

CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA: APLICAÇÃO DA FILOSOFIA ENXUTA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM EXEMPLOS PRÁTICOS

João Victor Freitas Barros Correia.¹



ISSN IMPRESSO 1980-1777
ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

A construção civil é uma das atividades mais antigas praticadas pela humanidade. Na atualidade temos a moderna indústria da construção civil, que visa a produção em grande escala de produtos de qualidade padronizada, fato que fica mais evidente na construção habitacional de condomínios com várias torres ou casas. Apesar das novas tecnologias desenvolvidas constantemente pelo mundo científico para a construção civil, a mesma apresenta sérios problemas de produtividade como o desperdício de insumos e força de trabalho, uso de tecnologias inadequadas, falta de uma organização elaborada para o melhor fluxo de materiais, atividades e processos dentro do canteiro de obras e o uso de tecnologias e técnicas inadequadas. O que denuncia a necessidade de uma mudança na filosofia dos seus conceitos. Dentre uma das soluções aplicáveis a esses e outros problemas pode ser citada a Lean Construction (construção enxuta) que nada mais é que a aplicação da leanthinking (mentalidade enxuta) no ramo da construção civil. A mentalidade enxuta foi originada a partir do Sistema Toyota de Produção (STP). Apesar de ter surgido dentro da indústria automobilística Japonesa da década de 1950, a filosofia enxuta do STP, é aplicável em diversas áreas de produção, como exemplo na construção, gerando a Construção Enxuta, que está redefinindo a maneira de se projetar edificações e executar obras. O objetivo desse trabalho é mostrar com exemplos dentro da atualidade, com algumas aplicações da filosofia enxuta na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE

Indústria da Construção Civil. Construção Enxuta. Sistema Toyota de Produção.

ABSTRACT

Civil construction is one of the oldest activities practiced by mankind. At present we have the modern civil construction industry, which aims at the large-scale production of standardized quality products, a fact that is most evident in the housing construction of condominiums with several towers or houses. Despite the new technologies constantly developed by the scientific world for civil construction, it presents serious productivity problems such as the waste of inputs and workforce, the use of inadequate technologies, lack of an organization elaborated for the best flow of materials, activities and processes inside the construction site and the use of inadequate technologies and techniques. Which denounces the need for a change in the philosophy of their concepts. Among one of the solutions applicable to these and other problems can be cited "Lean Construction" that is nothing more than the application of lean thinking in the construction industry. The lean mentality originated from the Toyota Production System (TPS). Although it emerged within the Japanese automobile industry of the 1950s, TPS's lean philosophy is applicable in several production areas, as an example in construction, generating Lean Construction, which is redefining the way to design buildings and perform works. The objective of this work is to show with examples within the present time, with some applications of the lean philosophy in the civil construction.

KEYWORDS

Construction Industry. Lean Construction. Toyota Production System.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais antigas praticadas pela humanidade, permitindo-a sair do estado de nômade para sedentária há 10 mil anos, acompanhada de outras atividades como a pecuária e agricultura. Na atualidade temos a moderna indústria da construção civil, que visa a produção em grande escala de produtos de qualidade padronizada, fato que fica mais evidente na construção habitacional de condomínios com várias torres ou casas. O mundo científico traz constantemente novas tecnologias incrementáveis na construção civil, a fim de aprimorar seus processos, com eficiência, economia e segurança.

Apesar disso ainda pode-se observar os atrasos constantes em cronogramas de obras do gênero e grandes desperdícios relacionados aos insumos utilizados, advindos de retrabalhos necessários devido à falta de treinamento e mão de obra qualificada, falta de uma organização elaborada para o melhor fluxo de materiais, atividades e processos dentro do canteiro de obras e o uso de tecnologias e técnicas inadequadas, fatores que tanto individualmente quanto somados, acabam gerando desfavorecimento à produtividade da mão de obra e dos processos, dentre outros problemas que

ainda existem dentro da indústria da construção civil. O que denuncia a necessidade de uma mudança na filosofia dos seus conceitos.

Dentre uma das soluções aplicáveis a esses e outros problemas pode ser citada a *Lean Construction* (construção enxuta) que nada mais é que a aplicação da *lean-thinking* (mentalidade enxuta) no ramo da construção civil. A mentalidade enxuta foi originada a partir do Sistema Toyota de Produção (STP), para melhor entendimento de seu funcionamento faz-se necessário o estudo do contexto de seu surgimento.

