



ISSN: 2230-9926

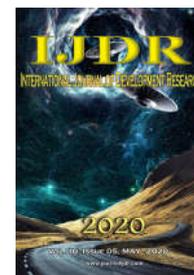
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 10, Issue, 05, pp. 35708-35715, May, 2020

<https://doi.org/10.37118/ijdr.18868.05.2020>



REVIEW ARTICLE

OPEN ACCESS

LEAN CONSTRUCTION IMPLEMENTATION IN THE BUILDING SITE IN THE WEST OF MANAUS CITY - AMAZONAS

*¹Paula Mikaelle Oran da Silva, ¹Mauro Cesar Aparício de Souza, ¹Alexandra Priscilla Tregue Costa and ²David Barbosa de Alencar

¹Academic Department, University Center FAMETRO, Amazon-Brazil; ²Institute of Technology and Education Galileo of Amazon (ITEGAM), Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20th February, 2020
Received in revised form
03rd March, 2020
Accepted 11th April, 2020
Published online 25th May, 2020

Key Words:

Academic Institution, Queue monitoring, Waiting time, Smartphones, Justin mind.

*Corresponding author:

Paula Mikaelle Oran da Silva

ABSTRACT

The Lean concept was applied for the first time in the Toyota Production System (STP). Where it was used as a tool to increase productivity by eliminating waste. The term Lean Construction is an application of this philosophy in the construction industry. This article reports a case of the implementation of Lean Construction at a construction site where a kilometer of pipes for the drainage of rainwater from the retaining boxes of a company in the transportation of fuels and a condominium located in west of Manaus. The methodology used for this study was on-site observation, that is, visits were made to monitor the construction site routine to detect the problem and later propose a solution. The pattern of civil construction prevalent in Brazil still generates high rates of waste and other problems involving labor, delivery time, quality among other factors. Therefore, the Lean Construction philosophy has advantages for the civil construction industry because it can provide a more efficient service, reducing waste, increasing productivity and quality control.

Copyright © 2020, Paula Mikaelle Oran da Silva et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Paula Mikaelle Oran da Silva, Mauro Cesar Aparício de Souza, Alexandra Priscilla Tregue Cost et al. 2020. "Lean Construction Implementation in the Building Site in the West of Manaus City - Amazonas", *International Journal of Development Research*, 10, (05), 35708-35707.

INTRODUCTION

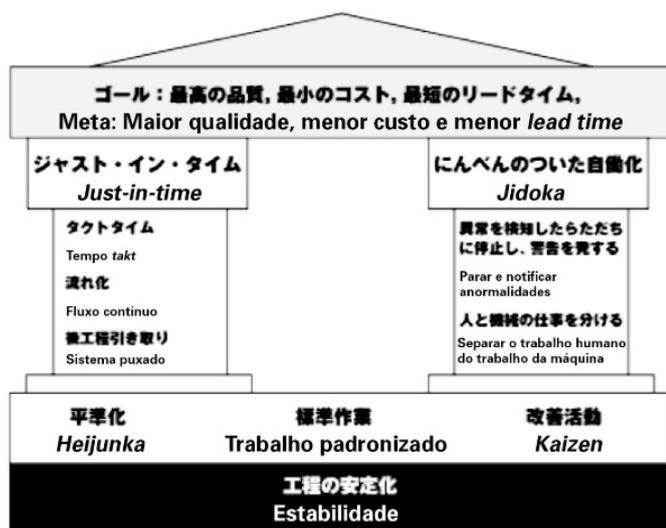
Ao longo dos anos, os pesquisadores desenvolveram definições e interpretações de retrabalho em correspondência com seus próprios sistemas de produção (Li & Taylor, 2011). Neste cenário, Love (2000) conceitua o retrabalho na indústria da construção como o "esforço desnecessário de refazer um processo ou atividade que foi implementada incorretamente pela primeira vez". Em um ambiente complexo como da indústria da construção civil onde há uma cadeia produtiva que conta com setores diversos que trabalham interconectadas, é recorrente acontecer erros, omissões e mal-entendidos causando resultados indesejáveis que precisam ser retrabalhados (Hegazy et al., 2011). A indústria da construção está se tornando mais complexa e especializada, mas projetos inadequados podem causar perdas financeiras impactantes em um empreendimento. O retrabalho é uma ocorrência comum em projetos de construção e um dos fatores prejudiciais mais identificados no desempenho de um projeto (Kahvandi et al., 2017). Neste contexto, emerge o conceito Lean cuja tradução literal da língua inglesa é enxuta.

