



LEAN CONSTRUCTION: COMO OS PRINCÍPIOS DA MANUFATURA ENXUTA PODEM CONTRIBUIR NA GESTÃO DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

ARTIGO DE REVISÃO

PERDIGÃO, Leandro¹, REINERT JUNIOR, Adival José²

PERDIGÃO, Leandro. REINERT JUNIOR, Adival José. **Lean Construction: como os princípios da manufatura enxuta podem contribuir na gestão dos processos construtivos da construção civil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 02, Vol. 03, pp. 165-185. Fevereiro de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/principios-da-manufatura>, DOI:

10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/principios-da-manufatura

RESUMO

A construção civil, atualmente, apresenta um cenário altamente competitivo, o mercado exige a cada dia que as empresas entreguem maior qualidade em seus produtos. Com isso, para que as construtoras possam se destacar elas devem buscar diferenciais, não somente em relação a qualidade dos produtos que produzem, mas também apresentando melhores condições de trabalho para seus colaboradores. Diante deste contexto, esta pesquisa tem como principal questionamento: Os princípios e fundamentos da manufatura enxuta adaptados para a construção civil podem contribuir para melhorias na gestão dos processos construtivos? A realização deste artigo tem como objetivo geral apresentar e analisar os princípios e fundamentos da Manufatura Enxuta na prática da construção civil e o seu uso para otimizar a gestão dos processos. A concretização deste trabalho será realizada por meio de uma revisão bibliográfica a respeito da temática central, Construção Enxuta (*lean construction*), ressaltando suas principais práticas fundamentais. A partir da pesquisa feita é possível concluir que o conceito da Construção Enxuta surge como um diferencial para que as empresas do setor da construção civil possam se destacar das demais, contribuindo para melhorias na gestão dos processos, possibilitando assim, gerar maior valor do produto para os clientes, aumentar a qualidade do produto final, aumentar a eficiência das etapas e minimizar os desperdícios.

Palavras-chave: Construção Civil; Construção Enxuta; Manufatura enxuta.



1. INTRODUÇÃO

A Filosofia do “*Lean Construction*” ou construção enxuta, pode ser entendida como o estudo de processos com o objetivo de suavizar as etapas, removendo atividades que não agregam valor ao produto ou até mesmo reconstruindo completamente o processo, em alguns casos (KOSKELA, 1992).

Assim, o *Lean Construction* se torna uma ferramenta capaz de ser aplicada em processos de construção que envolvam atividades de produção em série e/ou utilização de máquinas e equipamentos que possam ter sua produção otimizada.

Tornou-se comum encontrar em obras de variados portes a realização do retrabalho, devido aos erros durante sua produção ou à falta de planejamento adequado. Na construção civil, em geral, é comum que o setor seja alvo de críticas em decorrência da baixa produtividade e dos elevados custos de produção, sendo conhecido por produzir por meio de processos obsoletos, improdutivos e geradores de desperdício, características essas que muitas vezes são identificadas no cenário produtivo dos canteiros de obras (BARROS, 2016). Nesse contexto, surge o questionamento: os princípios e fundamentos da manufatura enxuta adaptados para a construção civil podem contribuir para melhorias na gestão dos processos construtivos?

Segundo Al-Sudairi (1999), as teorias de produção enxuta podem ser resumidas em 5 princípios: determinar com precisão o valor por produto específico; deixar o consumidor obter o valor do produto; identificar a cadeia de valores para cada produto; fazer a cadeia de valores sem paradas e perseguir a perfeição.

Dessa maneira, a filosofia *Lean Construction* vem aplicando à Construção Civil teorias e metodologias utilizadas inicialmente apenas em processos industriais. Nestes princípios, observa-se vários aspectos importantes para o desenvolvimento de grandes construtoras: fluxos contínuos de produção, redução do tempo necessário para realização de tarefas, diminuição do desperdício de materiais, busca contínua pelo menor nível de estoque possível e o conceito de cooperação mútua entre colaboradores, empresa e fornecedores. A Construção Enxuta tem como foco



principal o fluxo dos processos que deve ser ininterrupto, buscando encontrar falhas e atrasos que possam ser eliminados. As atividades devem ocorrer de forma contínua e sequencial (KOSKELA, 1992).

Nessas perspectivas, o objetivo geral deste trabalho é apresentar e analisar os princípios e fundamentos da Manufatura Enxuta na prática da construção civil e o seu uso para otimizar a gestão dos processos. A concretização deste trabalho será realizada por meio de uma revisão bibliográfica a respeito da temática central, Construção Enxuta (*lean construction*), ressaltando suas principais práticas fundamentais.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 MANUFATURA ENXUTA

O estudo apresentado por Womack e Jones (1996), caracterizou a manufatura enxuta pela adoção de diversos modelos gerenciais aplicados com a finalidade de acabar com as atividades que sejam consideradas desnecessárias nas etapas de produção. Dessa forma, a Filosofia Enxuta permite analisar os processos construtivos e separar as atividades entre as que agregam valor ao produto final e as atividades que não agregam para que se tornem visíveis, possibilitando que possam ser minimizadas ou, até mesmo, eliminadas.

