



## Como a *Lean Construction* Pode Ser Utilizada Como Ferramenta Integradora da Gestão de Produção e de Prevenção de Acidentes em Obras Civas

Welton Raio de Assunção<sup>1</sup>, Gyselle Maciel de Almeida<sup>2</sup>, Wildemberg Raiol de Assunção<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Belém

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA) – Campus Breves

{wra\_engenharia@yahoo.com.br, gyselle.almeida@ifpa.edu.br,  
eng.wildemberg@gmail.com}

**Abstract.** *The civil construction industry is one of the largest sectors that employ the most workers in Brazil, but it also represents one of the sectors with the highest number of occupational accidents of the most varied types. In part, this reality is the result of a policy adopted by most companies in the industry, which prioritize the production process, leaving the aspects of accident prevention in the background, which ends up directly impacting the deadlines and costs of the final product, in addition to indirectly reach public coffers, which, through social security benefits, invest large sums of money to reintegrate workers into the market. In this scenario, the philosophy of Lean construction could function as a management tool, serving as a link between the planning that takes place in the production process and the measures that ensure the health and safety of the worker. This article aims to contemplate the principles of Lean philosophy applied to civil construction and to analyze what benefits it can bring when used in conjunction with accident prevention. Research has shown that the inclusion of lean philosophy improves both productivity and the inclusion of mechanisms to protect workers' health.*

**Resumo.** *O Indústria da construção civil se constitui em um dos maiores setores que mais empregam trabalhadores no Brasil, mas também representa um dos setores onde mais ocorrem acidentes laborais dos mais variados tipos. Em parte, essa realidade é fruto de uma política adotada pela maioria das empresas do ramo, que priorizar o processo produtivo, deixando em segundo plano os aspectos da prevenção de acidentes, o que acaba impactando diretamente nos prazos e custos do produto final, além de atingir indiretamente os cofres públicos, que através dos benefícios previdenciários, investe grandes somas de dinheiro para a reintegração do trabalhador ao mercado. Neste cenário, a filosofia da Lean construction poderia funcionar como uma ferramenta de gestão, servindo de ponto de ligação entre o planejamento que ocorre no processo produtivo e das medidas que assegurem a saúde e segurança do trabalhador. Este artigo objetiva contempla os princípios da filosofia Lean aplicadas a construção civil e analisar quais benefícios ele poderá trazer ao ser utilizada em conjunto com a prevenção de acidentes. A pesquisa mostrou que a inclusão da filosofia lean traz melhorias tanto na produtividade quanto da inclusão de mecanismos de proteção da saúde do trabalhador.*



## 1. Introdução

A indústria da construção civil constitui um dos maiores setores econômicos do Brasil, responsável ainda por absorver uma grande soma de trabalhadores, onde a gestão de produção possui papel fundamental no desempenho e sucesso dos empreendimentos. Devido à grande incidência dos mais variados tipos de acidentes, faz-se necessário a implantação de ferramentas administrativas que incorporem ações produtivas e de segurança e saúde do trabalho (SST).

Conforme afirmam Krüger e Coelho (2006), a construção civil detém os piores índices no que tange aos acidentes de trabalho, devendo qualquer ação na direção de minimizar os fatores que provoquem e gerem os riscos e que venham causar maior conforto, saúde e segurança ao trabalhador devem ser apreciáveis.

A principal norma que regulariza os critérios mínimos de segurança, destinados aos trabalhadores da construção no Brasil, é a NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), que estabelece a confecção de um plano voltado a preservar a segurança e saúde do trabalhador, o Plano de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), que muitas vezes é produzido somente com o intuito de evitar multas, sem efetiva aplicação prática no que concerne à segurança, por apresentar limitações gerenciais

Segundo Saurin, Formoso e Guimarães (2002), as principais limitações do PCMAT são: falta de integração à outros planos e rotinas cotidianas no ambiente de trabalho; ser geralmente realizado por profissionais externos sem participação dos administradores da obra; falta de atualização do plano com dados novos e atualizados, principalmente pela falta de controle formal na implantação; geralmente enfatiza o uso da equipamentos de proteção individual (EPI) em detrimento a outras medidas gerenciais, não havendo a tendência de eliminar a origem de geração do risco.

Nesse contexto, a *Lean construction* pode se apresentada como uma das ferramentas mais utilizadas na atualidade, no que diz respeito ao gerenciamento de produção, e que pode atuar como ponto de encontro entre ações de cunho executivo e de gestão de segurança. Este trabalho tem por objetivo evidenciar como as diretrizes utilizadas na filosofia *Lean* podem ser utilizadas para alcança um plano de controle de obra, que contemple não somente o fator produtivo, mas que também englobe os fatores de riscos ambientais que os trabalhadores do setor estão submetidos.

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2017), a cada 48 segundos um acidente de trabalho é registrado no Brasil, considerando o período de 2012 até 2017. Neste mesmo período, o custo da previdência foi de R\$26.235.501,489 com benefícios acidentários (auxílio-doença, aposentadoria por invalidez, pensão por morte e auxílio-acidente).

Ainda com base nos dados da OIT, o estado do Pará possui o maior número de registros de acidente do tipo B91 (que tange benefício previdenciário acidentário, concedido ao trabalhador que sofra um acidente ou tenha sido acometido de uma doença considerada como ocupacional). Este fato tem como maior índice a atividade de construção de edifícios, intimamente ligada ao setor da construção civil.

No Pará, também conforme dados da OIT, no ramo da construção civil mais de 60% dos benefícios previdenciários são afastamento por acidentes; e em torno de 37% são de afastamentos por doenças oriundas da atividade laboral.



