

APLICAÇÃO DE ALGUNS CONCEITOS DO LEAN CONSTRUCTION A CANTEIROS DE OBRAS

APPLICATION OF SOME CONCEPTS OF LEAN CONSTRUCTION TO WORK SITES

Paula Fernanda Scovino de C. R. Gitahy, Mestre em Engenharia Civil, UNESA, Niterói/RJ.

scovino2002@yahoo.com

Brendow Pena de Mattos Souto, Graduando em Engenharia Civil, UNESA, Niterói/RJ.

brendowpena9@gmail.com

Gabriel Bravo Do Carmo Haag, Graduando em Engenharia Civil, UNESA, Niterói/RJ.

g_haag@hotmail.com

Isadora Marins Ribeiro, Graduanda em Engenharia Civil, UNESA, Niterói/RJ.

isadora.marins@outlook.com

Resumo

A construção civil busca soluções para ter ganhos reais de produtividade e a aplicação do *LeanConstruction* tem sido proposta por diversas empresas da indústria da construção, e já é possível ver alguns princípios do *LeanConstruction* sendo aplicados parcialmente em grandes construtoras do segmento predial. Baseada no Sistema Toyota de Produção e nos Princípios do *LeanThinking*, o *LeanConstruction* foi definido por princípios organizacionais para que seja possível reduzir os desperdícios em materiais, mão de obra, espaços, equipamentos e tempo. O objetivo deste trabalho é identificar algumas oportunidades de aplicação do *LeanConstruction* em canteiros de obra, visando a otimização da construção, reduzindo os ciclos de serviços, custo, geração de resíduos, número de acidentes, desperdício, prazo, retrabalho, com intuito contínuo da redução do custo e prazo final do empreendimento. Com base em uma pesquisa bibliográfica foram identificados na prática a utilização dos conceitos do *LeanConstruction*.

Palavras-chave: *Lean Construction*; *Lean Thinking*; produtividade

Abstract

Civil construction seeks solutions to have real gains in productivity and the application of LeanConstruction has been proposed by several companies in the construction industry, and it is already possible to see some principles of LeanConstruction being partially applied in large construction companies in the building segment. Based on the Toyota Production System and the LeanThinking Principles, LeanConstruction was defined by organizational principles to reduce material, labor, space, equipment, and time wastage. The objective of this work is to identify some opportunities for the application of LeanConstruction in construction sites, aiming the optimization of construction, reducing service cycles, cost, waste generation, number of accidents, waste, term, rework, with the continuous aim of reduction of the cost and deadline of the enterprise. Based on a bibliographical research, the use of the concepts of LeanConstruction was identified in practice.

Keywords: *Lean Construction*; *Lean Thinking*; productivity

1. Introdução

Nas últimas décadas observou-se uma mudança de comportamento das indústrias de produção. Elas passaram a objetivar a gestão da qualidade de produção. Isso trouxe como vantagem a redução do desperdício e a garantia do lucro, entre outros benefícios. Esse comportamento, a partir do final da década de 1980, se aproximou da construção civil (COSTA et al, 2006). Ao mesmo tempo em que visava destacar a empresa diante dos concorrentes, todo esse processo de mudança veio de encontro a atender uma maior exigência por parte dos clientes que se tornaram mais criteriosos, exigindo um melhor desempenho do produto final. Além disso, observou-se uma preocupação com a redução da oferta dos recursos naturais para a produção de matéria prima para a construção, como o agregado e a madeira.

Dessa forma, as empresas do setor iniciaram um processo de questionamento sobre seus processos produtivos e começaram a adotar estratégias que visassem à racionalização da produção. Racionalizar a produção é pensar no processo como um todo, o que ele gera de produto final, como ele é feito, quais são os pontos de falha e propor melhoria para esses pontos. Além disso, deve-se fazer o controle para verificar se o que foi proposto está gerando os resultados esperados. Para atender ao interesse pela racionalização do processo e pela gestão da qualidade foram desenvolvidos e implementados os sistemas e metodologias de medição de produtividade.

