Volume | 5 Ano | 2021 ISSN | 2526-6470

Revista Espaço Transdisciplinar

REVISÃO DE LITERATURA: PROPOSTAS E AÇÕES DAS DIRETRIZES DO LEAN CONSTRUCTION PARA IMPLEMENTAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO CANTEIRO E OBRAS

Beatriz Paiva Cardoso [1]

Bruna Corrêa dos Santos [2]

Otávio Gonçalves Adami [3]

Resumo

As construções no Brasil são reconhecidas pelo grande desperdício de material e, consequentemente, a geração de resíduos em seu processo. Contudo, esse não é o único desperdício que pode ser notado, há também a localização do canteiro de obras, que causam efetivas consequências no aumento do tempo de serviço, o mau aproveitamento da mão de obra, que, por sua vez, muitas vezes não é qualificada. Com a finalidade de minimizar esses danos e maximizar os ganhos, aplica-se a metodologia *lean construction*. Esse procedimento é derivado da *Lean Manufacturing*, originado do Sistema Toyota de Produção, ambas se aplicam porque o ambiente do canteiro de obras está em constante mudança, que varia de acordo com cada empreendimento. Por sua vez, mediante a sua efetivação o local de trabalho é alterado, além do remanejamento da mão de obra e materiais, ou seja, o *lean construction* é uma adequação da metodologia *Lean* para se aplicar a todas as peculiaridades existentes no canteiro de obras. O presente estudo foi realizado com o objetivo de demonstrar como a metodologia *lean construction* pode ser aplicada no gerenciamento de projetos da engenharia civil no Brasil, a fim de minimizar os desperdícios recorrentes nos canteiros de obras. As análises de dados foram apresentadas de forma descritiva com base em dados qualitativos, relatando os resultados obtidos através da pesquisa bibliográfica, descritos no *software Microsoft Excel*® 2013. Indagou-se como enxugar o desperdício, modelando processos no gerenciamento de projetos, com a aplicação do *lean construction* no canteiro de obras. Os resultados permitiram concluir que a metodologia *lean construction* com foco na qualidade propicia reduções nos custos gerados, amplia a satisfação dos atores internos e externos, beneficia os resultados das etapas e processos pertinentes ao gerenciamento de projetos no canteiro de obras da construção civil.

Palavras-chave: *Lean Construction*. Desperdício. Gerenciamento de projetos. Compatibilização.

Abstract

Constructions in Brazil are recognized for the great waste of material and, consequently, the generation of waste in its process. However, this is not the only waste that can be noticed, there is also the location of the construction site, which causes effective consequences in the increase of the service time, the poor use of the workforce, which, in turn, often does not is qualified. In order to

[1] Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio. E-mail: beatriz.cardoso@sounovomilenio.com.br.

[2] Engenharia Civil da Faculdade Novo Milênio. E-mail: bruna.santos@sounovomilenio.com.br.

[3] Mestre em Administração de Empresas; Graduado em Engenharia Civil e Engenharia de Produção; Especialista em Segurança do Trabalho; Especialista em MBA Orçamento, Planejamento e Controle na Construção Civil; Especialista em Desenvolvimento e Gerenciamento de Projetos em BIM; Especialista em Engenharia de Avaliações e Perícias; Especialista em Docência no Ensino Superior; Cursando Administração de Empresas; Professor e Coordenador dos Cursos de Engenharia Civil e Engenharia Elétrica na Faculdade Novo Milênio.

minimize these damages and maximize gains, the lean construction methodology is applied. This procedure is derived from Lean Manufacturing, originated from the Toyota Production System, both apply because the construction site environment is constantly changing, which varies according to each project. In turn, through its implementation, the workplace is changed, in addition to the relocation of labor and materials, that is, lean construction is an adaptation of the Lean methodology to apply to all the peculiarities existing at the construction site. The present study was carried out with the objective of demonstrating how the lean construction methodology can be applied in the management of civil engineering projects in Brazil, in order to minimize recurrent waste at construction sites. Data analyzes were presented in a descriptive way based on qualitative data, reporting the results obtained through bibliographic research, described in Microsoft Excel® 2013 software. It was asked how to reduce waste, modeling processes in project management, with the application of lean construction at the construction site. The results allowed us to conclude that the lean construction methodology with a focus on quality provides reductions in generated costs, increases the satisfaction of internal and external actors, benefits the results of the steps and processes relevant to project management at the construction site.

Keywords: Lean Construction. Waste. Project management. compatibility.

Introdução

A busca por agilidade nos empreendimentos e operações tem sido objeto de estudo de entusiastas e pesquisadores desde a revolução industrial. Atualmente, os clientes já não aceitam mais absorver ineficiências operacionais, pois elas aumentam os encargos tarifários e os prazos de execução. A competição em busca do cliente leva as empresas a constantes mudanças a fim de aprimorar seu tempo de entrega e qualidade de serviço (TRAD; MAXIMILIANO; 2009).

Alinhado com essa ideia de agilidade e eficiência foi desenvolvido o conceito de *lean construction*, essa metodologia foi desenvolvida pelo finlandês Lauri Koskela, em 1922, e é derivada do sistema de *lean thinking*. Por seu turno, o processo de *lean construction* é voltado especificamente para área de construção civil, e tem como foco modificar o sistema da obra a fim de reduzir desperdício de material, esforço e tempo, para conseguir gerar maior valor para seu produto (ALMEIDA; PICHI, 2018).

Estima-se que mais de dois terços do tempo total da construção de um empreendimento sejam usados em atividades que não geram valor ao produto, ou seja, não podem ser convertidas em lucro, como espera por insumos, transporte, retrabalho, entre outros (ISATTO *et al.*, 2000). Com o uso da metodologia *lean construction*, a intenção é fazer o gerenciamento do projeto com foco em reduzir ao máximo possível às atividades que não geram valor, e aumentar a produtividade e eficácia dos fluxos e interfaces (ALMEIDA; PICHI, 2018).

O trabalho unificado da concepção da gerência de projetos sempre atrelada a metodologia *lean* foi iniciada na década de 1960 superficialmente, na construção civil, para auxílio no cumprimento de prazos e compatibilização de ideias, sempre levando o tópico qualidade acima de qualquer relevância (BRANCO *et al.,* 2016).

Em relação ao problema de pesquisa investigado se observa que, segundo Eckes (2001) as ineficiências operacionais já não são mais absorvidas pelos clientes, pois as opções de oferta aumentaram proporcionadas pela queda das barreiras alfandegárias e a consequente abertura de mercado. Desta forma, a implementação de novos e eficientes sistemas de gestão, tanto no segmento industrial como no de serviços, quer nas pequenas, médias ou grandes organizações, é uma exigência imposta pelo mercado. Portanto, o problema de pesquisa levantando para este estudo é: Como a produção científica, no campo da Engenharia Civil relaciona o termo metodologia *lean construction* ao gerenciamento de projetos, quanto à minimização de erros e de desperdícios na execução de obras civis?

