

A IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO E UTILIZAÇÃO DO CONCEITO *LEAN* NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

JESUS, Sealtiel dos Santos de¹
FERNANDES, Ederson Carvalhar²

RESUMO

É necessário adotar métodos para a melhoria contínua dos processos, inclusive na construção civil. Com o pensamento de induzir a construção a obter maior eficiência e produtividade, uma nova filosofia é introduzida aos sistemas construtivos, a *Lean Construction*, originada pelo Sistema Toyota de Produção. Visualizando os resultados positivos deste novo método, surge a intenção de introduzir os princípios da *Lean Construction* nos processos de gestão da construção civil. O presente estudo tem como objetivo geral analisar a efetividade dos princípios da *Lean Construction* torna-se importante como ferramenta de auxílio no planejamento e controle nas obras de edificações. Para a realização desse trabalho, primeiro foi realizada a revisão da literatura acerca dos assuntos apresentados na fundamentação teórica, com a finalidade de compreender alguns princípios e conceitos do planejamento tradicional e as ferramentas e princípios da *Lean Construction*. Por meio deste estudo fica evidente que as ferramentas de planejamento juntamente com os princípios da *Lean Construction* contribuem consideravelmente para o planejamento e controle nas obras de edificações com a redução de desperdício, aumento da produtividade, tornando os processos mais transparentes, identificando e corrigindo os erros para que não se tornem defeitos e mudando o pensamento dos colaboradores.

Palavras-chave: Lean Construction, Gerenciamento, Perda, Desperdício.

¹ Aluno do Centro Universidade Internacional UNINTER. Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso. 10 semestre – 2022.

² Doutor e Mestre em Engenharia Mecânica pela UTFPR, Engenheiro Mecânico pela UniOpet, Tecnólogo em Gestão da Manufatura pela UTFPR, e Professor Tutor no Centro Universitário Internacional UNINTER

1 INTRODUÇÃO

O Brasil nos últimos anos viveu momentos de transição da economia, de importância política e de estratégia, dessa forma, o novo contexto mundial é de suma importância para que as técnicas de gestão hoje utilizadas no país, assim como os estudos realizados sobre a filosofia *Lean Construction* possam evoluir em um âmbito global. Conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Produto Interno Bruto (PIB) da Construção Civil no Brasil, em 2015, registrou uma queda de 7,6%, nos últimos 12 anos, esse foi o maior declínio durante esse período (GONZALEZ, 2012).

Arelado a essa redução está um conjunto de fatores como o levantamento de investimentos, atraso nos pagamentos de obras realizadas para o Governo Federal, aumento da inflação e acréscimo dos impostos. Ainda com a pouca faixa de investimentos na construção civil, as empresas buscam progressos para obter qualidade do seu produto final, no processo de execução e investindo na diminuição dos custos e das perdas envolvidas, por isso, como resposta para a crise, é necessário o despertar da construção civil para a filosofia Lean (TONIN; SCHAEFER, 2018).

No aproveitamento da produção enxuta para a construção civil, foi necessário acontecer adaptações dos princípios de acordo com a indústria da construção, pois de início a manufatura foi o pensamento inicial para esse tipo de produção. Portanto, para essa adequação Koskela (1992) criou um conjunto de princípios para a construção civil, *Lean Construction*, também conhecido no Brasil como construção enxuta (GONZALEZ, 2012).

O conhecimento e utilização dos princípios da *Lean Construction* como ferramenta de auxílio na melhoria do planejamento e controle de obras de edificações demonstram de maneira clara quão relevante são os benefícios alcançados pela utilização das ferramentas de gestão da produção. Devido à falta de conhecimento, e ou, aplicação dos métodos de planejamento e controle por parte dos profissionais da área de engenharia civil, advêm vários problemas tais como: desperdício, retrabalho, atraso nas obras de construção civil, dessa forma é necessário ter uma atenção maior para o planejamento e controle da obra possuindo o pensamento enxuto como fundamento desse processo.

O problema do presente estudo foi responder a seguinte questão: De que forma a utilização das ferramentas da *Lean Construction* pode auxiliar de forma efetiva no processo de planejamento para melhorias na construção civil?

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo geral analisar a efetividade dos princípios da *Lean Construction* torna-se importante como ferramenta de auxílio no planejamento e controle nas obras de edificações, e como objetivos específicos: conhecer as principais ferramentas de planejamento tradicional e *Lean* utilizadas na construção civil e descrever os benefícios gerados pela utilização das ferramentas de planejamento e dos princípios da *Lean Construction* de acordo com o que foi implantado no estudo de caso.