Deve-se destacar que o setor da Construção Civil possui características muito específicas, o que faz com que as metodologias adotadas nos demais setores sofram adaptações para serem implementadas na construção. O setor conta com produção não repetitiva (os projetos são específicos para cada empreendimento); mão de obra que necessita de treinamento; meios de produção ainda manuais na maioria das empresas; sofre influência do local no que diz respeito a oferta de mão de obra, materiais e logística. Assim, quando se recorre aos critérios da ISO9000, por exemplo, como auxílio na gestão de qualidade e produtividade, existe uma dificuldade porque ela é de fácil aplicação a uma produção repetitiva, o que não é o caso do setor da construção.

Como foi dito anteriormente, o setor da construção civil no Brasil passou a adotar algumas iniciativas para controlar a qualidade de seus produtos e serviços, melhorar o desempenho de sua produção ao reduzir desperdício e produzir com melhor qualidade. Essa ação exigiu, então, melhores níveis de desempenho que foram alcançados através da implantação de programas de melhoria da qualidade e produtividade.

Sabe-se que a implantação desses programas de melhoria necessita de avaliação sistemática do desempenho. Isso acontece para que a empresa seja orientada na elaboração de seu planejamento estratégico e operacional, através de definições de metas, priorização de ações, identificação de problemas, controle e melhoria de processos.

Por outro lado, apesar do empenho do setor, os atrasos na entrega de empreendimentos é resultado do somatório de fatores que, erroneamente, fazem parte do processo construtivo das construtoras que não agregam valor ao produto (AZIZ; HAFEZ, 2013). Esses processos construtivos ainda são praticados de forma muito arcaicas gerando perdas da produtividade e deixando de agregar valores ao produto.

O conceito do *Lean Construction* (LC), provém do *LeanThinking* (LT) que por sua vez surgiu através do estudo sobre o Sistema Toyota de Produção (STP). O STP foi desenvolvido
ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UFSC – Florianópolis – 18 a 20 de Abril de 2018

ao longo de décadas, através do método de aprendizagem de tentativa e erro no Japão pela Toyota Motors Co. (FUJIMOTO, 1999). Este sistema de gestão é definido pela eliminação parcial ou total de desperdícios (OHNO, 1994), de material, mão de obra, tempo, desperdícios de forma generalizada – e tem como base os conceitos *Just-in-time* (JIT) e “Autonomação”,

O objetivo deste trabalho é identificar algumas oportunidades de aplicação do *Lean Construction* em canteiros de obra, visando a otimização da construção, reduzindo os ciclos de serviços, custo, geração de resíduos, número de acidentes, desperdício, prazo, retrabalho, com intuito contínuo da redução do custo e prazo final do empreendimento.

2. Revisão bibliográfica

O *Lean Construction* foi idealizado com conceitos derivados do *Lean Thinking* nascido da racionalização do Sistema Toyota de Produção (STP), estudado por Womack (1990), Ohno (1994).

Nos anos 50, em meio a crise do petróleo diversas empresas que sofriam com a crise buscavam novos métodos de produção, e assim a Toyota Motor Co., criadora do STP, ganhou grande destaque mundial ao quando se percebeu que sua produção tinha um nível dedesempenho com grande destaque das demais empresas. Então, a partir deste momento se iniciou um processo de estudo para saber quais eram os métodos utilizados pela companhia para que obtivesse um desempenho “assombroso”. Foi então que se identificou como elementos inovadores que rompiam com os métodos anteriormente utilizados nas produções em massa.