O conceito Lean foi aplicado pela primeira vez no Sistema Toyota de Produção (STP). Onde foi utilizado como uma ferramenta para aumento de produtividade com a eliminação de desperdícios, no início foi implantada no período pós segunda guerra mundial na indústria automobilística do Japão (Marchwinski & Shook, 2014). O STP abrange técnicas de produção alicerçadas no processo produtivo integrado, ou seja, na geração de estoques reduzidos, produção de pequenos lotes ou reduzidos, em ações preventivas de não conformidade, na produção puxada, em equipes de trabalhos versáteis, entre outras. As práticas citadas resultaram no Lean Thinking (Anjos & Oliveira, 2018). Neste contexto, Anjos & Oliveira (2018) relatam que o Lean Thinking é aplicado em diversos ramos industriais, quando aplicado no campo da construção civil chama-se Lean Construction, uma adaptação de Lean Production. De acordo com Colombaroli et al., (2016) a filosofia do Lean Construction almeja um processo de construção com menos custos, com redução de atividades desnecessárias e de todos as formas de desperdícios, ou seja, a execução de um determinado projeto com eficiência máxima. Sendo importante relatar que o Lean Construction é mais eficiente quando utilizado desde a fase do planejamento, ou

seja, pois serve como instrumento de equilíbrio entre os cursos de trabalhos que serão repassados para o canteiro de obra. Diante do exposto, o objetivo deste estudo é relatar um caso de implantação de Lean Construction em um canteiro de obras onde estava sendo realizado o assentamento de 1 km de tubos para drenagem de águas pluviais das caixas de retenção de uma empresa do seguimento transporte de combustíveis e de um condomínio localizado na zona oeste de Manaus. A metodologia utilizada para este estudo foi a observação in loco, ou seja, foram realizadas visitas para o acompanhamento da rotina do canteiro de obras para detecção do problema e posterior proposta de solução. Por conseguinte, este estudo se justifica pela relevância da problemática no campo da construção civil e pelo fato que com as melhorias implantadas neste estudo de caso foi possível observar como a implantação do Lean Construction influencia o processo de construção, impactando no tempo, custo e qualidade do serviço prestado.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sistema Toyota de Produção e os princípios da mentalidade enxuta: O termo "Lean" foi cunhado para descrever os negócios da Toyota Motor Corporation no final dos anos 80 por uma equipe de pesquisadores liderada por Prof. Dr. John Krafcik do Programa Internacional de Veículos Motorizados do Instituto de Tecnologia de Massachusetts em seu artigo intitulado "Triumph of the Lean Production System" (Womack, Jones & Roos 2004, Zayko, 2008). A fabricante japonesa automotiva Toyota Motor Corporation foi a primeira a utilizar a filosofia Lean em sua linha de produção no período pós segunda guerra, Krafcik (1988, p.45) relata o seguinte sobre o Sistema Toyota de Produção (STP): "Esse sistema incentiva o desenvolvimento e a integração completa de todas as tecnologias, políticas e recursos humanos existentes". O sistema de produção desenvolvido pela Toyota fornecia a melhor qualidade, o menor tempo de aprovisionamento e custo por meio da eliminação do desperdício. O STP é fundamentado sobre dois pilares, Just-in-Time e Jidoka, e é normalmente ilustrado pela "casa" na figura 1. O TPS é mantido e melhorado por interações entre trabalho padronizado e kaizen, seguidos de PDCA ou método científico (Womack, Marchwinski & Shook, 2014).



トヨタ生産方式の基本的イメージ: TPSハウス

Imagem básica do Sistema Toyota de Produção: a Casa STP

Fig.1: Casa STP Fonte: Lean Institute Brasil (2019).