O processo de concepção de uma obra geralmente não inclui em seu escopo itens relacionados à segurança e prevenção de acidentes dos ambientes laborais dos trabalhadores do setor. Apesar dos dispêndios financeiros e sociais associados aos acidentes já reconhecidamente evidenciados em pesquisas governamentais e na literatura especializada, ainda não há uma tendência de integralização da gestão de produção e da segurança do trabalho, tendo empresas limitando-se unicamente em estar em conformidade com o cumprimento da legislação vigente (Saurin, Formoso e Guimarães, 2002).

Portanto esta pesquisa é relevante no sentido de gerar conhecimento acerca de um tema preocupante para o poder público, como os acidentes de trabalho, que geram altos custos para a previdência social e tem como consequência um impacto em toda sociedade.

O objetivo da presente pesquisa foi de mostrar aplicabilidade dos princípios da filosofia *Lean construction* como ferramenta efetiva na integralização das gestões de produção e de prevenção de acidentes na construção civil. A pesquisa foi realizada através de elaboração de pesquisa bibliográfica no âmbito das técnicas da *Lean construction*, com foco no planejamento e controle de produção e na prevenção de acidentes no setor da construção civil, a identificar nos princípios da filosofia *Lean* os que notadamente aplicam-se para a prevenção de acidentes na construção civil, além de discursar de que forma os pontos identificados da *Lean* que convergem com os princípios de prevenção de acidentes podem ser efetivamente aplicados ao setor e quais benefícios a utilização poderá trazer tanto na vertente produtiva como na de prevenção.

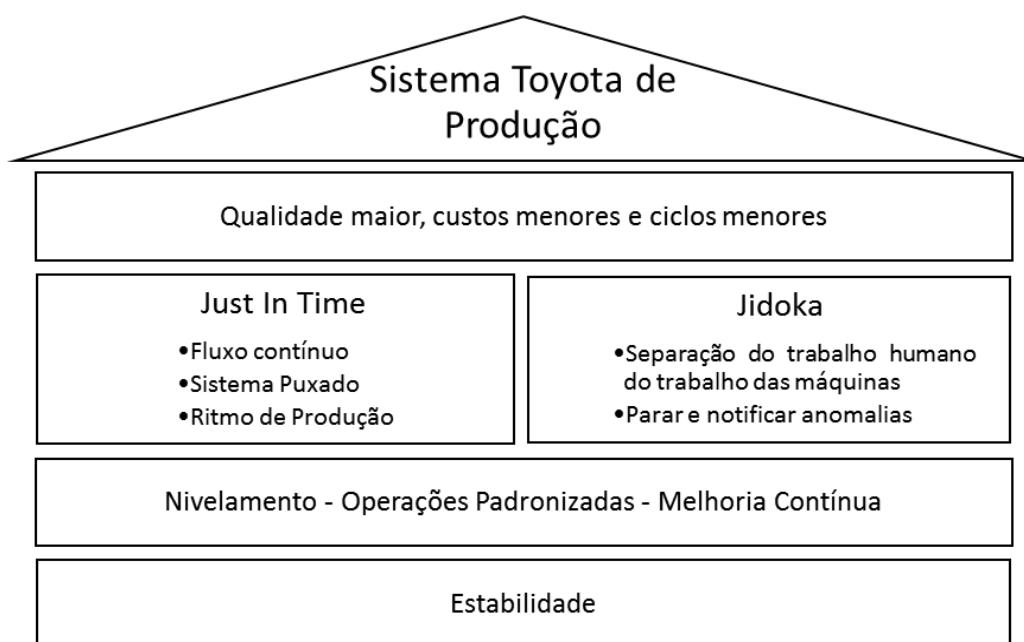
## 2. A Filosofia *Lean*

A filosofia *Lean production*, em tradução livre “produção enxuta” é uma forma de gestão de processo que têm por objetivo aumentar a qualidade e eficiência, através da minimização ou eliminação de toda forma de desperdício identificada na cadeia produtiva. No período após a primeira guerra mundial, os processos sofreram uma transição da manufatura para produção industrial em massa, iniciado por Alfred Sloan, da General Motors, e Henry Ford, no entanto, surgiu uma nova necessidade de mercado que o método teve dificuldade de atender com eficiência, a busca por variedade de produtos com qualidade assegurada (Pacheco, 2014).

Ao término da segunda guerra, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, introduziram um novo paradigma de gestão de produção, o Toyota Production System (Sistema Toyota de Produção – STP), que tinha como principal objetivo a redução do desperdício, agregando valor ao cliente, e simultaneamente melhorando a produtividade. A *Lean production*, baseia-se no STP e fundamenta-se em dois pilares de sustentabilidade: *Just in time* (JIT) e *Jidoka* (Pacheco, 2014).

De acordo com Nunes (2010), define-se o *Just in time* como uma técnica de gestão que têm por foco produzir a produto certo, na quantidade certa e no momento adequado, que atenda ao cliente, sendo o sucesso desse tipo de gestão dependente de mão-de-obra motivada e multifuncional.

Nunes (2010), segue, discursando que o pilar *Jidoka* constitui na automatização do sistema, com participação humana, de modo que o mesmo possa identificar anomalias para que não ocorra a produção demasiada de peças defeituosas, nesse caso o conceito de gestão visual para identificação dos problemas é fundamental. Figura 1.