O estudo justifica-se a importância da metodologia *lean* na redução de desperdício nos processos de construção, tal conhecimento considera-se relevante para os profissionais que pretendem atuar no segmento da construção civil, além disso, as práticas enxutas não levam apenas à redução do desperdício físico, superprodução, tempos de espera, utilização desnecessária de pessoal, excesso de estoque, tempo de processamento e desperdício de movimento. Quando as empresas de construção aplicam tais princípios de construção enxuta às suas práticas de gerenciamento de projetos, todas as formas de desperdício são significativamente reduzidas.

O trabalho está dividido em seis partes, a primeira a introdução consiste em apresentar a contextualização do tema, objetivos, pergunta norteadora, a segunda a fundamentação teórico apresentado o entendimento dos autores referenciados no estudo, a terceira a metodologia a qual discorre sobre os métodos empregados na pesquisa, a quarta é o desenvolvimento da pesquisa, a qual tem como finalidade trazer o embasamento da pesquisa conforme os autores referenciados, e a quinta parte são as considerações finais, aqui foram discutidos os resultados das análises realizadas a partir das discussões da literatura pesquisada e por fim a última parte a lista das referências citadas ao longo do estudo.

2 DESAFIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é um setor de extrema importância para o crescimento econômico de qualquer país. No Brasil não é diferente, o peso da construção civil na economia chegar a 6% do PIB, gera milhões de empregos e é propulsor de

desenvolvimento. Porém o setor enfrenta diversas dificuldades como baixa produtividade, processos de gerenciamento de projeto deficiente, falta de fiscalização, baixa capacitação da mão de obra, acidentes de trabalho, equipamentos e ferramentas usadas de forma improvisada, e a falta de qualidade dos componentes e materiais (BATTI *et al.*, 2013).

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A construção é uma indústria com séculos de existência, a sua cultura e os seus métodos estão enraizados em períodos anteriores à análise científica. Contudo, sobretudo após a Segunda Guerra Mundial, têm surgido várias iniciativas no sentido de entender os processos da construção civil e os seus problemas para se conseguir desenvolver soluções e melhorias dos processos.

Ferreira (2018) diz que se pode reconhecer iniciativas estratégicas tais como a industrialização, as tecnologias de informação na construção e a gestão total da qualidade, bem como iniciativas táticas e operacionais como é caso das ferramentas de planeamento e controle, dos métodos organizacionais, fatores de sucesso do projeto e os métodos de melhoria da produtividade.

De acordo com Ferreira (2018) até em torno de 1980, grande parte das obras no Brasil eram públicas e com baixas exigências de qualidade. Os clientes eram acostumados a baixos padrões, o que proporcionava a não exigência de melhorias. Nos canteiros de obra, era recorrente o desperdício de materiais, mão de obra com baixa qualificação e grande rotatividade, sendo os altos custos facilmente repassados aos clientes. Nesse cenário, as construtoras obtinham lucros exorbitantes e, como a principal preocupação do setor eram os indicadores financeiros, o setor demorou em buscar mais eficácia e eficiência na sua forma de produção.

A construção civil é uma atividade que envolve uma grande quantidade de variáveis, sendo desenvolvido em um ambiente particularmente dinâmico e mutável, o que torna o gerenciamento de uma obra um trabalho complexo segundo Mattos (2010). No entanto, ainda há muito improvisado nos canteiros por todo o mundo, no contexto nacional a situação não é diferente, muitas obras habitacionais e engenharia ainda são executadas artesanalmente, ou seja, sem um planeamento formal que estabelecer as etapas de construção do projeto. De acordo com Ferreira

(2018) para melhorar o escoamento da produção, grande parte das empresas do setor da construção civil está investindo em tecnologia, para acompanhar o mercado e principalmente seu concorrente.

Segundo Barbosa *et al* (2013) o *Lean Thinking* e os princípios subjacentes procuram acima de tudo orientar para uma nova forma de coordenar a ação, ou seja, são fundamentalmente bases culturais e não normas fixas. Assim, como se trata de uma filosofia parece ser possível que as indústrias, que não são unicamente de manufatura consiga adaptar os traços característicos do *Lean* às respectivas condições e especificidades. Por outro lado, é necessário, ter em mente os objetivos e as técnicas com que se relacionam estes princípios.

O conceito *Lean Construction* no Brasil teve sua evolução nos anos 90, quando a construção civil passou pela transformação, inserindo no seu contexto filosofia Gestão da qualidade total (TQM) e no *Just-in-time (JIT)* segundo Balabuch (2017, p. 88) “o *Lean Construction* possui a seguinte diretriz: entregar o produto maximizando o valor e minimizando o desperdício”.

Segundo Koskela, (1992) a *Lean Construction* é então um modelo de gerenciamento de processo do *Lean Production* para a indústria da construção, gerada em 1990, tem como marco fundamental a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry*. Tendo sido em seguida criado o *IGLC - International Group for Lean Construction*.