Foi identificado o *Just-in-Time* (JIT) e o “Kanban” como principais motivos da diferenciação dos resultados da produção da Toyota Motor Co.. O JIT é definido como uma técnica de produção que – de forma simplória, pode se explicar – cada processo dentro de uma cadeia produtiva deve ter sua demanda de serviço, materiais suprido na quantidade, modelo no momento certo e no local certo, (GHIANTO, 1995). O *Kanban* é um sistema de controle da produção por sinalização através de cores para indicar como cada etapa da produção esta se desenvolvendo dentro do prazo adotado para a produção Além destes motivos que tiveram destaque numa análise principal foi percebido um terceiro aspecto dentro da produção que foi a Autonomação (também conhecido como *Jidoka*). A autonomação dá ao operário faculdade de parar o processamento do produto sempre que houver uma anomalia dentro da produção ou no produto, com o intuito de melhorar o controle de qualidade do produto e reduzir os erros e problemas dentro da produção. Esse método foi adotoa a partir de esforços de Ohno para que pudesse o mesmo operário operar mais de uma máquina com isso aumentando a eficiência na produção. O grande objetivo do STP sempre foi aumentar a lucratividade da empresa na tentativa máxima de eliminar as perdas de material e mão-de-obra por completo. (GHIANTO, 1995).

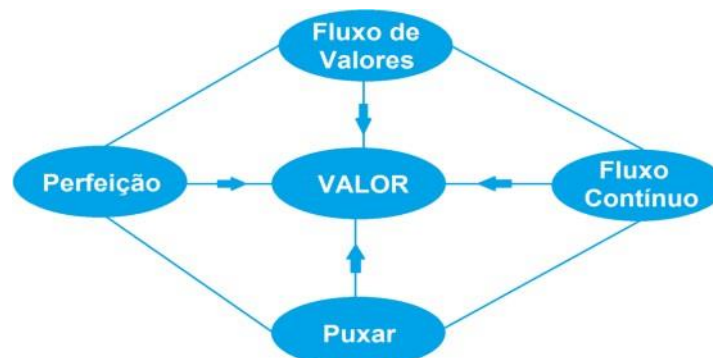


Figura 1: Cinco Princípios Lean Thinking. Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 1 são exibidos os cinco princípios do *Lean Thinking*, que traduzindo significa “Pensamento Exuto”, onde os 5 princípios interagem entre si para agregar valor ao produto e reduzir prazo e custo do empreendimento. A seguir temos a definição de cada valor defendida por Aziz e Hafez (2013). O “Valor” não só é definido com a especificação do valor ideal para os clientes, mas como as atividades que agregam valor para o produto final, interligando os demais princípios. A identificação dos “Fluxo de valores” é retirar tudo que não gera valor ao produto final e que pode se tornar um aumento de custo ou que não seja exigência do cliente. Não são somente em produtos ou serviços, mas também ao permitir que problemas perdurem, podendo gerar uma perda de prazo, e esse reduzir o valor. Já o “Fluxo Contínuo” tem o intuito de assegurar que o fluxo dos serviços não seja interrompido, ou seja manter um fluxo contínuo de atividades que agreguem valor ao empreendimento. O foco destes princípios deve estar no processo e não somente no produto. O “Puxar”, este princípio deve assegurar que a produção deve ser sempre “puxada”. O “Puxar” tem o objetivo de que de a produção mantenha o tempo de cada ciclo dos serviços dentro do prazo, otimizar a produção reduzindo atividades desnecessárias no momento para que o produto consiga atingir o prazo de entrega, e se manter sempre preparado para mudanças, produção “*Just In Time*”(JIT). A “Perfeição”, tem a intenção de buscar sempre as melhores soluções para os possíveis problemas, com intuito de entregar um produto que fará jus às necessidades e expectativas dos clientes, estando dentro do prazo e em perfeito estado, sem defeitos ou erros de produção. Único modo de realizar essa tarefa é tendo um bom canal de comunicação com o cliente, assim como entre os gerentes e funcionários que se encontram na produção para conseguir alinhar a necessidade do cliente com que esta sendo construído, com intuito de sempre melhorar continuamente os processos e produtos. (AZIZ; HAFEZ, 2013).

