

ESTUDO DA FILOSOFIA *LEAN CONSTRUCTION* EM OBRAS NO BRASIL

Juliana Albuquerque Maranhão Serrano Dantas¹

¹Senai Cimatec, E-mail: albuquerquemsd@gmail.com

Resumo: Oriunda do Sistema Toyota de Produção (STP), a filosofia *Lean Construction* é implantada na construção civil a fim de promover uma maior produtividade, qualidade no produto e redução de custos. Este artigo visa, por meio de uma revisão bibliográfica abordar o surgimento do pensamento *Lean* e suas ferramentas, e por fim avaliar 03 (três) estudos de casos de diferentes tipologias no Brasil, demonstrando as facilidades e dificuldades encontradas em cada obra. O trabalho conclui que os casos discutidos obtiveram resultados significativos no tempo de obra, no custo total, na diminuição de erros construtivos e no aumento da qualificação dos funcionários.

Palavras-Chaves: *lean construction; estudo de caso; construção civil; sistema Toyota de produção;*

Abstract: Coming from Toyota Production System (TPS), the Lean Construction's philosophy is implemented in construction in order to encourage a better productivity, production quality and cost reduction. This article aims, through bibliographic notes, the discussion of Lean Construction and its tools, and finally evaluate 03 (three) case studies of different typologies, showing the facilities and challenges found on each construction. This document concludes that the cases discussed obtaining significant results on the construction's time, total price, decreasing errors and the increase in employee's qualifications.

Keywords: *lean construction; case study; construction; Toyota Production System;*

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor que sempre esteve em destaque na economia do país ao gerar rendas e empregos. Entretanto é uma indústria em constante oscilação no Brasil e tem enfrentado uma das piores retrações do Produto Interno Bruto (PIB) entre 2014 e 2017 (SINICON, 2018).

Uma característica desse setor é o fato de ainda ser forte em atividades artesanais o que difere muito da indústria fabril. E com o decorrer dos tempos, é notório que mesmo com a industrialização e novas técnicas de construir, ainda predominam a cultura de assentamentos de blocos para alvenarias, lançamento manual de argamassa e falta de projetos executivos nas obras.

Na construção civil, cada obra é única, o produto é estático, a mão de obra é que se movimenta e o layout do canteiro é muito dinâmico, características muito diferentes das demais indústrias. Com estas singularidades, observa-se uma baixa produtividade, alto índice de desperdício e grandes consumos de insumos.

Essa realidade aliada a uma deficiência na gestão em obras está aos poucos mudando com a inserção da filosofia da *Lean Construction* nos canteiros de obras. Algumas empresas estão buscando melhorias para corrigir esta falta de gestão, desde, aumentar a eficiência, maximizar o valor do produto e minimizar os custos nas etapas de construção através da racionalização dos processos.

Foi a partir do Sistema Toyota de Produção (STP) que se desenvolveu o pensamento *Lean*. Esse sistema implementado por Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno surgiu no Japão na década de 50, período pós-segunda guerra mundial, com o objetivo eliminar os desperdícios. E através dos conceitos do STP, Koskela (1992) se tornou uma referência ao publicar o trabalho "*Application of the new production philosophy in the construction industry*" direcionado para a construção civil.

Com a relevância do assunto, este artigo trata de um estudo sobre a aplicabilidade da filosofia de gestão da *Lean Construction* através de análises de 03 (três) obras no Brasil que aplicaram esta forma de gestão, visando apresentar suas contribuições e dificuldades com a implantação nos canteiros de obras.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. A referência do STP

Com uma realidade de pós-segunda guerra mundial, o Japão tentava se reerguer e mesmo com a falta de recursos e uma baixa produtividade em relação aos outros países, buscou através da engenharia, todo um estudo voltado para a melhoria dos seus processos. Nessa época os Estados Unidos produziam cerca de nove vezes mais carros do que o Japão, e decorrente dessa disparidade nas produções, Kiichiro Toyota juntamente com o engenheiro mecânico Taiichi Ohno desenvolveram o Sistema Toyota de

Produção ao se basear no sistema de Henry Ford e Frederick Taylor e melhora-los ao buscar eliminar desperdícios e aumentar a qualidade do produto criando uma produção enxuta.