Como suposição a ser confirmada ou refutada com o resultado deste estudo a hipótese levantada é de que: O sistema *lean thinking* pode ser muito bem adaptado a construção civil, promovendo processo de gestão da qualidade, com a instrumentalização ferramentas metodológicas *lean construction,* que contribuem para o gerenciamento de risco, erros e desperdícios e, que colaboram em diversos aspectos para minimizar os custos, reduzir os riscos, evitar prejuízos, sanar desperdício e otimizar a qualidade na execução de obras civis.

Mediante o exposto, resta evidenciar que esses são fatores bastante relevantes que fundamentam a justificativa do presente estudo, com a finalidade de aprofundar e ampliar o conhecimento a respeito do arcabouço teórico e das possibilidades de melhorias no que se reporta a melhoria do gerenciamento dos processos produtivos em projetos na construção civil.

Ainda em termos de justificativa da pesquisa destaca que a gestão dos processos administrativos de uma organização, seja qual for o porte, deve ser realizada de maneira adequada e, portanto, livre de erros que possam impactar nos resultados para o cliente e consequentemente na competitividade da empresa no mercado. É necessário que o tempo investido seja voltado para a excelência e qualidade dos

serviços *in loco*, e não em retrabalho e erros de gestão. Esses entre outros aspectos relevantes pertinentes a qualidade de processos são abordados por autores tais como: Paliari e Souza (1999); Isatto *et al.* (2000); Sarcinelli (2008); Carniatto *et al*. (2015); Carvalho *et al.* (2017); Monteiro *et al*. (2017), entre outros.

O que motivou a realização dessa pesquisa foi a percepção de erros e desperdícios cometidos pela indústria de construção civil, devido a gestão ineficiente de seus projetos e execuções. Esse estudo propõe, no campo de gerenciamento de projetos, entender como a aplicação da metodologia *lean construction* pode maximizar os ganhos de produtividade e minimizar perdas e retrabalhos, frequentemente, observados nos canteiros de obras e construtoras.

Portanto, mediante o exposto elege como Objetivo Geral estudar a aplicação da metodologia *lean construction* no gerenciamento de projetos no canteiro de obras. Para alcançar o objetivo geral foram definidos como questões norteadoras os seguintes Objetivos Específicos: indicar os desperdícios mais comumente observados em canteiros de obras; relacionar a diminuição de desperdícios com a aplicação da metodologia *lean construction* no canteiro de obras; e, sugerir uma solução para o novo processo de gestão de projetos no canteiro de obras.

A fundamentação teórica aborda os conceitos e contextualização com base em diversos autores. Observa-se que a economia japonesa logo após a Segunda Guerra Mundial, se encontrava em recessão. Como consequência, as empresas automobilísticas vivenciaram um cenário de capital restrito para investimentos e financiamentos, demanda decrescente de seus produtos e escassas alternativas para reestruturação (WOMACK *et al.*, 1990; DREW *et al.*, 2004).

Inspirando-se nos conceitos de Henry Ford para o mercado japonês, foi criado um sistema produtivo com objetivo de eliminar desperdícios e otimizar os recursos das empresas (WOMACK et al., 1990).

Segundo Costa *et al*., (2002), quando o processo de construção é visto como um todo, estima-se que cerca de 67% do período gasto pelos trabalhadores, é voltado para atividades que não geram valor, por exemplo, espera por material, retrabalhos

e transporte. O esforço de melhorias e gerenciamento de produção tende a ser concentrado em subprocessos e não no processo como um todo.

Em sua obra, Koskela (1992) determinou 11 princípios baseados nos cinco fundamentos da metodologia *lean thinking*, são eles:

Diminuir as atividades que não geram grandeza. Consiste em aumentar a eficiência dos processos, não só através da melhoria nas atividades já presentes como na eliminação de atividade que consomem espaço, recurso e/ou tempo e que não geram valor. Isso se torna possível por meio do mapeamento do processo. Esse princípio é tido como o mais relevante do *lean construction*, porque aperfeiçoa processos e elimina perdas (KOSKELA, 1992).

Aumentar a grandeza do produto verificando as necessidades do cliente. Para que esse princípio seja aplicado, é necessário estudar os clientes para que se saiba quais as principais necessidades deles ao longo de cada etapa da construção (KOSKELA, 1992).

Reduzir a variabilidade. Compreende que é preciso que exista padronização das etapas para que seja possível diminuir a variabilidade, uma vez que, no canteiro de obras existem vários tipos, como por exemplo, a oscilação no tempo da execução de uma atividade e a variabilidade de demanda (KOSKELA, 1992).

Reduzir tempo no ciclo de produção. O tempo do ciclo produtivo é a somatória de tempo para a fabricação do produto. Há diversas vantagens em reduzir esse tempo, como entrega ágil ao cliente, facilidade no processo de gestão, estimativas de futuras demandas mais precisas e produção menos exposta a variações de demanda e de valor na matéria-prima (KOSKELA, 1992).

Simplificar a partir da diminuição do número de passos. Esse princípio diz respeito à simplificação dos processos, na redução do número de passos para obter material ou informação (KOSKELA, 1992).

Aumentar a flexibilidade na execução do produto. Refere-se a chance de alterar os atributos do produto sem mudar consideravelmente o custo do mesmo. A aplicação

disso pode acontecer na mudança de tamanho de lotes, customização do produto e uso de mão de obra plurivalente, são alguns exemplos (KOSKELA, 1992).

Aumentar a translucidez do processo. Esse princípio visa diminuir as chances de erros no processo, facilitando a identificação de problemas. Utilizando de artifícios como, gestão visual do processo, demarcação de áreas e retirada de barreiras visuais (KOSKELA, 1992).

Mirar no domínio do processo global. O uso da gestão convencional, focada nos subprocessos produtivos pode gerar perdas, pois não leva em consideração o processo como um todo. O enfoque no processo global pode englobar pessoas de fora da empresa, como clientes e fornecedores, para desta forma criar um processo com menor quantidade de falhas e melhorar a comunicação entre os subprocessos (KOSKELA, 1992).

Inserir a melhoria incessante no processo. Esse princípio deve oficializado nas empresas por meio de metas e benefícios que estimulem os funcionários a se empenharem em desenvolver melhorias para o processo e para o ambiente de trabalho, por meio da elaboração de *kaizens* (KOSKELA, 1992).

Equilíbrio entre aperfeiçoamentos nas sequências e nas conversões. De maneira geral, quanto mais complexo um processo, mais impactantes serão as melhorias de conversão e quanto maior for o desperdício, mais importantes serão as melhorias de fluxo (KOSKELA, 1992).

Benchmarking. Para pôr esse princípio em prática é necessário conhecer verdadeiramente os processos da empresa, e identificar boas práticas em empresas análogas. Usando assim essas empresas como referencial para traçar novas metas e adaptar as boas práticas (KOSKELA, 1992).