O gerenciamento das atividades de fluxo é uma fase fundamental na procura do aumento da produtividade e eficiência da obra, segundo Koskela (1992) Identificar as vantagens e desvantagens do processo é importante para que as medidas de melhorias sejam adotadas de forma planejada, sem que etapas sejam descartadas.

Lean Construction reconceitua o fluxo da construção, tendo início esse princípio o alinhamento da rede de informação, rede de materiais e rede de trabalho e projeto de construção sejam reconhecidos e medidos em termos de perdas da empresa (atividades que não agregam valor) avaliando o tempo de duração e saída do processo, dessa forma o *Lean Construction* surgiu para preencher essa lacuna (SHINGO, 1996).

Segundo Balabuch (2017) atualmente o mercado exige entregas rápidas e reduzidos *lead time*, mais personalização dos produtos e serviços, melhor qualidade e baixos preços. As empresas precisam aperfeiçoar a produção para serem mais

eficazes e eficientes para lidar com os desafios do mercado. Nas últimas décadas os sistemas convencionais de produção sofreram mudanças devido às novas abordagens focadas no aumento da concorrência.

O setor da construção civil teve um grande desafio que expõe a fragilidade do processo do setor, em atender grandes projetos de construção. Os eventos como a Copa do Mundo de 2014 e Jogos Olímpicos em 2016 demandaram construções de estádios, linha de metrô, vias de acesso, conjunto habitacional e outros projetos, demonstraram as falhas nas etapas dos processos, precisando haver grandes ajustes no planejamento como aumento significativo do custo de todas as etapas dos processos, para evitar atraso no cronograma de entrega. Com objetivo de aperfeiçoar o processo de construção e elevar a eficiência de produtividade, algumas empresas começaram a implementar o sistema *Lean construction* (MATTOS, 2010).

Como introduzir esses conceitos dentro do processo produtivo e ter ganhos significativas no ciclo de mudanças no processo de construção civil? Para Vansan e Langaro (2013) preparar o caminho para novos conceitos na construção civil é a chave para ter um setor competitivo e sustentável, atendendo os requisitos que atualmente o setor enfrenta para superar as dificuldades como a crescente demanda e o aumento do custo dos processos.

Por esse fator, é fundamental para uma nova realidade no setor da construção civil, oferecer soluções que gerem lucros e redução dos desperdícios, com isso obter gerenciamento dos processos. O *STP* é justamente o aumento da eficiência através da eliminação total das perdas. Segundo Shingo (1996) outro conceito do *STP* é vislumbrar o lucro como função dos custos e do preço de venda determinado pelo mercado.

2.2 LEAN CONSTRUCTION

O *Sistema Toyota de Produção (STP)* nasceu em 1950 no Japão, pela empresa Toyota Motors com objetivo de enfrentar os desafios tanto da falta de recursos como dificuldades financeiras que foram adotados pelos países que venceram a guerra, que tem como objetivo produzir com o mínimo de recursos possível conforme Ferreira (2018).

Assim nasceu o *Sistema Toyota de Produção*, hoje conhecido como *Lean Manufacturing*. Essa filosofia tem como objetivo manter a produção da indústria *Toyota Motors*, mesmo em situação difícil, esse laboratório demonstrou que aplicar esse conceito é extremamente benéfico não só para conter algumas restrições em virtude de sanções ou falta de recursos, mas também para padronizar todas as etapas de qualquer processo (TONI; JUNIOR; BELLEI, 2012).

Com o sucesso da filosofia *Lean Manufacturing*, esse conceito foi ajustado a outros setores, visto que os ganhos são significativos para o processo de produção segundo estudo Balabuch (2017) o conceito de desperdícios no chão-de-fábrica é definido como qualquer atividade que não acrescenta valor aos produtos.

Todas as formas de desperdícios estão intrinsecamente relacionadas com o conceito de valor, logo, a fim de reconhecer a ocorrência de desperdícios é fundamental identificar e separar as atividades que acrescentam valor daquelas que não acrescentam. Ionak (2016) identificou sete principais tipos de desperdícios: excesso de produção, inventário, operação, defeitos, processos, movimentação e transporte.

Para obter melhor resultado nas etapas do processo de manutenção e construção do setor da construção civil, é preciso estabelecer padrão do sistema de produção, visto que a falta de padronização é um dos problemas que impedem a implantação de melhoria e identificação de problema no processo do setor, sem a padronização será difícil identificar as etapas que precisam de atenção ou que geram gargalo no processo e conseqüentemente terá falha na previsão ou planejamento dos projetos e determinar custo e tempo de execução (CLEMENTE, 2012).