**Figura 1. A estrutura do STP, adaptado de Ohno (1988).**

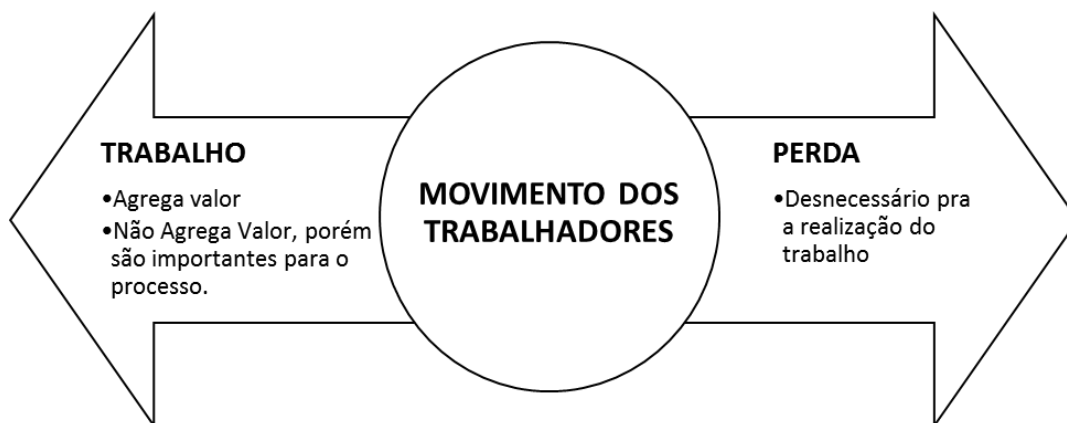
O STP assenta-se sobre o fundamento de estabilidade que estrutura topo o sistema, pois, apenas os sistemas estáveis podem ser padronizados, garantindo uma produção isenta de falhas (Jidoka) na quantidade e no momento certo (JIT) (Nunes, 2010). Segundo Womack e Jones (2003), após um curto período de aplicação da filosofia *Lean*, surgiu a discussão de como os seus preceitos poderiam ser empregados em outros ramos industriais, originando assim o termo *Lean thinking*, que se constitui em um sistema técnico-social que têm por objetivo a redução do desperdício e valorização do produto na linha produtiva. A evolução do STP para o *Lean thinking*, ocorreu através do acréscimo de dois novos pilares: gestão de materiais e serviços e satisfação do cliente.

Womack e Jones (2003), estabelecem em seu livro *Lean thinking*, os cinco princípios básicos do processo: (1) Valor, que é definido tomando o ponto de vista do consumidor final, devendo a empresa determinar e satisfazer as necessidades do cliente; (2) fluxo de valor, que consiste em identificar todas as atividades da cadeia produtiva, as que geram valor, as que não geram valor, porém são importantes e as que não geram valor e devem ser eliminadas; (3) fluxo contínuo dos processos, que procura evitar interrupções nas atividades que agregam valor e redução das que não agregam valor, (4) produção puxada pelo cliente, produzindo somente quando for requisitado, e pela demanda, evitando estoque elevados de produtos; (5) Perfeição, o principal princípio da *Lean*, consiste na sinergia dos princípios anteriores citados, de modo que o desperdício seja reduzido e um fluxo de valor agregado seja criado. Uma comparação entre a filosofia *Lean Thinking* e a *Lean construction* pode ser vista na Tabela 1.

**Tabela 1. Comparação entre os princípios *Lean Thinking* e *Lean Construction*, adaptado de Gonçalves (2009).**

Princípios <i>Lean Thinking</i> de Womack e Jones	Princípios de <i>Lean Construction</i> de Koskela
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar o valor do produto através da consideração dos requisitos dos clientes;</li> <li>• Reduzir o tempo de ciclo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadeia de Valor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;</li> <li>• Simplificar através da redução de passos, partes e ligações;</li> <li>• Focar o controle no Processo global;</li> <li>• Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzir a variabilidade;</li> <li>• Aumentar a transparência do processo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puxar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar a flexibilidade do resultado final.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfeição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzir melhoria contínua no processo;</li> <li>• Fazer <i>BenchMarking</i> (experiência anteriores).</li> </ul>

Segundo Ohno (1988), a identificação de desperdícios é um dos objetivos principais da *Lean*, pois permite uma melhoria contínua e conseqüentemente um aumento de qualidade e redução de custos. Existe um nível aceitável de perdas (perda inevitável) que só pode ser reduzido, através de uma mudança significativa na tecnologia empregada pela empresa. Logo, as perdas são classificadas em duas categorias: Perdas inevitáveis e evitáveis. Figura 2.



**Figura 2. Classificação dos Movimentos dos Trabalhadores, adaptado de Ohno (1988)**

Assim pode-se admitir que existe um nível aceitável de perdas (perdas inevitáveis ou natural), que é identificado quando o investimento para sua redução é maior que a economia gerada, e as perdas evitáveis, quando o custo da sua ocorrência é maior que de sua prevenção. As principais razões para a medição e controle de perdas na produção, consiste na visibilidade, controle, melhoria e motivação da equipe do processo produtivo Ohno (1988).

### 3. A Filosofia *Lean* Adaptada a Construção Civil: *A Lean Construction*

A indústria da construção possui um conjunto de fatores que tornam seu planejamento um tanto complexo quando comparado a indústrias em que a cadeia produtiva não sofre tanto transformações, sendo as suas principais razões a baixa produtividade e qualificação da mão-de-obra e condições inadequadas de trabalho Flanklin Jr. e Amaral (2008). Azevedo, Neto e Nunes (2010), discursam que a diferença básica entre o gerenciamento tradicional e a *Lean thinking* é conceitual, onde na visão tradicional da indústria, consiste na transformação de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), com seu macroprocesso, podendo ser subdivididos em unidades menores onde também são consideradas atividades de conversão, sendo a menor unidade nessa hierarquização de atividades denominada de operação. Figura 3.

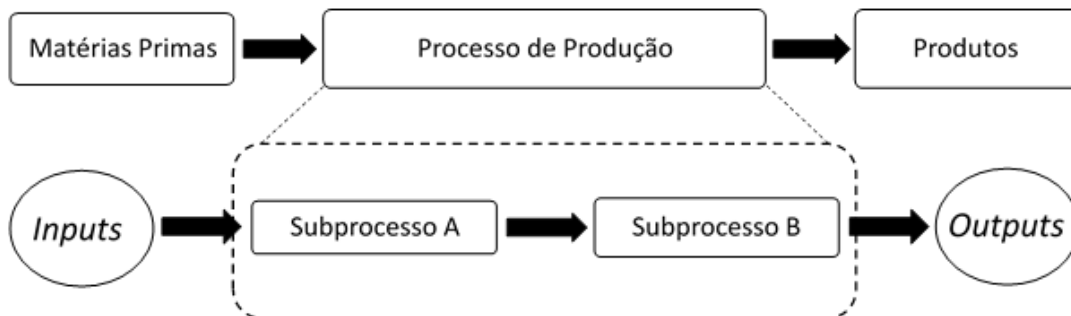


Figura 3. Modelo de Processo Tradicional, adaptado de Pinto (1989).