Segundo Isatto *et al.* (2000), diversas análises realizadas no mundo, indicam que a maior parte dos problemas que finalizam em pequenos resultados de qualidade e eficiência na construção civil, se origina de problemas gerenciais. Sendo assim, se tornou fundamental, para ter competitividade no mercado, o planejamento racional das atividades de produção.

Partindo do princípio que existem dois indicadores de perdas e/ou consumo, denominados de globais (mais de uma etapa do processo) ou parciais (analisada somente uma etapa do processo), será analisada a figura abaixo. Usando o recebimento do cimento e do concreto usinado como exemplo, até sua aplicação, podemos observar que a quantidade de etapas envolvidas no recebimento de um material que será processado no canteiro é muito maior, gerando mais desperdícios que o concreto usinado que chega pronto para aplicar (PALIARI; SOUZA, 1999).

Há três ideias que norteiam as perdas por transporte, a causa por perda, que consiste na causa direta do evento de perda em uma determinada ocasião, o evento de perda de transporte, procede na atividade de translado, constatado na observação e verificado em um determinado lugar, já a consequência da perda é determinada pelo resultado, embate ou conclusão de um determinado resultado. (LUNARDI *et al*., 2018)

A oscilação na produção e a pouca coordenação entre os processos são fatores importantes que podem causar uma interrupção no fluxo de trabalho, acrescentando a uma etapa em atividades que não geram valor e a quantidade de processos não acabados. A utilização do fluxo contínuo na busca eliminar esses processos inacabados e longos através da produção unitária, sem quebra entre os subprocessos construtivos (ALMEIDA; PICHI, 2011).

A realização da Preparação de Execução de Obras (PEO) se baseia na união de todos os colaboradores responsáveis pela obra, com o objetivo de acabar com os problemas ocasionados no canteiro de obras na etapa de planejamento, fazendo com que eles não aconteçam. É constatado que os funcionários envolvidos na obra são contratados apenas após o início da execução, não permitindo que seja feita a Preparação da Execução da Obra. Muitos outros são remanejados de canteiro com a obra já em andamento. O reflexo dessa etapa não realizada são funcionários sem aptidão para as atividades a eles atribuídas, deficiência na leitura e interpretação de projetos executivos, sejam eles de estrutura, hidráulica ou elétrica e perda do tempo homem hora (ARROTÉIA *et al.,* 2014).

A maior parte dos estudos de metodologia *lean* demonstra a possibilidade de melhorias das empresas ao aplicarem o método, porém, é preciso que haja uma

mudança de tradições e comportamentos. O setor de construção civil é complexo e amplo, assim, há grande espaço para esse conceito, além de muitas oportunidades não exploradas (PICCHI, 2003).

Lean construction e a gestão de projetos

Projeto pode ser entendido como um conjunto de ações, atos feitos de forma planejada, onde são colocados os materiais e mão de obra necessária para alcançar um objetivo em um determinado prazo (PINHEIRO *et al.,* 2006).

Dessa forma, para Almeida e Picchi (2011), a coleta e análise de dados da unidade modelo considerada na obra, estão diretamente ligados à escolha do método a ser difundido em todas as outras unidades do canteiro de obras. São utilizadas as inconsistências encontradas no projeto da unidade piloto para não cometer o mesmo erro nas demais unidades. Isso só é possível devido ao mapeamento completo do fluxo, contribuindo para melhor estruturação das atividades, identificando possíveis desperdícios, seja ela de material ou mão de obra, permitindo assim remanejá-las para áreas carentes da obra.

Em concordância com o autor acima, Arrotéia *et al.* (2014) aponta que a aplicação do PEO na obra, deve ser um método flexível, visando sempre o que foi discutido na reunião anterior com os colaboradores envolvidos e aplicando a realidade do canteiro. Com o intuito de implementar o Plano de Controle de Produção, que consiste em otimização do tempo e das atividades do canteiro de obras, após a análise e coleta de dados foi comparados os temas abaixo:

Almeida e Picchi (2011), utilizando a análise do mapa de fluxo e valor para identificação dos problemas relacionados à produtividade no ambiente de trabalho de um empreendimento, foram propostos processos e elaborados tabelas e mapas que possibilitasse a análise dos dados através do Método Planejamento e Controle de produção (PCP). Com isso, foi possível observar a carência da organização dos recursos disponíveis, a inexistência de um processo sequencial das atividades do local e o atraso da entrega do *As Built,* após encontrarem problemas na execução do projeto. Com isso, optaram por implementar a Linha de Balanço (LB), aplicando

processos a longo prazo, como a divisão de serviços por área, sincronização das atividades e diminuição do estoque na obra através do planejamento da compra do material.

Já no estudo de Santos e Santos (2017), utilizam a metodologia de observação direta das atividades de aplicação de cerâmica executadas em diversas fases, em cinco canteiros diferentes, onde pode observar a ineficiência na conclusão da atividade e a necessidade de retrabalho devido a falta de planejamento e controle da atividade em questão. Outro problema apontado, ocasionando atraso na entrega, foi a pendência do serviço anterior, atrasando o cronograma geral que em praticamente todas as vezes não eram cumpridos, portanto as equipes tinham que ser realocadas para outras atividades devido ao erro de planejamento do corpo técnico/administrativo. A conclusão encontrada foi que a incidência de erros encontrados na obra influía em cima das obras que detinham o menor número de funcionários envolvidos no planejamento.

E diferentemente da análise de Almeida e Picchi (2011), os autores não encontraram problemas projetuais e de controle de estoque nas obras. Ao aplicar o Plano de Controle de Produção ao fluxo contínuo de tarefas, para obter melhor desempenho do canteiro de obras, propiciam seguimento às atividades. Para Almeida e Picchi (2011) e Carvalho *et al.* (2017), o fluxo contínuo de trabalho, sem interrupções e pausas de equipes, faz com que uma atividade seja seguinte a outra. Compreendem que é necessário revisar os planos de trabalho para que não haja entrepausa no início e fim de cada etapa.

Os autores observam ainda que, todo o tempo de trabalho é devidamente calculado a fim de mapear e enxugar os processos, gerando assim antecipação da entrega. Junto a isso também é implementado o Gráfico de balanceamento do operador (GBO), que consiste no detalhamento da atividade exercida por cada trabalhador e a Tabela de Trabalho Padronizado Combinado (TTPC), onde apresentam a ordem de cada tarefa e seu respectivo tempo de execução (ALMEIDA, PICCHI, 2011; CARVALHO *et al*., 2017).

Portanto, não só a ordem das tarefas, mas também como metodologia aplicada para um bom desempenho de um projeto enxuto, tem-se a *lean thinking.* A metodologia

lean thinking traz o conceito de desperdício, que é tudo aquilo que não agrega nenhum valor ao produto ou serviço. São oito desperdícios considerados, cuja diminuição ou eliminação contribuem para os bons resultados da empresa: produção excessiva, excesso de estoque, esperar, transporte, defeito e retrabalho, movimentação, superprocessamento e subaproveitamento de ideias e competências (WOMACK; JONES, 2004; DENNIS, 2008).