O STP surgiu na década de 1950 no Japão, após uma visita de seus criadores Eiji Toyoda e Taiichi Ohn o engenheiro mecânico da Toyota Motor Company, a fábrica da Ford, nos Estados Unidos da América (EUA), em uma época em que os estados unidos produziam nove vezes mais carros que o Japão.

Ao analisar os meios de produção daquela empresa do mesmo ramo, eles concordaram a respeito da insustentabilidade em levar e aplicar aquele sistema de produção, que tinham como características, produção em larga escala, grandes estoques e geração de muito refugo em um Japão pós-segunda guerra, onde a matéria-prima se encontrava de forma escassa e conseqüentemente cara.

Com isso seus idealizadores entenderam que os princípios de seu sistema teriam que ser associados a uma produção sem desperdício e com qualidade nos seus produtos finais, assim se conseguiria fazer mais produtos, usando menos matéria-prima e com uma qualidade superior, o que aumenta a eficiência da linha de produção.

O SPT é fundamentou os princípios da administração japonesa, e se popularizou pelo mundo nas décadas de 1960 e 1970, quando outras empresas durante a crise mundial do petróleo observaram o lucro inalcançável que a Toyota tinha em plena crise. Esse sistema sofreu constantes melhorias e incrementos ao longo de seus quase setenta anos de existência e ainda hoje é referência quando se fala em gestão.

O SPT, segundo a própria Toyota, é uma cultura organizacional que tem como objetivo expor e resolver os problemas nos mais diversos ambientes e situações. No SPT os esforços são concentrados para eliminar desperdícios de tempo, material e dinheiro, variações indesejadas no processo que geram dificuldades e irregularidades nos produtos, sobrecarga em máquinas e operadores.

Em seus pilares fundamentais o SPT tem os seguintes conceitos: O "Just-in-time", que quando traduzindo para o português tem se algo como no tempo certo, onde se busca produzir apenas o que é necessário, no tempo necessário, quando se é necessário e na quantidade necessária, que dentre outras coisas contribui para o fim dos superes estoques encontrados no Fordismo e no fluxo constante de processos, onde o produto não é empurrado para o final da linha de produção, mas puxado pelo cliente final.

E o JIDOKA ou autonomia (automação com toque humano), onde o operário tem a autonomia para parar processos autônomos imediatamente, quando for necessário para corrigir possíveis problemas de qualidade, padronização e erros que venham a se encontrar nos produtos, sendo os próprios operários mensuradores da qualidade dos produtos, tornando desnecessários, assim, inspetores para tais fun-

ções, reduzindo o desperdício advindo de defeitos, otimizando processos e garantindo qualidade necessária, algo contrário ao que foi atestado no fordismo na década de 1950 com altas taxas de refugos de seus processos.

Para a produção enxuta, é necessário a eliminação dos desperdícios, sendo estes desperdícios considerados pelo STP em 7, que são: tempo perdido em concerto, tempo de espera, transporte, movimento humano, superprodução, estoque e operações ineficientes. Nesse sistema também denominado produção puxada, a empresa não trabalha em sua capacidade máxima como o fordismo, mas sim seguindo a necessidade do mercado, se adequando a ele, o que mostra a flexibilidade da produção e quando necessário são contratados trabalhadores temporários para entender maiores demandas de produção.

Apesar de ter surgido dentro da indústria automobilística Japonesa, a filosofia enxuta do SPT é aplicável em diversas áreas de produção, como exemplo na construção, gerando a Construção Enxuta, que está redefinindo a maneira de se projetar edificações e executar obras. O objetivo deste trabalho é demonstrar a necessidade e vantagens de se aplicar a construção enxuta no Brasil em contraponto ao tradicional modo de construir com exemplos palpáveis dentro das tecnologias e técnicas atuais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

No Brasil, boa parte da mão de obra utilizada na indústria da construção civil detém pouca escolaridade, treinamento e qualificação para sua função; esse fator acaba por gerar problemas ao longo da escala produtiva, um desses problemas esta relacionados a retrabalhos devido à falta de acompanhamento da qualidade dos produtos dos processos e os retrabalhos acabam por gerar desperdícios de materiais. Segundo Pinto (1999) alguns insumos básicos de construção como areia acabam tendo desperdícios de até 40%; o desperdício ocorre, no descarregamento do material, estocagem inadequada, na utilização e em retrabalho.