De acordo com Taiichi Onho (1997) o idealizador do STP relata que o Just in Time é um sistema no qual materiais ou componentes são entregues imediatamente antes de serem necessários, a fim de minimizar os custos de estoque. E o Jidoka significa automação com inteligência humana. Isso ocorre porque fornece ao equipamento a habilidade de distinguir peças boas e ruins de forma autônoma, sem ser monitorado por um operador. Isso elimina a necessidade de os operadores observarem constantemente o maquinário, levando desta forma a grandes ganhos de produtividade.

De acordo com Womack & Jones (2003) o STP era considerado enxuto por algumas razões:

- Não era necessário empenho humano para idealizar e produzir os veículos;
- Exigia menos investimento por unidade de capacidade de produção;
- Funcionava com número menor de fornecedores;
- Operava com uma quantidade menor de peças em estoque em cada parte do processo produtivo;
- Demonstrava um número inferior de defeitos;
- Registrava um número de acidentes de trabalho menor e apresentava significativas reduções em tempo entre a definição de produto e seu lançamento em escala comercial; o pedido pelo cliente e a entrega; e reconhecimento de problemas e sua resolução.

Neste contexto, o pensamento enxuto é o antídoto para o desperdício. E para Womack & Jones (2003) existem 5 princípios Lean:

- Valor - O valor pode ser definido apenas pelo cliente final. O valor é distorcido por organizações pré-existentes, especialmente engenheiros e especialistas. Eles adicionam complexidade que não interessa ao cliente;
- Fluxo de valor - O fluxo de valor é todas as ações necessárias para levar um produto ao cliente.
- Fluxo contínuo - Faça as etapas de criação de valor fluírem. Elimine departamentos que executam um processo de tarefa única em grandes lotes;
- Produção puxada - A empresa trabalhar em prol do que o cliente quer, reduzindo o estoque ao máximo que puder;
- Perfeição. - Não há fim no processo de redução de tempo, espaço, custo e erros, ou seja, a melhoria contínua do processo.

Filosofia "Lean" na indústria de construção: O termo Lean Construction foi citado pela primeira vez na conjuntura acadêmica pelo Dr. Lauri Koskela no começo da década de 90 em seu relatório técnico para o Centro de Engenharia de Instalações Integradas da Universidade de Stanford nos Estados Unidos. Koskela discutiu sobre a aplicação da nova filosofia Lean antes usada somente na indústria automobilística, entretanto o termo ganhava outra roupagem e abrangia a construção civil, originando daí o termo "Construção Enxuta" (Souza & Cabette, 2014). O próprio Koskela (1992) assevera o seguinte sobre a construção enxuta: a concepção da nova filosofia de produção evoluiu em três estágios: foi vista como uma ferramenta (como o kanban e os círculos da qualidade), como um método de fabricação (como o JIT) e como uma filosofia de gerenciamento geral (referida, por exemplo, como

Manufatura de Classe Mundial). De acordo com Koskela, Howell & Tommelein (2002) a criação de valor em projetos de construção civil ocupa um lugar particularmente forte na filosofia de construção enxuta na qual se baseia. Lean é uma maneira de projetar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço, a fim de gerar a maior quantidade possível de valor. Neste para melhor compreensão do Lean Construction criado por Koskela, Santos Spósito *et al.*, (2018) compararam na tabela 1 como os princípios da Construção Enxuta podem ser adotados em um canteiro de obras.

Tab 1. Filosofia Lean aplicado em um canteiro de obras.

Eliminação de desperdícios	Utilização do <i>Just in Time</i> , PDCA
Fluxo contínuo	Processos continuamente aperfeiçoados.
Aplicação de técnicas	Previsto x Realizado
Controle de obras	Cronograma de equipamentos, mão de obra e materiais
Filosofia 5s	Conservação, limpeza, autodisciplina e manutenção no canteiro de obras
Controle de prazos, custos e qualidade	Reuniões realizados mensalmente por meio da técnica: Previsto x Realizado.

Fonte: Santos Spósito *et al.*, (2018).