Uma das bases do Sistema Toyota é a classificação de sete tipos de desperdícios propostos por Singeo Shingo (SHINGO, 1996):

1. Perda por superprodução: Podendo ser uma perda em quantidade ou de antecipação. Ela é considerada uma das piores perdas, pois mascara os outros desperdícios e tendem a ser mais difíceis de eliminar.
2. Perda por espera: É uma perda onde o produto fica parado interrompendo o fluxo de trabalho. Essa perda pode ser por espera do processo, do lote ou do operador.
3. Perda por transporte: É uma atividade que não agrega valor ao produto quando realizada desnecessariamente. É uma das primeiras perdas a serem eliminadas ou reduzidas com a melhoria do layout ou utilização de esteiras em alguns casos.
4. Perda no processamento próprio: Realização de etapas desnecessárias ou de maneira equivocada.
5. Perda por estoque: Grande acúmulo de matéria prima, causando prejuízos financeiros pela falta de planejamento e possibilidade de perdas de material.
6. Perdas por movimentação: Acontecem perdas de materiais e de produtividade decorrente dos movimentos inadequados realizados pelos operários
7. Perda por fabricação de produtos defeituosos: Decorrem da falta de capacitação dos operários, falta de especificação e um controle de produção precário.

Vale destacar que estes desperdícios muitas vezes estão presentes nos processos e o operário não consegue enxergar o “valor” de entrega para o cliente.

De acordo com Maximiano (2005) agregar valor significa realizar operações de transformação de materiais e componentes estritamente relacionados com a elaboração de um produto. Desta forma é possível minimizar os desperdícios e conseqüentemente isso irá refletir nos custos de produção sem comprometer o valor final do produto para o cliente. Segundo o

autor, desperdício é o contrario de agregação de valor, uma ideia fundamental nos sistemas de produção enxuta.

2.2. Os pilares e ferramentas do STP

Os pilares do Sistema Toyota de Produção (STP) para a eliminação de desperdícios é o *Just in Time (JIT)* e a Autonomiação (*Jidoka*, em japonês) do processo industrial. O modelo Just in Time é um sistema que puxa o fluxo da produção, não gerando estoques ou atrasos que poderiam comprometer os prazos de entrega do produto. Sendo assim, ele produz os itens necessários, na quantidade correta e no tempo necessário para a próxima etapa. Para a viabilização do *JIT* é preciso de alguns fatores relacionados: o fluxo contínuo, *takt time* e a produção puxada.

O *takt time* é o tempo necessário para produzir um componente ou um produto completo, baseado na demanda do cliente. Entre outras palavras, o *takt time* associa e condiciona o ritmo de produção ao ritmo das vendas. Na lógica da “produção puxada” pelo cliente, o fornecedor produzirá somente quando houver demanda pelo seu cliente. (GUINATO, 2000).

A produção puxada na Toyota é viabilizada através do *kanbam*, um sistema de sinalização entre cliente e fornecedor que informa ao processo-fornecedor exatamente o que, quanto e quando produzir. O sistema *kanbam* tem como objetivo controlar e balancear a produção, eliminar perdas, permitir a reposição de estoques baseado na demanda e constituir-se num método simples de controlar visualmente os processos (GUINATO, 2000).

O outro pilar do STP é o *Jidoka* que significa autonomiação. Essa ferramenta permite que a produção tenha seu próprio controle de qualidade, reduzindo os desperdícios e aumentando o valor do produto. A máquina utiliza um sistema que detecta quando apresenta algum problema na sua linha de montagem e automaticamente para a produção, chamado de *poka-yoke*, impedindo que novos erros se repitam. Com o defeito sinalizado, ela conserta ou corrige para a produção normal e também investiga a causa raiz do problema para que não se repita.

A sustentação dos pilares do STP é realizada através de uma base formada pelo *heijunka*, *kaizen* e trabalho padronizado. De acordo com Ghinato (2000) o *heijunka* é a criação de uma programação nivelada através do sequenciamento de pedidos em um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para corresponder à demanda no longo prazo, sendo assim é uma forma de garantir o fluxo contínuo da produção.

O trabalho padronizado buscar obter o máximo de produtividade ao identificar e padronizar os elementos de trabalho que agregam valor e eliminar as perdas, chegando ao *kaizen*, uma prática que é necessária um monitoramento contínuo nos processos para as melhorias sejam sempre

contínuas. No *kaizen* esse controle se dá através do ciclo PDCA (planejar, fazer, checar e agir) garantindo que os ganhos já sejam incorporados nas práticas operacionais.

