

Princípios do *Lean manufacturing* na construção civil

Sandro Roberto Sousa de Oliveira

FBUni – Centro Universitário Farias Brito - CE

Mauricio Johnny Loos

FBUni – Centro Universitário Farias Brito - CE

RESUMO

De acordo com Pádua (2014), o Brasil está passando por um grande aumento dentro da esfera competitiva-mercadológica; as empresas cada vez mais procuram amplificar o seu desempenho frente aos desafios da modernidade. Logo então, é comum que as organizações testem novos métodos e filosofias produtivas para suportar esta onda de competitividade.

Palavras-chave: *Lean manufacturing*, Construção civil.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Pádua (2014), o Brasil está passando por um grande aumento dentro da esfera competitiva-mercadológica; as empresas cada vez mais procuram amplificar o seu desempenho frente aos desafios da modernidade. Logo então, é comum que as organizações testem novos métodos e filosofias produtivas para suportar esta onda de competitividade.

Dentro da esfera mercadológica, o presente trabalho se atentou especificamente no mercado da construção civil. Pádua (2014) afirma que o setor da construção civil, nos últimos anos, acompanhou de forma notória o crescimento de PIB, principalmente quando comparado a outros setores do mercado. Nos últimos anos, é possível perceber um aumento da demanda do mercado da construção civil e uma mudança nos seus números, aparecendo diversas novas empresas que atendessem à essa demanda do mercado. O autor supracitado afirma que desde o ano de 2014, o setor sempre se manteve alinhado ao PIB, isto é: ascendendo nos momentos de crescimento e caindo nos momentos de queda.

Uma maneira das empresas se manterem estáveis e de se tornarem destaques dentro do mercado competitivo é encarar tais dificuldades como novas oportunidades para melhorar os processos produtivos e as cadeias de valores, buscando a criação de processos inovadores de maneira que a sua competitividade seja amplificada dentro dos ramos à que eles pretendem atuar. Krajewski, Ritzmam e Malhotra (2009) afirmam que melhorias produtivas no ambiente de trabalho são temas de estudo desde os anos 1970, sendo que os japoneses são destaques na ciência da produtividade.



A partir de vários estudos desenvolvidos desde a década de 70 acerca do desempenho produtivo das empresas, observa-se que o *Lean Manufacturing* (também chamado de Manufatura Enxuta, Produção Enxuta, *Lean Production*, etc) é um dos métodos mais antigos e eficazes quando se trata de organizar uma empresa de modo à torna-la mais produtiva. Para que haja uma efetiva redução de desperdícios, tarefas supérfluas devem ser eliminadas pela organização.

Para tal, é comum que as organizações dos mais diversos setores procurem métodos de adaptação para se enquadrarem na filosofia *lean*, procurando subordinar todos os setores da empresa dentro das metodologias que são comentadas pelos principais autores deste método. Uma das submetodologias comumente utilizadas pelas companhias que adotaram o *Lean Manufacturing* é o Mapeamento de Fluxo de Valor, sendo essa uma das principais submetodologias derivadas do *Lean Manufacturing* e uma das mais eficazes para a organização da cadeia produtiva.

Contudo, a adoção das submetodologias derivadas da Manufatura Enxuta não são facilmente aplicáveis e nem sempre geram o aumento de produtividade que é esperada pelos gestores da empresa. A introdução de uma cultura produtiva dentro de uma companhia depende bastante da pré-disposição que os indivíduos de determinada companhia têm em receber esta nova cultura. Para isto é importante que hajam profissionais que saibam analisar os modelos do *Lean Manufacturing* e que possam acompanhar a introdução desse método dentro da companhia.

Não é preciso que uma organização demonstre um alto coeficiente de produtividade para que apresente um alto desempenho. Porém, o reajuste da produtividade ainda é uma variável fundamental quando se quer obter bons resultados.

Contudo, para que isso se torne uma realidade na companhia (principalmente na área da construção civil), é necessário que os gestores tenham um conhecimento efetivo acerca da alocação de recursos humanos e de redução de custos.

2 OBJETIVO

O presente artigo tem como objetivo narrar o surgimento histórico do *Lean Manufacturing* e apresentar os conceitos e submetodologias que fazem parte desta filosofia, mostrando também sua importância dentro da construção civil. Para a efetivação do objetivo proposto, a metodologia escolhida para a produção do trabalho foi a revisão bibliográfica aliada à abordagem qualitativa.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é do tipo bibliográfica, explicativa, descritiva, com análise integrativa da literatura e com abordagem qualitativa.