Com isso, é possível perceber que é de suma relevância abordar os conceitos de manufatura enxuta e suas aplicabilidades de forma a desenvolver ferramentas que visam diminuir ao máximo a descontinuidade de execução de atividades, possibilitando, assim, trazer maior confiança e probabilidade no cumprimento de prazos de entrega acordados com o cliente final, aprimorar o gerenciamento da obra e alcançar melhores resultados operacionais para o negócio.

A importância da implementação do conceito *Lean* na construção civil, dá-se devido à precariedade de estratégias que otimizem a realização dos processos, os prazos e desperdícios gerados pela produção. A realidade encontrada na maioria das obras



está muito longe do que pode ser considerado como um processo ideal, onde o controle e o planejamento atuam como os principais indicadores para a qualidade final do produto. Assim, os processos e atividades da construção enxuta são determinadas pelos procedimentos que buscam alcançar a qualidade total e o processo *just in time*, reduzindo os estoques, cujo objetivo básico é proporcionar a redução de custos e aumentar a competitividade no mercado (ISATTO 2000).

2.2 O LEAN CONSTRUCTION

O termo *Lean Construction* foi desenvolvido após a publicação em 1992 do trabalho “*Application of the New Production Philosophy to Construction*” (Aplicação da nova filosofia de produção à construção), no qual Lauri Koskela fez uma revisão da literatura existente sobre essa nova filosofia de produção, sobre a qual ele diz que “[...] há vários nomes alternativos sendo utilizados para se referir a essa filosofia: produção enxuta, sistema *Just-in-time*, produção de classe mundial, competição baseada no tempo” (KOSKELA, 1992).

Essa nova filosofia de produção se caracterizava por um conjunto de metodologias, conceitos e ferramentas, derivadas do sistema Toyota de produção (STP), que serviam para otimizar a produção, aumentando o controle, melhorando a qualidade e diminuindo os desperdícios nos processos.

Koskela (1992), em sua análise inicial, observou que os conceitos relativos à filosofia *Lean* ainda eram muito jovens e estavam sofrendo evoluções constantes, mas que havia dois conceitos principais herdados do STP que permaneciam: O sistema *Just-in-time* e a filosofia de Controle Total da Qualidade.

Os conceitos básicos da nova filosofia de produção são:

- 1 - Buscar uma tecnologia de produção que utilize uma quantidade mínima de equipamento e trabalho para produzir bens livres de defeitos no menor tempo possível com o menor número possível de sobras e 2 – Se referir como desperdício a qualquer elemento que não contribua para obter a qualidade, o preço ou o prazo requerido pelo consumidor e almejar a eliminação de todo o desperdício através de esforços conjuntos



da administração, produção, distribuição, gerência e todos os outros departamentos da empresa. (KOSKELA, 1999 apud WOMACK e JONES, 1996).

Para o conceito de *Lean Construction* desenvolvido por Koskela (1992), foram utilizados princípios de movimentos desenvolvidos em diversas áreas. Assim, ele chegou a um modelo em que a produção não é vista apenas como um conjunto de atividades, mas sim como ações de transporte, espera e processos. Para melhorar a produção, pode-se melhorar os processos, aumentando a tecnologia ou pode-se reduzir as esperas e os transportes, o que é o mais recomendado, pois são atividades que essencialmente não agregam valor ao produto final.

Logo, Koskela (1992) fez uma adaptação dos princípios básicos da produção enxuta para a construção civil, sendo eles:

- Redução das atividades que não agregam valor ao produto, ou seja, eliminar o desperdício;
- Consideração dos requisitos dos clientes para aumentar o valor do produto;
- Redução da variabilidade, ou seja, tentar tornar o processo padrão para obter produtos com o mesmo padrão de qualidade;
- Redução do tempo de ciclo, ou seja, diminuição no tamanho do lote;
- Simplificação do processo produtivo, reduzindo o número de atividades;
- Aumento da possibilidade de customização;
- Aumento da transparência em relação ao processo, ferramentas, qualidade dos materiais, etc;
- Realização do controle do processo produtivo como um conjunto de atividades, avaliando cada uma separadamente;
- Busca da melhoria contínua;
- Intercalação do foco gerencial entre as melhorias de conversão e fluxo;
- Realização de pesquisa dos processos das outras empresas, o chamado *benchmarking*, e adaptação às melhores ideias.