O *Lean Construction* pode ser considerado uma adaptação do *Lean Manufacturing* adaptado para a construção civil, pois ambos têm o mesmo objetivos de aperfeiçoar a produção e os procedimentos da produção para reduzir o máximo, continuamente, os desperdícios. Koskela (1992), chama o *Lean Construction* de “Nova Filosofia de Produção”, e descreve como um conjunto de metodologias, técnicas - a serem adotadas - baseadas no Just-in-Time do Toyotismo. Com esta visão *Lean* é defendido grandes ganhos de desempenho nesta nova filosofia de produção. No esforço de definir um caminho de técnicas para conseguir aplicar na construção civil os princípios *Lean Thinking*, Koskela (1992), e assim atingir ganhos reais na produtividade do setor, foram definidos onze princípios para o *Lean Construction* para que fossem seguidos de forma a conseguir atingir o máximo possível dos objetivos *Lean* (reduzir custo e tempo de execução do empreendimento). Relatados, abaixo, estão os onze princípios *Lean Construction*, sugeridos por Koskela (1992). O primeiro princípio visa a redução de atividades que não agregam valor, Koskela (1992) defende que estas atividades interferem no aumento do prazo e o aumento o custo de produção do projeto, e geram um gasto de energia desnecessário.

O segundo princípio visa aumentar o Valor, Koskela (1992) defende que por meio da consideração sistemática dos requisitos do cliente (escopo) - como especificação de materiais, padrões de qualidade, prazos e custo –com o cumprimento dos requisitos, mas é necessário identificação categórica de cada requisito definido.

O terceiro princípios visa a redução de variabilidade, com esse princípio Koskela (1992) busca um projeto mais uniforme, com pouca ou nenhuma variação, dos padrões de medidas, das especificações, das exigências do projeto. Essa redução de variabilidade tem o intuito de agregar valor ao produto. Podemos citar a utilização de fichas de verificação de serviço (FVS) e fichas de verificação de materiais (FVM), que tem o intuito de controlar a variação das especificações, como possíveis desvios de padrão. Como exemplo pode-se citar a

utilização de fichas de verificação de serviço (FVS) e fichas de verificação de materiais (FVM), que tem o intuito de controlar a variação das especificações, como possíveis desvios de padrão. Em uma FVM de esquadrias há um controle do material entregue, modelo, padrões de medidas e integridade do material. Sendo possível rejeitar o material caso não atenda aos requisitos indicados na FVM, auxiliando na manutenção dos padrões do empreendimento.

O quarto princípio visa a redução do tempo de ciclo, os ciclos são definidos pelo tempo que cada atividade demanda para ser concluída. Na redução do tempo de ciclo Koskela (1992) tem o objetivo de reduzir o tempo das atividades para que se tenha um ganho real no prazo do projeto. Como exemplo, pode-se reduzir o tempo do ciclo de assentamento de alvenaria de vedação com utilização de argamassa polimérica de assentamento, que já vem pronta para uso. Dessa forma, não é necessário o preparo da massa, além de reduzir o tempo de elevação da alvenaria por ter maior facilidade na aplicação da argamassa nos blocos através de pistola ou bisnagas de aplicação.

O quinto princípio visa simplificar partes e ligações por meio da redução do número de passos, esta proposta de Koskela (1992) tem com intuito da adoção de métodos mais práticos e com menos etapas para que possamos reduzir o tempo de ciclo de uma determinada atividade, e incentivar a aplicação de novas técnicas de produção. Pode-se exemplificar este princípio com a adoção dos “Kit Porta-Prona”, em que as portas são entregues montadas, sendo necessário apenas a fixação no vão que irá recebê-la através da espuma expansiva de poliuretano no vão entre a porta e parede.

O sexto princípio visa aumentar a flexibilidade do produto final, nesta proposta Koskela (1992) tem intenção de que o projeto tenha mais facilidade em absorver mudanças em seu escopo sem que cause grandes danos ao prazo ou custo, como exemplo de flexibilização do projeto pode-se citar a utilização de lajes nervuradas.