Outro fato que contribuiu para a consolidação da engenharia civil na forma tradicional está na formação de engenheiros civis e arquitetos, sendo estes muitas vezes os próprios gestores das obras, os quais acabam por enxergar as obras com uma visão muito mais técnica e menos focada na produtividade, nos prazos, desperdícios desenfreados e outras frentes que impulsionam a produção como a logística. O modo de pensar da tradicional construção fez com que se inchasse de atividades que não agregam valor ao produto final e podem ser excluídas muitas vezes com adequações simples e aplicação de novas tecnologias do mercado.

Em 1992 a construção enxuta ganha seu primeiro referencial teórico o intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction*, escrita pelo pesquisador finlandês Lauri Koskela, na Universidade de Stanford nos EUA. O intuito do trabalho era adequar o STP à construção, a fim de se obter os bons resultados da *Toyota Motor Company*. Apesar do SPT ter quase 70 anos, a aplicação dele na construção civil é relativamente recente, tendo pouco mais de 20 anos.

A diferença entre a construção tradicional e a construção enxuta, está em seus conceitos. A construção tradicional que ainda é predominante em países como o Brasil, define produção como conjunto de atividades, conversão de insumos em produtos finais ou parciais.

Por exemplo: concreto e aço são insumos básicos (componentes), vigas e pilares são produtos intermediários (elementos) e o sistema estrutural de uma edificação ou a própria edificação são os produtos finais. De um modo geral, a edificação é formada de sistemas, os sistemas são formados de elementos, que por sua vez são formados de componentes.

Na construção enxuta a produção é vista como um fluxo de matérias, desde a matéria-prima até o produto final, onde existem atividades que agregam valor ao produto final e outras que não agregam, sendo as atividades que não agregam valor ao produto final, denominadas de atividades de fluxo.

Além das atividades de fluxos, também podem ser estudadas maneiras de se reduzir os processos artesanais de construção, com substituição de novas tecnologias e técnicas. Um processo artesanal que vem sendo substituído ou reduzido sempre que possível é o uso de paredes de alvenaria de bloco de cerâmica com finalidade de vedação por vedações de painéis modulares como, por exemplo, *Drywall*.

3 DESENVOLVIMENTO

Além dos conceitos básicos da mentalidade enxuta originados do SPT, apresenta um conjunto de princípios para a gestão de processos na construção civil, que são eles:

Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor - As atividades de fluxo devem ser analisadas a fim de serem reduzidas ou eliminadas, mas nem toda atividade de fluxo pode e deve ser eliminada, por exemplo, o tempo que o operário leva para pôr os equipamentos de segurança para trabalhar em altura, é uma atividade de fluxo, mas não pode e não deve ser eliminada, pois se feito, colocaria em risco a vida do operário durante a operação de sua atividade.

Já o tempo de espera por um carregamento de blocos, cimento ou areia para começar o levante de uma parede de alvenaria, não agrega valor ao produto final, podendo ser eliminado com um melhor entrosamento com os fornecedores de insumo, usar concreto usinado e argamassa industrial a fim de se retirar o tempo que se leva para a mistura desses materiais;

Aumentar o valor do produto pela consideração das necessidades dos clientes internos ou externos - Tendo em vista que todo processo deve ser gerador ou agregador de valor, esse deve ser feito, visando a qualidade requerida por um cliente, sendo ele interno ou externo. Por exemplo, no trabalho de equipes subsequentes, a equipe responsável pelo contrapiso de uma obra, deve saber os requisitos necessários como tolerâncias de desnível para aplicação dos revestimentos cerâmicos;

Reduzir a variabilidade - A redução da variabilidade é uma das características da industrialização de um processo, como o construtivo, estando essa diretamente

relacionada à satisfação do cliente e obtenção das especificações requeridas inicialmente, algo que facilita o trabalho das equipes, situações não padronizadas podem gerar dúvidas no momento de execução. Um exemplo claro de padronização é a construção de condomínio com várias torres idênticas ou ao menos semelhantes, onde se consegue aproveitar, projetos arquitetônicos, elétricos, hidráulicos, sanitários e estruturais, facilitando treinamento e execução das tarefas pela equipe, já que as mesmas vão se repetir várias vezes durante todo o processo;

Reduzir o tempo de ciclo - Princípio advindo da filosofia *Just in Time*, onde a necessidade de cumprir o cronograma vai forçar o sistema a encontrar e eliminar as atividades de fluxo que podem ser eliminadas para se conseguir uma entrega mais rápida para os clientes parciais e finais, concentrando equipes em pequenas atividades atrás de sua flexibilização, a fim de reduzir etapas inacabadas, facilitando assim a gestão das mesmas, mudar relação de precedência entre tarefas para que possam ser executadas de forma simultâneas.