A revisão bibliográfica é uma modalidade de estudo e análise de documentos de domínio científico tais como livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos. Como característica diferenciadora ela pontua que é um tipo de “estudo direto em fontes científicas, sem precisar recorrer diretamente aos fatos/fenômenos da realidade empírica” (OLIVEIRA, 2007, p. 69).

Segundo Gil (2002), a pesquisa descritiva procura descrever as características do fenômeno pesquisado ou de determinada população pesquisada. O autor ainda fala que a pesquisa explicativa identifica os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos sendo o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, ou seja, o porquê das coisas.

Para que a pesquisa ganhe qualidade e notoriedade científica, faz-se necessário percorrer os regramentos, técnicos e doutrinários consagrados no campo da literatura da metodologia científica e que fundamentam o percurso didático a ser desenvolvido pelo pesquisador.

Zanella (2009, p. 54), descreve método como:

Procedimentos metodológicos que possibilitam investigar a realidade de forma organizada, ordenada, seguindo etapas, normas e técnicas, por meio de aplicação de métodos pré-estabelecidos, buscando responder como e por que ocorrem os fatos e fenômenos. Em outras palavras, o conhecimento científico resulta de pesquisa metódica e sistemática da realidade dos fatos.

Desse modo, a pesquisa científica irá contemplar a investigação embasada numa linha de autores, diretrizes, e teorias que se apoiarão durante todo o processo de aprofundamento dos estudos para a análise do presente tema.

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 CONCEITOS SOBRE *LEAN MANUFACTURING*

Partindo de um ponto de vista estritamente histórico, é necessário, antes de adentrar no tema, tecer alguns breves comentários acerca do que o trabalho entende por produtividade e como essa ideia se desenvolveu ao longo da história. Durante as primeiras eras da história, não há um conceito certo de produtividade já que os humanos viviam de forma essencialmente. Tal cenário só mudou a partir da criação de colônias e tribos, onde o cenário agrícola começou a se desenvolver e uma produção de caça e alimentos em quantidade adequada era necessária para a manutenção da tribo. A Agricultura (pensando sob a esfera da produtividade) foi uma grande fonte de sustento para boa parte da humanidade até pelo menos o século XVIII (OHNO, 1997).

Estes processos produtivos ocorriam de maneira espontânea e sem grandes controles metodológicos e conceituais da maneira que ocorre nos dias atuais, além dos conhecimentos serem transmitidos de maneira empírica e hereditária pelas famílias. Com o crescimento da humanidade e com a necessidade de existir Instituições regidas pelo Estado, estes processos produtivos começaram a tomar mais forma e começaram a



ser regulados pelo Estado. Os produtores dessa vez eram tratados socialmente de acordo com a sua profissão (escultor, agricultor, etc).

Mesmo havendo essa distinção entre as profissões, ainda pairavam no ar diversas dúvidas acerca do controle de um processo produtivo e de metodologias que melhorassem a quantidade da produção em função dos recursos disponíveis (OHNO, 1997).

No século XIX, a partir da revolução industrial e a gênese da indústria automobilística, haviam indivíduos que checavam a quantidade de fornecedores, empregados, consumidores e correlacionava essas informações com a quantidade de peças e de insumos que seriam necessárias para atender à demanda que fora medida. Pode-se afirmar que a história do *Lean Manufacturing* e de demais metodologias produtivas tiveram seu início a partir deste acontecimento.

Postumamente, começaram a nascer diversas inovações metodológicas na área produtiva, sendo as mais notórias a administração científica da produção aplicada pelos conceitos Fordistas e Tayloristas que desenvolviam estudos para saber a melhor maneira de alocar materiais, mão de obra e o tempo, nascendo a partir daí as primeiras ideias e conceitos acerca da produtividade. A partir destes dois primeiros autores, a cultura produtiva passou a pairar pela Europa e posteriormente pela América.

Para Womack, Jones e Roos (2004), Henry Ford é o grande pai das filosofias e metodologias de produção, sendo o primeiro homem a iniciar a produção do Modelo A no ano de 1903. Porém, apenas em 1908 Ford conseguiu concretizar a sua mais famosa cadeia produtiva conhecida como modelo T. O veículo desenhado por Ford foi um grande marco na indústria automobilística da época. A partir do ponta pé inicial dado por Ford, iniciou-se uma grande evolução nos processos produtivos até os dias atuais, onde foram estabelecidos os conceitos de montagem em linha e outros conceitos que são importantíssimos para as empresas hoje.

A fabricação de produtos em larga escala, que foi possibilitado pelo surgimento da teoria fordista, foi um fenômeno que se tornou febre em toda a Europa até a década de 1960. Contudo, a partir desta década, outras teorias produtivas como o *Lean Manufacturing* foram adotadas por gestores de empresa europeias.