O sexto princípio visa aumentar a flexibilidade do produto final, nesta proposta Koskela (1992) tem intenção de que o projeto tenha mais facilidade em absorver mudanças em seu escopo sem que cause grandes danos ao prazo ou custo, como exemplo de flexibilização do projeto podemos citar a utilização de lajes nervuradas.

O sétimo princípio visa aumentar transparência dos processos, com esta medida Koskela (1992) afirma que os colaboradores do projeto poderão ter mais conhecimento dos processos em geral, assim podendo colaborar de diversas maneiras no controle de qualidade e em melhorias no produto e no processo. Pode ser citado como exemplo uma placa de identificação de serviços em andamento no pavimento, que exhibe uma planta baixa do pavimento para melhor identificação de onde cada serviço ocorre, ou em caso de planta modificada a identificação desta modificação, e também é exibido os serviços em andamento e com quais materiais devem ser empregados nas respectivas unidades. Desta forma facilitando o conhecimento de todos e a conferência sobre o que está sendo realizado e com quais materiais está sendo realizado os serviços.

O oitavo princípio visa focar o controle no processo completo, Koskela (1992) defende que é necessário atentar no fluxo global das atividades buscando otimiza-las, possibilitando uma visão do projeto por completo e das transições de cada das etapas conciliando as atividades antecessoras e sucessoras.

O nono princípio visa introduzir a melhoria contínua dos processos, nesse princípio Koskela (1992) traz a ideia de que os colaboradores busquem sempre a melhoria dos processos, tornando-os mais simples, menos demorados e com menor ou nenhum desperdício. Como exemplo pode-se citar a adoção de novas tecnologias como o projetor de

argamassa, que tem capacidade de projetar argamassas, gesso, massa corrida, entre outros materiais em paredes, de acordo com o fabricante, a produtividade do equipamento pode chegar até 1000m² de revestimento por dia, com acentuada redução de desperdício de argamassa.

O décimo primeiro princípio visa implantar o *Benchmark*, ou a prática do *Benchmarking*, foi proposto por Koskela (1992) para que haja uma troca contínua de informações, técnicas, e modelos entre grupos, empresas do ramo, com o objetivo de dar obter novas técnicas e comparar o desempenho entre as práticas de cada empresa. No Quadro 1 é possível fazer um comparativo no desempenho de quatro construtoras em duas atividades, e a partir deste comparativo pode-se ver qual construtora teve maior produtividade na atividade e buscar conhecer como essa construtora realiza esta atividade.

Empresas	m ² construído/ano	m ³ Concreto/mês		Média	m ² Alvenaria / mês		Média
		m ³	meses		m ²	meses	
Construtora X	43.451,00	3.224,00	6,5	496,00	70.692,00	6	11.782,00
Construtora Y	41.042,00	2.998,10	7	428,30	63.524,00	5	12.704,80
Construtora Z	25.646,00	2.127,00	5	425,40	15.324,00	3	5.108,00
Construtora W	45.632,00	3.893,00	9	432,56	75.823,50	6	12.637,25

Quadro1: Exemplo comparativo de produtividade de construtoras para uso em benchmark. Fonte: Elaborado pelo autor.

No Brasil, foi desenvolvido pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) um sistema de benchmarking denominado SISIND-NET. O sistema está inserido no site da organização, permitindo que os dados e indicadores dos processos realizados nos canteiros sejam introduzidos diretamente pelas empresas participantes no sistema pelo site, junto do SISINDNET foi criado o Clube de Benchmarking, que possibilita as empresas partilharem as informações dos indicadores e das práticas adotada por elas com outras empresas, possibilitando que as empresas troquem conhecimentos respectivos a suas atividades, com intuito de que possam aprender mutuamente novos processos e tecnologias mais eficientes, ou seja, que possam ser mais produtivas, com menores ciclos, custo, e prazo das atividades. (COSTA et al, 2006).