Levando em consideração o sucesso obtido pelo *lean thinking* nas empresas automobilísticas, durante a década de 1980, a metodologia começou a ser adaptada para construção civil, a ideia era reduzir os desperdícios, que era visto como principal fonte de ineficiência. Porém, a visão de desperdício ficou restrita a ideia de gerar entulhos, logo, uma obra sem entulhos seria vista como uma obra produtiva (ISATTO *et al*., 2000).

Devido a esse conceito restrito de desperdício, os esforços focados em reduzi-los não tiveram o resultado desejado. A partir dos anos 90, surgiram os primeiros estudos acadêmicos sobre a metodologia *lean thinking* voltada para construção civil. Em 1992, foi lançada a obra "*Application of 30 the new production philosophy in construction*", pelo autor Koskela, que é considerada o marco do início da aplicação da metodologia *lean construction* (ISATTO *et al*., 2000).

Nota-se na construção civil, que muitas atividades geram desperdícios. A origem dessas atividades vem desde projetos mal idealizados, planejamento executivo realizado através de princípios antiquados, individualidade de tarefas no canteiro de obras (SARCINELLI, 2008). Segundo Branco, Filho e Santos (2013), o desperdício tem ação direta no custo total da obra, devido a falhas decorrentes na escolha do material, erros de projeto, vida útil dos componentes, mão de obra e terceirização desqualificada, dentre outras variantes.

O desperdício de tempo com retrabalhos no canteiro de obras, desde a montagem, estoque no almoxarifado, controle de saídas de materiais, revisão do projeto e execução da atividade, que poderiam ser evitados com o planejamento da equipe envolvida, são incalculáveis (ALVES, DREUX, 2015).

Ao observar a estocagem de uma obra realizada em São Lourenço-PR, analisar a estocagem do cimento e cal no solo, sem cobertura contra intempéries, ocorrem perdas no cimento correspondente a umidade passada através do solo. Além disso, não havia um responsável pelo gerenciamento do estoque, ficando no controle dos empreiteiros a gestão dos materiais. Como pode ser visto a má estocagem de materiais sensíveis à umidade, calores, variação de temperatura, aumentam o refugo do material em questão, bem como o esbanjamento no momento da movimentação de elementos (CARNIATTO *et al.*, 2015).

O estudo de caso de Carvalho *et al.* (2017) foi realizado em uma obra de construção de uma empresa que atua em muitos estados brasileiros, nos setores residenciais, comerciais e terrestres. É composto por mais de seiscentos apartamentos, totalizando uma área construída de 121.302,20 metros quadrados. Para redução do desperdício em uma obra tão grande, primeiro foi realizada uma análise do local, inserindo o canteiro de longa permanência em uma área onde não fosse necessário remanejá-lo de lugar, retirando o custo da construção em um novo local e deixando próximo a saída, diminuindo o tempo de carga e descarga.

A segunda etapa observada para redução do desperdício foi a liberação do pagamento a terceirizadas somente após o serviço atender as exigências contidas no registro para verificação de serviço (RCS), diminuindo os problemas futuros. Os autores então concluíram que houve uma redução de 27% de entulho na obra devido às medidas tomadas na locação do canteiro (CARVALHO *et al.*, 2017).

Já para a análise feita por Soares, Rodrigues, Miranda (2017) em uma obra com aplicação de alvenaria de vedação racionalizada, alguns dos gargalos encontrados seguem na contramão do controle de desperdício. Entre eles depara-se com a resistência da equipe, quanto ao abandono de velhas práticas para utilização da nova metodologia, obtidas através de treinamentos. E também a resistência ao uso dos projetos de alvenaria, tendo em vista que, muitos antes tomavam decisões próprias quanto à execução do serviço. Ainda, foi observado como problema a perda de material no transporte até o local de aplicação, muitos dos blocos caiam das jericas ou estavam mal acondicionados.

Portanto, conforme apontado por Carvalho *et al.* (2017), é de extrema importância o real estudo do local onde vai ser acondicionado o material, sendo sempre que possível, próximo ao local de aplicação, gerando menos problema no transporte. A diminuição do desperdício está diretamente ligada a redução de variabilidade, de acordo com Paliari e Souza (1999), que utilizavam como centro de ideia, a padronização das ações para coletas de informações, mapeamento de processos e rastreamento de perdas de materiais nas obras. Também Carvalho *et al.* (2017) consideram a etapa de redução da variabilidade e diminuição das perdas no processo, utilizando a alvenaria modulada, com todos os recortes já preparados para a instalação elétrica e hidráulica. Assim, propicia rapidez na execução, melhorias no controle dos materiais, equipamentos e na atividade como um todo.

A redução da variabilidade só é possível com um projeto coeso e trabalho unificado da concepção da gerência de projetos, sempre atrelada a metodologia *lean,* iniciada na década de 1960 superficialmente, na construção civil, para auxiliar o cumprimento de prazos e compatibilização de ideias, sempre a considerar o tópico qualidade, acima de qualquer relevância. Os líderes de mercado começaram a enxergar a necessidade de organizar e planejar os seus negócios devido ao aumento de volume de atividade. Os primeiros estudos, nesse sentido, foram realizados por Gantt e Taylor, criando gráficos, diagramas e métodos que facilitam a gestão, tornaram-se cada vez mais dependentes das facilidades do gerenciamento de projetos no cotidiano das empresas (BRANCO *et al.*, 2016).

O gerenciamento de um projeto se dá a partir da junção de diversas fases de projeto em níveis cada vez maiores de detalhes, fazendo com que a liberdade de tomar decisões possa ser suprida pelo amadurecimento e desenvolvimento das soluções adotadas (BRANCO; FILHO: SANTOS, 2013). De acordo com Soares, Rodrigues e Miranda (2017) para redução do desperdício no canteiro de obras é necessário um bom alinhamento dos projetos estruturais, alvenaria, hidráulico e elétrico, além de um corpo técnico coeso, haja vista que, a compatibilização das plantas e a utilização do sistema *Building Information Model* (BIM), ou seja, a Modelagem das Informações na Construção, tem direta influência na produção de resíduos de obra quando os projetos não são compatibilizados corretamente.

Arrotéia *et al.* (2014) ainda acrescentam que para a Preparação da Execução de Obras (PEO) obter um resultado positivo, se faz necessária a aplicação de novas tecnologias que auxiliem na resolução do problema como um todo. Com a tecnologia BIM, não se resolve apenas o problema superficial e sim todas as etapas que foram afetadas com aquela alteração na fase de execução. Vale salientar, que para o sistema atender perfeitamente os contratempos que aparecem no decorrer da execução é necessário que todos os projetos estejam cadastrados, com suas respectivas alterações e que a equipe tenha bom gerenciamento da obra.

A compatibilização de projetos é muito importante para haja harmonia entre todas as etapas de um empreendimento, tornando assim possível, o cumprimento do cronograma elaborado inicialmente e dos custos orçados (MONTEIRO *et al.*, 2017). Na atualidade, mesmo com o gerenciamento de projetos inserido nas construtoras, ainda existem muitas modificações de projetos no andamento da execução, sendo mais onerosa na fase avançada da obra (BRANCO *et al.*, 2016).