As ideias de produção em massa e diversas submetodologias que se originaram através das ideias Fordistas foram adotadas em toda a Europa até os anos de 1960, quando outras filosofias advindas do continente Asiático se mostraram eficazes e tomaram conta das empresas e organizações. Dentre as metodologias criadas pelos asiáticos, comenta-se neste trabalho o *Lean Manufacturing*, sendo um grande marco produtivo de todas as eras.

A fabricação de produtos em larga escala, alcunha do Fordismo, foi uma filosofia de produção que guiou não só a indústria automobilística, mas demais indústrias durante o século XX, sendo incorporado também em fábricas e indústrias da América do Norte. Mesmo que elas ainda sejam bastante utilizadas



atualmente, é visível que muitas delas estão adotando os princípios da produção enxuta (WOMACK, JONES e ROOS, 2004, p. 18).

No final da Segunda Guerra Mundial, é cediço historicamente que o Japão enfrentava uma grande crise por conta da devastação que houve pela guerra. A economia japonesa se encontrava em estado de decadência e necessitava da ajuda de outros países.

Dentro deste contexto de crise, Eiji Toyoda, notável presidente de uma companhia de carros japonesa que hoje é conhecida mundialmente (Toyota) fez um intercurso até uma empresa Fordista para compreender melhor como funcionava a cadeia produtiva da Ford Motor Company, que na época já havia se consolidado como a principal empresa do ramo. Toyoda buscava absorver todos os conceitos Fordistas para alavancar a produtividade da sua empresa. Porém, posteriormente, ele notou que a produção em massa que era um dos principais paradigmas Fordistas não se adequava completamente ao contexto japonês, que estava em crise.

Após um certo período observando como a filosofia Fordista operava na prática, Toyoda realizou diversos experimentos dentro da sua recém-aberta companhia. A partir destes experimentos, Toyoda e o engenheiro de produção Taiichi Ohno criaram um arsenal de métodos e técnicas que tinham como objetivo melhorar a produção. Esta série de experimentos originaram o que se conhece hoje pelo nome Sistema Toyota de Produção (STP). Assim como o sistema Fordista, o Sistema Toyota se baseia no sistema de fluxo de trabalho (OHNO, 1997).

Contudo, a diferença essencial entre os dois sistemas mencionados é que o sistema Fordista se baseia com o estoque e armazenamento de peças, enquanto o sistema Toyota não leva em consideração essa variável, isto é: o estoque de grandes lotes de peças é uma das chaves do Sistema Fordista, enquanto o Sistema Toyota trabalha a partir da ideia de excluir qualquer tipo de superprodução gerada através do estoque (OHNO, 1997).

Dado todo o panorama histórico que partiu desde os primórdios da produtividade até a gênese do STP, agora é necessário explicar mais do que se trata este sistema e de qual maneira ele se relaciona com a filosofia produtiva principal que é abordada neste trabalho.

De acordo com Dennis (2008), o STP também pode ser denominado como *Lean Manufacturing*, já que ambos procuram enxugar a produção ao máximo, visando manter uma produção média-alta utilizando uma baixa quantidade de tempo, esforço, espaço, recursos, etc. Ao mesmo tempo, há a preocupação de manter um padrão de qualidade elevado no produto de modo que o consumidor se mantenha satisfeito.

Tendo em mente esta filosofia produtiva, a Toyota visava aumentar os lucros a partir da redução de custos ao invés de obter o lucro a partir do aumento dos preços, sendo uma jogada genial quando comparado com outros sistemas produtivos que imperavam na época.

O *Lean Manufacturing*, diferente das demais filosofias produtivas da época, visava aumentar a produtividade sem afetar o preço final do produto ao mesmo tempo em que a qualidade do mesmo era



mantida. Tendo em vista essas características essenciais desta metodologia, Toyoda conseguiu alcançar êxito com a sua companhia, tornando uma das companhias mais lucrativas do Japão no período pós-guerra (OHNO, 1997).

Liker (2006) afirma que o sucesso de Toyoda na sua empreitada se deve à genialidade de enxugar a cadeia produtiva ao mesmo tempo em que ele procurava saber ao certo qual a expectativa do consumidor em relação ao produto. Além do mais, era notável que Toyoda possuía uma grande habilidade de motivar e liderar a sua equipe de funcionários, além de possuir um carisma que lhe rendeu bons contatos e relacionamentos com fornecedores.