De acordo com Balabuch (2017) para isso é necessário ter passos claros do ambiente de trabalho para ter uma organização que ajudem na: Remoção de barreiras presentes, organização do ambiente e sinalização do ambiente. O *Lean Construction* traz uma proposta de aplicação que converte as etapas da atividade de construção civil em um fluxo natural caracterizado pela gestão da movimentação dos funcionários no canteiro de obras, logística de materiais e equipamentos e todo processo de garantia da qualidade do produto final.

De acordo com Benete e Schaefer (2013) a proposta do *Lean Construction* é transformar o processo da construção por eliminar as perdas no fluxo atual, por integrar uma gestão da mão de obra, o suprimento de materiais e melhor garantia da

qualidade na entrega da obra. Essa filosofia apresentar um ganho entre 20% a 30% na redução da entrega de obra e 5% a 12% de redução dos custos de produção.

Dessa forma foi necessário adaptar um sistema que tem grande resultado na indústria "*Lean Production*" para realidade da Construção Civil com o "*Lean Construction*" teve seu modelo desenvolvido para preencher as aberturas que outra metodologia não conseguia atingir assim buscando o aperfeiçoamento.

Os principais problemas do setor da construção civil são: a baixa produtividade, a falta de colaboração e interação entre os vários intervenientes no processo, falta de qualidade, falta de segurança e más condições de trabalho (CLEMENTE, 2012, p. 76).

Esses problemas não tinham muita relevância para o setor, porque não geravam dificuldades para rentabilidade e aquisição de novos projetos, pela baixa exigência do setor da construção civil, por isso o processo não passava por mudança de gestão e inovação tecnológica para atender a demanda.

Diversos mecanismos foram implantados para conter simplesmente demanda do próprio processo singular, que com o tempo não resolvia os problemas do setor, visto que foco não era a gestão, mas a situação pontual que surgia durante o processo. Sem melhoria significativa do processo, que continuava com os problemas que fragilizava o setor de forma sistemática, os problemas não eram resolvidos, para isso era necessário aplicação de uma filosofia de gerenciamento que atingissem os problemas de forma sistema (ARANTES, 2014).

Segundo Koskela (1992) no processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto menor os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos os benefícios do fluxo, em comparação com as melhorias na conversão.

Sem a padronização do processo não é possível identificar os passos necessários para aplicação do projeto e manutenção, mensurar a quantidade de recursos necessários, definir margem de custo segundo Ionak (2016). A padronização dos processos diminui as perdas do tempo de produção e de produtos, contribui para a redução de desperdícios e aumenta a qualidade da produção. Para implementar a padronização, o investimento é mínimo, sendo necessário apenas realizar diversos ajustes no processo em análise (TONIN; SCHAEFER, 2018).

O *Sistema Toyota de Produção (STP)* nasceu no momento de dificuldade na empresa Toyota que por causa de restrição imposta por causa da guerra, tinha dificuldade em conseguir insumo para linha de produção. Por nascer nessas condições o *(STP)*, demonstra que mesmo em cenário desafiador é possível obter bons resultados, quando todo processo passar por gerenciamento dos recursos, investimento na qualidade e redução do desperdício (CABETTE; SOUZA, 2017).

Portanto a implantação do *Lean Construction* é fundamental para que as empresas do setor sobrevivam a exigência atual do mercado e cliente. O *Lean Construction* mostra ser um conceito que aumenta a rentabilidade e evitar perdas na obra.

3 METODOLOGIA

Na primeira fase foi realizada uma pesquisa descritiva de caráter bibliográfico, visando colher informações através de documentos, relatórios, jornais, e trabalhos acadêmicos com a finalidade de dar os subsídios necessários ao trabalho para o aprofundamento do tema apresentado. As palavras-chaves norteadas no estudo no campo de busca foram: *Lean Construction*, Gerenciamento, Perda, Desperdício.

As fontes de pesquisa que contemplam a discussão foram apresentadas em estudos feitos por diversos estudiosos, foram selecionados estudos dos últimos 5 (cinco) anos com recorte temporal a partir de 2017 a 2023. Foram 16 fontes de pesquisas consultadas para elaboração do artigo que apresentam assuntos sobre *Lean Construction*, processo enxuto, planejamento e gestão da construção.

A estratégia de busca utilizada foi o método descritivo a partir das pesquisas nas plataformas: Google Acadêmico, Portal da CAPES, SciELO e Academia.Edu. A pesquisa iniciou através da seleção das publicações relacionadas com as palavras-chave contempladas no presente estudo. Após a seleção foi elaborados fichamentos e resumos com objetivo de selecionar os conteúdos relevantes para serem realizadas nas discussões no estudo. O foco do estudo buscou analisar os desafios, estratégias, novas oportunidades de desenvolvimento, combinações com novas tecnologias, perspectivas para o futuro, etc.