3. Implantação de logística de canteiros *Lean*

O transporte de materiais e pessoas dentro do canteiro, sendo ele horizontal ou vertical são cruciais para o sucesso do empreendimento. Podendo a representar até 70% das atividades de um canteiro de obras (SAURIN; FORMOSO, 2006). Pode-se afirmar que é uma atividade que deve se ter muita atenção no seu planejamento e com isso ter maior aproveitamento da atividade com redução de perdas de tempo com movimentação desnecessária de materiais. Constada a importância da logística interna do canteiro de obras, vemos a necessidade de um Layout eficiente dentro do canteiro, de forma a otimizar o máximo possível os processos de logística. Saurin e Formoso (2006), defende que deve se setorizar e organizar o canteiro de forma que seja possível dispor materiais, funcionários, equipamento e instalações necessários para o processo de produção para que os mesmo tenham as sua movimentação no menor tempo e distância possível dentro do canteiro e assim evitar desperdícios de tempo de movimentação, desperdícios de materiais que possam ser danificados no transporte e desperdício de mão de obra que executa a movimentação destes materiais dentro do canteiro de obra, e assim economizar recursos financeiros do empreendimento.

Os frequentes deslocamentos ou interações de materiais entre os centros de trabalho devem ser reconhecidos para que estes centros sejam próximos uns dos outros, e completam

afirmando que numa planta industrial esta abordagem minimiza custos de manuseios de materiais, colocando itens necessários para um mesmo fim próximos uns dos outros. Pode-se concluir que para se obter a economia afirmada são necessários que os produtos que interagem entre si, dentro do mesmo serviço, possam estar no local de seu processamento, ou que seus depósitos sejam próximos para facilitando seu manuseio, e que o trajeto deste material pelo canteiro seja previamente determinado, garantindo a integridade do material transportados e dos materiais que possam estar dispostos por um possível trajeto. Dentro do canteiro de obras, o material deve ser movido o mínimo possível, dentro da movimentação horizontal e vertical, temos equipamentos que podem auxiliar no transporte do materiais com maior eficiência, no caso de transportes horizontais tem-se como exemplo as Mini carregadeiras que oferecem uma alta capacidade de carga sem empreender muitos operários para o deslocamento do material e Paleteiras hidráulicas que para transportarem maior cargas se faz necessário mais de um operário, pois só oferece a capacidade de erguer os matérias e não os deslocar.

Já nos transportes verticais mais comuns a serem utilizados na construção civil são os Elevadores Cremalheiras que são elevadores de carregamento de pessoas e materiais (não simultâneos) com altas capacidade de cargas, a cremalheiras tornam-se interessantes por também transportarem pessoas diminuindo o tempo de trafego dos operários dentro do canteiro de obras o que resulta numa redução do desperdício de tempo na locomoção dos operários, as Gruas que são Guinchos elevatórios dispostos de lanças giratórias que possuem, também, alta capacidade de carga de materiais somente e as Mini Gruas, mais novas na construção civil, tem a mesma função das Gruas porém com menor carga de elevação e também menor porte, atendendo canteiros com a logística defasada.

Algumas das principais causas de perdas de produtividade estão ligadas ao congestionamento das áreas disponíveis no canteiro e a dificuldade de acesso e circulação ao canteiro. Com as propostas de mobilidade de materiais e colaboradores abordadas acima reduziremos drasticamente o tempo de espera no congestionamento de transporte de materiais e pessoas, e aliviando assim a circulação e o acesso do canteiro com menor quantidade de materiais e pessoas em espera pelo canteiro, reduzindo o desperdício de tempo dos operários.