Partindo para o campo conceitual, Liker (2006) afirmam que o *Lean Manufacturing* possui 5 princípios básicos que vão se desdobrando em outras submetodologias que irão ser explanadas ao longo do presente trabalho. Os cinco princípios podem ser descritos da seguinte maneira:

- Utilizar o ponto de vista do consumidor para medir de maneira exata onde reside o valor do produto, procurando assim atender às necessidades do cliente a partir de um preço que lhe seja acessível;
- Saber de modo específico por onde passa o fluxo de valor do produto, isto é: saber quais processos da cadeia produtiva agregam valor para o produto; identificar quais processos são supérfluos e que não geram nenhum valor, e por fim, identificar quais não geram valor, mas que são indispensáveis para que o produto possa ser fabricado;
- Após definir ao certo o fluxo de valor do produto, a companhia deve eliminar todas as etapas que geram desperdício e que não agregam valor de modo com que as etapas indispensáveis fluam de maneira correta, focando mais no produto do que nos equipamentos que são necessários para a sua fabricação;
- A produção deve acontecer de modo contingente, isto é, produzir apenas na medida da demanda dos clientes, reduzindo estoques e possíveis desperdícios.

Após todas as 4 etapas anteriores, os gestores devem buscar a perfeição, fazendo com que todos os princípios interajam de modo coeso de maneira a manter os clientes satisfeitos.

Pathak (2012) elenca que todos esses princípios têm como principal objetivo fazer com que as companhias flexibilizem os seus processos produtivos com a finalidade de satisfazer o consumidor, que é o alvo principal de todos os esforços de qualquer companhia. Indo além disso, o autor supracitado comenta que o *Lean Manufacturing* estabelece o valor de um produto tendo como perspectiva os olhos do cliente. De modo majoritário, os clientes não se importam com quais processos produtivos um determinado produto passa para o seu resultado final, ou seja, apenas o resultado final o interessa.



De maneira mais resumida, os clientes valoram o produto na medida em que ele atende as necessidades. Tendo esta premissa como base, é possível diminuir diversas operações e desperdícios e diminuir os custos de operação sem que o produto deixe de satisfazer às necessidades do cliente. Contudo, para que isto seja possível, é necessário que as empresas sigam os princípios do *Lean Manufacturing* e saibam ao certo quais processos valoram o produto e quais não fazem diferença.

Hines e Taylor (2000) separam as atividades do fluxo de valor em 3 categorias.

- Atividades que agregam valor e que tornam o produto atrativo para o consumidor;
- Atividades que são necessárias para a fabricação do produto e que não agregam valor pela perspectiva do cliente, mas que não podem ser eliminadas por conta da sua necessidade;
- Atividades consideradas desnecessárias e que não agregam valor, podendo ser vistas como desperdício e que podem ser eliminadas sem gerar prejuízos para o produto final.

A identificação e categorização dessas atividades de acordo com o fluxo de valor do produto gera mais confiança e segurança no consumidor no momento de comprar o produto.

Se atentando aos desperdícios de produção, Hines e Taylor (2000), em um estudo realizado acerca do *Lean Manufacturing*, separam os tipos de desperdícios em 7 categorias:

- Desperdício de superprodução, isto é, produzir os produtos acima da demanda ou precocemente, o que pode gerar outros possíveis desperdícios;
- Desperdício de tempo, isto é, ociosidade de equipamentos, mão de obra ou de informações;
- Desperdício de movimentação, isto é, deslocamento desnecessário de mão de obra, produtos ou informações;
- Desperdício de espaço, isto é, ambiente com ausência de adaptações ergonômicas ou má distribuição de equipamentos e de mão de obra no espaço de trabalho;
- Desperdício de produtos por conta de falhas no processo produtivo, gerando descarte de produtos defeituosos;
- Desperdício de estoque, isto é, excesso de materiais ou mão de obra além do necessário para atender a demanda de clientes;
- Desperdício de ferramentas, isto é, utilização de ferramentas além do necessário para atender o padrão de qualidade que é exigido pelos consumidores.

Sendo assim, o *Lean Manufacturing* busca enxugar ao máximo todos os desperdícios e processos supérfluos de produção na mesma medida em que tenta manter o preço dos produtos o mais baixo possível e a qualidade em uma média aceita pelos clientes. Tendo isso em mente, é notória a vantagem competitiva propiciada por esta filosofia produtiva. Na visão de diversos autores, o *Lean* pode ser observada como uma



filosofia que mitiga os desperdícios ao longo do fluxo de valor do produto, isto é, o processo de fabricação que agrega o valor do produto.