Por exemplo, de redução do tempo de ciclo com o uso de outra tecnologia, uso de elementos pré-moldados como vergas e contra vergas, evitando a espera do tempo de cura de elemento concretado *in loco*, para continuação da alvenaria em paredes que tem portas e janelas, uso de lajotas de isopor em lajes pré-moldadas, por terem uma montagem mais rápida que as lajes com lajotas de cerâmica. Armazenar matérias próximas de seu destino final, evitando tempo requerido para transporte dentro do canteiro;

Simplificar reduzindo o número de passos ou partes - Reduzir o número de passos nos processos é um dos princípios norteadores do surgimento de sistemas racionalizados, que eliminam atividades de fluxo presente na construção de elementos que têm vários componentes menores, por exemplo, uso de *drywall* para paredes de vedação interna, ao invés de construção de paredes de vedação de alvenaria cerâmica, que tem instalação mais rápida, redução dos processos artesanais, sem necessitar de tempo de cura para argamassa, podendo ainda já vir com acabamento final;

Aumentar a flexibilidade de saída - A flexibilidade de saída está diretamente ligada à geração de valor dos processos, já que o resultado final dos processos deve preencher os requisitos de um cliente, portanto deve ser pensada em possíveis alterações que possam ser feitas sem necessariamente aumentar os custos desse produto. Retardar a customização final do produto, uso de sistemas construtivos que permitam alterações. Adiar instalações de divisórias com o uso de *drywall*, para que elas possam ser adequadas aos requisitos do cliente final.

Aumentar a transparência do processo - O transparecer dos processos tende a reduzir os números de erros e facilitar o acompanhamento do desenvolvimento das atividades, facilitando assim a identificação de processos que estejam atrasados no cronograma, por meio da retirada de obstáculos visuais e indicadores de produção. Por exemplo, uso de cartazes com indicadores de porcentagem concluída da faixa e seu prazo para conclusão, ou retirada de obstáculos físicos e visuais como tapumes do meio do canteiro, a fim de melhorar a transparência e locomoção dentro do canteiro, desde que não prejudique a segurança dos operários;

Focar o controle no processo global - Identificação dos possíveis desperdícios que venham a ocorrer dentro dos processos construtivos, sejam esses de insumos de construção, ou de força de trabalho, otimizando os processos. Por exemplo, por meio de avaliação de custo benefício, substituir concreto convencional por alto adensável, a fim de eliminar tempo e mão de obras no adensamento do concreto, que apesar de mais caro, a depender da configuração da obra pode se tornar viável;

Introduzir a melhoria contínua no sistema - Partindo do princípio de que nenhum processo é perfeito, deve-se sempre buscar o aperfeiçoamento do mesmo, disponibilizando ações corretivas e preventivas. Por exemplo, disponibilizar treinamentos constantes para os operários, para evitar que parte da metodologia de averiguação de qualidade não caia no desuso. Conferência de prumadas de paredes de alvenaria e de formas para elementos estruturais de concreto;

Manter equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões - A organização do estoque em função de prazos de validades e especificações é fundamento para o controle do fluxo e conversões, tendo em vista que os insumos têm prazos de validade diferente, alguns precisam de condições de exposição especial para não entrarem em processo de degradação, o que pode vir até a inviabilizar sua utilização. Por exemplo, uso de bainhas para separação de agregados, evitando que estes se misturem, perdendo assim suas propriedades granulométricas individuais, armazenamento de aço e cimento longe de umidade, evitando oxidação do aço e processo de endurecimento do cimento;

Referencias de ponta (benchmarking) - Conhecer profundamente os processos para que se possa melhorá-los, troca de conhecimento entre empresas do ramo, busca por novas tendências e tecnologias do mercado, por meio da participação de feiras e congressos pelos profissionais tanto do corpo técnico quanto administrativo.

4 RESULTADOS

Algumas das estratégias da construção enxuta já vêm sendo aplicadas por construtores de forma até que intuitiva, como por exemplo, o uso de tecnologias que se mostram mais produtivas que as convencionais, por exemplo, o caso da substituição da lajota de cerâmica pela de EPS, ou pelas paredes de alvenaria cerâmica de vedação por paredes de gesso acartonado, como a padronização de projetos para prédios com vários pavimentos e condomínios com vários prédios, reduzindo variabilidade.