A NR-18 se apresenta muito ampla a diversos setores da construção e por todo o processo construtivo para definir condições mínimas aos trabalhadores do setor da construção. Uma das definições apresentadas pela NR-18 que se apresenta muito interessante para a logística do canteiro é a exigência de distância máxima entre o local de atividade do operário para os pontos de hidratação que estão disponíveis no canteiro, que são definidas como máximas em distâncias verticais de 15 metros e a distâncias horizontais de 100 metros, e reza para a impossibilidade do fornecimento dos pontos de hidratação dentro destes limites a NR 18 indica que devem ser oferecidos recipientes portáteis hermeticamente fechados para o transporte da água, ambas as colocações visam a evitar a movimentação excessiva e bem-estar do colaborador. Estas colocações se ligam diretamente com a logística de movimentação dos operários dentro do canteiro com a disponibilidade de recursos para suprir suas necessidades como pontos de hidratação e instalações sanitárias. Como exemplo da movimentação desnecessária do operário, se adotarmos uma edificação com a altura dos pavimentos de três metros os pontos de hidratação se encontrariam a cada cinco pavimentos, sendo necessário o operário se deslocar 5 pavimentos para poder se hidratar ou abastecer seu recipiente de água, o que demandaria uma perda de tempo no deslocamento desnecessário. Uma proposta de a cada pavimento a disponibilização de um ponto de hidratação representa um custo mais elevado para a mobilização dos equipamentos do canteiro, porém representar

menor deslocamentos dos operários durante todo processo construtivo, e o reaproveitamento dos equipamentos para obras posteriores.

Cardoso e Silva (1997) afirmam que as principais responsabilidades da logística de suprimentos são o planejamento e processamento de aquisições, as relações com os fornecedores do empreendimento, o transporte dos insumos do fornecedor até o empreendimento, e a manutenção dos recursos materiais previstos no planejamento, e após análise do caso estudo por Cardoso e Silva (1997), é afirmado que deve ser considerado que com a melhoria da logística de suprimento podemos reduzir a quantidade de materiais em estoque ou até mesmo conseguir implantar o JIT. Porém para isto é necessário a melhoria contínua em algumas condições como distância dos fornecedores, melhoria das comunicações entre fornecedores e construtora e maior fidelidade aos planejamentos.

Em análise de tais afirmações vê-se que, durante o processo de contratação do fornecimento de serviços e materiais, deve-se atentar nos detalhes das relações com o fornecedores, ou seja, como o fornecedor se comportou em outros empreendimentos em relação aos prazos, atendimento as normas de segurança, atendimento aos procedimentos da empresa, qualidade da execução dos serviços, pontualidade em entrega de materiais, possibilidade de programação a longo prazo, flexibilidade para atender pedidos extraordinários, e a partir destes parâmetros de relação é possível construir bons relacionamentos com fornecedores criando confiança no seu atendimento.

A partir destas relações mais estreitas entre construtora e fornecedores, deve-se atentar durante o planejamento das contratações, para a distância do fornecedor para o empreendimento, além do barateamento no valor do frete das entregas, podendo reduzir o custo da aquisição, pode-se criar maior segurança na pontualidade das entregas a serem feitas de materiais, a redução dos estoques com a garantia de entrega dos materiais no prazo há possibilidade da implantação do JIT nas entregas de materiais, reduzindo ou eliminando o estoque dos mesmo dentro do canteiro e suas possíveis movimentações desnecessárias e desperdícios de materiais.

Além de reduzir o desperdício de materiais e a movimentação desnecessária há uma redução da utilização dos espaços do empreendimento como depósitos dentro do canteiro, e traz viabilidade da antecipação da realização dos serviços a serem executados nos locais que seriam destinados a utilização como depósitos temporários para materiais que seriam recebidos e estocados até a aplicação dos mesmo em seus destinos finais, havendo desta forma a possibilidade de antecipar o cronograma de execução dos serviços e reduzindo, possivelmente, o prazo de construção do empreendimento, como é ilustrado na Figura 2, que apresenta dois prédios iguais utilizando sistemas convencional de suprimentos com entregas dos materiais e o sistema de entrega baseado no JIT com entregas de materiais somente pela demanda, no quadro da esquerda a obra que utiliza o sistema convencional de logística de suprimentos para compra, entrega e armazenamento de materiais no canteiro, utilizando espaços do canteiro temporariamente para armazenamento de materiais impossibilitando a execução dos serviços que o local demanda, já o quadro da direita utiliza o sistema da logística de suprimentos baseada no JIT – como abordado anteriormente – onde a compra e entrega de materiais é baseada na demanda e cronograma do empreendimento (de forma regular), sem a adoção de grandes estoques de materiais, desta maneira ao material ser entregue no canteiro de obra ao contrário do método convencional e o material a ser levado para o local de armazenamento o material segue direto para o seu local de destino final onde