4.2 O *LEAN CONSTRUCTION* COMO ALTERNATIVA PRODUTIVA

De acordo com Sohler e Santos (2017), o *Lean Manufacturing* se tornou um marco em toda a indústria de produção, estabelecendo um novo modelo não só para o setor automotivo, mas para várias outras áreas. A manufatura enxuta dinamizou modelos e práticas de produção em vários países do mundo. A partir disto, pesquisas e trabalhos são conduzidos acerca da aplicação desta metodologia em diferentes áreas da produção.

Hirota e Formoso (2003) afirmam que no ano de 1992, diversos pesquisadores sugeriram que estudos fossem produzidos acerca da aplicação desta metodologia na área da Construção Civil. O grupo era conhecido através do nome “Grupo Internacional do “*Lean Construction*”, o seu principal mentor era Lauri Koskela. Tudo que existe hoje sobre o *lean construction* se deve principalmente aos esforços de Koskela e do grupo de pesquisadores.

Para Peretti, Faria e Santos (2013), o *Lean Manufacturing*, como já foi explicado anteriormente, não se restringe apenas à uma modalidade de produção, podendo ser aplicada em diversos tipos de negócios e em outras áreas da economia, como a construção civil.

A construção enxuta é algo inédito por possibilitar novas ferramentas para solucionar problemas, além de fornecer um entendimento maior acerca dos problemas que fazem parte das cadeias produtivas sob a ótica de novos conceitos. A aplicação dos conceitos *lean* é a principal solução para acabar com vários problemas produtivos que constituem um dos maiores empecilhos para a construção civil dentro do Brasil (ROSENBLUM et al., 2008; BROCKMAN, 2013).

Pode se afirmar que dentro das empresas do ramo da construção civil, melhorar a gestão das obras é algo imprescindível. Os conceitos *lean* devem ser empregados em todos os setores da construção civil com o objetivo de alavancar a produtividade. Koskela (1992) afirma que as principais metodologias a serem utilizadas dentro da construção civil são:

- Agrupamento de ferramentas como o *kanban*, 5S, dentre outros;
- Métodos de manufatura como o *Just in time*;
- Conceitos de gerenciamento de produção como o *Total Quality Control*.

A adaptação dessas técnicas para a área da construção civil inevitavelmente resulta em um refinamento da qualidade e da produtividade das construções, o que também acaba gerando uma maior busca por mão de obra, motivando a criação de novas tecnologias para a área.

Além da organização e dos conceitos *lean* serem algo imprescindível para a área da construção civil, diversos autores afirmam que a mediocridade de determinadas áreas do setor civil se deve à mão de obra



que não é qualificada, gerando desperdícios e outros defeitos de construção dentro do canteiro de obra. Sendo assim, a construção civil necessita de uma mão de obra qualificada até mais do que outras áreas (KOSKELA, 1992; AMARAL et al., 2004; PANAINO e PALIARI, 2015).

A indústria da construção, de acordo com que afirma o autor Brioso (2015), é uma indústria baseada em projetos e planejamentos. Esses projetos e esses planejamentos ocorrem em planos diferentes e geralmente não são diretamente visualizados por aqueles trabalhadores que estão no canteiro, tornando isto um grande obstáculo para que se alcance eficiência dentro da obra. A partir disto, o autor supracitado comenta sobre o *Lean Construction*, pois ela trabalha para implantar a mentalidade enxuta dentro de um determinado espaço, fomentando a troca de informações entre os sistemas e as fontes de trabalho.

No mesmo sentido, Panaino e Palliario (2015) elencam que o *Lean Construction* procura abranger os projetos de construção de uma maneira global, englobando tanto as definições do projeto quanto a cadeia de recursos humanos que irão trabalhar em prol do projeto. Essa ligação entre projeto e recursos humanos é necessária para a otimização da fabricação do produto e da logística, já que isto proporciona uma visualização coerente do fluxo de informações do projeto.

Contudo, o fluxo de informações dentro do canteiro de obras é algo altamente instável, principalmente por conta da quantidade de pessoas e de operações acontecendo de maneira simultânea. Logo então, percebe-se que para o fluxo de informações fluir de maneira estável, ele depende de uma série de fatores.

Os autores supracitados afirmam que um sistema *lean construction* deve levar em conta todas as variáveis e a própria natureza dinâmica que é o processo de construção no canteiro de obras.

Brioso (2015) define a indústria da construção como uma indústria baseada no projeto, na qual a informação geralmente reside em sistemas diferentes que não são sempre avaliados pelos trabalhadores do canteiro ou até mesmo perceptível por um ou outro, o que se torna um grande obstáculo para alcançar a eficiência.