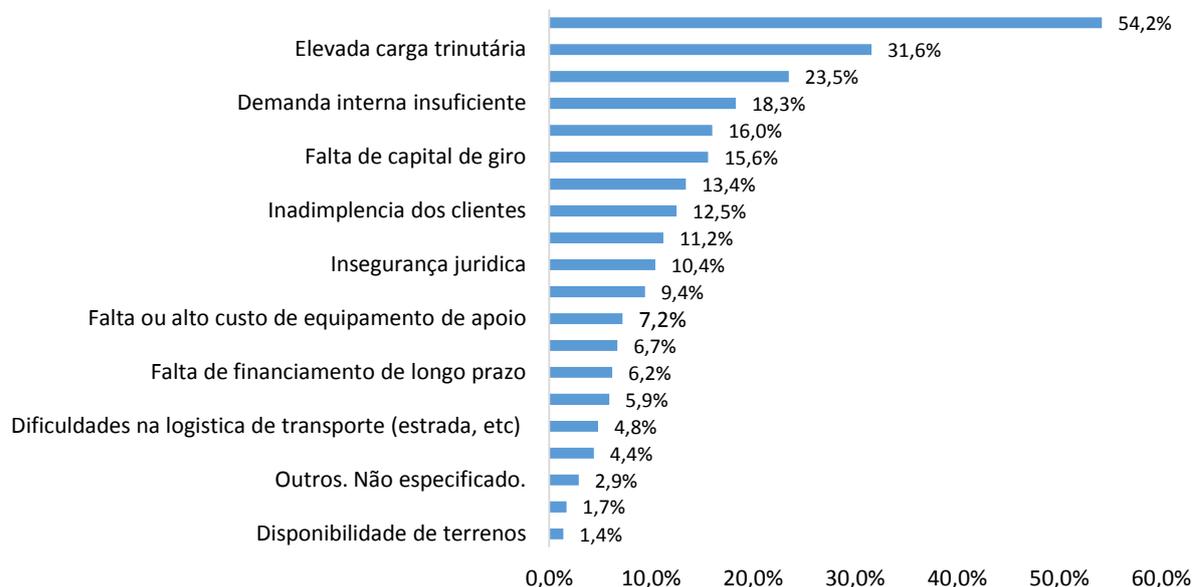
Desta forma, pode-se analisar a efetividade dos princípios da *Lean Construction*. Logo, a metodologia empregada estruturou-se: seleção dos artigos, identificação das ferramentas e análise e discussões.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nas informações pesquisadas sobre o método de processo utilizado na construção civil, os resultados econômicos, recursos utilizados e eficiência do processo sem a metodologia *Lean Construction*, analisando se os 11 passos proposto pela metodologia *Lean Construction*, podem ser realmente aplicado no processo da construção, sem impacto negativo, e se o setor tem capacidade de gerenciar todas as etapas de implantação do sistema em seu projeto ou manutenção (HARADA; FILHO, 2018).

Verifica-se que, os problemas da construção são diversos, porem a inovação e implantação de modelo de gerenciamento pode ajudar a mitigar fatores externo e interno que interferem no processo, por antecipar ações que minimizem perdas que comumente ocorrem no setor por falta de ação de antecipação e planejamento das etapas do processo, conforme demonstrado na Figura 1:

Figura 1 - Principais problemas da Construção Civil no 3º Trimestre de 2018



Fonte: HARADA; FILHO, 2018, p. 67.

Nos últimos, cinco anos verificou-se que, a gestão transparente da construção facilita a identificação de pontos de falha, pois todas as informações necessárias estão sempre disponíveis para quem precisa. Para ter processos mais transparentes e garantir a melhoria contínua, é fundamental ser simples, reduzir o atrito, remover

obstáculos visuais no canteiro de obras, ter um fluxo aberto de comunicação e garantir um ambiente de trabalho confortável (MARGALHÃES; MELLO; BANDEIRA, 2018).

A partir da análise da Figura 1 observa-se que os problemas no setor de construção dificultam o avanço da competitividade por não conceder aos trabalhadores do setor um ambiente adequado de trabalho, se tornar um setor com mão de obra de baixa qualificação que não agrega qualidade ao processo. Os números apresentados comprovam que a indústria da construção é realmente uma Ferrari com freio puxado. Estamos andando bem, mas poderíamos andar muito mais. Difícil achar outro setor que sofreu uma inflação como o nosso, e o tanto que esse fator inibiu nossa capacidade de contribuir com o crescimento do PIB (HARADA; FILHO, 2018).