Ao aplicar as boas práticas, vivenciadas por outras empresas do mesmo ramo, Carvalho *et al.* (2017) e Monteiro *et al.* (2017), evidenciaram a importância indireta da utilização do *Benchmark*. Consiste na absorção do aprendizado com base no que já foi implementado em outras empresas que são consideradas líderes de mercado. A implantação no canteiro de obras da metodologia *lean construction,* do conjunto de boas práticas do Seis Sigma, utilização da ferramenta BIM no aprimoramento da compatibilização de projetos, já são consideradas como *Benchmark* e auxiliam o canteiro de obras com boas práticas de mercado.

Portanto, compreende-se que a produtividade está diretamente ligada à qualificação da mão de obra, além da disposição dos materiais e ferramentas que norteiam a atividade (SANTOS; SANTOS, 2017). Com base nos resultados apresentados no estudo de Costa, Gonçalves e Pérez (2016), as atividades que apresentam menor tempo produtivo são as que demandam mais idas ao estoque no decorrer da execução.

Nos apontamentos de Soares, Rodrigues, Miranda (2017) afirmam que os problemas relacionados a execução da alvenaria de vedação estão na não utilização do projeto de alvenaria pelos colaboradores e na incompatibilidade com os projetos

estrutural, instalações e arquitetônico, gerando redução na produtividade e desperdício da alvenaria. Por seu turno, o retrabalho ou tarefas inacabadas trazem por consequências, profissionais desmotivados, diminuindo a produtividade e a qualidade do serviço, aumentando o tempo de entrega do empreendimento (SANTOS; SANTOS, 2017).

Ainda sobre a contenção do desperdício, estudos realizados por Soares, Rodrigues e Miranda (2017) e Branco *et al.* (2016) afirmam que o artifício utilizado para diminuição dos gastos de material como o recorte de alvenaria, por exemplo, tem impacto direto na produtividade dos colaboradores, que por sua vez, não perdem tempo realizando atividades que não agregam valor. Cursos e implantação de indicadores de produtividade também estão ligados diretamente no desempenho dos trabalhadores, bem como falhas encontradas nos projetos que dificultam e atrasam a execução.

A considerar a produtividade e simplificar como um todo no canteiro de obras, Carvalho *et al.* (2017) são incisivos quanto a diminuição do número de componentes em uma atividade, reduzindo o número de ferramentas, mão de obra ou etapas de um processo construtivo, trazendo um ganho financeiro ao minimizar as atividades que não agregam valor. A utilização de pré-moldados, de equipes multitarefas, aplicação de escoras de aço para reutilização em outros andares ou obras são decisões tomadas que simplificam as atividades. Almeida e Picchi (2011), complementam o que foi apontado por Carvalho *et al.* (2017) propõem também a diminuição do tamanho do lote por zonas de trabalho, a sincronização de atividades que possam ser paralelas, diminuição do estoque de material em obra e o refinamento de alguns conceitos adaptados a construção civil, descomplicando atividades.

Um fator relevante atrelado ao desenvolvimento da equipe na execução da tarefa foi a aplicação da gestão clara a todos colaboradores envolvidos. Com base nos resultados apresentados no estudo de Costa, Gonçalves e Pérez (2016), as reuniões de alinhamento periódicas, deixa toda a equipe ciente das alterações de projetos e das dificuldades encontradas no canteiro de obras. Desse modo, geram-se possíveis ideias para solução do problema, além do entusiasmo da equipe

por participar das decisões da administração, tornando-as multifuncionais e com senso crítico para tomadas de decisões.

Carvalho *et al.* (2017), ainda complementam que a gestão clara a todos os envolvidos permite o reconhecimento dos problemas, diminuindo o impacto na atividade da obra e, consequentemente, proporcionando facilidades no trabalho. Esse processo consegue ser ainda mais transparente ao utilizar dispositivos visuais, como quadro de avisos, *dashboard,* remoção de obstáculos visuais para complemento da comunicação e clareza no ambiente para com os colaboradores.

Tanto para Carvalho *et al*. (2017), quanto para Costa, Gonçalves e Pérez (2016), a melhoria contínua está diretamente atrelada na aplicação de cursos e treinamentos dos colaboradores da obra, não só para aperfeiçoamento da atividade que os mesmos executam, mas também para treinamento para ferramenta de gestão de projetos, de trabalho em equipe, de especialização de análises de problemas e de *softwares* que auxiliam no controle do canteiro de obras. O sucesso para isso tudo, ocorre principalmente, quando há trabalho em equipe, clareza na apresentação do projeto e comunicação clara e periódica com os funcionários envolvidos.

Materiais e métodos

Esta pesquisa consiste em um estudo de revisão bibliográfica sistemática de ordem qualitativa descritiva, sobre as diretrizes do *lean construction* para implementação do gerenciamento de projetos no canteiro de obras. Em relação aos recursos a pesquisa não está ligada a nenhuma empresa específica e nem a Faculdade Novo Milênio, suas atividades foram executadas com recursos próprios das autoras.

Os critérios de inclusão compreendem trabalhos científicos dos últimos 25 anos, voltados ao estudo da metodologia *Lean* com ênfase ao gerenciamento de projetos no canteiro de obras. Por seu turno, os critérios de exclusão contemplam artigos da área de conhecimento da economia, que foram excluídos do presente estudo.

A análise de dados fundamenta-se no critério de execução delimitados a partir da coleta e avaliação dos artigos publicados nos últimos 10 anos. Em seguida, foram

analisados artigos publicados entre 10 e 15 anos. Já, na terceira etapa foram analisados os artigos com publicação entre 15 e 20 anos. No processo de análise, incluíram-se artigos publicados em língua portuguesa, inglesa e francesa, encontrados em periódicos do banco de dados do *site Scielo,* localizados na plataforma CAPES. Mediante os procedimentos mencionados, os dados foram estruturados em tabelas, de acordo com os critérios requeridos pela pesquisa, conforme demonstra a Tabela 1, a seguir:

Tabela 1. Estruturação de dados

Artigos da plataforma *Scielo*	Ano de publicação	Descritores utilizados	Autores	Local da pesquisa

Fonte: O autor (2021).

Os descritores utilizados para filtrar os artigos, foram tabulados com o uso de vocábulos na língua inglesa, para melhor aprimoramento da busca, em conformidade com as seguintes palavras-chave:

Tabela 2. Descritores utilizados para a pesquisa

"Descritor X"	Critérios	"Descritor Y"
"Canteiro de obras"	AND	"Gerenciamento de projetos"
"Canteiro de obras"	AND	*"Lean Construction"*
"Canteiro de obras"	OR	"Gerenciamento de projetos"
"Canteiro de obras"	OR	*"Lean Construction"*
"Canteiro de obras"	AND	"Desperdício"
"Gerenciamento de projetos"	AND	*"Lean Construction"*
"Economia"	NOT	*"Lean Construction"*

Fonte: O autor (2021).

