Princípios do *Lean Construction*: Um Estudo de Caso Numa Fábrica de Blocos para Pavimentação



[1] Gleison de Sousa Amorim; [2] Rommel Sousa da Silva; [2] Jaison Homero Knoblauch de Oliveira
[1] Faculdade de Tecnologia Senai Blumenau; [2] Unisociesc

RESUMO
A filosofia lean vem sendo utilizada por empresas de diversos setores devido às exigências competitivas do mercado na incansável busca por novos modos de produção que tragam melhoria em seus processos e aumento da produtividade. Este artigo objetiva descrever os princípios do LC que guiam e auxiliam na gestão de processo numa fábrica de pré-moldados do Vala do Itajaí, SC. utilizou-se da pesquisa exploratória. Quanto a abordagem, caracteriza-se como qualitativa e quantitativa. Já a natureza é básica. Como estratégia de pesquisa adotou-se o estudo por meio de coleta de dados utilizando-se de observação direta, registros fotográficos e entrevistas informais. O estudo foi desenvolvido dentro de uma fábrica de blocos para pavimentação, em especial, de calçadas. Os resultados descrevem que de acordo com os dados disponibilizados nesta pesquisa os princípios do LC estão sendo seguidos pela empresa, ainda que não seja em sua totalidade. Considerando o resultado obtido com a pesquisa, verifica-se que há muitas oportunidades na empresa estudada em relação ao LC.

Palavras chave: Pavimentação, Produção enxuta, Redução de perdas

ABSTRACT
Lean philosophy has been used by companies in many industries due to the competitive demands of the market in the relentless pursuit of new modes of production that bring improvement in their processes and increase productivity. This article aims to describe the LC principles that guide and assist in process management in a Valja do Itajaí, SC precasting plant. Exploratory research. As for the approach, it is characterized as qualitative and quantitative. Nature is basic. As a research strategy, the study was adopted through data collection using direct observation, photographic records and informal interviews. The study was developed within a block factory for paving, especially sidewalks. The results describe that according to the data made available in this research the principles of LC are being followed by the company, although not in its entirety. Considering the result obtained with the research, it is verified that there are many opportunities in the company studied in relation to LC.

Key Words: Paving, Lean production, Loss reduction

1. INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil não tem controle adequado na geração de desperdícios em seu processo de *input* e *output*, tornando-se um desafio para

pesquisadores no sentido de adaptar conceitos do *lean production* – LP a seus procedimentos produtivos.

Marinho *et al.* (2016) descrevem que no setor da construção civil, busca-se novas formas para aprimorar o gerenciamento e a execução das obras, principalmente tendo como base os desperdícios inerentes e a intensa competição entre as empresas do gênero.

Nesse contexto, o *lean construction* – LC, surge como uma nova filosofia de gestão de produção voltada a construção civil, que tem sua origem adaptada do Sistema Toyota de Produção - STP, que mudou a forma de planejar e de construir por meio de fluxos de processos (SENAI, 2013).

Defensores do LC, descrevem que essa metodologia pode adicionar um fluxo em série com uma produção puxada, esforçando-se para o aperfeiçoamento contínuo, promovendo a eliminação do desperdício e atividades que não agregam valor (PAVEZ; GONZÁLEZ; ALARCÓN, 2015). Com isso, a pesquisa objetiva descrever os princípios do LC que guiam e auxiliam na gestão de processo numa fábrica de pré-moldados do Vala do Itajaí, SC.

2. *LEAN PRODUCTION* E *LEAN CONSTRUCTION*

O LP se originou na fabricação de automóveis, porém pode ser aplicado em diversos setores como: serviços, comércio e setor público (SUÁREZ-BARRAZA; SMITH; DAHLGAARD-PARK, 2012; THIRKELL; ASHMAN, 2014; SLOAN *et al*., 2014; PROCTER; RADNOR, 2014). Mesmo com esta expansão para novas áreas, o uso do pensamento LP ainda é pouco utilizado em alguns setores que teriam utilidade, como a da construção civil, com o LC.

O LC prioriza eliminar as atividades que consomem recursos e não agregam valor, como: excesso de produção, estoque, defeitos, processamento desnecessário, espera, inspeção e transporte (SILVEIRA; MANO, 2016).

Existem lacunas no planejamento global e sistema de agendamento na construção civil (BHARGAV, *et al*., 2015). Sem a introdução do LC na produção da construção civil, provoca-se desperdício como: transporte, estocagem, movimentos de espera, superprodução, processamento e defeitos (SUDAR, *et. al*., 2014).

Soibelman e Kim (2002), destacam que a integração e a troca de informações entre os diversos sistemas, setores e fontes de informação organizacionais são fundamentais para o processo eficiente, gestão em ambiente fragmentado e dinâmico, tais como a construção civil.