De acordo com Bhamu e Sangwan (2014), a *Lean construction* ou “construção enxuta”, que é a filosofia *Lean* aplicada a indústria da construção, adota um processo de controle onde o caminho, que vai da matéria prima ao produto final, assume uma sucessão de etapas de fluxo e atividades de conversão, constituído por atividades de transporte, espera, processamento ou conversão, e inspeção. Apesar das atividades de conversão serem as que agregam valor ao produto final, o gerenciamento das etapas de fluxo é fundamental para a melhoria dos índices de desempenho e melhoria do processo produtivo. Figura 4.

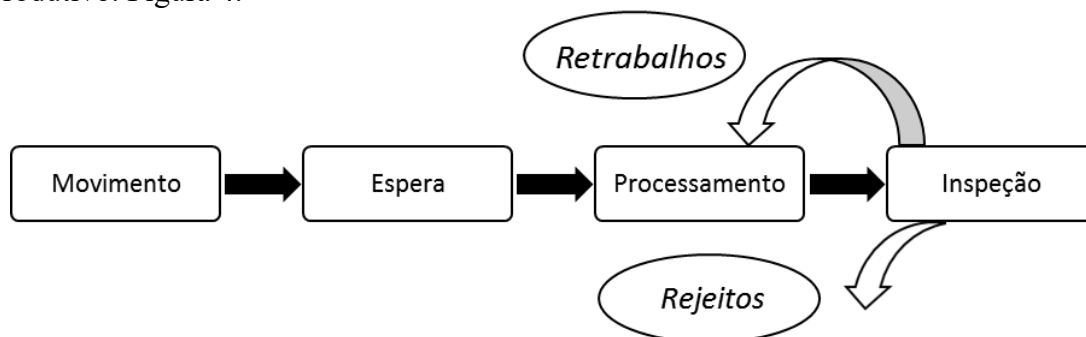


Figura 4. Modelo de Processo da Construção Enxuta, adaptado de Koskela (1992).

Para Howell (1999), a aplicabilidade dos preceitos à construção só é possível por meio da adaptação, para níveis mais generalizados, das características dessa indústria ao



método, tendo em vista que na indústria tradicional o trabalho ocorre em uma linha de produção estacionária, por onde o produto percorre, enquanto em obras civis o produto é estacionário com o fluxo de trabalho agindo ao seu redor.

Howell (1999) também afirma que, o processo exibido na Figura 2, não é aplicável somente a processos de produção de caráter físico, mas também a processos de natureza gerencial, tais como: planejamento e controle, suprimentos, projeto, etc. Neste caso ocorre o transporte, espera, processamento e inspeção de informações.

Além do fluxo materiais e informações, o fluxo de trabalho deve ser devidamente gerenciado. Esse fluxo de trabalho engloba o conjunto das atividades realizadas pelas equipes de trabalho no canteiro de obra, incluindo máquinas e pessoas. Ressalta-se que algumas operações podem estar fora do fluxo de materiais, como manutenção de máquinas, limpeza, etc. (Nunes, 2010).

Segundo Koskela (1992), os princípios fundamentais da *Lean Construction* são: (1) Reduzir a percentagem de atividades que não agregam valor; (2) Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes (internos e externo); (3) Reduzir a variabilidade; (4) Reduzir o tempo de ciclo (*Lead Time*); (5) Simplificar, através da redução de passos, partes e ligações; (6) Aumentar a flexibilidade do resultado final; (7) Aumentar a transparência dos processos; (8) Focar o controle do processo completo; (9) Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões; (10) Introduzir melhoria contínua no processo; (11) Fazer *benchmarking*. Tabela 2.

**Tabela 2. Comparação entre a gestão tradicional e a construção enxuta, adaptado de Peneirol (2007) (continua).**

Gestão tradicional da construção	Construção enxuta
<ul style="list-style-type: none"><li>• É esperado o acontecimento de mudanças e erros no projeto, na fase de construção.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Projeta-se o produto e processo de construção em conjunto, evitando-se erros e omissões.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Os gestores são os únicos responsáveis e com poder de decisão sobre o planejamento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Os gestores são os primeiros a planejar (processos e fases), e os encarregados e trabalhadores os últimos (as operações).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Assume-se que a redução de custos numa peça, reduzirá os custos de todo o projeto (o todo é a soma das partes).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O sistema é visto como um todo (o todo é maior que a soma de cada parte).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• A produção é pensada a nível local com o intuito de alcançar a eficiência global.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Empurra-se a produção para maior processamento do sistema, considerando ser a única forma de alcançar eficiência global.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• A gerência dos processos utilizando elementos que se referem à evolução dos custos de produção.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Os elementos de custos como um <i>input</i> (entrada), para o planejamento e controle das operações.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• É guiado pelo paradigma de retornos em termos de prazo-custos-qualidade, podendo um empreendimento possuir apenas dois deles, e não os três.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desvirtua-se o paradigma tempo-custo-qualidade, ao remover as fontes de desperdício nos processos de projeto-produção.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Não há o planejamento ou o controle das operações, não verificando-se os desvios de custos e de prazo, esperando-se os aparecimentos dos problemas para que haja uma reação de correção de rumo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Planeja-se e controla-se todas as operações e atividades de forma a prevenir que os indicadores não desviem dos prazos e custos.</li></ul>