Ao fim da pesquisa na plataforma CAPES, foram encontrados 87 trabalhos relevantes, dentre eles, 60 publicados nos últimos 10 anos, 19 publicados entre 10 e 15 anos e 8 publicados entre 15 e 25 anos. Foram selecionados para serem mencionados neste trabalho 28 artigos, escolhidos através de leitura crítica, levando em consideração pilares e desperdícios do *lean construction* avaliados em cada trabalho.

No decorrer da análise foram levantadas informações de prazo, custo, desperdício de material e mão-de-obra, decorrentes no canteiro de obras, propondo

comparações entre as ideias trazidas pelos autores. Após o período de análises, os dados foram compilados de modo que, o embasamento destes, possa propiciar a compreensão das falhas que ocorrem na gestão de projetos de engenharia civil.

E, por fim, mediante os resultados e discussão delimitados, apresentam-se as considerações finais, apontando possíveis soluções pertinentes ao novo processo de gestão de projetos no canteiro de obras, com base no *lean construction*, com a finalidade de demonstrar o alcance dos objetivos propostos, ressaltando o quanto a metodologia em estudo, pode auxiliar no gerenciamento do projeto em uma obra civil. Para tanto, as variáveis analisadas foram os desperdícios gerados na construção civil, considerados os desperdícios materiais, de tempo e mão de obra.

A análise de dados é apresentada de forma descritiva com base em dados qualitativos, relatando os resultados obtidos através da pesquisa bibliográfica, descritos no *software Microsoft Word*® 2013, e tabulados no *software Microsoft Excel*® 2013, para melhor comparação dos dados obtidos de cada artigo, sempre comparando um autor com o outro conforme tabela abaixo:

Tabela 3. Análise comparativa de autores

Tema	Autor X	Autor Y
Análise de dados e mapeamento de fluxo		
Plano de Controle de Produção		
Fluxo contínuo		
Desperdício		
Redução da Variabilidade		
Benchmark	Análise autor X	Análise autor Y
Compatibilização de projeto e BIM		
Produtividade		
Simplificação		
Clareza na gestão		
Melhoria contínua		

Fonte: O autor (2021).

Resultados e discussão

Mediante a efetivação da Revisão Bibliográfica sistemática, os estudos visitados trouxeram a compreensão que o setor da construção civil, apresentou grande

crescimento no mercado, impulsionado pela ampliação da concorrência. Associado a este fator os clientes, se tornaram cada vez mais exigentes, atentos à qualidade dos produtos e da prestação de serviço oferecida, preocupados com o prazo de entrega e custos. Esses fatores conduzem a busca de novas metodologias de gerenciamento e execução de projetos, essencialmente nos canteiros de obras (MONTEIRO *et al.*, 2017; SOARES; RODRIGUES; MIRANDA, 2017; LUNARDI *et al.*, 2018).

Tem-se observado que um empreendimento da construção civil, independe da modalidade, porte ou segmento, constitui-se de etapas que são essenciais para a efetivação da obra, envolvendo a idealização do projeto, os estudos de viabilidade, o planejamento, desenvolvimento e produção (ISATTO *et al.*, 2000; ALMEIDA; PICCHI, 2011; SANTOS; SANTOS, 2016). Em cada etapa mencionada, emerge uma variedade de incertezas que vão reduzindo no decorrer da execução da obra. Contudo, algumas outras incertezas permanecem e/ou impactam sobremaneira no processo, tais como, econômicas, tecnológicas, operacionais, recursos humanos, políticas, entre outras. Desta maneira a análise de decisão voltada para a gestão da qualidade aplicada ao desenvolvimento de uma obra está sempre relacionada a sanar ou minimizar riscos, custos e desperdícios (SARCINELLI, 2008; BRANCO; FILHO; SANTOS; 2013; ARROTÉIA *et al.* 2014; ALVES; DREUX, 2015).

Neste contexto, foram verificados os vários desafios do gerenciamento de projetos no canteiro de obras, grande parte deles apontados com unanimidade na maioria dos estudos analisados. Os resultados elencados deixaram nítido que gerir a qualidade, gerenciar riscos e desperdícios tem se tornado fator principal nas empresas do setor da construção civil. Em virtude da relevância, na produção científica é possível observar diversos modelos e sistemas direcionados para minimização de riscos e desperdícios, a exemplo da metodologia *lean construction*. O processo de gerenciar projeto com foco na qualidade, voltado para eliminar riscos e desperdícios, requerem atenção especial, pelo fato de envolverem o antecedente, o começo e acompanhar todo o processo até o final do empreendimento. Desse modo, considera-se a relevância das diretrizes do *lean construction*, cujos desafios

envolvem a perspectiva de grandes impactos (SANTOS, 1999; ISATTO et al., 2000; CARVALHO *et al*., 2017; ALMEIDA; PICCHI, 2018).

Como fatores de influência destacam-se as inovações tecnológicas, os novos materiais, as inovações nos processos operacionais construtivos, os novos canais de comunicação, que contribuem para uma dinâmica crescente de desafios, conflitos e riscos a serem administrados com práticas eficazes de gestão integrada da qualidade, produção, operacionalização e execução das etapas nos canteiros de obra, onde se observam diversificados enfrentamentos. Dentre os desafios são mencionados, essencialmente, a existência de entulhos como restos de materiais, produção de resíduos, incompatibilidades entre projetos, retrabalho, desperdício de materiais, entre outros (BRANCO; FILHO; SANTOS, 2013; ARROTÉIA *et al.* 2014; BRANCO *et al*., 2016).

Os enfrentamentos apontam para necessidade de diminuir o ciclo total de produção, voltado para a viabilização da obra e seu planejamento de construção desde o projeto à entrega do empreendimento. É preciso reduzir o quantitativo de mão de obra com a especificidade dos sistemas tradicionais de produção; minimizar os riscos de qualidade em consequência da escassez de profissionais no canteiro de obra, compatibilizar e viabilizar projetos, avaliar e gerir as etapas em toda a cadeia operacional, visando minimizar os desperdícios e riscos, consequentemente, os custos setoriais para que estes não aumentem de maneira desassociada como um todo. Portanto, para atender tais demandas propõem-se a efetivação da metodologia *lean construction* com ênfase na gestão da qualidade, nos requisitos de formalidade para sanar riscos, desperdícios, respeitar regulamentos e normatizações técnicas do setor da construção civil (PALIARI; SOUZA, 1999; BRANCO *et al*., 2016).

A realidade exposta, associada aos conceitos observados na literatura consultada, evidencia que a metodologia *lean construction*, derivada do conceito de *lean thinking* tem sido abordada com grande significância na relação com o gerenciamento de projetos, evidenciando contribuições relevantes direcionadas para minimizar e/ou evitar riscos, custos e desperdicios excessivos no canteiro de obras da construção civil (PICCHI, 2003; SARCINELLI, 2008; WOMACK; JONES, 2004a; 2004b).