Esses conceitos e ferramentas eram mais difundidos e aplicados na indústria automobilística. Somente com a publicação do trabalho de Lauri Koskela (1992), "*Application of the new production philosophy in the construction industry*" do Technical Research Center da Finlândia, que os pensamentos da filosofia do STP foram inseridos na construção civil, bem como os princípios de uma construção enxuta (*Lean construction*). Decorrente dessa publicação foi criado o *International Group for Lean Construction* (IGLC) para disseminar esses estudos da construção enxuta pelo mundo, e em 1998 no Brasil surgiu o Lean Institute Brasil.

2.3. Os princípios da *Lean Construction*

A diferença entre a filosofia gerencial tradicional e a *Lean Production* é essencialmente conceitual. O modelo dominante na construção civil define a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação) (ISATTO et al., 2000).

De acordo com a publicação de Koskela (1992), a *Lean Construction* apresenta um conjunto de princípios para a gestão de processos:

- a) Redução da parcela de atividade que não agrega valor: É um dos princípios fundamentais, segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas das atividades de fluxo (FORMOSO, 2002). Essas reduções podem acontecer nas construções quando se modificam o layout do canteiro de obras, diminuindo as distâncias entre os materiais, equipamentos e local de utilização.
- b) Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes: Nesse princípio, os responsáveis pelo planejamento e execução do produto devem identificar as necessidades dos clientes, sendo eles internos e externos, e criar um mapeamento do processo em consideração das informações coletadas e dos requisitos necessários.
- c) Reduzir a variabilidade dos processos: A variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto, principalmente pelas razões de interrupção de fluxos de trabalho e pela não aceitação de produtos fora de especificação pelo cliente (FORMOSO,

2002). Sendo assim, quanto mais se padronizar os processos de construção, menor é a variabilidade.

- d) Reduzir o tempo de ciclo: Reduzir a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto ao eliminar as atividades de fluxo, criar lotes menores para produção e eliminar as interdependências em atividades para que possam ser executadas em paralelo. A redução do tempo de ciclo de acordo com Formoso (2002) traz vantagens, pois a entrega é mais rápida ao cliente, a gestão dos processos torna-se mais fácil, o efeito aprendizagem tende a aumentar, a estimativa de futuras demandas é mais precisa e o sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda.
- e) Simplificar através da redução do número de passos ou partes: Quanto maior é o número de componentes maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor. Essa simplificação pode ser garantida através do uso de elementos pré-fabricados, equipes polivalentes e um planejamento do processo de produção.
- f) Aumentar a flexibilidade de saída: Possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes sem aumentar os custos, através de uma mão de obra polivalente, customização tardia do produto e utilização de processos construtivos flexíveis.
- g) Aumentar a transparência do processo: Pode-se diminuir a possibilidade de ocorrência de erros na produção, proporcionando maior transparência aos processos produtivos. Isso ocorre porque à medida que o princípio é utilizado, pode-se identificar problemas mais facilmente, no ambiente produtivo durante a execução dos serviços (KOSKELA, 1992).
- h) Foco no controle do processo global: A integração do planejamento de longo, médio e curto prazo é uma ferramenta importante para o controle de produção, identificando e corrigindo os possíveis desvios.
- i) Introduzir melhoria contínua no processo: Os esforços de reduções de perdas e o aumento do valor na gestão de processos devem ser conduzidos continuamente.
- j) Manter um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e nas conversões: se devem eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e apenas posteriormente, avaliar a possibilidade de produzir uma inovação tecnológica (OYAMA E MOTA, 2010).
- k) *Benchmarking*: Consiste em um processo de aprendizado, a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente

consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos (ISATTO et al., 2000).

Estes princípios chamam a atenção para maximizar valor ao cliente e minimizar quaisquer tipos de desperdícios inerentes ao processo de construir. Cabe ressaltar, a importância do planejamento alinhado ao processo de execução, controle e as boas práticas que podem ser disseminadas entre as obras para melhor agregar valor ao cliente.

3. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através de duas etapas distintas. Na primeira etapa foi realizado um levantamento bibliográfico, através de vários autores de artigos e dissertações, abordando os conceitos do Sistema Toyota de Produção e da *Lean Construction* e sua aplicação em cases de sucesso na construção civil no Brasil.

O site *Google* acadêmico foi utilizado como uma das fontes para a pesquisa, através das palavras de busca “*Lean Construction*”, “Construção Enxuta” e “Sistema Toyota de Produção” e a partir daí, foram separados estudos com vínculo com a construção civil.