De acordo com os supracitados autores na tabela 1, as ações aplicadas por décadas na indústria automobilística podem ser aplicadas em um canteiro de obras de forma almejando a redução de custos, tempo, fluidez no processo de construção, por exemplo.

Ferramentas de qualidade no Lean Construction: Para auxiliar na aplicação dos fundamentos do Lean, faz-se necessário uso de ferramentas de qualidade. Nesse cenário, optou-se por realizar uma breve discussão sobre as ferramentas aplicáveis no setor de construção civil. Entre elas, destacam-se: Arranjo físico; Kanban; Operador polivalente; Heijunka; Kaizen; Autocontrole; Controle visual do processo; Mapa de fluxo de valor (MFV), 5S, Diagrama de causa e efeito, 5W2H e ciclo PDCA. O arranjo físico é a distribuição física de equipamentos ou maquinário dentro do local onde, por meio de definições e cálculos e determinadas de acordo com o que está sendo fabricado/construído, se organiza para que o trabalho possa ser realizado da melhor maneira possível e em menor tempo (Chiavenato, 2010). Nesse sentido Slack *et al.* (2002) há uma diade pressão para a tomada de decisão para o arranjo físico: a primeira tange aos aspectos financeiros e de execução, resultando em uma certa resistência por parte dos gestores em efetuar mudanças com frequência. A segunda se refere às possíveis decisões erradas tomadas, as quais podem resultar em efeitos negativos significativos a longo prazo. Peinado & Graemi (2007) asseveram que o arranjo físico pode expandir a capacidade produtiva, por exemplo, por meio do número de máquinas e sua localização em locais que facilitem o fluxo de produção. O arranjo físico quando realizado de forma adequada em conformidade e necessidade de um canteiro de obras, pode influenciar positivamente o tráfego de máquinas e colaboradores e consequentemente pode influenciar na diminuição do tempo. O Kanban é uma metodologia do STP que surgiu na década de 50 em supermercados estadunidenses. Era dividido em três estratos: a) informação de coleta, b) conhecimento de transferência e c) informações sobre produto (Ohno, 1988). Segundo Shingo (1989) o Kanban tem como principal característica a utilização de um sistema de restabelecimento presumido, reduzindo o estoque e repondo somente o que foi vendido pelo estabelecimento. Portanto, o

Kanban é um dispositivo que almeja atingir o JIT. Na construção civil, apesar dos desafios, o Kanban se sobressai no controle e planejamento do canteiro de obras, ou seja (Rybkowski, 2010). Portanto, fundamentado nele, os colaboradores da produção tornam-se mais independentes, auxiliando na eliminação do desperdício, propiciando propostas de melhorias. De acordo com Womack & Jones (1998) a ferramenta Operador Polivalente baseia-se na execução de várias tarefas, diversamente, de se especializar o operador em somente uma tarefa em particular, restringindo o trabalho deste operador. Nesse sentido, Silva *et al.* (2008) deixam claro que polivalência não é criar um operador que saiba de tudo em seu setor de trabalho ou rotação de cargos. A ferramenta Operador Polivalente visa proporcionar ao colaborador a capacidade de executar diferentes tarefas, agregando dessa forma valor ao seu trabalho por meio de treinamentos adequados, possibilitando dessa forma a interação criativa com os demais colegas, intervindo quando necessário no controle de qualidade do serviço/produto, visto que, esses colaboradores possuem a habilidade de analisar e solucionar eventuais problemas que possam surgir. Desse modo no que tange ao Lean Construction é a capacidade de contar com colaboradores multiqualificados em todos os níveis dos serviços ali prestados, configurando-se dessa forma uma ferramenta de produtividade de suma importância em um canteiro de obras.