Para o surgimento de aplicações mais metodológicas e científicas da filosofia enxuta na construção é preciso ampliar a formação de engenheiros e arquitetos, que apesar de terem uma formação mais voltada à metodologia técnica da construção, eles tornam-se, também, os gestores dos empreendimentos em construções, sem necessariamente verem conteúdos aprofundados nessa linha durante sua formação.

A construção enxuta apresenta como vantagens acerca da construção tradicional no melhor uso da mão de obra, melhor uso dos insumos, conseguindo produzir mais, com mais qualidade, em tempos menores, sem necessariamente exigir mais esforço da mão de obra ou aumentar os custos dos produtos finais, melhorando a competitividade das empresas. Tais resultados podem ser obtidos por meio de trei-

namento de mão de obra e qualificação adequada dos gestores de obras, sejam esses engenheiros civis, de produção, arquitetos ou administradores.

5 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base no referencial teórico revisado e exemplificado, é proposto, para trabalhos futuros, visitas a obras em andamento para averiguação de possíveis mudanças que possam vir a ser feitas em sua organização de processos e tecnologias utilizadas, baseadas na filosofia enxuta do SPT, para que se possa mensurar e documentar a significância das alterações propostas nos meios produtivos, a fim de atestar a eficiência de tal filosofia sobre os conceitos tradicionais da construção civil.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se com esse trabalho que assim como o Sistema Toyota de produção revolucionou a forma de produzir de outras indústrias automobilísticas ao redor do mundo, a construção enxuta esta revolucionando empreendimentos pelo mundo, gerando recordistas de cronograma, devido ao alto grau de planejamento e aplicação da metodologia enxuta em todas as etapas da obra: análise de viabilidade do projeto, projeto a fim de se compatibilizar todos os projetos necessários, planejamento a longo, médio e curto prazo, prevendo os possíveis contratemplos e execução controlada dentro do cronograma físico-financeiro pré-estabelecido.

O sucesso na execução das obras com a mentalidade enxuta depende fundamentalmente do grau de aprofundamento do planejamento, a adoção das técnicas construtivas mais produtivas dentro de uma relação custo benefício que deve analisar a obra de uma forma global. Devendo-se evitar improvisos durante a execução, que comumente não geram as melhores soluções, desorganização em canteiros de obras, uso de técnicas arcaicas, dentre outros fatores com baixo desempenho de produtividade e qualidade e geradores de recursos.

Para a popularização dos métodos da construção enxuta é necessário mudar a formação dos profissionais que comumente são os gestores de obras, engenheiros civis e Arquitetos, não só visando o lado técnico das construções, mas também, inserindo os conceitos de produtividade, para, por exemplo, se obter melhor uso dos recursos dentro de intervalo de tempos mais produtivos com maior qualidade.

As aplicações dos conceitos da construção enxuta na prática se dão, na maioria das vezes, de maneira simples, que não se encontram longe da realidade e do atual estágio da arte da indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Marcelo. Sistema Toyota de produção: o modelo japonês de administração. **Portal de Administração**. Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2013/12/sistema-toyota-de-producao.html>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

DEFINIÇÃO: Lean é uma filosofia de gestão inspirada em práticas e resultados do Sistema Toyota. **Lean Institute Brasil**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>>. Acesso em: 11 ago. 2017.

FORMOSO, Carlos T. **Lean construction**: princípios básicos e exemplos. 10 out. 2002. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/lean-construction-principios-basicos-e-exemplos-80714-1.aspx>>. Acesso em: 1 set. 2017.

INTERNATIONAL Group for Lean Construction. **Iglc.net**. Disponível em: <<http://www.iglc.net/>>. Acesso em: 13 ago. 2017.

ISATTO, Eduardo L. *et al.* **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000. Série Sebrae Construção Civil, volume 5.

ISATTO, Eduardo L.; ZUCHETTI, Marcelo. Aplicação do mecanismo da função produção ao planejamento da produção seriada na construção. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió-AL, 2014, 10p. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_519.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. EUA: Stanford University, 1992.

O SISTEMA Toyota de Produção. **Toyota**. Disponível em: <<http://www.toyota.com.br/mundo-toyota/toyota-production-system/>>. Acesso em: 9 ago. 2017.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre-RS: Bookman, 2004. 149 p.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999.189f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 1999.

SHINGO, S. Tradução Eduardo Schaan. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2.ed., Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

Data do recebimento: 5 de Dezembro de 2017

Data da avaliação: 8 de Dezembro de 2017

Data de aceite: 10 de Dezembro de 2017