Koskela (1992), ressalta na sua proposta inserido no conceito de LP no novo cenário construtivo, 11 premissas que têm como ponto de partida os principais valores necessários de integração na conversão e fluxos de valores, como: redução das parcelas das atividades que não agregam valor; aumentar os valores de saída por meio das considerações sistemáticas dos requisitos das necessidades do cliente; redução da variabilidade; redução do tempo de ciclo; simplificação por meio da minimização do número de passos, etapas, peças e ligações; aumentar a flexibilidade de saída; aumentar a transparência do processo; foco no controle do processo como um todo; construção da melhoria contínua no processo; balanceamento entre a melhoria do fluxo e a melhoria das conversões; *benchmarking*.

2. METODOLOGIA

Como método para desenvolvimento do trabalho e alcance do objetivo que é estudar o caso de uma fábrica de blocos de concreto para pavimentação de calçada, buscando descrever os princípios do LC, utilizou-se da pesquisa exploratória, proporcionando maior familiaridade com o tema. Quanto a abordagem, caracteriza-se como qualitativa e quantitativa. Já a natureza é básica.

Como estratégia de pesquisa adotou-se o estudo por meio de coleta de dados utilizando-se de observação direta, registros fotográficos e entrevistas informais. O campo de aplicação da pesquisa foi uma indústria do setor de pré-moldados localizada no Vale do Itajaí, SC.

4. APRESENTAÇÃO DAS PRÁTICAS ENXUTAS

Os pisos em bloco são revestimentos feitos de concreto, que não impermeabilizam o solo, possibilitando com que a água drene e não escoe sobre a superfície, ajudando assim todo o sistema de coleta de águas de chuvas, não sobrecarregando as tubulações. O bloco de concreto é um revestimento que permite várias formas de montagem. Este produto permite a realização da pavimentação com praticidade e agrega valor com sua estética.

Os blocos de concreto podem ser utilizados em áreas externas residenciais, comerciais e industriais, tais como, estacionamentos, praças, áreas de convivência, *decks*, ruas e calçadas. A Figura 1 apresenta as formas e dimensões dos blocos disponíveis no mercado.



FIGURA 1: BLOCOS DE CONCRETOS
FONTE: AUTORES (2017)

Estes blocos também podem ser encontrados em diferentes padrões de cor, conforme a Figura 2.

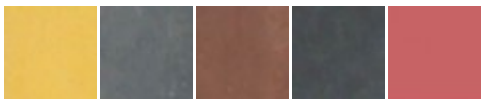


FIGURA 2: PADRÕES DE COR
FONTE: AUTORES (2017)

O bloco de concreto é um pavimento Inter travado com formas de aceitabilidade atraente no mercado. Deve possuir resistência que permita ser utilizado para finalidade proposta, seguindo as NBR 9780 e 9781 (ABNT, 1987). Estas normas fixam as condições exigíveis para aceitação de peças pré-moldadas de concreto, destinadas à pavimentação de vias urbanas, pátios de estacionamento e similares. Entre esses elementos tem-se:

Bloco de concreto leve de 4 cm (espessura) recomendado para áreas de tráfego de pedestres, como calçadas, quintais, etc. Bloco de concreto médio de 6 cm (espessura) recomendado para áreas de tráfego de automóveis, garagens, estacionamentos, etc. Bloco de concreto pesado de 8 ou 10 cm (espessura) recomendado para áreas de tráfegos de veículos de carga pesada: acesso a indústria, postos de combustíveis, estacionamentos, etc.

Como características relevantes dos blocos de concreto podem ser mencionadas: as dimensões das peças, com largura mínima de 100 mm (tolerância de 3,0 mm), comprimento máximo de 400 mm (tolerância de 3,0 mm), espessura mínima de 60 mm (tolerância de 5,0 mm) e a resistência de 35 MPa para tráfego leve a moderado e mínima de 50 MPa para tráfego pesado.

O lote para controle de recebimento é formado por até 1.600 m², do qual devem ser retiradas amostras de 6 peças para até 300 m² e uma peça para cada 50 m².

Caso sejam identificados mais de 5% de peças defeituosas na inspeção visual, ou as amostras não atendam às exigências dimensionais e de resistência, o lote deve ser rejeitado, gerando assim desperdícios e consequente aumento de custo, com isso utiliza-se a redução de atividades que não agregam valor.