A ferramenta de autocontrole, de acordo com Womack & Jones (1998) tem o intuito de resolver erros ou falhas de processo, transferindo algumas decisões da supervisão ou da gerência média para a base da empresa, proporcionando maior responsabilidades e autonomia aos operadores, demandando mais qualidade. Já o Heijunka, também conhecido como nivelamento da produção é a ferramenta que auxilia em manter a constância do volume total produzido, uniformizando desta forma a produção (Womack & Jones, 1998). De acordo com Araújo *et al.* (2018) as vantagens do Heijunka vão além da padronização dos processos de produção. O Heijunka influencia o uso de menor capacidade produtiva, uma vez que não haverá dubiedade relacionadas à flutuações de demanda e consequentemente não necessidade de uma capacidade “estoque”. Por meio dessa ferramenta supracitada, a programação do processo produtivo equipara a demanda dos recursos e propicia a combinação de diferentes itens, de maneira que se assegure um fluxo contínuo da produção, permitindo pequenos lotes e a minimização dos estoques. No que se refere a melhoria contínua, o termo japonês utilizado é Kaizen, nesse contexto, é o processo de realização de melhorias mesmo que pequenas a fim de atingir a meta enxuta de eliminação de todo o desperdício que adiciona custo sem somar valor (Liker, 2005). O kaizen busca perfeição em todos os setores, sendo, portanto, remetida a analogia do “guarda-chuva” que abrange grande parte das práticas “exclusivamente japonesa” (Oishi, 1995; Imai, 1998).

O Kaizen ensina aos indivíduos envolvidos no processo de produção a trabalhar em grupos pequenos, assim como documentar e melhorar processos, coletar e averiguar dados, por vezes exige uma tomada de decisões dos colaboradores e uma discussão aberta entre eles antes da implementação de uma decisão, por exemplo (Liker, 2005). Portanto, na construção civil em associação com a filosofia Lean, o Kaizen estimula a busca pela conformidade do processo de construção. O sistema 5S é vista por muitos autores como essencial no conteúdo da Lean Manufacturing, nasceu no Japão na década de 50 no período pós guerra pelo engenheiro Kaoru Ishikawa.

É constituída por cinco palavras nipônicas iniciadas pela letra S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke) (Daychouw, 2007) (Tabela 2).

Tab 2. Filosofia 5S

整理, <i>Seiri</i>	Utilização	Separar o necessário do desnecessário
整, <i>Seiton</i>	Organização	Colocar cada coisa em seu devido lugar
清, <i>Seisō</i>	Limpeza	Limpar e cuidar do ambiente de trabalho
清潔, <i>Seiketsu</i>	Higiene	Criar normas/"standards"
躰 <i>Shitsuke</i>	Disciplina	Todos ajudam

Fonte: Adaptado de Daychouw (2007).

De acordo com a filosofia Lean Construction, o 5S em um canteiro de obras pode ajudar na eliminação do espaço de trabalho o que seja inútil para os colaboradores nos galpões de estoque e armazenamento, de modo, que ocorra a fluidez do trabalho em campo e da cadeia de logística dos materiais utilizado ali e consequentemente o retrabalho. A limpeza do local reduz a quantidade de entulhos espalhados que podem dificultar o acesso ou atrapalhar o tráfego dos colaboradores. Por fim, o sistema 5S pode influenciar a melhoria contínua do serviço prestado em todos as etapas da construção. No que se refere ao controle visual do processo Valente & Aires (2018) asseveram que a utilização dessa ferramenta auxilia no controle e compreensão por parte dos envolvidos no processo produtivo, promovendo transparência e disposição clara de informações, assim como a facilitação na gestão dos postos de trabalho, maior engajamento dos colaboradores. Por fim, o controle visual ajuda na diminuição de perdas, aumento de produtividade e eficiência (vazão do fluxo), competitividade e qualidade no Lean Manufacturing e Construction.