Já na segunda etapa, foi realizado um estudo avaliativo das obras que aplicaram a *Lean Construction* através de tabelas e textos a fim de demonstrar as contribuições e dificuldades da implantação dessa filosofia. O estudo compreendeu os empreendimentos, Hotel das Nações, localizado no setor hoteleiro Sul em Brasília; Arena Amazônia, situada em Manaus, e um condomínio horizontal de interesse social ligado ao programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal, na cidade de Santa Maria no Rio Grande do Sul.

4. ESTUDOS DE CASOS

As obras na construção civil analisadas foram selecionadas em regiões diferentes no Brasil para demonstrar as vantagens do *Lean Construction* e sua aplicabilidade em casos reais.

a) Região Centro-oeste:

A obra do Hotel das Nações, localizada no setor hoteleiro Sul em Brasília foi estudada por Lombardi (2014). No estudo, o autor aborda os conceitos teóricos e demonstra a eficiência da filosofia *Lean Construction* em relação ao planejamento convencional que foi inicialmente aplicado pelo Hotel.

De acordo com o autor, o replanejamento da obra com os princípios da filosofia *Lean Construction* foi visando à redução do prazo construtivo, pois o planejamento inicial atendia, mas ainda predominava os atrasos gerados por uma interferência no canteiro, motivo não apresentado pelo autor, no começo das obras. A tabela 01 apresenta os princípios que foram aplicados no empreendimento.

Tabela 01 – Identificação dos princípios da filosofia *Lean Construction*

Princípios da filosofia <i>Lean Construction</i>	Construção do Hotel das Nações
Redução das parcelas de atividades que não agregam valor	Compra de aço cortado e dobrado direto da fábrica; Elaboração de uma boa logística de canteiro.
Reduzir a variabilidade	A empresa procurou parcerias com fornecedores de produtos e com empresas que prestam serviços terceirizados, garantindo uma maior uniformidade: O empreendimento tem quinze andares com dezessete unidades por andar, sendo que treze unidades são iguais e rebatidas em todos os andares.
Reduzir o tempo de ciclo	Reduziram o ciclo da estrutura de oito para seis dias: Estudaram o processo da estrutura, evitando desperdícios com a mão de obra; agilizando o serviço com a redução das parcelas que não agregam valor.
Simplificar através do número de passos	Exemplo do aço e no processo de instalação das portas com kits pré-montáveis.
Aumentar a transparência do processo	Presença de um encarregado do empreendimento responsável por todos os processos, fazendo um trabalho de conferência de serviços acabados e organizando o fluxo de informações entre as empresas terceirizadas.
Focar o controle no processo global	A empresa conta com um gerente em cada obra em tempo integral, com o intuito de ter engenheiros mais voltados para o trabalho no campo, identificando e corrigindo os possíveis desvios que venham a interferir de forma acentuada no prazo de entrega da obra.
Introduzir a melhoria contínua do processo	A empresa trabalha com premiações aos finais de obras, com treinamento sobre qualidade, com auditorias internas e com indicadores de produção e desempenho dos serviços julgados mais importantes.
Benchmarking	A empresa em particular surgiu pela separação de sócios de uma outra empresa. Sendo assim, adaptou ao seu jeito de construir, as boas práticas observadas em outras empresas.

Fonte: Autor, (2018)

A obra em estudo apresentou ganhos em relação a alguns serviços, que foram analisados pelo autor, com o objetivo de mostrar onde o uso da *Lean Construction* foi mais significativo.

O primeiro item a ser analisado foi a estrutura executada da torre, onde ficam os apartamentos do hotel. Essa atividade, que considerada um caminho crítico pelo planejamento de obra convencional, teria um prazo de 212 dias para a realização, e com a aplicação da *Lean Construction*, esse prazo foi reduzido para 186 dias, tendo um saldo de 26 dias. Esse saldo ocorreu através da redução de parcelas que não agregavam valor ao comprar o aço já cortado e dobrado, acelerando o serviço e diminuindo o tempo de ciclo da atividade, antes realizado em 08 dias e passando para 06 dias.

A elevação de alvenaria foi o segundo item, com um prazo inicial de 155 dias, e com o replanejamento esse prazo foi para 101 dias, ganhando 54 dias, através de uma organização antecipada com os pedidos dos materiais e de treinamento dos funcionários. Esses dias ganhos foram atualizados nas atividades em sequência do cronograma.