O setor da construção civil apresenta para cada projeto uma particularidade única, essa característica dificulta a implantação de um sistema de gerenciamento do processo que atenda todos os projetos como tendo a mesma dificuldade. Por isso o gerenciamento de projeto e manutenção tem que possui uma gestão para cada projeto ou manutenção. Segundo Ribeiro et al (2021) os problemas existentes na construção civil são bem notórios e conhecidos; as condições de trabalho são ruins, existe uma escassez de força de trabalho, tudo isso, agregado a mão de obra pouco qualificada existente, traz grandes problemas e uma baixa qualidade aos produtos finais gerados.

Barbosa et al., (2013) menciona que o objetivo geral de todas as metodologias *Lean Construction* é tornar o trabalho visível: a visualização torna o trabalho transparente – e a transparência permite que riscos e desafios sejam identificados antecipadamente. O resultado são processos que se estabilizam e se tornam cada vez mais permanentes. Isso reduz a 'mãe de todos os desperdícios' em projetos de construção, ou seja, desvios de cronograma.

Conforme dados levantando do setor de construção houve perda de participação entre 2010 e 2019, nas obras de infraestrutura no valor gerado pelo setor - caiu de 44,1% para 32,2%. Já a construção de edifícios avançou de 39,1% para 44,2% no período. E a maior alta foi em serviços especializados para construção de 16,8% para 23,6%. É o que aponta a Pesquisa Anual da Indústria da

Construção (PAIC), divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (SOUZA; CABETTE, 2019).

Por causa dessa limitação do TQM, o sistema *Lean Construction* foi adaptado do Sistema *Lean Production*, para preencher a lacuna e buscar o aperfeiçoamento do processo. O setor da construção civil pode contar com soluções tanto de engenharia como administrativa, que tem grande impacto positivo no processo produtivo, transformando a forma de gerenciamento das etapas do projeto. Com essa filosofia as perdas do processo podem ser identificadas e gerenciadas por mecanismos que foram testados em ambiente próprio da construção civil que demonstraram ter excelente resultado (MATTOS; DELARUE, 2021).

O setor da construção civil no Brasil aponta como a principal preocupação a falta de matéria prima ou o alto custo dos insumos, em segundo plano vem a alta taxa de juros que são impostos nos insumos que implicam em atraso na obra e elevar o custo da obra. O cenário da construção Civil no Brasil atual tem sido um terreno fértil para o *Lean Construction*, visto que o sistema foi adaptado da metodologia *Lean Production* que teve seu início em condições de pós-guerra, onde a escassez de matéria prima, financiamento com altos juros, demanda insuficiente e insegurança jurídica é uma realidade, porém o modelo *Lean* que nasceu no caos, demonstrou que é possível ter uma gestão competitiva e lucrativa apesar das dificuldades impostas (CABETTE; SOUZA, 2017).

Rossiti, Serra e Lorenzon (2020) desenvolveram um modelo de classificação de empresas quanto ao grau de aplicação de ferramentas Lean: *O Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR)* que é o modelo de classificação de qualidade de construção enxuta rápida. Essa ferramenta surgiu como Plano de Aplicação da *Lean Construction* (PALC), para aplicação do conceito do *Lean* em canteiro de obra. O modelo LCR foi desenvolvido, no intuito de resolver algumas falhas do PALC, com o objetivo de avaliar a qualidade e o grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras. Com esses indicadores as melhorias serão gerenciadas e aplicadas de forma padronizadas.

O gerenciamento da produção é realizado no sistema produtivo, com a finalidade de concluir os objetivos por meio de planejamento, organização, execução e controle (SOUZA; CABETTE, 2019). Sendo assim, planejamento é a função administrativa para que ocorra a determinação das metas que necessitam serem alcançadas e como devem prosseguir para que ocorra da melhor forma, como

indicado na Figura 3. Já o controle é feito para medir e corrigir para que tudo ocorra como planejado, verificando os erros e evitando o retrabalho (SOUZA; CABETTE, 2019).

A aplicação da construção enxuta prevê a adoção de métodos inteligentes e tecnologias modernas capazes de calcular com precisão a quantidade de material que será necessária em um projeto. Assim, é possível investir adequadamente os recursos, sem desperdícios e com a demanda constante por novas aquisições, como é comum em canteiros de obras tradicionais. A metodologia também inclui a utilização de sistemas de automação para tarefas recorrentes, o que se traduz em economia de mão de obra, com a execução correta das atividades (ROSSITI; SERRA; LORENZON, 2020).

O canteiro de obras se torna mais produtivo com a construção enxuta. Isso porque há uma série de mudanças na execução das tarefas, que vão desde a forma como os equipamentos e materiais são alocados no espaço, até a adoção de novas tecnologias (MATTOS; DELARUE, 2021).