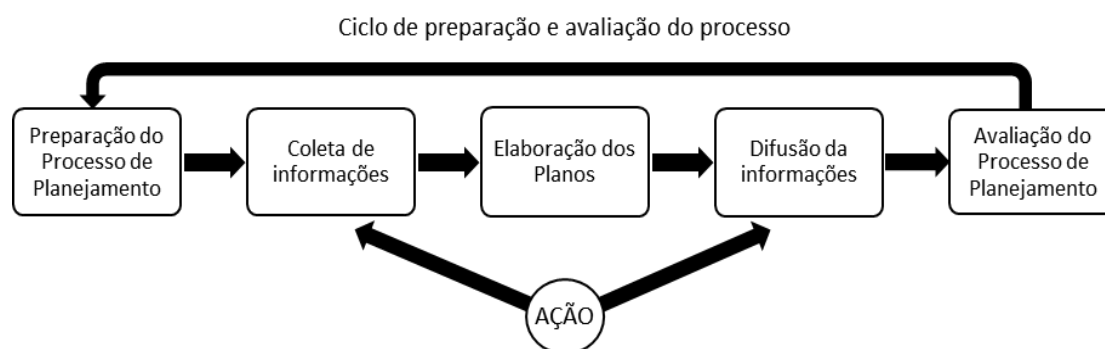
**Tabela 2. Comparação entre a gestão tradicional e a construção enxuta, adaptado de Peneiro (2007) (conclusão).**

Gestão tradicional da construção	Construção enxuta
<ul style="list-style-type: none"><li>Considerar-se fornecer valor ao cliente quando se maximize a performance em relação ao custo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Considera-se fornecer valor ao cliente quando o valor do produto, correspondendo as necessidades dos clientes, é aumentado, através da gestão do processo de valor de construção.</li></ul>

Na construção civil há muita divergência no que tange as perdas e como dimensioná-las. Com frequência, no geral as perdas na construção civil, são consideradas como todo o material, que sobra ao término de uma obra ou serviço. No entanto, essa conceituação não é adequada, devido ao seu caráter restritivo. Na construção enxuta, o conceito de perda está fortemente associado à noção de agregação de valor e não somente ao consumo de material. Assim as perdas são encarradas como o consumo de recurso de qualquer natureza, tais como materiais, mão de obra, equipamentos e capital, acima da quantidade mínima necessária para a realização do produto (Ohno, 1988).

O planejamento e controle da produção (PCP) pode ser conceituado como um processo de gestão de recursos, que envolve a definição de objetivos e a determinação de procedimentos a serem seguidos para atingi-los (Howell, 1999).

Segundo afirmam Laufer e Tucker (1987) e Bulhões (2009), o controle deve ser exercido segundo duas importantes dimensões: A eficiência e a eficácia do sistema. A eficiência consiste no consumo racional de recursos (material, equipamentos e mão de obra), sendo o seu valor medido pelos recursos utilizados e o valor do produto gerado. A eficácia é um conceito que se refere ao atendimento dos objetivos estabelecidos no planejamento, usualmente expressos na forma de prazos e da execução de diferentes etapas da obra. Figura 5.



**Figura 5. Ciclo de planejamento e controle, adaptado de Laufer e Tucker (1987).**

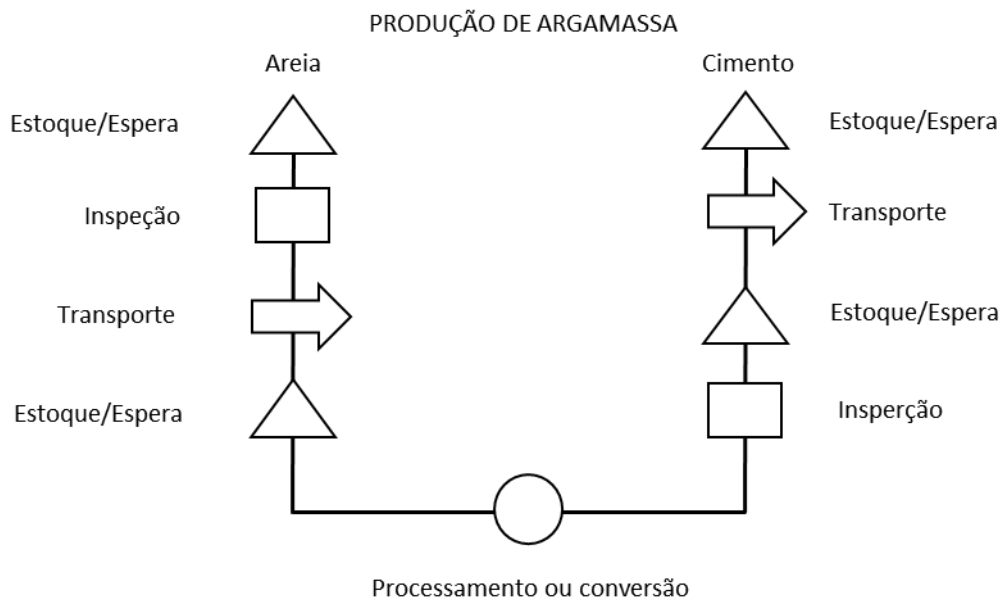
De acordo com Koskela e Ballard (2003), este processo é de grande importância na indústria da construção, principalmente pelo caráter único de seus produtos e pela elevada variabilidade existente em seus processos. Os autores resumiram os requisitos para um sistema de produção de construção da seguinte forma: (1) Um sistema de produção na construção deve ser concebido para cumprir os seguintes requisitos mínimos: entregar o produto, diminuir os desperdícios e maximizar o valor; (2) Todas as operações desde da concepção, produção e melhoria devem contribuir para o cumprimento desses requisitos; (3) As particularidades inerentes a indústria da construção devem ser tidas em



consideração para o cumprimento desses requisitos; (4) Todas as partes e aspectos do sistema de produção devem ser integrados: utilização das sinergias e equilíbrio dos aspectos contraditórios.