O último serviço a ser analisado foi o assentamento de piso, com um prazo de execução inicial de 125 dias, enquanto o novo planejamento o período foi reduzido para 94 dias, tendo um ganho de 31 dias, através da redução de variabilidade dos pisos escolhidos e também dos pedidos antecipados de materiais e treinamento dos operários. Sendo assim, somente com a análise de três grandes itens na obra, observou-se um ganho acumulado de 111 dias no total do planejamento.

b) Região Norte

A segunda obra a ser analisada é a Arena Amazônia, situada em Manaus com a capacidade para 44.500 espectadores. O projeto da Arena incluía a demolição do estádio atual para a construção do novo, com um orçamento de 500 milhões e um prazo de execução de 36 meses finalizando em junho de 2013.

De acordo com Mattos, Lima, Alves e Fernandes (2012), Manaus, uma das doze cidades para sediar a Copa do Mundo de 2014, apresentou diversas dificuldades para a construção da Arena. A cidade está localizada no meio da floresta com um acesso somente aéreo ou fluvial e possui características climáticas únicas, pois apresenta altas temperaturas, grande índice pluviométrico e uma alta umidade relativa do ar. Outro fator agravante foi a baixa mão de obra qualificada e um alto índice de *turnover* de 11,4%, uma relação de admissão e demissões.

Aliado com as dificuldades naturais e o pouco espaço de tempo para a construção, o escopo do projeto sofreu modificações impostas pela FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*) e das exigências do estádio obedecer à certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), acarretando no aumento do custo da construção com um prazo improrrogável, sendo assim, a aplicação da *Lean Construction* foi essencial.

Para resolver sobre as baixas taxas de produtividade e a falta de qualificação dos operários, a empresa criou escolas no local de trabalho para preparar os profissionais. A empresa implantou também uma central de pré-moldados de concreto, uma central de armação e uma usina de concreto a fim de atingir a produção requerida. Assim, foi possível simplificar o número de passos e partes e principalmente o transporte dos pré-fabricados dos grandes centros para o canteiro de obra.

Neste estudo publicado por Mattos, Lima, Alves e Fernandes (2012), a filosofia da construção enxuta foi inserida em quatro frentes de trabalhos: Usina siderúrgica de reforço, usina pré-moldada, concreto moldado no local e laboratório, bem como nas áreas de apoio e administração.

Os autores detalham que na área da usina de aço, a construção enxuta foi aplicada com a implantação de alguns passos:

- i. Mapeamento de todas as atividades do serviço.
- ii. Avaliação qualitativa dos resíduos.
- iii. Medição do deslocamento dos operários.
- iv. Análise de tempo para a realização das atividades.
- v. Otimização do *layout* com uma redução de 87% do deslocamento total.
- vi. Preparação de procedimentos operacionais: Os procedimentos mostram frentes de trabalho, rotas de abastecimento e fluxos de redução, com fotografias das ações e o tempo alocado para cada operação.
- vii. Montagem de painéis de controle: Gráficos foram usados para acompanhar o ritmo de produção e gerar indicadores de desempenho.
- viii. Gestão de perdas: Resíduos de corte de aço foram cortados em 50%.
- ix. Sinais visuais (*Andon*): Sinais de cor mostram se os trabalhadores estão atingindo metas de produção durante o dia.

A aplicação dos conceitos da produção enxuta trouxe enormes benefícios para o empreendimento, permitindo que a equipe de gerenciamento pudesse planejar, executar e controlar os processos; melhoria nos fluxos de comunicação, pessoas e materiais; aumento de aproximadamente 20% na produtividade e redução de resíduos (MATTOS, LIMA, ALVES E FERNANDES, 2012).

c) Região Sul

O trabalho de Ruppenthal, Souza, Maedge, Siluk e Pisani (2015), realizado em Santa Maria no Rio Grande do Sul, abordou a implantação da

filosofia *lean* em uma obra de condomínio horizontal de interesse social ligado ao programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal.

A obra foi executada por uma empresa financiada pela Caixa Econômica Federal, com uma construção em série de aproximadamente 1000 (mil) unidades residenciais. Os autores realizaram o estudo identificando as práticas da *Lean Construction* através de coletas de dados de observações diretas, registros fotográficos e entrevistas informais realizadas *in locu*.

Por se tratar de uma obra rápida de curto prazo, o condomínio estudado utilizou o modelo construtivo de paredes de concreto em formas de alumínio e fundação do tipo radier. De acordo com os autores, a linha de montagem da obra é arcaica, onde a realização dos serviços subsequentes depende da realização e aprovação do serviço anterior, configurando em gargalos do processo.