Definindo um plano de produção claro, a organização pode iniciar a implementação de um sistema de fabricação. O plano de produção gerado pelo agendamento entre contratante e contratado para entrega do produto em data pré-definida leva em consideração o estoque de insumos e a própria linha de produção. Verifica a demanda interna e a capacidade necessária para suprir o pedido do cliente; decide a ordem de serviço, alocação de recursos e gerencia a fila de solicitação de produção. Com isso busca-se reduzir o tempo de ciclo. A Figura 3 ilustra Setor de gestão e agendamento e monitoramento da produção via *software*.

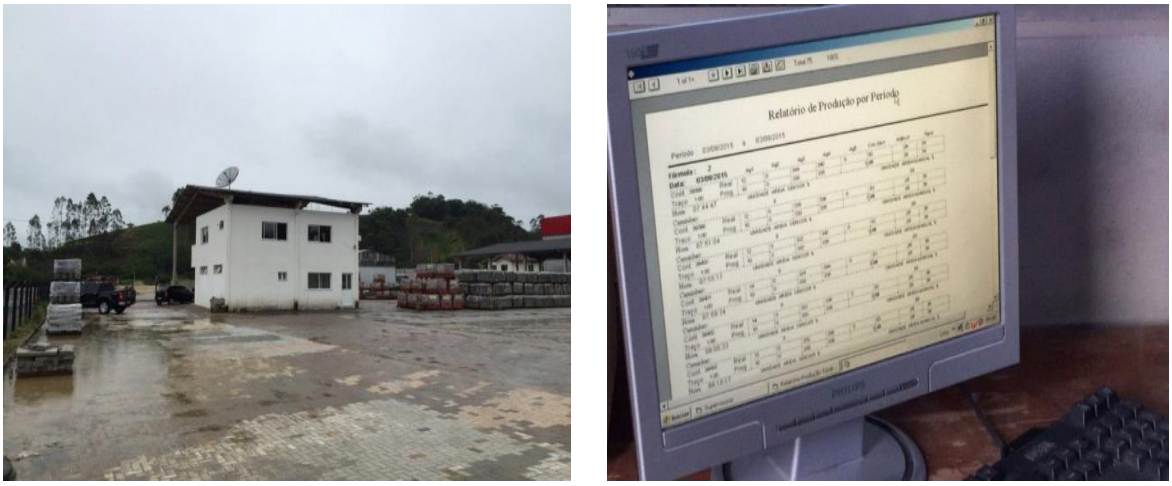


FIGURA 3: SETOR DE GESTÃO E AGENDAMENTO E MONITORAMENTO DA PRODUÇÃO VIA *SOFTWARE*
FONTE: AUTORES (2017)

O acompanhamento do mapa do fluxo de valor – MFV, coordena as atividades realizadas pelo fabricante para entregar produtos aos clientes, gerado pelo *software*, que acusa em seu monitoramento o relatório de produção, informando qual lote foi produzindo, o caminhão que realizará a entrega, o consumo e os tipos de insumos (agregados, cimento, aditivo e água) relacionados no traço do bloco de concreto, específico para o pedido do cliente, e com controle de qualidade na aferição da umidade da areia, realizada pelo sensor da máquina e manualmente pelo operário. Assim busca-se simplificar e minimizar o número de passos e partes.

Por meio do *takt time* que se referência o gerenciamento é executado pelo colaborador do setor de produção no recebimento do agendamento, repassando a informação para produção. A Figura 4 ilustra a estão da produção com agendamento e armazenagem dos agregados em baias.



FIGURA 4: GESTÃO DA PRODUÇÃO COM AGENDAMENTO E ARMAZENAGEM DOS AGREGADOS EM BAIAS
FONTE: AUTORES (2017)

Com o *takt time* todos os processos são identificados desde o MFV, e a diferença entre a capacidade e a demanda é calculada, observando se há lacuna em relação ao plano de implementação enxuta, que é executado desde a aquisição dos insumos.

A aquisição dos insumos no tempo certo e na quantidade certa é alocado de maneira selecionada, dividindo inicialmente os agregados do tipo 01, 02, 03, 04 e 05 em baias. Em seguida, os materiais são destinados aos reservatórios de pesagem do agregado. A Figura 5 ilustra a pesagem dos agregados e misturador.

Os agregados após a pesagem passam até o silo para mistura homogênea, em seguida são transferidos para a etapa de acréscimo do cimento, aditivos e água no misturador. Em seguida uma esteira levará a massa para o setor prensagem, onde ocorrerá a forma final.

Esta etapa também auxiliará na diminuição dos vazios, o que visa garantir maior resistência ao bloco de concreto; a mesma máquina processa e destina a formação do empilhamento, respeitando a altura e quantidade de bloco por pilhagem, seguindo para a cura. A Figura 5 ilustra as máquinas de formar as pilhas e a de prensar e empilhar.

Após seguir com a cura do concreto, os blocos são levados para o pátio no qual são identificados e embalados para destinação ao cliente, facilitando a movimentação de entrega do produto.