As ferramentas de controle de produção utilizadas na construção enxuta, podem ser agrupadas em dois grupos: (1) as ferramentas voltadas ao acompanhamento da produção, que caracterizam-se pelo seu uso periódico, em intervalos pré-definidos, permitindo a avaliação do desempenho ao longo do tempo, sendo seu principal objetivo identificar e evitar desvios e problemas e sua localização na escala de tempo; (2) ferramentas para avaliação e diagnóstico, que configuram-se como ferramentas de carácter descritivo e que são aplicáveis a processos que ocorrem no canteiro de obras (Bernades, 2001).

Entre as ferramentas de diagnóstico mais utilizadas, está o diagrama de processo, que se destinam a registrar a forma de como os processos são realizados ao longo da produção, entendendo-se como os fluxos de materiais, pessoal e informações ocorrem na obra. O diagrama de processo permitir a visualização e a análise do processo, avaliar a relação entre a quantidade de atividades de fluxo e a quantidade total de atividades do processo, permite a quantificação de outros indicadores do processo como tempo, distâncias e número de pessoas envolvidas (Bernades, 2001). Figura 6.



**Figura 6. Exemplo de diagrama de processo simplificado.**

Ainda entre as ferramentas de diagnóstico estão as listas de verificação, que têm como objetivo básico a rápida avaliação qualitativa dos processos analisados, chamando atenção para pontos críticos de desempenho e de segurança do trabalho a serem observados antes do início do processo ou durante a implantação do canteiro. As listas se baseiam em porcentual de itens atendidos, para favoravelmente contribuindo para realização do *benchmarking*, e registrando as melhores práticas realizadas pela empresa (Azevedo, Neto e Nunes, 2010).

Segundo Henrich e Koskela (2006), existem diversos métodos de controle de produção, sendo os mais comumente aplicados: (1) CPM (*Critical Method Path*), que



evidenciam as dependências entre atividades e atribuem a cada uma, um número de identificação único e uma estimativa para a duração, além de determinar as operações críticas para terminar o projeto, permitindo, ainda, estimada a folga das atividades não críticas que podem ser utilizadas caso ocorra algum atraso sem afetar a restante da programação; (2) LB (Linha de Balanço), é aplicável a obras repetitivas e sequenciais (construção de estradas, condomínio e edifícios com vários pisos), e tem um carácter essencialmente gráfico, sendo as atividades representadas por um diagrama de espaço e tempo, no eixo vertical encontram-se as unidades repetitivas; e no horizontal o tempo, ou seja, cada linha representa a execução de uma mesma atividade em diferentes pontos; (3) LPS (*Last Planner System*), é um mecanismo que transforma o que deve ser feito (*SHOULD*) no que pode ser feito (*CAN*), permitindo criar um inventário do trabalho pronto a ser realizado e a partir do qual são elaborados os planeamentos semanais, *Weekly Work Plans* (WWP). A atribuição de trabalhos no WWP implica um comprometimento de todos os intervenientes no trabalho que irá ser realizado (*WILL*).

#### **4. *Lean Construction* e Sua Aplicação Como Ferramenta de Produção e dos Princípios da Prevenção de Acidentes**

A teoria de Henrich demonstra que os acidentes e lesões acometidas pelo homem em seu ambiente laboral são causados por uma situação anterior instalada e também que não ocorrem por acaso, e sim devido à atos e condições inseguras. As falhas humanas ocasionadas por atos inseguros podem ser eliminadas mediante a seleção profissional adequada e treinamento, enquanto as condições inseguras podem ser eliminadas por medidas de engenharia que visam a diminuição ou saneamento de risco no ambiente do trabalhador (Scaldelai *et al.*, 2012).

Os acidentes, são um evento negativo e inesperado, que traz por consequência lesão pessoal ou dano material, interferindo no andamento natural do trabalho, ocasionando perda de tempo útil no processo produtivo, podendo também proporcionar lesão irreparável ou morte do operário. Devido a isso todo acidente deve ser previsto e evitado (Scaldelai *et al.*, 2012).

A prevenção e controle podem parecer iguais no que se refere a método de evitar acidentes, no entanto possuem leves distinções. A prevenção constitui na ação de levantar todos os riscos envolvidos em uma atividade antes que está seja iniciada, ditando as ações e orientações que controlem os riscos identificados. A planejamento da segurança antes do início de cada obra e antes do início de cada serviço é uma das mais eficientes na redução de acidentes na indústria da construção civil, sendo a integração de requisitos de segurança no Plano e Controle de Produção (PCP), indicada por diversos autores na área (Saurin, Formoso e Guimarães, 2002).

Para Cooper (2000), a cultura de segurança é um subcomponente da cultura corporativa que faz referência aos indivíduos, ao trabalho e às características da organização que afeta e influencia a saúde e a segurança no trabalho. Contudo, o autor lembra que a gestão de segurança no trabalho depende da forma como as demais atividades de uma organização são gerenciadas, denotando que a satisfação dos empregados nesse quesito sofre influência do sistema interno de comunicação, cooperação e treinamento da organização. Glendon e Stanton (1998), comungam da mesma ideia ao descreverem a noção de cultura de segurança como surgida em grande parte de ideias do conceito de cultura organizacional.



Segundo Theobald e Lima (2005), a expressão cultura de segurança tem sido utilizada para descrever uma parte da cultura organizacional, onde a segurança é entendida e aceita como sendo a prioridade número um da organização. Para Oliveira (2003), a trajetória dos programas de Segurança do Trabalho concebidos e implementados no Brasil, observou-se a falta de consistência e desenvoltura encontradas nos demais segmentos das gestões empresariais, sobretudo, no que se refere à organização da produção.