É muito importante conhecer toda a linha ou fluxo de produção antes de efetuar qualquer mudança ou implementação de uma ideia, é neste cenário que emerge o mapa de fluxo de valor (MFV). O MFV abrange todas informações referentes ao fluxo de informações e materiais. Womack & Jones (1998) um fluxo de valor é toda ação que adiciona valor ou não, sendo necessária para transformar e trazer um serviço ou produto desde a matéria prima até o consumidor final. Shook & Rother (2003) explicam que para sua elaboração deve-se seguir o caminho de produção de um produto, desde o fornecedor das matérias primas, desenhando, de forma cuidadosa a representação de cada processo do fluxo de informações e materiais. O MFV ajuda a compreensão do sistema produtivo e a identificação dos possíveis gargalos no processo. O diagrama de causa e efeito, também conhecido como Digrama de Ishikawa, Diagrama de espinha de peixe, Diagrama 4M, 5M, 6M ou 7M. Foi criado pelo engenheiro químico japonês Kaoru Ishikawa (1953) (Araújo, 2009). De acordo com Giocondo César (2011) é uma ferramenta utilizada para auxiliar na representação da relação existente entre o resultado de efeito (método) e as causas (fatores) do processo que, por motivos técnicos podem afetar o resultado esperado. Esse tipo de ferramenta acaba mostrando as causas principais de uma determinada ação, as quais dirigem para as subcausas, levando ao resultado (problema). Para Araújo (2009) o diagrama de causa e efeito pode evoluir para um esquema de relações, permitindo sistematizar de forma hierárquica as causas de dado problema, emergindo aí a possível oportunidade de melhoria, assim como seus efeitos sobre qualidade dos produtos/serviços. Louzada *et al.* (2006) afirmam que essa ferramenta ajuda na identificação de drivers ou direcionadores que potencialmente

se dirigem ao efeito indesejado, portanto, é uma ferramenta analítica que pode ser realizada em grupo por meio de Brainstorm, identificando dessa forma as possíveis causas e subcausas dos problemas de um produto/serviço. A ferramenta 5W2H consiste em suma em efetuar perguntas com intuito de obter informações importantes que servirão de fundamentação do planejamento de forma geral. A terminologia 5W2H é no idioma inglês Tabela 3) (Daychouw, 2010).

Tab 3. Modelo para construção da ferramenta

What	O que será feito?
How	Como deverá ser realizada cada etapa/tarefa (Método)
Why	Por que deverá ser realizada a tarefa? (Justificativa)
Where	Onde cada etapa será executada? (Local)
When	Quando cada uma das tarefas deverá executada (Tempo?)
Who	Quem realizará as tarefas (Responsabilidade)
How much	Quanto custará a ação ou quanto se economizará com a ação?

Fonte: Adaptado de Daychouw (2010).

De acordo com Marshall Junior *et al.* (2014) o 5W2H é uma ferramenta utilizada especialmente na uniformização e mapeamento de processos, na composição de planos de ação e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores. Portanto, o 5W2H é uma ferramenta de natureza gerencial e almeja fácil compreensão através da definição de métodos, prazos, responsabilidades, objetivos e recursos financeiros. O Ciclo PDCA é uma série sistemática de etapas para a obtenção de aprendizado e conhecimento para a melhoria contínua de um processo ou produto. Também é conhecido como ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming foi inserido no Japão no período pós guerra pelo estatístico, professore consultor universitário norte-americano William Edward Deming (Daychouw, 2007). É um processo iterativo que consiste em quatro etapas/estágios: Planejar (Plan); Fazer/Executar (Do); Verificar (Check) e Agir (Act) (Valente & Aires, 2018). Essas quatro etapas são repetidas várias vezes como parte de um ciclo interminável de melhoria contínua (Patel & Deshpande, 2017) (Figura 2).



Fig. 2. Modelo explicativo do ciclo PDCA Fonte: Adaptado de Valente & Aires (2018)

O ciclo PDCA no Lean Construction pode conferir maior planejamento das ações a serem realizadas, ajudando em todos os processos, e pode ser realizado várias vezes, conforme a necessidade

MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração deste estudo pautou-se primeiramente em uma pesquisa bibliográfica. Segundo Lakatos & Marconi (2010) este tipo de pesquisa almeja inserir o pesquisador em contato direto com materiais escritos, filmado ou dito sobre a problemática averiguada. Portanto foram utilizados livros, acesso a periódicos como Scielo, anais de simpósios, encontros e congressos em língua e portuguesa. A pesquisa foi do tipo participante, já que partiu da interação entre pesquisadores e elementos das situações investigadas. De acordo com Tripp (2005), é um tipo de pesquisa que planeja a solução de um determinado problema, através de determinadas etapas: identificação do problema, planejamento de solução, implementação, monitoramento e avaliação da eficácia. Na visão de Prodanov & Freitas (2013), é uma pesquisa que é concebida em estreita associação com uma resolução de uma problemática coletiva ou de ação. Esta pesquisa ainda se caracteriza por ser de cunho exploratório e descritivo, pois, segundo Prodanov & Freitas (2013) é uma pesquisa que visa proporcionar maior familiaridade com a problemática tornando-o claro ou construindo hipóteses sobre ele. A coleta de dados foi realizada partir de observação do dia a dia de um canteiro de obras onde era realizado o assentamento de 1 km de tubos para drenagem de águas pluviais das caixas de retenção de uma empresa do seguimento transporte de combustíveis e de um condomínio localizado na zona oeste de Manaus.

APLICAÇÃO DO ESTUDO

O processo total de assentamento da tubulação para a drenagem foi estimado em 4 semanas pelo empreiteiro e sua equipe composta por 3 pessoas. Observou-se que durante as duas primeiras semanas de trabalho houve atrasos referentes a retrabalhos no processo de assentamento, com isso houve a necessidades de reposição de materiais, visto que, as quantidades de materiais não supririam o restante do serviço, logo, mais atrasos aconteciam pois era necessário esperar a chegada dos materiais para equipe retornar ao serviço, como pode ser observado na figura 3.



Fig. 3: Tubo quebrado, aguardando o retrabalho. Fonte: Os Autores, 2020

Observou-se que os funcionários não realizavam a limpeza adequada do local que receberia tubulação, fazendo com que em dias de chuva, galhos secos, raízes e até troncos de árvores ficassem acumuladas próximas as tubulações ou dos locais cavados, por vezes a limpeza era realizada com o auxílio da retroescavadeira antes de começar serviço (Figura 4 e Figura 5). A quantidade insuficiente de pedreiros também foi um fator

relevante levantado, já que não havia agilidade, pois não conseguiram realizar ações descentralizadas a fim de fluir de forma mais rápida a construção.



Fig.4. Local do assentamento dos tubos após a chuva. Fonte: Os Autores, 2020.



Fig. 5. Local do assentamento dos tubos após a limpeza antes do retrabalho Fonte: Os Autores, 2020.

Diante dos dados coletados, procedeu-se a compreensão da dinâmica dos problemas relatados por meio do diagrama de causas e feitos, também conhecido como diagrama de Ishikawa (Figura 6), para então posterior proposição da solução mais adequada para este caso.

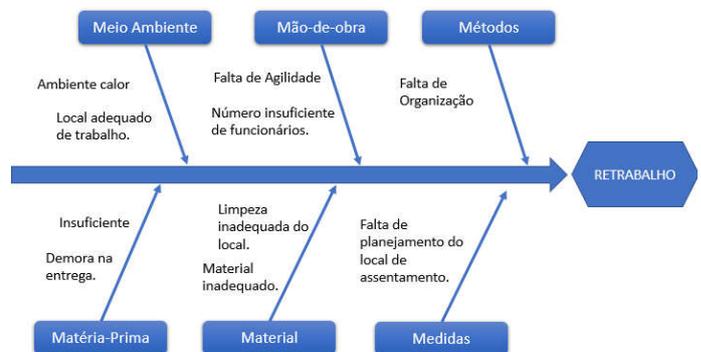


Fig. 6. Diagrama de causas e efeitos Fonte: Os Autores, 2020

O passo seguinte após o diagnóstico das falhas do processo produtivo foi determinar todos os atores neste processo, suas responsabilidades e setores. Desta forma foi elaborado dois planos de ação 5W2H objetivando visualizar estes aspectos. Onde foi estipulado as atividades a serem efetuadas com a

maior clareza possível, e foram determinados prazos, responsáveis, local, data, o porquê da realização desta ação e os custos (Quadro 1).