Após análise e desenvolvimento dos conceitos da nova filosofia de produção, observou-se que esses princípios estavam sendo lentamente utilizados na indústria



da construção civil, especialmente devido à relativa falta de competitividade internacional no mercado da construção civil. A resposta demorada das instituições de ensino a realizarem pesquisas e divulgações sobre aplicações dessa nova filosofia e o fato de que os estudos desenvolvidos sobre o assunto serem normalmente muito específicos, torna difícil a aplicação e generalização do ponto de vista da construção, que possui obras distintas entre si. Ainda assim, essas barreiras à implantação dessa nova filosofia devem diminuir com o tempo, e cada empresa já pode implementar inicialmente essa filosofia e obter melhorias em seus processos, diminuindo perdas e melhorando a qualidade dos seus produtos.

Atualmente, o *Lean Production* tem como principal objetivo a eliminação completa dos desperdícios. Com base nisso, o desenvolvimento desse sistema de produção contempla características como: estoques reduzidos, controle rigoroso de qualidade, minimização de defeitos, atividades e mão-de-obra que agreguem valor ao produto final, liberdade do colaborador para interromper a linha de produção sempre que necessário, antecipação dos problemas e a cooperação dos fornecedores (WOMACK; JONES, 1998).

2.2.1 FUNDAMENTOS DA PRODUÇÃO *LEAN*

Para melhor compreensão do tema, é necessário destacar alguns fundamentos básicos que o Sistema de Produção *Lean* possui. Esses fundamentos são necessários para alcançar os objetivos de produzir, com qualidade, mais com menos, possibilitando uma compreensão inicial de como os princípios *lean* podem contribuir para a melhoria dos processos construtivos.

2.2.1.1 QUALIDADE TOTAL IMEDIATA

A qualidade é um dos principais fundamentos da busca pela flexibilidade da produção, tornando-a um pressuposto para a implantação do *lean* em qualquer empresa.

Seu principal conceito é o de garantir que os produtos sejam produzidos com qualidade, evitando assim a necessidade de medidas corretivas após a produção. De



acordo com Corrêa e Giansesi (1993), para que seja possível garantir isso, é necessário que o Controle de Qualidade da empresa foque em:

- Alta capacitação dos colaboradores da produção, de forma que eles possam controlar a qualidade da própria produção;
- Apoio consultivo aos colaboradores da produção, para que eles possam compreender e solucionar os problemas de qualidade da produção;
- Realização de diversas auditorias aleatórias nos diversos setores produtivos e fornecedores, a fim de manter sempre o nível de qualidade;
- Acompanhamento, supervisão e avaliação da qualidade dos produtos acabados;
- Transmissão da mentalidade da Qualidade Total por toda a empresa, fazendo com que todos os colaboradores se sintam parte do SGQ (Sistema de Gestão da Qualidade) e contribuam com ideias e ações, comprometendo-se com o sistema.

A qualidade total tem como principal missão atingir o nível de defeito zero, buscando através da melhoria contínua dos processos alcançar a meta da perfeição.

Alguns pontos relevantes do controle da qualidade total são listados por Corrêa e Giansesi (1993). São eles:

- Controle total do processo: acompanha-se e controlam-se todas as etapas do processo. O ideal é que o próprio executor da tarefa possa inspecionar seu próprio produto;
- Visibilidade da qualidade: os padrões de qualidade devem estar expostos a toda a empresa, de forma que todos os colaboradores estejam cientes a tudo que se refere a qualidade da empresa;
- Disciplina da qualidade: trata-se do comprometimento de toda a empresa com relação ao atingimento das metas da qualidade total. A alta administração precisa estar altamente engajada e comprometida com o sistema;
- Paralisação das linhas: preferência da qualidade em detrimento à quantidade produzida. Com a ideia de defeito zero, nada menos que o perfeito deverá ser



tolerado. Em caso de desempenho inferior, a produção deve ser parada imediatamente;

- Correção dos próprios erros: trata-se de não haver área de retrabalho, evitando a complacência com possíveis erros cometidos pela produção. O operário deverá sanar, ele mesmo, o problema;
- Inspeção 100%: todas as peças produzidas devem ser inspecionadas, não utilizando o método por amostragem. Para que isso seja possível, como já foi dito, o ideal é que o próprio operário inspecione seu produto, de forma que ele não passe para a própria etapa do processo sem a perfeição necessária. Se isso for seguido por todos os envolvidos, o fluxo atingirá qualidade total e produto final será perfeito;
- Lotes pequenos: com lotes menores, o fluxo de produção ocorre de forma mais rápida, chegando ao próximo posto de trabalho mais rapidamente, fazendo com que erros sejam mais facilmente identificados. Além disso, quanto menor o lote, menor será o estoque e seus custos embutidos;
- Organização e limpeza da fábrica: importante para que a qualidade seja atingida desde os primórdios do processo produtivo;
- Excesso de capacidade: deve ser evitado, pois desgasta excessivamente equipamentos e operários, contribuindo para possíveis paralisações na produção;
- Verificação diária dos equipamentos: a manutenção dos equipamentos é importante para manter o fluxo de produção constante – seja evitando paralisações, seja evitando a produção de peças defeituosas.