Oliveira (2003) também afirma que, dos diversos elementos que compõem um programa de gestão de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), a cultura, ferramentas e objetivos, se avaliados conforme a importância, sem dúvida, os aspectos culturais representam, de longe, o que há de mais significativo, facilitando, inibindo ou inviabilizando seu sucesso. Por mais elaborado que seja um programa de SST e por melhores que sejam as ferramentas por ele disponibilizadas para o diagnóstico e a solução dos riscos do trabalho, se não houver disposição e participação compromissada de todos os envolvidos em suas ações, especialmente do corpo gerencial da empresa, os resultados por ele produzidos serão limitados, tanto do ponto de vista quantitativo, quanto qualitativo. Pior do que os poucos resultados na correção dos riscos do trabalho é o baixo desempenho na manutenção das medidas corretivas porventura implementadas.

Para Laufer *et al.* (1994), apesar da integração da segurança no trabalho ao processo de planejamento da produção ser uma necessidade reconhecida na literatura, esta não é a prática usual na maioria das empresas, uma vez que o processo de planejamento geralmente limita-se ao planejamento e controle dos prazos e dos custos de produção. De outra parte, é comum que o planejamento da segurança seja desenvolvido de forma isolada, como se fosse uma função independente do gerenciamento da produção. O planejamento da segurança, segundo essa abordagem, é por natureza deficiente, podendo-se concluir que existe necessidade de estratégias de gerenciamento que explorem as interfaces da segurança com a gestão da produção. Para Laufer *et al.* (1994), no caso específico da construção civil, a segurança no trabalho, é parte indissociável da logística do canteiro de obras, exige que sejam adquiridos recursos materiais e humanos para sua implantação, de forma contínua ao longo da execução da obra.

Neste contexto, os princípios utilizados pela ferramenta *Lean Construction* podem ser utilizados para concatenar o processo produtivo e o de prevenção de acidentes, através da adoção de medidas que servem tanto para melhorar o desempenho da produção quanto para evitar ou diminuir os riscos de acidente no setor (Peneirol, 2007).

Entre os diversos pontos na filosofia *Lean* aplicada a construção civil, em que podem ser incluídas medidas preventivas de segurança do trabalho, de forma orgânica, estão o planejamento do arranjo físico dos canteiros e dos postos de trabalho, onde, se realizado de forma adequada há uma redução do fluxo de pessoas e materiais, através de rotas definidas, desobstruídas e planejadas, contribuindo para um processo mais ágil e reduzindo o custo de tempo por atividade, bem como evitando o risco de acidentes oriundo de um arranjo físico inadequado. Outra medida nesse sentido está no planejamento de posto de trabalho, como exemplo o posicionamento de tijolos de alvenaria em quantidade apropriadamente distribuídas ao longo de onde a parede de alvenaria será erguida, evitando o deslocamento excessivo do trabalhador, o que contribuiu para diminuição da fadiga e novamente do tempo de produção (Peneirol, 2007).



Na tabela 3, a seguir, foram relacionadas diversas medidas que podem ser adotadas por meio da *Lean Construction*; e que servem para obter benefícios tanto do ponto de vista produtivo quanto do preventivo, assegurando um processo de trabalho contínuo e seguro.

**Tabela 3. Medidas que podem ser adotadas visando a melhoria do processo produtivo e da prevenção de acidentes, utilizando a filosofia da *Lean Construction***

<b>Princípio da <i>Lean Construction</i></b>	<b>Medida Preventiva Associada</b>	<b>Benefício Obtido</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecimento sobre a transformação de materiais em produtos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Treinamento de pessoal técnico sobre as atividades a serem desenvolvidas e dos EPI e EPC a serem utilizados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trabalhados com treinamento adequado diminuem a incidência de atos inseguros.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Projeta-se o produto e processo de construção em conjunto, evitando-se erros e omissões.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Participação ativa dos trabalhadores no processo produtivo e no conhecimento do fluxo de trabalho, assim como a efetiva participação da CIPA.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>FeedBack</i> da implantação do plano e identificação de riscos que não foram identificados no planejamento inicial das atividades, assim como a melhoria do mapa de riscos.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Os gestores são os primeiros a planejar (processos e fases), e os encarregados e trabalhadores os últimos (as operações).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Participação ativa dos trabalhadores no processo produtivo e no conhecimento do fluxo de trabalho.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>FeedBack</i> da implantação do plano e identificação de riscos que não foram identificados no planejamento inicial das atividades.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• O sistema é visto como um todo (o todo é maior que a soma de cada parte).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contempla-se todo o processo produtivo, incluindo os seus fluxos de trabalho e material, assim como os riscos associados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Através do conhecimento de todos as etapas da produção, pode haver uma análise preliminar de risco (APR) mais eficiente, assim como as medidas e decisões adotadas.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumentar o valor do produto, através da consideração dos clientes (internos e externos).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Adoção de ferramentas apropriadas para cada atividade, assim como o planejamento da área onde o trabalhador atua, instalando um ambiente laboral apropriada.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Evita acidentes por uso de ferramentas inadequado, assim como planejamento do arranjo físico laboral.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Planeja-se e controla-se todas as operações e atividades de forma a prevenir que os indicadores não desviem dos prazos e custos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diminui a fadiga e o cansaço do trabalhador, assim como seus deslocamentos e movimentos desnecessários.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Através de atividades previamente planejadas diminui-se o deslocamento e o gasto de energia por parte do trabalhador, em etapas que não agregam valor.</li></ul>



## 5. Conclusões

Este artigo analisou as bases estabelecidas pela ferramenta *Lean Construction* e como está ferramenta poderia ser utilizada como meio de integrar os gerenciamentos de produção e de prevenção de acidentes. A participação ativa de todos os envolvidos: empresa e operários; são necessários para que os objetivos almejados nesse tipo de gerenciamento sejam alcançados.