Visando a eliminação dos gargalos e consequente agilidade dos processos, foram selecionadas as etapas que permitiam sua realização antecipada: pré-concretagem; corte e montagem da malha de aço da ferragem; instalações elétricas, instalações hidrossanitárias nos radiers; distribuição dos *palets* de telhas no local de sua aplicação e placas dos forros de PVC previamente cortadas (RUPPENTHAL et al., 2015).

A reorganização da pré-concretagem das vigotas para as caixas d'água reduziu o tempo de ciclo de execução do serviço, agilizando as instalações e dispensando o uso de formas. A etapa de corte e montagem da malha de aço da ferragem foram relocadas para uma área específica para o manuseio, estoque e em seguida transportadas até o local, sendo assim, obteve-se um aumento na eficiência da montagem das malhas e deixando de ser um gargalo para a construção.

As instalações elétricas e hidráulicas das habitações foram montadas através de kits padronizados para facilitar o transporte e a execução, reduzindo os desperdícios de materiais. Outro processo que a construtora implantou foi à utilização de *palets* para as telhas das habitações, já que em construções anteriores as telhas eram entregues com uma demanda de um único pedido, perdendo muitas telhas pelo grande estoque e principalmente na sua movimentação.

A utilização de chicotes elétricos foi uma decisão muito importante para a empresa, desde o treinamento das pessoas envolvidas no processo e a montagem da linha de produção para a confecção dos chicotes. Observou-se uma redução de 16% em relação aos materiais utilizados para as instalações. Além da nova sistemática de entrega dos kits pelo uso de *Kanban* na retirada dos materiais referentes às casas em construção.

E por último, as placas dos forros de PVC foram negociadas com o fabricante para serem previamente cortadas com isso foi possível reduzir os desperdícios com material, tempo e número de passos com os cortes.

Esse estudo de caso apresentou que a filosofia *Lean* é simples e pode ser aplicada que qualquer tipo de empreendimento, pois depende de uma mudança cultural e de comportamento. A busca pela melhoria contínua pode representar ganhos para as empresas que executam obras em série e de interesse popular (RUPPENTHA et al., 2015).

5. CONCLUSÃO

Com este estudo, observa-se a necessidade da indústria civil brasileira investir na aplicabilidade da filosofia *Lean Construction* em suas obras, tornando um fator importante no cenário atual em que o mercado está se recuperando de uma das mais fortes retrações do PIB.

É justamente com essa realidade na construção que as empresas devem passar a ter mais conhecimentos e se aprofundarem no *lean* e melhorarem seus modelos de gestões de obras, obtendo melhorias gradativamente.

Este presente artigo reuniu as principais informações acerca da implantação da *Lean Construction* em 03 (três) obras de tipologias distintas e em diferentes regiões do Brasil. As obras foram escolhidas para demonstrarem a facilidade da aplicabilidade da *Lean Construction* de se adaptar em vários cenários. Bem como seus resultados foram comprovados com a redução do tempo total de obra e do custo final, da diminuição de erros construtivos e uma melhora na qualificação dos funcionários por consequência dos treinamentos oferecidos.

É através de um investimento no treinamento dos funcionários e a aplicação dos conceitos da *Lean Construction* vivenciados diariamente que a consciência da importância de um planejamento, controle e melhorias na produção que irá prever ou até mesmo acabar com os problemas das qualidades das obras e ineficiência dos canteiros.

6. REFERÊNCIAS

FORMOSO, Carlos Torres. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – NORIE/UFRS. Porto Alegre/RS, 2002.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

ISATTO, E. L. et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

LEAN INSTITUTE BRASIL. Disponível em: <http://www.lean.org.br>, acesso em: 03/10/2018.

LOMBARDI, R. B. **Planejamento e controle de obras utilizando os conceitos do lean construction – estudo de caso Hotel das nações**. Monografia de graduação em Engenharia Civil, Centro universitário de Brasília, Brasília, 2014.

MATTOS, A. D.; LIMA, C. H. R.; ALVES, G. R.; FERNANDES, J. A. G. **The management challenges of building a world cup stadium in the Amazon – the case of the Amazon arena (Brazil)**. ICEC2012 – 58, 2012.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

OYAMA, R. de A.; MOTA, W. S. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta numa obra vertical**. Monografia de graduação em Engenharia Civil, Universidade da Amazônia. Belém, 2010.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. CIFE Technical Report, Stanford University, n.72, 1992.

RUPPENTHAL, J. E. et al. **Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontal de interesse social em Santa Maria – RS**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SHINGO, S. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre, SC, Brasil, Bookman, 1996.