Um dos maiores problemas na construção civil é o atraso na entrega de empreendimentos, sejam eles residenciais ou corporativos. Seja pela falta de organização na aquisição de materiais, pela lentidão das próprias tarefas ou até mesmo por fatores externos, como dias de chuva forte ou vento, é comum que a obra seja entregue fora do prazo combinado.

Atualmente houve tentativas crescentes de digitalizar e interromper as metodologias analógicas baseadas em notas adesivas. A pandemia de coronavírus e as restrições associadas foram um catalisador global para o desenvolvimento. A digitalização das abordagens Lean permite a coleta de dados do projeto em tempo real, incluindo taxas de produtividade, atas de reuniões, sequências e durações de processos e muito mais (JUNQUEIRA, 2021).

Junqueira (2021) ainda comenta que o potencial existe, mas atualmente o foco principal é a comunicação e a colaboração em tempo real. Isso significa que as soluções que digitalizam o sistema de utilização das ferramentas da *Lean Construction* no processo de planejamento para melhorias na construção civil consistem no processamento de fluxos de dados relacionados ao projeto, bem como conexões inteligentes entre dependências e variáveis de influência, levarão a projetos e planos de produção criados de forma autônoma no desenvolvimento de soluções de software para o próprio planejamento de tempo takt que simplificam e

automatizam a criação do cronograma takt. Isso resulta em uma abordagem híbrida para a revisão nas reuniões Lean diárias, semanais e mensais (SOUZA; CABETTE, 2019).

Em seu estudo Pereira (2020) identificou os princípios/conceitos enxutos e como a *Lean Construction* impacta na inovação rumo a um desenvolvimento sustentável. Os conceitos de construção sustentável também foram discutidos refletindo os três aspectos do desenvolvimento sustentável que são a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Em 2018, o T-30 Hotel na China foi construído usando ferramentas e métodos de produção *Lean Construction*. O edifício de 30 andares foi construído em apenas 15 dias e incluiu uma série de recursos inovadores, incluindo cinco vezes a resistência padrão a terremotos na área. Impressionantemente, zero pessoas sofreram lesões relacionadas ao trabalho durante a construção do edifício. Este é o padrão que a gestão da produção *Lean Construction* busca estabelecer. Por meio de uma mentalidade de fazer melhorias contínuas nas práticas e métodos, a construção enxuta visa maximizar o valor para as partes interessadas, minimizando o desperdício e melhorando a eficiência em todos os setores (JUNQUEIRA, 2021).

No entanto, as empresas que implementam ferramentas e práticas de construção enxuta do ponto de vista operacional são incapazes de sustentar seu uso ou obter o máximo de benefícios da implementação da construção enxuta, uma vez que sua prática não é fundamentada em uma base sólida, ou seja, em sua estratégia de negócios. Para superar essa barreira, preencher a lacuna, experimentar os fluxos de benefícios do pensamento enxuto e sustentar as práticas inovadoras na construção, é necessário integrar os princípios e ferramentas da construção enxuta na estratégia de negócios da empresa (PEREIRA, 2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar a efetividade dos princípios da *Lean Construction* torna-se importante como ferramenta de auxílio no planejamento e controle nas obras de edificações. Através da revisão bibliográfica foi possível conhecer as principais ferramentas de planejamento tradicional e *Lean* que podem ser aplicadas a construção civil.

Com o estudo dos autores apresentados neste trabalho foi possível mostrar que o processo de planejamento e controle da produção é de grande importância para que ocorra a qualidade, menores custos e cumprimento dos prazos. O planejamento tradicional realizado nas obras já garante esses benefícios, foi então que a *Lean Construction* e seus princípios trazem diretrizes que potencializa ainda mais os benefícios gerados para a empresa e para a obra mudando a mentalidade dos colaboradores.

Respondendo a pergunta do estudo que foi: De que forma a utilização das ferramentas da *Lean Construction* pode auxiliar de forma efetiva no processo de planejamento para melhorias na construção civil? Verificou-se que a implantação de algumas ferramentas e de alguns princípios da *Lean Construction* é possível visualizar mudanças nos processos e na obra como um todo, provando que com persistência e disciplina de todos os colaboradores, a médio e longo prazo essas melhorias serão cada vez mais potencializadas.

O estudo do processo de manutenção de engenharia, demonstrou que existem diversas dificuldades que as empresas do setor de manutenção e construção civil sofrem para implementar as exigências para atender a demanda, sejam elas no processo de construção civil ou manutenção industrial. Os projetos de construção civil são bastante diversificados, precisando ter um sistema de gestão sólido por causa da demanda dos recursos necessários para andamento do processo, com objetivo de conter os problemas pela falta de recursos e aumento do custo do projeto. Não sendo diferente no setor de manutenção civil, que tem como principal objetivo atender o imediatismo do cliente, que solicitam intervenção no processo quase que diariamente para manter seu o processo produtivo.