A metodologia em questão propicia ferramentas de planejamento e gestão de que contribuem em diversos aspectos para minimizar os custos, reduzir os riscos, evitar prejuízos, sanar desperdício e otimizar a qualidade, a exemplo dos onze princípios elencados por Koskela (1992) fundamentados nos cinco princípios da metodologia *lean thinking*, e conformados em vários outros estudos por diversos autores. Tais abordagens ressaltam que cada princípio, se reveste de vários direcionamentos na prática, constituindo-se em ferramentas gerenciais em um projeto, que tem sido usada como base, para a efetivação metodológica dos pressupostos do lean thinking no canteiro de obras da construção civil. Contudo, embora o sistema *lean construction* seja uma realidade conceitual no cenário atual do gerenciamento de projetos, nota-se que uma parcela significativa da construção civil não disponibilizam um gerenciamento efetivo da qualidade no canteiro de obras com ênfase a redução de riscos (SANTOS, 1999; ISATTO et al., 2000; COSTA et al. 2002; CARVALHO et al. 2017; SANTOS; SANTOS, 2017).

Desse modo, alguns estudos evidenciaram a ocorrência de eventos que emperram o cronograma produtivo, de modo geral limitam continuidade nas atividades, provocando impactos que podem se tornar progressivos nas etapas seguintes de toda cadeia no canteiro de obras. É notório que cada obra apresenta especificidades diferenciadas, deste modo, terão também riscos diferenciados, porém alguns serão semelhantes a todas as obras. Portanto, as ações preventivas devem ser efetivadas com maior atenção com a finalidade de minimizar os impactos de perdas de material, recursos de má qualidade, retrabalho, riscos e custos diversificados. Para sanar tais enfrentamentos, como pontos fundamentais que permeiam o tema, a proposta de diversos autores analisados, asseveram que a aplicação do *lean construction* vem sendo consolidada pouco a pouco no mercado da construção, tendo como alicerce os seus resultados expressivos quando associado ao gerenciamento de projetos. As investigações relacionadas diretamente com o sistema *lean construction,* concordam que as ferramentas da metodologia *lean thinking* podem ser muito bem adaptadas à construção civil (ISATTO *et al.*, 2000; COSTA *et al*., 2002; WOMACK; JONES, 2004a; 2004b; DENNIS, 2008; SOARES *et al.,* 2017; BRANCO *et al.*, 2016).

A unanimidade ocorre pelos resultados expressivos encontrados, como os observados no estudo realizado por Carvalho et al. (2017), apenas utilizando a compatibilização do canteiro de obras, considerando as várias etapas da entrega, houve uma economia de R$ 255.500,00 em gastos com mobilização e desmobilização de estrutura administrativa e áreas de apoio. Os autores ainda demonstraram que a utilização dos conceitos de melhoria contínua, simplificação e fluxo contínuo, associados, evidenciaram uma redução de 27% da quantidade de baldes de entulhos descartados, gerando uma redução financeira de 26% no gasto de aluguel de baldes, além dos ganhos ambientais, que são imensuráveis. Vários estudos visitados corroboram com esses achados, apresentam apontamentos similares que, evidenciam a significância de uma metodologia *lean construction,* com a finalidade de aprimorar o gerenciamento nas etapas pertinentes a um canteiro de obras na construção civil (SARCINELLI, 2008; BRANCO; FILHO; SANTOS, 2013; CARNIATTO *et al*., 2015; BRANCO *et al.*, 2016; ALMEIDA; PICHI, 2018)

Os resultados levantados e discutidos nesse escopo conduzem a compreensão, que a conjunção dos princípios determinados por Koskela (1992), considerado o criador da metodologia *lean construction*, disseminados amplamente nas publicações científicas, representa uma grande chance de mercado para as empresas do ramo da construção civil, pois tem potencial para instrumentalizar eficácia nas etapas operacionais e gerenciais. Nessa relação, tende a culminar no aumento consideravelmente dos lucros, ampliar o valor agregado do empreendimento, reduzir os desperdícios, simultaneamente, valorizar e capacitar os operários envolvidos em todo processo de construção.

Considerações finais

Através desta abordagem bibliográfica sistemática evidenciou-se a importância do conceito *lean thinking* como base para a adequação de ferramentas gerenciais à construção civil. Tais pressupostos confirmam a hipótese, que a aplicação de instrumentos da metodologia *lean construction* promove gestão da qualidade, de modo contributivo para o gerenciamento de risco, erros e desperdícios e, corroborando em diversos aspectos para redução dos custos, riscos, prejuízos,

assim como, sanar desperdício e otimizar a qualidade na execução de todas as etapas no canteiro de obras da construção civil.

Com relação aos Objetivos, se considera ter alcançado o Objetivo Geral, cujo foco proposto de estudar a aplicação da metodologia *lean construction* no gerenciamento de projetos no canteiro de obras. Nesse sentido, o referencial apresentado demonstrou a necessidade e relevância da aplicação da referida metodologia, haja vista que, corroborou com a percepção de que uma parcela relevante dos empreendimentos da construção civil não disponibiliza de um gerenciamento de projeto efetivo direcionado para riscos e desperdícios. Esse contexto possibilita gerar uma diversidade de impactos nocivos em toda cadeia operacional e produtiva, bem como em seus resultados.

Com relação à investigação dos Objetivos Específicos, no que se reporta a evidenciar os desperdícios mais comumente observados em canteiros de obras, esses foram amplamente destacados nesse escopo, Contudo, observou-se que cada empreendimento apresenta suas peculiaridades, consequentemente, riscos específicos, necessitando de ações preventivas direcionadas para cada realidade, essencialmente com enfoque para reduzir os impactos das perdas mais comum entre elas desperdícios de material diversos, recursos de má qualidade, incompatibilidade de projetos, retrabalho, custos e elevação no orçamento, atrasos na entrega da obra, entre outros.

No que se reporta a relação pertinente a diminuição de desperdícios com a aplicação da metodologia *lean construction* no canteiro de obras, em síntese foi possível considerar que essa ferramenta com foco na qualidade propicia reduções nos custos gerados pelos impactos referentes a má gerencia de recursos materiais e humanos. Concomitantemente, amplia a satisfação dos atores envolvidos, tanto internos como externos, em virtude de beneficiar os resultados de cada etapa produtiva, entre elas a compatibilização de projetos, a otimização de processos, a execução de planejamento e cronograma e demais atividades pertinentes ao gerenciamento no canteiro de obras da construção civil.

Em se tratando da contribuição deste estudo, em propor uma solução para o novo processo de gestão de projetos no canteiro de obras, simultaneamente, ao investir

em conhecimento, técnica e ferramentas que possam propiciar a adequação e aplicação da *lean construction*, conclui-se que é urgente a necessidade de conscientização das empresas do setor.