2.2.1.2 MINIMIZAÇÃO DO DESPERDÍCIO

Segundo Womack e Jones (1998), a minimização do desperdício é quando ocorrer a eliminação de todas as atividades que não agreguem valor, otimizando a utilização de recursos escassos, como o melhor aproveitamento do espaço, do capital disponível e das pessoas envolvidas. Este é um dos princípios fundamentais da Produção e, também, da Construção Enxuta.



Para alcançá-lo é importante que todos os processos sejam estudados e revisados para que a eficiência destes possa ser melhorada e, dessa forma, suas perdas possam ser reduzidas. Além disso, é necessário que todo o fluxo seja verificado, de forma a eliminar atividades que não agregam valor, mesmo que indiretamente, ao produto que o cliente deseja receber.

2.2.1.3 PRODUÇÃO PUXADA

Conforme Womack e Jones (1998), “em termos simples, produção puxada significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente de um processo posterior solicite”. A ideia de produção puxada deve iniciar com um cliente real realizando uma demanda ao fluxo de produção, concluindo todas as etapas para que essa solicitação chegue ao cliente conforme seu pedido.

Esse fundamento possibilita que o sistema produtivo gere apenas aquilo que é realmente necessário, evitando assim excesso ou escassez de materiais. Como resultado, é possível obter menores estoques, maior produtividade (produzindo de forma mais rápida), maior qualidade do produto (lotes menores de produção permitem inspecionar a qualidade do produto com maior efetividade), mais facilidade de encontrar e solucionar problemas.

2.2.1.4 FLEXIBILIDADE

Com clientes cada vez mais exigentes e querendo mais personalização do produto que adquirem (principalmente se o preço dele for alto), faz-se necessário que a produção acompanhe essa nova realidade e se adeque para não perder mercado para a concorrência.

Dessa forma, Davis (1989) criou o conceito de “customização em massa” que está relacionado intimamente a flexibilidade da produção. O cliente de hoje solicita várias características para o produto que ele deseja adquirir e, sua produção deve ocorrer respeitando essa demanda. Para atender esse propósito, é necessário que a produção seja cada vez mais flexível e, para isso, é essencial estudar e adotar meios



de atender a essa vontade do cliente, com custos cada vez menores e de forma efetiva.

A flexibilidade é um pré-requisito de suma importância para o *lean production*, pois permite que menos recursos sejam utilizados, eliminando desperdícios (WOMACK; JONES, 1998).

2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA

Logo após a Primeira Guerra Mundial, Henry Ford, encontrou uma forma de superar os problemas apresentados pela produção artesanal de veículos motorizados. Suas novas técnicas aumentaram a qualidade do produto, reduzindo drasticamente o custo. Surgiu então a chamada produção em massa, cujo foco passou a ser a completa e consistente intercambialidade das peças durante sua produção e a facilidade de ajustá-las entre si, abandonando as antigas técnicas baseadas na linha de montagem em movimento contínuo (WOMACK; JONES, 1998).

Na década de 1950, Taiichi Ohno (1997), responsável pela produção da Toyota, concluiu que o sistema de produção em massa não funcionaria no Japão. Então Ohno desenvolveu ferramentas e práticas que passariam a fazer parte do Sistema Toyota de Produção (STP), hoje conhecido por *lean production*, ou produção enxuta.

Um dos objetivos principais da produção enxuta está relacionado à eliminação total do desperdício. Segundo Ohno (1997), o aumento da eficiência está diretamente relacionado à redução de custos, de forma que seja produzido apenas o que for necessário, utilizando o mínimo de mão de obra. Ao considerar apenas o trabalho necessário para a produção como trabalho real e o restante como desperdício, a capacidade atual de uma linha de produção será dada pela soma entre o trabalho e o desperdício. O aumento na eficiência é efetivamente atingido quando o desperdício tende a zero, produzindo apenas a quantidade necessária e cortando o excesso na capacidade.

O conceito de economia na filosofia está relacionado à redução da força de trabalho e dos custos, diretamente ligados à redução da mão de obra. O STP é um método



para eliminar o desperdício, ou seja, os elementos que não agregam valor ao produto e aumentar a produtividade, reduzindo, assim, os custos. De acordo com Ohno (1997), devem ser identificados sete tipos de desperdícios ao implantar a produção enxuta:

1. desperdício de superprodução;
2. desperdício de tempo disponível (espera);
3. desperdício em transportes;
4. desperdício do processamento em si;
5. desperdício de estoque disponível (estoque);
6. desperdício de movimento;
7. desperdício de produzir produtos defeituosos.