Por meio deste estudo fica evidente que as ferramentas de planejamento juntamente com os princípios da *Lean Construction* contribuem consideravelmente para o planejamento e controle nas obras de edificações com a redução de desperdício, aumento da produtividade, tornando os processos mais transparentes, identificando e corrigindo os erros para que não se tornem defeitos e mudando o pensamento dos colaboradores. Lembrando sempre que para eliminar os desperdícios e aumentar a produtividade é preciso antes organizar todos os ambientes, realizar um bom planejamento que seja possível ser seguido e controlar o planejado, afinal o sucesso de qualquer empresa é o fruto do trabalho em equipe.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction – Filosofia e Metodologias. 2008. 108 f. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – U. Porto FEUP Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, Portugal. 2014.**

BALABUCH, Pauline. **Princípios e Filosofia Lean. Belo Horizonte: Atena Editora, 2017.**

BARBOSA, G *et al.* **Implementação de construção enxuta em um ano em um projeto de construção.** SIBRAGEC, 2013.

BATTI, C. F. B. et al. A. **Aplicação da técnica da linha de balanço como auxílio ao planejamento e controle de um projeto de construção de um edifício um estudo de caso.** CONBREPO, 2013.

BENETE, L. A. P., SCHAEFER. C. O. **Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora,** (XXXIII Encontro nacional de engenharia de produção). Salvador, BA. 2013.

CABETTE, R.E.S., SOUZA, B.C., **Lean Construction – Exemplos e Teses Para Aplicação dos Princípios da “Construção Enxuta” no Brasil.** 2017. 7f. Trabalho de Conclusão de Curso -UNISAL – Centro Universitário Salesiano de Lorena, São Paulo.

CLEMENTE, J; **Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização: um caso de estudo.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

FERREIRA, Renata. **Sistemas Lean Volume I,** Belo Horizonte: Editora Poisson, 2018.

GONZALEZ, E. F. **Análise da implantação da programação de obra e do 5S em um empreendimento habitacional.** Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

HARADA, E. N., FILHO, L. S. M., **Avaliação das Dificuldades em Aplicar o Lean Construction no Brasil. VIII Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais da FEI.** p. 1-2, São Bernardo do Campo. 2018.

IONAK, Raabe M. **Benefícios da implementação do Trabalho Padronizado na Água Sistemas de Armazenagem S/A.** In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Paraná, 2016. p. 1-9.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da Casa 1.0®.** Dissertação (Especialização), Departamento de

Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. 146p.

KOSKELA, Lauri. aplicação da nova filosofia de produção à construção. 1992.

MARGALHÃES, R.M., MELLO, L. C.B.B., BANDEIRA, R. A. M., **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**, Gest. Prod., São Carlos, v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Pini. 2010.

MATTOS, A. DELARUE, Ricardo. Produtividade e Valor Agregado. **Revista Mundo PM**, n. 41, Outubro de 2021.

PEREIRA, Mariana D. C. **Avaliação e análise da aplicação da filosofia LEAN em empresas de construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte**. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. 2020.

RIBEIRO, A.A et al. **Lean Construction na Indústria da Construção Civil Brasileira: Uma Revisão da Literatura**. Revista Mundi. Instituto Federal. p. 3-6, Paraná. 2021.

ROSSITI, I. S. M; SERRA, S. M. B; LORENZON, I. A. **Impacts of lean office application in the supply sector of a construction company**. 24th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction, 2020.

SOUZA, B.C., CABETTE, R.E.S. **Gerenciamento da Construção Civil: Estudo da Aplicação da “Lean Construction” no Brasil**. **Revista de Gestão e Tecnologia**. UNISAL – Centro Universitário Salesiano de São Paulo. v. 1 , n . 2, p. 2 1- 2 6. Lorena/SP. 2019.

SHINGO, Shigeo. **Livro O Sistema Toyota de Produção**, Porto Alegre: Bookman 1996.

TONI, H. P., JUNIOR. I. S., BELLEI. E. **Classificar Empresas Construtoras Quanto ao Grau de Aplicação de Ferramentas Lean**, (III Congresso nacional de excelência em gestão). p. 5-7, Paraná. 2012.

TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O. Diagnóstico e Aplicação da Lean Construction em Construtora. **Iniciação Científica CESUMAR**,v. 15, n. 1, p. 23-31,2018.

VANSAN, A. P., LANGARO, E. A., **Ferramentas Lean Aplicadas as Empresas de Construção Civil Classificadas no Modelo LCR**. 2013. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco. Pato Branco.