Conclui-se que, é vital conscientizar os profissionais envolvidos na cadeia da construção civil, de que a qualidade acontecerá com a aplicação das ferramentas da metodologia *lean construction,* adaptadas a partir do planejamento com base na análise correta dos processos, para que estes sejam melhorados, com fundamentação em dados confiáveis, decisões efetivas com enfoque nas ações preventivas e corretivas necessárias.

Referências

ALMEIDA, E. L. G.; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 91-109, jan.-mar. 2018. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/Scielo.php?script =sci_arttext&pid=S1678-86212018000100091&lng=pt&tlng=pt.>. Acesso em: 22 set. 2020.

ALMEIDA, I. R.; PICCHI, F. A. Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 205-223, out./dez. de 2011. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167886212018000100 09&lng=pt&tlng=pt.>. Acesso em: 22 set. 2020.

ALVES, J. C.; DREUX, V. P. Resíduos da construção civil em obras novas. **Interfaces Científicas - Exatas e Tecnológicas**, Aracaju, v.1, n. 1, p. 53-65, fev. 2015. ISSN 2359-4942. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/exatas/article/view/1812/1078>. Acesso em: 22 set. 2020.

ARROTÉIA, A. V.; AMARAL T. G.; MELHADO, S. B. Gestão de projetos e sua interface com o canteiro de obras sob a ótica da preparação da execução de obras (PEO). **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 183-200, out./dez. de 2014. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212014000400013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 22 set. 2020.

BRANCO, L. A. M. N.; FILHO, J. V. A; SANTOS, W. J. Compatibilização de projetos: análise de algumas falhas em uma edificação pública. In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, Rio de Janeiro, 20,21 e 22 de junho de

2013. ISSN 1984-9354. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/334113003_Compatibilizacao_de_projetos_analise_de_algumas_falhas_em_uma_edificacao_publica>. Acesso em: 22 set. 2020.

BRANCO, L.; OLIVEIRA, D. M.; PACHECO, L. M.; PEREIRA, M. Gerenciamento de projetos na construção civil. In: XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, **Anais**... Rio de Janeiro, 29 e 30 de setembro de 2016. ISSN 1984-9354. Disponível em: <https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_324.pdf>. Acesso em: 22 out. 2020.

CARNIATTO, I.; JUNIOR, E. J. H.; NANNI, G. DO; SILVA, G. A. Reduzindo perdas oriundas do armazenamento e no manuseio de materiais na construção civil. **Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquibadã, v.6, n.1, dez de 2014 – maio de 2015. ISSN 179-6858. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/SPC2179-6858.2015.001.0003/553>. Acesso em: 22 set. 2020.

CARVALHO, C. C.; MORAES, M. A.; SALLES P. V.; SANTOS, W. J.; TEIXEIRA, B. L. S. S.; VIANA, T. M.; Impacts of the application of lean construction to reduce the generation of waste and improve processes in construction. **International Journal of Science and Engineering Investigations**, v. 6, i. 64, *May* 2017. ISSN 2251-8843. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/318865201_Impacts_of_the_Application_of_Lean_Construction_to_Reduce_the_Generation_of_Waste_and_Improve_Processes_in_Construction>. Acesso em: 22 set. 2020.

COSTA, D. B.; GONÇALVES, J. P.; PÉREZ, C. T. Identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte em processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 243-263, jan./mar. 2016. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212016000100243&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 22 set. 2020.

COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V. Critérios para desenvolvimento de sistemas de indicadores de desempenho vinculados a objetivos estratégicos em empresa de construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINNERING AND OPERATIONS, 2002. **Anais**... Curitiba, 8, 2002.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada.** Porto Alegre: Bookman, 2008.

DREW, J.; McCALLUM, B.; ROGGENHOFER, S. **Objectif Lean - réussir l'entreprise au plus juste**: enjeux techniques et culturels**.** 2 ed. França, 2004.

ECKES, G. **A revolução seis sigma:** o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora Campos, 2001.

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

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** CIFE Technical Report. Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

LUNARDI, C.; DURIGON, M.; RUSCHEL, A. C.; ESSER, R. O uso do material pré-fabricado na construção civil para obter um canteiro de obras mais sustentável. In: 6º SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE E CONTEMPORANEIDADE NAS CIÊNCIAS SOCIAIS, Cascavel, 26 a 28 de junho de 2018. ISSN 2318-0633. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/5b45217b5f576.pdf>, Acesso em: 22 set. 2020.

MONTEIRO, A. C. N.; CAVALCANTI, D. S. C.; JÚNIOR, A. S. S.; PEREIRA, E. E. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, Cabedelo, v. 3, n. 1, jan./jun. de 2017. ISSN 2447-5017. Disponível em: <http://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62/50>. Acesso em: 22 set. 2020.

PALIARI, J. C.; SOUZA, U. E. L. **Metodologia para coleta e análise de informações sobre consumo e perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras de edifícios**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EPUSP, 1999. ISSN 0103-9830. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/ bt_00242.pdf>. Acesso em: 22 set. 2020.

PICCHI, F. A.; Oportunidades da aplicação do *lean thinking* na construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p 7-23, jan./mar. 2003. ISSN 1415-8876. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3439/1853>. Acesso em: 22 set. 2020.

PINHEIRO, A. A.; SIANI, A. C.; GUILHERMINO, J. F.; HENRIQUES, M. G. M. O; QUENTAL, C. M.; PIZARRO, A. P. B. Metodologia para gerenciar projetos de pesquisa e desenvolvimento com foco em produtos: uma proposta. **Rev. Adm. Pública - RAP**, Rio de Janeiro, mai./jun. 2006. ISSN 1982-3134. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122006000300007&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 22 set. 2020.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. Universidade Federal de Minas Gerais Especialização em Construção Civil. Minas Gerais, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15082245-Wanessa-tatiany-sarcinelli-construcao-enxuta-attraves-da-padronizacao-de-tarefas-e-projetos.html>. Acesso em: 22 set. 2020.

SANTOS, P. R. R.; SANTOS, D. de G. Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 39-52, abr./jun. 2017. ISSN 1678-8621. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212017000200039&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 22 set. 2020.

SOARES, T. B.; RODRIGUES, N. C. S.; MIRANDA, D. A. Análise crítica de indicadores de produtividade e desperdício de material em sistema de alvenaria de vedação racionalizada. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 9, n.2, p. 01-15, jul./dez. 2017. ISSN 2318-6127. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/5121/3009>. Acesso em: 22 set. 2020.

WOMACK, J., JONES, D., & ROSS, D. **The machine that changes thee world**. New York: Rawson Associates, 1990.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas:** leanthinking. Rio de Janeiro: Campus, 2004a.

WOMACK,J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas**: elimine o desperdício e crie riquezas. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004b.

TRAD, S.; MAXIMIANO, A. C. A. Seis sigmas: fatores críticos de sucesso para sua implantação. **RAC,** Curitiba, v. 13, n. 4, art. 7, pp. 647-662, out./dez. 2009. Disponível em: <https://rac.anpad.org.br/index.php/rac>. Acesso em: 22 set. 2020.