Womack e Jones (1996) idealizaram os cinco princípios da produção enxuta:

- a) O primeiro princípio é a definição do que é valor para o cliente, sendo esse o ponto mais crítico, que é expresso de acordo com as expectativas do cliente, interno ou externo, em relação a um produto com um preço específico, em um momento específico;
- b) O segundo princípio busca identificar o fluxo de valor das ações necessárias para fornecer um determinado produto, permitindo expor os desperdícios e eliminá-los ao longo do processo;
- c) O terceiro princípio é determinar o fluxo contínuo das atividades utilizando como base o fluxo de valor já definido;
- d) O quarto princípio consiste na produção puxada na qual o produtor aguarda a solicitação do cliente, para iniciar a produção, em vez de fabricar o produto sem necessidade, o que reduz a formação de estoques e otimiza a produção;
- e) O quinto e último princípio é a constante busca pela melhoria contínua, almejando alcançar a perfeição.



A partir das práticas e conceitos da produção enxuta, Koskela (1992) idealizou o *lean construction*, a construção enxuta, uma adaptação da filosofia de produção enxuta para a visão da construção civil, enxergando suas etapas como uma indústria e suas especificidades. Com base nos estudos de Koskela (1992), Womack e Jones (1996), Isatto (2000), temos os princípios apresentados para a construção enxuta:

- a) Reduzir as parcelas de atividades que não agregam valor ao processo, por meio da identificação dos desperdícios;
- b) Agregar valor ao produto intermediário ou final através da consideração das necessidades dos clientes (internos ou externos);
- c) Reduzir a variabilidade dos processos, buscando uma produção uniforme e padronizada, reduzindo as atividades que não agregam valor;
- d) Reduzir o tempo de ciclo de uma atividade, estimulando a eliminação de etapas de fluxo que não agregam valor ao cliente;
- e) Racionalizar o processo a partir da redução o número de etapas, com utilização de elementos pré-fabricados (não produzidos *in loco*), formação de equipes polivalentes e planejamento eficaz do processo de produção;
- f) Aumentar a flexibilidade de saída do produto, permitindo um planejamento adequado das customizações;
- g) Aumentar a transparência dos processos, facilitando a identificação dos erros, difusão de informações e tornando as equipes mais independentes;
- h) Focar o controle no processo global, identificando possíveis melhorias e os desperdícios a nível geral, para então analisar as etapas constituintes do processo;
- i) Introduzir a melhoria contínua do processo, estimulando a participação de todos na identificação de falhas, oportunidades de melhorias e novas tecnologias;
- j) Buscar o equilíbrio entre melhorias de atividades de fluxo e de conversão;



k) Realizar *benchmarking*, buscando boas práticas e ideias de empresas mais experientes, do setor da construção civil ou não.

2.4 PACOTES DE SERVIÇOS

Tendo os princípios da manufatura enxuta como base, a Construção Enxuta criou um dispositivo para auxiliar na melhoria da gestão do sistema produtivo das construções: os pacotes de serviço. Permitindo, assim, que os fundamentos que antes eram utilizados somente em meios industriais pudessem ser adaptados para o meio produtivo da construção civil. Segundo Gehbauer (2002), os pacotes de serviço são conjuntos de atividades necessárias para finalizar uma etapa de um lote de uma construção. Para Mendes JR (1999) e Heineck (2009), nos pacotes de serviço devem ser alocados as atividades, quantidades de serviços e a mão-de-obra utilizada em cada um deles.

Dentro do conceito de pacotes de serviço, englobam-se as atividades necessárias para dar início a etapa produtiva. Dividem-se as atividades do pacote de serviço em seis: planejamento, prototipação e observação, calibração, execução, acompanhamento e gestão da qualidade.

2.4.1 PLANEJAMENTO

Nas perspectivas de Gehbauer (2002), a missão do planejamento é prever os acontecimentos da obra antes da sua ocorrência, escolhendo métodos construtivos, formas de produção que sejam mais eficazes e que estejam sempre em concordância entre si, mantendo o fluxo contínuo e considerando todas as condições limitantes internas e externas da empresa.

Para Matos (2006), o planejamento tem por finalidade a previsão de todas as atividades ou serviços a serem executados previamente ao seu início, com antecedência tal que se possibilite escolher o método construtivo, modo de produção, produtividade, equipamentos e máquinas, canteiro de obras, técnica de programação e até recursos financeiros.



Bernardes (1996), afirma que o planejamento é dividido em três níveis: o operacional, o tático e o estratégico. O estratégico relaciona-se com o planejamento a longo prazo, é, portanto, o cronograma mestre e as decisões em nível macro. O tático funciona como uma ponte entre os níveis operacional e estratégico, ou seja, ele reúne meios para que os objetivos do nível estratégico sejam alcançados através de soluções que sustentem o nível operacional. O nível operacional agrega ações necessárias para garantir que os níveis tático e estratégico sejam cumpridos, respectivamente.