Conseguir visualizar o processo construtivo como uma etapa de fluxo de pessoas e material também é essencial, pois pode-se observar todas as etapas envolvidas no processo, adotando medidas que melhorem o desempenho e a redução de tempo, assim como verificar todos os riscos a que os trabalhadores estão submetidos.

A adoção de treinamento técnico e da utilização de EPI's e EPC's, bem como o planejamento das atividades, dos fluxos, e do arranjo físico devidamente sinalizado, são fundamentais para que o sistema seja eficiente.

Por fim, conclui-se que para que os programas e planejamento, no que se refere a prevenção de acidentes devem ser incorporados ao gerenciamento produtivo de maneira orgânica, para que os mesmos sejam de fato eficientes, não sendo encarada apenas como uma obrigação imposta pela legislação vigente, pois sua adoção traz benefícios tanto de ordem econômica para as empresas, governo e principalmente trabalhadores.

## Referências

- Azevedo, M. J., Barros Neto, J. P. e Nunes, F. R. M. (2010) Análise dos Aspectos Estratégicos da Implantação da *Lean Construction* Em duas Empresas de Construção Civil de Fortaleza. In: Simpoi, Fortaleza. Anais... Fortaleza.
- Bernardes, M. M. S. (2001) Desenvolvimento de Um Modelo de Planejamento e Controle da Produção Para Micro e Pequenas Empresas de Construção. UFRS. Tese de Doutorado.
- Bhamu, J., e Sangwan, K. S. (2014) *Lean Manufacturing: Literature Review and Research Issues. International Journal of Operations & Production Management*, V. 34, Issue 7.
- Bulhões, I. (2009) Diretrizes para Implementação de Fluxo Contínuo na Construção Civil: Uma Abordagem Baseada na Mentalidade Enxuta. Tese De Doutorado, Unicamp.
- Cooper, M. D. (2000) *Towards a Model of Safety Culture. Safety Science*, V. 36, N. 2.
- Franklin Jr., I e Amaral, T. G. (2008) Inovação Tecnológica e Modernização na Indústria da Construção Civil. São Paulo.
- Gil, A. C. (1999) Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 5.Ed. São Paulo: Atlas.
- Glendon, I. e Stanton, N. (1998) *Safety Culture: Top Down and Bottom Up Approaches. Paper Presented In: International Association of Applied Psychology Conference*. San Francisco.
- Gonçalves, W. K. F. (2009) Utilização de Técnicas *Lean* e *Just in Time* na Gestão de Empreendimento e Obras. Lisboa, IFT.



- Henrich G. e Koskela L. (2006) *Why does Production Management Fail in Construction? Paper Presented. In: 6th International Postgraduate Conference – Buha*. California.
- Howell, G. (1999) *What is Lean Construction. Proceedings of The 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Eua.
- Laufer, A. e Tucker, R. L. (1987) *Competence and Timing Dilemma in Construction Planning. Construction Management and Economics*, Eua, N. 6.
- Laufer, A. e Tucker, R. L. (1987) *Is Construction Project Planning Really Doing Its Job? A Critical Examination of Focus, Role and Process. Journal of Construction Management and Economics*, V.5.
- Laufer, A., Tucker, R.L, Shapira, A. e Shenhar, A. (1994) *The Multiplicity Concept in Construction Project Planning. Construction Management and Economics*, London, V.12, N. 1.
- Nunes, I. J. D. (2010) *Aplicação de Ferramentas Lean no Planeamento de Obras*. Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa: Instituto Superior Técnico. Dissertação de Mestrado.
- Koskela, L. e Ballard G. (2003) *What Should We Require from A Production System in Construction? Paper Presented In: Construction Research Congress: Wind of Change: Integration And Innovation*, Eua.
- Koskela, L. (1992) *Application of The New Production Philosophy to Construction. Stanford University, Califórnia: Technical Report*.
- Krüger, J. A. e Coelho, C. B. T. (2006) *Abordagens Passadas e Tendências Futuras para o Direcionamento da Ergonomia e da Segurança do Trabalho nos Artigos Publicados nos Eventos da Antac. Entac, 11., 2006, Florianópolis. Anais... Florianópolis*.
- Ohno, T. (1998) *Toyota Production System*. Cambridge and Norwalk: *Productivity Press*.
- Oliveira, J. C. (2003) *Segurança e Saúde do Trabalho: Uma Questão Mal Compreendida. São Paulo Em Perspectiva*, N. 17, São Paulo.
- Organização Internacional do Trabalho – OIT. (2017) *Total de Gastos da Previdência Com Benefícios Acidentários*. In: *Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho*, Brasília: OIT. Disponível Em: <<http://www.ilo.org/brasil/lang-pt/Index.htm>>. Acesso Em: 15 de março de 2020.
- Pacheco, D. A. J. (2014) *Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: Limites e Possibilidades de Integração. Revista Produção*, V. 24, N. 4.
- Peneirol, N. (2007) *Lean Construction Em Portugal: Caso de Estudo de Implementação do Sistema de Controlo da Produção Last Planner*. Instituto Superior Técnico, Portugal. Dissertação de Mestrado.
- Pinto, T. P. (1989) *Perdas de Materiais em Processos Construtivos Tradicionais*. São Paulo: UFSCAR.
- Saurin, T. A., Formoso, C. T. e Guimarães L. B. M. (2002) *Segurança e Produção: Um Modelo para o Planeamento e Controle Integrado. Revista Produção*, Santa Catarina, V. 12, N. 1.



Scaldelai, A. V., Oliveira, C. A. D., Milaneli, E., Oliveira, J. B. C. e Bolognesi P. R. (2012) Manual Prático de Saúde e Segurança do Trabalho. 2 Ed. São Caetano do Sul: Yendis Editora.

Theobald, R. e Lima, G. B. A. (2005) A Excelência em Gestão SMS: Uma Abordagem Orientada Para os Fatores Humanos. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre.

Womack, JP e Jones, DT. (2003) *Lean Thinking*. Free Press, Nova York.