ele será transformado, desta forma os locais destinados a armazenamento dos materiais não são utilizados liberando a execução dos devidos serviços que devem ser empregados, de forma a antecipar o prazo de execução dos serviços destes locais, e evitando a movimentação desnecessária dos materiais entre locais de estoque e o local de destino final do material, o que poderá reduzir o desperdício de materiais com quedas e quebras acidentais, manobras de estoque para liberação de espaço e contato com umidade.



Figura 2: Comparativo entre uma logística de suprimentos convencional e uma logística de suprimentos baseada no Just-In-Time. Fonte: elaborado pelo autor.

4. Considerações finais

Como abordado inicialmente, a indústria da construção civil sofreu um decréscimo no índice de produtividade no decorrer dos anos – quando comparado as outras indústrias. Esta redução de produtividade é devida ao aumento da robustez e complexidade dos projetos, a falta de capacitação da mão-de-obra, a incompatibilidade dos processos construtivos adotados pelas empresas, excessivas quebras de fluxo, falhas dos sistemas de logística dos empreendimentos e como consequência há o aumento do desperdício de materiais, atraso nos cronogramas de obra e aumento do custo do empreendimento.

Com o conhecimento destas respectivas causas, buscou-se soluções sistemáticas para aplicação na indústria da construção civil, que pudessem fornecer uma metodologia de trabalho que retomasse ganhos de produtividade. Foi analisado a metodologia utilizado pelo sistema Toyota de produção e os princípios do LT que Koskela (1992) através das análises de trabalhos acadêmicos que buscavam a compreensão da metodologia utilizada pela Toyota e adapta-los a outras industrias, pode assim desenvolver uma adaptação destas metodologias para a construção civil, que originou os onze princípios do *Lean Construction*.

Os temas abordados neste trabalho (Logística de suprimentos, logística de canteiro, desperdício de materiais, desperdício de mão-de-obra) são dependentes entre si. Com objetivo da redução de desperdícios de tempo, material e mão-de-obra na construção civil que se apresenta muito acentuado em relação as outras indústrias. Os preceitos do *Lean construction* se encaixam perfeitamente na necessidade em que a construção civil se encontra, como a eliminação de atividades que não agregam valor durante os processamentos das atividades do canteiro, ou seja, eliminar as etapas que não produzem resultado, de fato.

Referências

AZIZ R. F., HAFEZ S. M. **Applying lean thinking in construction and performance improvement**, Alexandria University, Alexandria - Egypt, 2013.

CARDOSO F. F., SILVA F. B. **A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

COSTA, Dayana Bastos; et al. **Crerios Para Desenvolvimento De Sistemas De Indicadores De Desempenho Vinculados Aos Objetivos Estratgicos De Empresas Da Construo Civil**. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produo Curitiba – PR, 23 a 25 de outubro de 2006.

FUJIMOTO, T. **The Evolution of a Manufacturing System at Toyota**, Oxford University Press, 1999.

GHIANATO Paulo., **Sistema Toyota de produo: mais do que simplesmente just-in-time automao e zero defeitos**. EDUCS 1995.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Tech. Report No 72, CIFE, Stanford Univ., CA., 1992.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produo: Alm da Produo em Larga Escala**. Bookman Companhia Editora, 1997.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gesto de processos**. Porto Alegre : ANTAC, 2006.

TEICHOLZ, P. **Productivity Trends in the Construction industry**, INTERNATIONAL CONFERENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SYMBOLIX COMPUTATION, Universidad Complutense de Madrid, 2001.