Um dos planejamentos de longo prazo é a Linha de Balanço. Para Mendes Jr. (1999), a Linha de Balanço é um planejamento gráfico com dois eixos cartesianos, sendo o eixo horizontal responsável por mostrar o tempo e o eixo vertical mostrar os lotes de execução dos pacotes de serviço. Cada barra no plano cartesiano representa um pacote de serviço a ser executado em um determinado lote em determinada data. Ou seja, é um gráfico que mostra o ritmo de produção desejado em uma obra. Geralmente utilizam-se cores diferentes para diferenciar cada etapa.

Voltando a Matos (2006), a Linha de Balanço mostra as informações a respeito das atividades programadas: onde, quando e em que ritmo serão executadas. Com a Linha de Balanço pode-se ter a base para o planejamento a médio prazo, isto é, o planejamento para os pacotes de serviço. Dentro desse planejamento consideram-se as atividades que serão realizadas, o número de funcionário e suas especialidades, o prazo programado, os materiais e ferramentas necessários, a logística de distribuição e armazenamento dos materiais, a sequência de execução e os critérios de qualidade exigidos.

2.4.2 PROTOTIPAÇÃO, OBSERVAÇÃO E CALIBRAÇÃO

Nas orientações de Ballard (2000), o protótipo inclui um extenso planejamento para as próximas operações, incluindo representantes de todos os que irão executá-la, seguido pelo estudo metódico e redesenho da mesma, além de um novo modo executivo, até que um padrão é criado para atender ou superar a execução dessa operação.



A prototipação na construção civil é a execução de um lote inicial na sua totalidade, testando o plano de execução. Ou seja, é uma forma de proteger a produção das eventualidades que possam atrapalhar de alguma forma o andamento das atividades dos pacotes de serviço.

Para Campos (1992), a padronização é a mais importante das ferramentas de gestão.

Segundo Imai (1997), o sucesso no gerenciamento é composto em manter e aprimorar padrões. A padronização está relacionada a melhoria contínua e, apesar disso, o estabelecimento de procedimentos previamente estabelecidos não se relaciona necessariamente a métodos de trabalho fixos e a um ambiente de trabalho de monotonia. Como exposto na Figura 1, a melhoria contínua se dá por meio de uma sequência de evolução constituída por dois ciclos: o ciclo SDCA (*Standardize-Do-Check-Act*), que em português quer dizer Padronizar-Fazer-Verificar-Agir e o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), que em português quer dizer Planejar-Fazer-Verificar-Agir.

Diagrama de uma curva de aprendizagem com eixos "Melhorias" (vertical) e "Tempo" (horizontal). A curva apresenta uma progressão em degraus, alternando entre fases de "Manutenção" e "Melhoria".

- Fase 1 (Baixa):** Um círculo dividido em quatro quadrantes com as letras S (Superior), D (Direita), C (Inferior) e A (Esquerda). Abaixo dele está o rótulo "Manutenção".
- Fase 2 (Média):** Um círculo dividido em quatro quadrantes com as letras P (Superior), D (Direita), C (Inferior) e A (Esquerda). Abaixo dele está o rótulo "Melhoria".
- Fase 3 (Alta):** Um círculo dividido em quatro quadrantes com as letras S (Superior), D (Direita), C (Inferior) e A (Esquerda). Abaixo dele está o rótulo "Manutenção".
- Fase 4 (Muito Alta):** Um círculo dividido em quatro quadrantes com as letras P (Superior), D (Direita), C (Inferior) e A (Esquerda). Abaixo dele está o rótulo "Melhoria".

Um pico na curva, entre a Fase 3 e a Fase 4, é rotulado "Instabilidade após a melhoria" com uma seta apontando para ele. A curva termina com uma seta indicando continuidade.

2.4.3 EXECUÇÃO

Segundo Gehbauer (2002), a execução só deverá começar quando todas as restrições forem solucionadas e materiais e ferramentas estiverem disponíveis para que não haja interrupção no processo produtivo, garantindo o fluxo contínuo dos pacotes de serviço. Caso isso não aconteça, pode haver problemas com o cumprimento de prazos das etapas, influenciando nas fases seguintes, ou seja, atraso da obra.



2.4.4 ACOMPANHAMENTO

A execução das atividades deve ser monitorada para garantir o cumprimento dos prazos, identificar problemas recorrentes, diminuir o desperdício etc. O acompanhamento a curto prazo das atividades na gestão *Lean* geralmente é feito através do diagrama de sequência.

