças. A construção teve um fluxo financeiro estável por isso as mudanças implementadas no cronograma da construção foram feitas sem grandes problemas.

## **2.1 Desenvolvimento do primeiro estudo (*first run study*)**

A construtora decidiu começar a implantação da *Lean* quando as equipes já estavam terminando a primeira das 18 casas da obra. A obra começou na parte dianteira da obra (casa 09) de forma que esta casa pudesse servir como um modelo a ser apresentado a clientes em potencial. A execução da primeira casa também serviu como um primeiro estudo da execução (*first run study*) – protótipo - (BALLARD *et al.*, 2001) de modo que a administração pudesse avaliar a taxa real de produtividade das equipes. A duração da obra foi estipulada em 10 meses de acordo com a experiência do diretor e em dados históricos de projetos da empresa e era parte dos acordos contratuais entre a construtora e o investidor. Depois que a primeira casa foi terminada e as produtividades analisadas, os gerentes perceberam que a obra poderia ser concluída em 8 meses.

## **2.2 Definição da seqüência e da estratégia de execução**

Antes da implementação dos conceitos *Lean*, a construtora não tinha nenhum procedimento padrão relativo ao planejamento e controle. Todas as decisões eram tomadas baseadas na experiência do diretor da construtora e de seus colaboradores. Assim, o primeiro passo no estudo foi o de definir a seqüência e a estratégia de execução para as 17 casas restantes, e definir a capacidade produtiva disponível para o projeto. Neste momento, a duração do projeto foi fixada em 8 meses e os recursos definidos para apoiar essa duração. A seqüência de execução foi então definida e as equipes deveriam começar a execução da casa 18 até casa 10, como indicado na figura 1.



Figura 1 – Planta de situação e seqüência de execução (autoria própria, 2008)

### 2.3 Análise do fluxo de trabalho

A linha de balanço (LB) foi a ferramenta escolhida para representar o planejamento de longo prazo do empreendimento por causa de sua facilidade de uso e habilidade em comunicar conceitos importantes como continuidade, ritmo de trabalho e folgas às equipes de produção como também informações relacionadas às durações de atividades, interferências entre equipes, e local de trabalho. A LB para o empreendimento foi desenvolvida usando-se MS Excel<sup>®</sup>. Também de modo a assegurar um fluxo contínuo de trabalho, os gerentes analisaram o tempo de entrega (*lead time*) dos fornecedores e definiram os tempos necessários para aquisição de materiais.

### 2.4 Comunicação dos planos, objetivos e incentivos

Outras ferramentas foram usadas para melhorar a comunicação dos planos para as equipes de produção, o investidor e os gerentes da construtora.

**Sistema de compras:** o sistema em MS Excel<sup>®</sup> que alertava o comprador sobre a necessidade de disparar o processo de compras. Com o uso de células coloridas, o sistema agia como um fornecedor de *kanbans* que puxava os materiais necessários à execução das tarefas de acordo com o que estava programado na LB. Se o comprador não iniciasse o processo de compra na data devida, o sistema mostrava a ocorrência do atraso e alterava as cores das

células correspondentes aos pedidos. O sistema auxiliava na manutenção da estabilidade da obra visto que as paradas por falta de recursos foram drasticamente diminuídas com o seu uso.

**Quadro Magnético:** consistia em um quadro metálico (0,78m x 0,50 m) com peças magnéticas que indicavam as equipes, a localização de equipamentos necessários à produção e as tarefas em execução marcadas na planta da obra (figura 2). O quadro era atualizado para refletir o estado real da obra e facilitava o acompanhamento da programação e a liberação de novas tarefas. O diretor e o investidor do projeto aprovaram a ideia porque eles visualizavam todas as equipes e as tarefas que estavam em andamento a qualquer momento.