Nesse sentido, Brioso (2015) sugere que em um desenvolvimento dinâmico e fragmentado, a integração e troca de informações entre vários sistemas e fontes informacionais é crucial para o gerenciamento eficiente da informação.

Dessa forma Panaino e Palliari (2015) destacam que a construção enxuta engloba o ciclo de vida completo dos projetos da construção, abrangendo as definições do projeto, a cadeia de suprimentos e também dever ser analisada a fabricação, logística e implantação da obra no canteiro, formando assim uma visão coerente do fluxo de informações do projeto, integrando e interpretando o monitoramento de dados reunidos de várias fontes.

Assim como o *Lean Manufacturing*, o *Lean Construction* possui submetodologias que auxiliam na organização e manejo da cadeia produtiva dentro da área da construção civil. Dentre essas



submetodologias, o *Last Planner System* é uma das mais utilizadas, sendo dividido por Bernardes (2003) em três níveis diferentes de organização:

- O planejamento da cadeia produtiva à curto prazo, também chamado de planejamento operacional;
- O planejamento da cadeia produtiva à médio prazo, também chamado de planejamento tático;
- O planejamento da cadeia produtiva à longo prazo, também chamado de planejamento estratégico.

O *Last Planner System*, tem como finalidade aplicar a produção enxuta na construção civil dentro da esfera temporal, e os gestores devem se atentar à todas as operações necessárias para a execução de uma determinada obra e categorizá-las segundo a sua urgência, sendo que as operações mais urgentes fazem parte do planejamento à curto prazo e as menos urgentes fazem parte do planejamento à longo prazo.

Além da metodologia mencionada acima, Koskela (1992), que foi um dos pioneiros na interpretação da filosofia *Lean Manufacturing* no contexto da construção civil, traz diversas outras contribuições ao tema. O referido autor é o expoente principal dos 11 princípios do *lean construction*, que são baseados na produção enxuta. Os princípios são descritos da seguinte maneira:

- Eliminar ou reduzir todas as atividades que não geram valor ao produto final;
- Maximizar o valor do produto através do conhecimento dos anseios e necessidades do cliente em relação ao produto;
- Reduzir o tempo de duração do ciclo;
- Reduzir a variabilidade;
- Simplificar a quantidade de processos ou etapas até a chegada do produto final;
- Aumentar a flexibilidade de saída dos processos;
- Aumento da transparência entre as etapas da cadeia produtiva, isto é, tornar algo simples de compreender;
- Sempre há algo que pode ser melhorado;
- Realizar o benchmarking;
- Equilibrar as melhorias entre o fluxo e a conversão.

Em suma, os princípios trabalham em eliminar tudo aquilo que não agrega valor ao produto através das considerações e pontos de vista do cliente, além de reduzir o tempo dos ciclos, simplificação da quantidade de etapas, aumento da flexibilidade dos ciclos, transparência entre as etapas, foco gerencial em todo o processo, melhoria das conversões e *benchmarking* (POLITO, 2015).

De acordo com Koskela (1992), mesmo que o *lean construction* possua uma gama de vantagens, ele tem uma grave tendência a valorizar os subprocessos e esquecer-se do processo global, que é um dos fatores



mais importantes para gerar o produto final. Esta tendência pode levar a sérios problemas, como a fabricação de produtos inadequados com os gostos do cliente.

Sendo assim, algumas ações paliativas são propostas por Koskela (1992) para evitar problemas. O autor supracitado propõe algumas ações preventivas dentro da cadeia produtiva: minimizar e reduzir estoques intermediários e lotes de produção; organizar geograficamente, no ambiente de trabalho, a produção dos componentes, os cartões *kanban*, nivelar a produção, aumentar a terceirização de liderança e de serviços e trabalhar com entregas automatizadas.

Todos os princípios citados acima podem ser reduzidos a um subconjunto de características que todo sistema enxuto deve buscar. Essas características são divididas em cinco áreas de desempenho diferentes:

- Redução das perdas;
- Flexibilização dos processos;
- Controle dos processos;
- Redução de ociosidade da mão de obra;
- Otimização.

Todos os autores mencionados no presente trabalho, concordam que os princípios mencionados, podem também ser reduzidos à apenas um princípio: agregar valor ao produto.

Os princípios acima, quando seguidos à risca, evitam desperdícios e trabalhos extras por parte da empresa. É de consenso geral que quando o resultado final é diferente daquilo que é esperado pelo cliente, isto gera mais esforço por parte da empresa, já que o processo final agregou desperdícios ao invés de agregar valor.