Nas orientações de Heineck (2009), o diagrama de sequência é uma ferramenta direcionada para determinar o dia a dia dos serviços a serem realizados na célula de produção e sua ordem, além de quais profissionais serão responsáveis pelo respectivo serviço. Ele apresenta uma lista de todos os serviços que serão executados na célula com a ordem de realização e o tempo necessário para conclusão, assim como os operários que o farão. Desta maneira, o diagrama de sequência é um gráfico que mostra as atividades dos pacotes de serviço em concordância às datas em que elas devem ocorrer para garantir a produção.

A ordem de serviço é uma relação diária e minuciosa das atividades a serem realizadas por todos os funcionários da obra. Deve estar em concordância com a programação do diagrama de sequência das células produtivas.

Segundo Tavares Filho (2011), a ordem de serviço diária engloba tantos serviços regidos pelo diagrama de sequência, como aqueles realizados de acordo com a demanda da obra e sem ciclos repetitivos que os enquadrem na lista de etapas planejadas segundo o diagrama. A relação entre ordem de serviço e diagrama de sequência é muito simples: o diagrama de sequência dita a ordem de serviço, pois as atividades planejadas para o período do diagrama são desmembradas e programadas por dia. Entretanto, a ordem de serviço tem o poder de ajustar possíveis falhas de planejamento do diagrama, pois ela é realizada ao final de todo dia, planejando o dia seguinte, enquanto o diagrama é feito mirando um horizonte de mais dias.

No acompanhamento da produção há a identificação dos problemas que atrapalham de alguma forma no andamento do processo, gerando desperdícios e atrasos. Nesse caso, Ohno (1997) sugere usar a tática dos cinco por quês. Ou seja, perguntando-se



cinco vezes o porquê de um problema ter acontecido, pode-se chegar à causa real do problema.

2.4.5 GESTÃO DA QUALIDADE

Todo serviço na construção civil deve ser monitorado em relação a qualidade. Na filosofia *Lean*, a qualidade é produto da busca pela perfeição. A gestão da qualidade é um dos processos mais importantes para reduzir os desperdícios, pois é através dela que se reduz os retrabalhos.

De acordo com Picchi (1993), a conceituação de qualidade é dinâmica e oscila com o tempo, possui várias interpretações conforme conveniência das pessoas ou corporações que o empregam. Garvin (1984) descreveu as várias definições existentes para a qualidade em cinco abordagens:

- a) Abordagem transcendental: qualidade é sinônimo de superioridade, ou seja, é o melhor disponível nas caracterizações do produto ou serviço;
- b) Abordagem fundamentada em manufatura: qualidade é sinônimo de padrão, produtos que correspondam exatamente às especificações dadas;
- c) Abordagem baseada no consumidor: é adicionada no conceito de qualidade, além do cuidado com as especificações de projeto, a preocupação com a adaptação às exigências do cliente;
- d) Abordagem fundamentada no produto: qualidade é conceituada como conjunto exato e mensurável de especificações requeridas para atender os interesses do consumidor.
- e) Abordagem baseada no valor: qualidade é definida em termos de custo e preço, defendendo a ideia de que a qualidade é compreendida em relação ao preço.

A capacitação dos funcionários que fazem os processos de execução garante que os processos de gestão da qualidade gerem produtos com a qualidade especificada pela empresa. O planejamento e acompanhamento da obra devem ser realizados de modo



que a sequência e ritmo dos pacotes possam proporcionar a execução dos serviços com qualidade (PICCHI, 1993).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A filosofia do *Lean Construction* busca alcançar que as etapas produtivas não sejam mais vistas somente pela lógica da transformação, mas sim sob uma ótica baseada nos fluxos e valores, atribuindo processos de estudos e planejamentos as diversas etapas construtivas. A partir disso, é possível notar desperdícios que antes permaneciam ocultos, escondidos por antigos conceitos construtivos e vícios técnicos. Uma vez que é desenvolvida uma nova maneira de enxergar as perdas, fica difícil não mais notá-las. Representando, assim, a ideia da Construção Enxuta, cujos conceitos buscam que a Construção Civil passe a ser vista não de forma diferente, mas sim permitindo que seja capaz de enxergar mais do que antes era possível.

Assim, retomando a questão norteadora: Os princípios e fundamentos da manufatura enxuta adaptados para a construção civil podem contribuir para melhorias na gestão dos processos construtivos? Chegou-se à conclusão de que sim, o método de elaboração de Pacotes de Serviço mostra como uma forma simples de planejamento e de fácil acompanhamento, principalmente em empresas que almejam alinhar as etapas produtivas com a Construção Enxuta, podendo ter ferramentas para serem aplicadas em processos de Construção Civil. Apresentando, assim, metas de remover as atividades que não agregam valor ao produto, podendo identificar as cadeias de valor para cada produto, otimizar os processos produtivos da obra e diminuir as perdas e desperdícios.