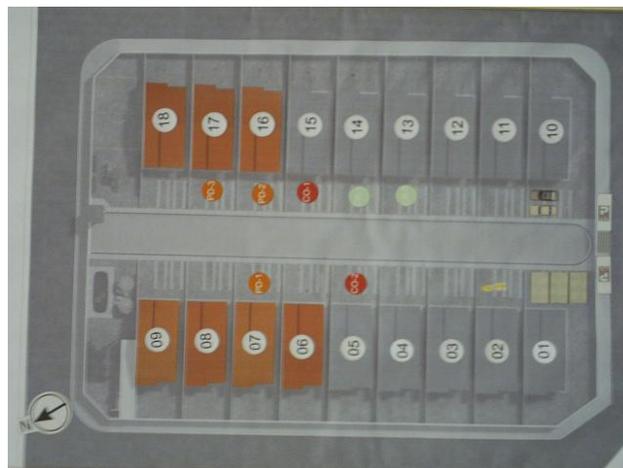


Figura 2 - Quadro magnético mostrando a posição das equipes (autoria própria, 2008)

**Cartões A4:** Cartões em frente das casas indicavam a tarefa que a ser feita por uma equipe específica, com a data de início e a data de término. Os cartões funcionavam como *kanbans* que puxavam o trabalho necessário para completar os serviços de cada casa e ajudavam ao gerente de obras na conferência da execução das tarefas programadas. Os cartões também aumentaram a transparência do sistema de programação para os trabalhadores. Nesta fase, eles tiveram um entendimento mais claro das metas que tinham que alcançar para cumprir o prazo de entrega do empreendimento.

**Sistema de Incentivo Profissional:** foi projetado um sistema de incentivos para que os trabalhadores se engajassem e dessem prosseguimento a

programação da obra. O sistema de incentivos recompensou trabalhadores que podiam terminar as tarefas mais cedo do que planejado. A cada meio dia economizado, o trabalhador recebia um cupom para participar em uma rifa com prêmios ao término da obra. As equipes mais esforçadas eram recompensadas com mais chances de ganhar os prêmios.

## **2.5 Logística**

Para alcançar um fluxo contínuo de trabalho, reduzir tempos de *set-up* e evitar paradas por falta de material, todos os materiais necessários para completar um serviço eram colocados nos postos de trabalho antes do começo de cada serviço. Em alguns casos, *kits* de materiais foram preparados para eliminar desperdícios relacionados à procura de material e partes perdidas.

## **3. Discussão dos resultados**

Após a implantação dos conceitos *Lean*, o projeto alcançou um fluxo de trabalho mais estável; o número de pedidos de recursos emergenciais diminuiu drasticamente; a obra foi finalizada com um mês de antecedência e permitiu ao investidor recuperar o investimento mais cedo do que o esperado. Além dos dados qualitativos, foram também coletados números para provar a eficiência dos novos conceitos e das novas ferramentas usadas pela construtora.

### **3.1 Taxas de produtividade**

A duração original do projeto foi definida pelo diretor para 10 meses, após a construção da primeira casa a duração foi revisada para 8 meses. Depois que o diretor decidiu implantar conceitos *Lean*, o time de administração do empreendimento revisou a duração de projeto mais uma vez. Para colocar essa duração em prática desenvolveu-se a programação da obra empregando-se o método da Linha de Balanço que definiu a conclusão da obra em 7 meses. A nova duração representou uma diminuição de 12,5% do tempo quando comparada à duração alcançada para a primeira casa (8 meses) e 30% quando

comparada à duração original (10 meses) definida com base na experiência do dono da construtora.

A tabela 1 mostra uma comparação de produtividades diárias para as principais atividades necessárias para completar uma casa (unidade base). As produtividades indicadas a conclusão em 8 meses (coluna C) foram coletadas na execução da primeira casa. As produtividades indicadas para a conclusão em 7 meses (coluna D) foram obtidas após o término das 17 casas de acordo com o que foi programado na linha de balanço. A melhoria das produtividades (coluna E) apresentadas representa uma média de 15,7% de ganho de produtividade quando observa-se os ganhos obtidos em todas as atividades indicadas.

Atividades (A)	Unidade (B)	Produtividades		Melhoria na produtividade (E)
		8 meses (C)	7 meses (D)	
Escavações	m3 / homem / dia	13,13	15,00	14,2%
Alvenaria de pedra	m3 / homem / dia	3,85	4,50	16,9%
Alvenaria de tijolo 1 vez	m2 / homem / dia	8,47	10,00	18,1%
Laje treliçada	m2 / homem / dia	15,09	17,50	16,0%
Concreto armado (25 Mpa)	m3 / homem / dia	4,38	5,00	14,2%
Alvenaria de tijolo ½ vez	m2 / homem / dia	10,50	12,00	14,3%
Chapisco	m2 / homem / dia	71,63	82,00	14,5%
Reboco	m2 / homem / dia	13,78	16,00	16,1%
Emboço	m2 / homem / dia	12,64	15,00	18,7%
Acabamentos	m2 / homem / dia	10,56	12,00	13,6%
Pintura	m2 / homem / dia	16,33	19,00	16,4%