FIGURA 5: MÁQUINA QUE FORMA AS PILHAS E PRENSAGEM E EMPILHAMENTO
FONTE: AUTORES (2017)

Nesta última etapa a cura é do tipo normal, no qual a idade de ruptura do corpo de prova é a prevista no plano da obra (j dias). Sendo o corpo de prova o elemento que será analisado e testado a cada lote produzido, as peças representativas do lote amostrado devem estar nas condições de saturação de água, as superfícies de carregamento capeadas com argamassa de enxofre ou similar, com espessura inferior a 3 mm, o resultado da resistência a compressão (em MPa), obtida dividindo-se a carga de ruptura (em N) pela área de carregamento (em mm²), multiplicando-se o resultado pelo fator “p”, função da altura da peça, a fim de aferir sua qualidade em acordo com a norma vigente; normalmente a idade ótima para ruptura e verificação da resistência mecânica é de 28 dias. É permitida a avaliação prévia da resistência com idade menor, desde que se tenha determinado a relação entre as resistências nessa idade e na idade prevista, usando-se de preferência a idade de sete dias para cura normal e um dia para cura térmica, NBR 5738 (ABNT, 2003).

5. CONCLUSÃO

Concluiu-se que o objetivo da pesquisa foi atingido, sendo descrito os princípios do LC que guiam e auxiliam na gestão de processo numa fábrica de pré-moldados do Vala do Itajaí, SC, verifica-se ainda que de acordo com os dados disponibilizados nesta pesquisa os princípios do LC estão sendo seguidos pela empresa, ainda que não seja em sua totalidade.

Considerando o resultado obtido com a pesquisa, verifica-se que há muitas oportunidades na empresa estudada e mesmo sendo o estudo limitado a aplicação em apenas uma empresa, tem-se como ponto a destacar que a fábrica de pré-moldados

estudada de pequeno porte tem potencial para a utilização completa dos princípios da LC. O estudo ainda pode contribuir para que outras empresas conheçam os princípios LC e passem a utilizar na melhoria continua de seu processo de gestão.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova - procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9780: Peças de Concreto para Pavimentação – Determinação da Resistência à Compressão – Método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 9781: Peças de Concreto para Pavimentação – Especificação. Rio de Janeiro, 1987.

BHARGAV, D *et al*. ***Suggestions to Improve Lean Construction Planning****. Proceedings of the 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Perth, Austrália, p. 29-31, July, 2015.

KOSKELA, L. ***Application of the new Production Philosophy in Construction****. Stanford.* Technical Report, n. 72, Center of Integrated Facility Engineering, (CIFE), 1992.

MARINHO, J. S *et al*. ***Análise da aplicação dos princípios da construção enxuta em uma construtora de João pessoa – PB***. ENEGEP: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

PAVEZ, I.; GONZÁLEZ, V.; ALARCÓN, L. F. ***Integral vision****: a novel approach to improve the effectiveness of lean construction theory and practice*. Annual Conference of the International Group for Lean Construction, p. 267-280, 2015.

PROCTER, S.; RADNOR, Z. ***Team working under lean in UK public services****: Lean teams and team targets in Her Majesty's Revenue & Customs (HMRC)*. The International Journal of Human Resource Management, v. 25, n. 21, p. 2978–2995, 2014.

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Planejamento e gestão da produção: módulo específicos III- Série construção civil. Departamento Regional da Bahia- Brasília: Senai/DN. 2013.

SILVEIRA, L. P.; MANO, A. P. ***Identificação das práticas de construção enxuta em cinco empresas do sul da Bahia***. Journal of lean systems, 2016, v. 1, n, 1, p. 17-30, 2016.

SOIBELMAN, L.; KIM, H. ***Data preparation process for construction knowledge generation through knowledge discovery in databases***. Journal of Computing in Civil Engineering, v. 16, n. 1, p. 39-48, 2002.

SLOAN, T *et al*. ***Lean in healthcare – history and recent developments***. Journal of Health Organization and Management, v. 28, n. 2. p. 127–134, 2014.

SUÁREZ-BARRAZA, M. F.; SMITH, T.; DAHLGAARD-PARK, S. M. ***Lean service: a literature analysis and classification***. Total Quality Management & Business Excellence, v. 23, n. 3–4, p. 359–380, 2012.

SUNDAR, R *et al*. ***A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques***. Procedia Engineering, v. 97, p. 1875-1885, 2014.

THIRKELL, E.; ASHMAN I. ***Lean towards learning****: Connecting lean thinking and human resource management in UK higher education*. The International Journal of Human Resource Management, v. 25, n. 21, p. 2957–2977, 2014.