4.3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A tecnologia utilizada no canteiro de obras e todo o gerenciamento do projeto são fatores fundamentais que podem definir o curso de um projeto de construção. Contudo, Aziz e Hafez (2013) e Guo (2010) afirmam que embora a tecnologia dos tempos atuais seja exponencialmente superior às tecnologias utilizadas nos anos passados, a indústria da construção ainda não atingiu um patamar de excelência no quesito de produção.

Autores como Hosseini, NIKakhtar e Ghoddousi (2012) positavam que a construção civil, por possui diversas características que a diferem de outras áreas de produção, necessita de novas interpretações produtivas para que se obtenha uma filosofia de produção capaz de gerar resultados concretos dentro do ramo da construção civil.

Koskela et al. (2014) afirmam que empecilhos como estilos organizacionais e barreiras culturais dentro da indústria produtiva são fenômenos que precisam ser abolidos, caso se queira perseguir a melhoria



contínua do processo produtivo. Para que haja melhoria, é necessário que haja uma entrega de valor maior ao cliente. Os conceitos contidos no *Lean Manufacturing* e no *Lean Construction*, como já foi exposto em todo o trabalho, se tratam mais de hábitos e de um *modus operandi* de agir do que estratégias ou tarefas específicas. Essas mentalidades buscam mais ser uma parte inerente do processo produtivo do que uma receita de bolo que tem passos e ingredientes determinados (JORGENSEN et al., 2007).

Todos os autores citados no presente capítulo convergem em afirmar que, para que se obtenha êxito na implantação do *Lean*, faz-se necessário que haja uma mudança de cultura e de mentalidade nos funcionários, que segundo Nonaka e Takeuchi (2008), em um sistema mercadológico marcado pela incerteza, a única vantagem real e palpável é o conhecimento.

Quando todos os mercados evoluem, as tecnologias se metamorfoseiam, a quantidade de indivíduos competindo aumenta exponencialmente e os produtos se tornam ultrapassados em questão de meses, as empresas que conseguem se manter bem-sucedidas são todas aquelas que criam de maneira consistente conhecimentos que são aproveitáveis e os disseminam por toda organização.

No final das contas, pode se interpretar que esses conhecimentos, quando úteis e aproveitáveis, se convertem em novos produtos e tecnologias que são valorosos no ponto de vista do cliente.

Todo esse ramo de atividades tornam a empresa não apenas criadora de produtos, mas criadora de conhecimento. De acordo com Lyles (2014), o principal negócio no mercado atual não é a fabricação do produto, mas a inovação constante.

A combinação de variáveis tecnológicas com o conhecimento, as vivências e experiências em tomada de decisões são aliados valorosos na obtenção de bons resultados dentro de uma organização. Zhang e Chen (2016) afirmam que a construção enxuta, apesar de haver seus princípios, deve sempre renovar-se e depende da atualização dos conhecimentos atuais.

Os autores supracitados afirmam que o processo de renovação dos conhecimentos requer uma interação de todos os indivíduos envolvidos no canteiro e no processo produtivo. Zhang e Chen (2016), indo além do que foi explicitado, afirmam que a transformação do conhecimento ocorre quando um determinado membro descobre algo novo e compartilha-o com o seu entorno, transformando o conhecimento em algo com significado para aquele determinado corpo organizacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento transmitido por Toyoda, Koskela e demais autores mencionados proporcionaram à indústria produtiva um crescimento exponencial nunca visto antes. O capital intelectual, como aponta o trabalho, é tão importante quanto o capital físico.

Por meio do conteúdo apontado no trabalho e das contribuições inestimáveis deixadas por todos os autores, é possível concluir que todas as filosofias produtivas elencadas durante o trabalho apontam que o



Lean Construction e o *Lean Manufacturing* cooperam para a melhoria e valoração dos projetos na construção civil.

Embora ambos os processos possuam suas aplicações em setores diferentes, uma devida contextualização para outras áreas pode trazer uma série de benefícios e auxiliar na extinção de um dos principais males da indústria, que é o desperdício de tempo e de recursos.

Mesmo que não haja uma ampla gama de estudos acerca de aplicações práticas destas filosofias produtivas em empresas físicas, os métodos demonstram ser bastante efetivos e pontuais. Sendo assim, é necessário pontuar que ainda faltam iniciativas de promover estudos e pesquisas que quantifiquem de maneira exata os benefícios de produtividade trazidos pela filosofia *Lean*.

Por fim, pontua-se que há uma necessidade de que a filosofia *Lean* seja absorvida tanto pela sociedade quanto o meio acadêmico, já que a sua contextualização para outras áreas não traz benefícios apenas para a economia, mas para a vida pessoal do indivíduo. Uma cultura filosófica se implanta na sociedade a partir do momento em que os empecilhos culturais são transpostos e o conhecimento passa a transbordar de cima para baixo.