Tabela 1 – Produtividades obtidas para 8 meses e 7 meses e os ganhos resultantes (autoria própria, 2008)

### 3.2 Outros indicadores

Foram coletados outros indicadores para comparar e contrastar essa obra com outras da construtora. A lista apresenta os seguintes indicadores:

- a) Ritmo de atividade - comparação do ritmo real de uma atividade com o

ritmo programado indicado na linha de balanço. Aproximadamente 85% das tarefas foram iniciadas conforme planejado, os outros 15% começaram atrasadas devido a atrasos do fornecedor (portas e janelas) e pintura (devido à chuva). O aumento no ritmo de produção das atividades, provavelmente, é resultado do efeito aprendizagem e do sistema de incentivos que recompensou os trabalhadores.

- b) Atividades terminadas no tempo programado - aproximadamente 15% das atividades foram terminadas como programado e 80% delas foram finalizadas antes do tempo previsto. A única atividade que terminou atrasada foi a pintura devido a chuva.
- c) Paradas de trabalho - antes do sistema de compras ser implantado, os trabalhadores paravam freqüentemente por falta de material. Aproximadamente 10% dos pedidos de compra estavam atrasados ou continham informação erradas que resultavam em falta de materiais na obra. A porcentagem de pedidos atrasados/errados foi reduzida para perto de zero depois que o sistema de compras foi implantado;

#### **4. Conclusão**

O artigo apresentou a implantação de conceitos relativos ao Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) por uma construtora de pequeno porte de Fortaleza. Os autores compartilharam a experiência para que outras construtoras, independente do tamanho, também se motivem a alcançar os ganhos proporcionados pela aplicação dos conceitos supracitados à construção. Os gerentes do empreendimento e o investidor perceberam a importância de proteger a produção contra variações e organizar os fluxos físicos no local como um dos meios para reduzir as atividades que não agregam valor ao produto final e alongam o seu tempo de conclusão. As iniciativas aumentaram a produtividade (média de 15%) e reduziram a duração de projeto (de 8 para 7 meses). Por fim, um sistema de incentivos para motivar os trabalhadores para alcançar as metas teve sucesso, pois os trabalhadores responderam aos desafios colocados pela administração da obra.

## Referências

ALVES, T.C.L.; BARROS NETO, J.P.; HEINECK, L. F. M.; AZEVEDO, A.K.S. . **Sistemas de remuneração e incentivos da mão-de-obra na construção civil e a implementação de novas filosofias de produção: um estudo exploratório.** In: I Encontro de Gestão de Pessoas e Relações de Trabalho, 2007, Natal. EnGPR 2007. Rio de Janeiro : ANPAD, 2007. P. 1-15.

APPLEBAUM, H.A. **Construction Management: traditional versus bureaucratic methods.** *Anthropological Quarterly*, Vol. 55, No. 4., p. 224-234, Oct.1982

BALLARD, G. & HOWELL, G. **Shielding production: an essential step in production control.** *ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, 124(1) 11-17, Jan/Feb issue, 1998

BALLARD, G., KOSKELA, L., HOWELL, G. & ZABELLE, T. **Production system design: work structuring revisited.** Lean Construction Institute White Paper #11 2001

KOSKELA, L. (1992) **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, CIFE, 1992. Technical Report# 72. 75p

LAUFER, A.; TUCKER, R.L. **Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process.** *Construction Management and Economics*, 5, p. 243-266, 1987

OHNO, T. **Toyota Production System: beyond Large-Scale Production.** Productivity Press: Cambridge, Mass. 142p, 1988

THE LEAN ENTERPRISE INSTITUTE **Lean Lexicon: a Graphical Glossary for Lean Thinkers.** Version 1.0, January 2003. The Lean Enterprise Institute: Brookline, MA. 98p, 2003

## AUTORIA

Nome completo: Bruno Pontes Mota

Filiação institucional: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento: NORIE – Núcleo Orientado para Inovação da Edificação

Função ou cargo ocupado: Mestrando

Endereço completo para correspondência: Avenida Osvaldo Aranha, 550 – apartamento 215 - Bom fim – 900.35-190 - Porto Alegre, RS, Brasil

Telefones para contato: (51) 34062100 – (51) 82263296

e-mail: brunopmota@yahoo.com.br