O uso da metodologia otimiza os aspectos funcionais dos processos construtivos por meio do gerenciamento e otimização dos processos e operações produtivas da obra, e da capacitação dos funcionários ao longo do processo, permitindo que seja alcançado melhorias na parte da qualidade final da edificação, a diminuição dos atrasos, devido ao melhor gerenciamento da obra e da diminuição ou eliminação dos erros e desperdícios e, conseqüentemente, diminuindo, assim, o retrabalho na obra, o que gera custos extras para a produção.



Por meio deste artigo verificou-se que o *Lean Construction* proporciona um claro e novo caminho, uma nova forma de enxergar em antigas técnicas utilizadas possibilidades de melhorias e de redução de desperdícios, fundamentando as etapas no novo conceito da lógica do fluxo e valor. Possibilitando, ainda, a melhoria contínua dos processos fortalecida pela utilização das técnicas de controle total da qualidade. Outro aspecto considerado essencial, que não pode ser deixado de lado, é a atenção que a construção enxuta atribui ao planejamento prévio de toda e qualquer etapa e a organização das atividades e serviços, que ocorrem em diferentes níveis de abrangência e com grande frequência dentro de cada nível, contribuindo, dessa forma, juntamente com a gestão da Qualidade, de maneira significativa, para utilização desta filosofia nas etapas de planejamento nos processos produtivos, otimizando as atividades e fazendo com que possamos encontrar, de forma mais prática, os possíveis desperdícios e falhas.

REFERÊNCIAS

AL-SUDAIRI, A. A.; BROWN, H. M.; DIEKMANN, J. E.; SONGER, A. D. **Simulation of Construction Processes**: Traditional Practices versus Lean Principles. Proceedings IGLC-7, v., n., p., 1999.

BALLARD, H. **The Last Planner System of Production Control**. Birmingham: maio de 2000 (Dissertação de Doutorado). Faculty of Engineering of The University of Birmingham.

BARROS, F.T.R. **Os Princípios da Construção Enxuta aplicados na Construção da Arena da Amazônia**. Manaus: janeiro de 2016. Instituto de Pós-Graduação – IPOG.

BERNARDES, M. M. S. **Método de Análise do Processo de Planejamento da Produção de Empresas Construtoras através do Estudo do seu Fluxo de Informação**: Proposta baseada em Estudo de Caso. Porto Alegre: junho de 1996 (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRS.

CAMPOS, V. F. **Qualidade total: padronização nas empresas**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CORRÊA, Henrique L; GIANESE, Irinei G.N. **Just in Time, MPR II e OPT**: um enfoque estratégico. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.



DAVIS, S. M. **“From future perfect”**: Mass Customizing. Planning Review, v.17, p.16-21, 1989.

GARVIN, D. **What does “product quality” really mean?** Sloan management review. USA, v.26, n.1, 1984.

GEHBAUER, F et al. **Planejamento e Gestão de Obras** – Um Resultado Prático da Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. Curitiba, 2002.

HEINECK, L. F. M. et al. **Construindo com o Lean Management**. Vol. 2 – Prefácio e pág. 19. Fortaleza, 2009. Coletânea Edificar Lean.

IMAI, M. **Gemba kaizen**: a commonsense, low-cost approach to management. New York: McGraw-Hill, 1997.

ISATTO, E.L.; FORMOSO, C.T.; DE CESARE, C.M.; HIROTA, E.H.; ALVES, T.C.L. **Lean Construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre, SEBRAE/RS, Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to the construction industry**. Technical Report n. 72, Center for Integrated Facilities Engineering, Dept. of Civil Engineering, Stanford University, CA, 1992.

MATOS, A. O. **Estudo do Planejamento em Linha de Balanço de uma Obra em Paredes/painéis com Aplicações de Princípios da Construção Enxuta**. Salvador: UFBA, 2006.

MENDES JR., R. **Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. Tese de doutorado – Engenharia de Produção. Florianópolis: UFSC, 1999.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção**: Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman. 149p, 1997.

PICCHI, F. **Sistemas da qualidade**: Uso em Empresas de Construção de Edifícios. Universidade de São Paulo. Tese de doutorado. Engenharia de Construção Civil e Urbana, São Paulo, 1993.

TAVARES FILHO, F. I. C. **O Diagrama de Sequência na Construção de Casas de Alto Padrão**. Estudo de Caso. Universidade Federal do Ceará. Monografia. Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Fortaleza, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation**. New York: Simon & Schuster, 1996.

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



Enviado: Dezembro, 2021.

Aprovado: Fevereiro, 2022.

¹ MBA em gestão de obras na construção civil; MBA em orçamento, planejamento e controle na construção civil; bacharel em engenharia civil. ORCID: 0000-0002-3461-935X.

² Orientador. ORCID: 0000-0002-0577-107X.