REFERÊNCIAS

- AMARAL, T. G. Metodologia de qualificação para trabalhadores da construção civil com base dos conhecimentos gerenciais da construção enxuta. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Florianópolis, 2004.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, Vol.52, n. 4, p. 679-695, 2013.
- BRIOSO, Xavier. Teaching Lean Construction: Pontifical Catholic University of Peru Training Course in Lean Project & Construction Management. *Journal of engineering*, vol. 123, p. 85-93, 2015.
- BROCKMAN, Jay B. Introdução à engenharia: modelagem e solução de problemas. Rio de Janeiro/RJ: LTC, 2013.
- DENNIS, Pascal. Produção lean simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GUO, H. Rethinking construction project management using the VP-based manufacturing management model. *The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong*, vol. 29, n.3, p. 233- 245, *Brazilian Journal of Development Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n.4,p.22082-22100 apr. 2020. ISSN 2525-8761 22098 2010.
- HINES, P.; TAYLOR, D. *Going Lean: a guide to implementation*. Cardiff: Lean Enterprise Research Center, 2000.
- HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. NORIE / UFRGS - Porto Alegre / RS, 2003.
- HOSSEINI, S. A. A.; NIKAKTAR, A.; GHODDOUSI, P. Flow production of construction process through implementing lean construction principles and simulation. *International Journal of Engineering and Technology*. vol. 4, n. 4, p.475-479, 2012.
- JORGENSEN, F.; MARTHIESSEN, R.; NIELSEN, J.; JOHANSEN, J. Lean maturity, lean sustainability. In J. Olhager & F. Persson. *Advances in Production Management Systems*, vol. 246, p. 371-378, 2007.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Salford: Center for Integrated Facility Engineering. CIFE Technical Report, n. 72, 1992.
- KOSKELA, L. HOWELLT, G.; BALLARDT, G.; TOMMELEIN, I. The foundations of lean construction. Chapter, 14, p. 211-226, 2014.
- KRAJEWSKI, Lee J.; RITSMAN, Larry P.; MALHOTRA, Manoj K. *Administração de produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.
- LIKER, J. K.; MORGAN, J. M. The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. p. 5–21, 2006.



LYLES, M. A. Organizational learning, knowledge creation, problem formulation and innovation in messy problems. *European Management Journal*, vol. 32, n. 1, p. 132-136, 2014.

NONAKA, Ikujiro. TAKEUCHI, Hirotaka. *Gestão do Conhecimento*. 319 p. Porto Alegre: Bookman, 2008.

OHNO, Taiichi. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. 5ª ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 1997.

OLIVEIRA, M. M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. Petrópolis: Vozes, 2007.

PÁDUA, R. C. *Implementação de Práticas de Lean Construction em uma Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso*. 2014. 61 p. Trabalho de Conclusão de Curso – UFG, Goiânia, 2014.

PANAINO, Brunna B. de F.; PALIARI, José Carlos. *Método de treinamento e capacitação de equipe da construção civil baseado na mentalidade enxuta*. Universidade Federal de São Carlos. SIBRAGEC ELAGEC 2015.

PATHAK, A. K. *Some Aspects of Lean Manufacturing*. In: *Advanced Materials Research*. Trans Tech Publications, p. 1142-1146, 2012.

PERETTI, L. C.; FARIA, Ana C. de; SANTOS, Isabel C. dos. *Aplicação dos princípios da Construção Enxuta em construtoras verticais: estudos de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo*. XXXVII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro/RJ, 2013.

POLITO, Giuliano. *Gerenciamento de obras: boas práticas para a melhoria da qualidade e da produtividade*. São Paulo: Ed. Pini, 2015.

ROSENBLUM, A.; AZEVEDO, V. da S. de; JUNIOR, C. A. B.; TAVARES, M. E. da N. *Avaliação da Mentalidade Enxuta (Lean Thinking) na construção civil – Uma visão estratégica de implantação*. SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2008.

SOHLER, F. A. S.; SANTOS, S. B. dos. *Gerenciamento de Obras, qualidade e desempenho da construção*. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2017.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. *A mentalidade enxuta nas empresas*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.

ZANELLA, L. *Metodologia de Estudo e de Pesquisa em Administração*. Brasília: CAPES, 2009.

ZHANG, L.; CHEN, X. *Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction*. *International Conference on Sustainable Design, Engineering and Construction*. *Procedia Engineering*, vol. 145, p. 1267-1274, 2016.