Quadro 1. Ferramenta 5W2H

	Plano 1	Plano 2
O quê	Explicação sobre o Lean Construction	Implantação Lean Construction
Por quê	Demonstrar as propostas	Implantar as propostas
Onde	Local da obra	Local da obra
Quando	Antes do começo do expediente	Expediente
Quem	Engenheiro, Empreiteiro	Engenheiro, Empreiteiro
Como	Reunião	Execução
Custo	Sem ônus	Diária normal

Fonte: Os Autores, 2020.

Após a criação da ferramenta 5W2H, se construiu o Ciclo PDCA (Fig. 7) com intuito de padronizar informações, diminuir as chances de erros, e, de modo consequente, evitando desperdícios de insumos, recursos financeiros e humanos. Fazendo com que as informações sejam mais claras e compreensíveis para todos os setores envolvidos. O PDCA incentiva uma força de trabalho engajada e solucionadora de problemas - o método não se limita aos gerentes, mas pode ser usado em toda a estrutura organizacional, usando conhecimento e experiência combinados. Isso ajuda as empresas a inovar através da solução criativa de problemas.

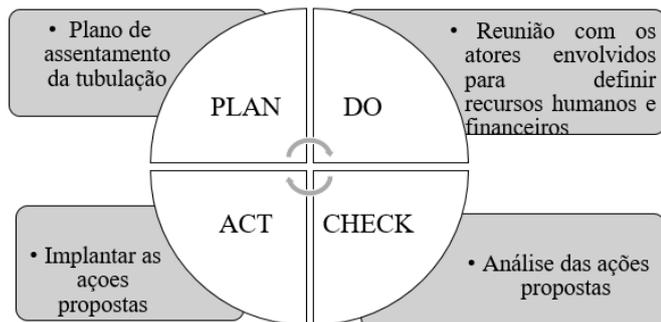


Fig. 7. Ciclo PDCA Fonte: Os Autores, 2020

Portanto, com dados analisados e proposta elaborada foi realizada uma reunião com os envolvidos e implementou-se as novas estratégias. Neste cenário, procedeu-se novas observações com intuito de verificar falhas e oportunidade de melhorias do processo.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Após as duas reuniões realizadas com ajuda do plano de ação 5W2H e o PDCA, sugeriu-se que a o responsável pela obra contrata-se mais duas pessoas para ajudar os demais pedreiros e com isso traria mais fluidez e agilidade no assentamento. E com equipe completa no segundo dia do plano de ação o engenheiro e empreiteiros explicitaram a importância do planejamento adequado para a escolha do local a realização da vala, sobre o tamanho e largura a fim de permitir a compactação manual ou mecânica entre os tubos e as paredes da vala. A limpeza da área foi um ponto discutido com a equipe, visto que é um lugar com mata ciliar, logo a presença de árvores de pequeno e médio porte, raízes, vegetação rasteira é uma constante, mas não deve se tornar um empecilho para atrasos ou motivos para retrabalhos, portanto, sugeriu-se a limpeza mais adequada logo após a realização das valas antes de qualquer outro procedimento. A organização das

ferramentas, maquinário e materiais também foi abordado, falou-se da importância o uso apropriado dos materiais. Neste cenário, sugeriu-se que os funcionários se dividissem em duas equipes que trabalhariam em pontos diferentes para agilizar o processo de assentamento. O engenheiro e o empreiteiro refizeram o orçamento da quantidade de material com aplicação da ferramenta Just in time onde juntamente com a equipe estabeleceu-se quantos quilômetros seriam realizados a cada semana para que os materiais fossem suficientes. Na primeira semana foi observado que a quantidade de retrabalhos caiu drasticamente, a limpeza do ambiente adjacente as valas e a organização dos materiais e maquinário foi outro fator observado. No que tange a divisão em duas equipes de trabalho, é possível relatar que foi bastante positivo pois houve agilidade na limpeza do local, na realização das valas e no processo de assentamento dos tubos como um todo (Fig. 8 e Fig. 9).



Fig. 8. Processo de assentamento dos tubos. Fonte: Os Autores, 2020.



Fig. 9: Equipe de trabalho finalizando a meta da semana Fonte: Os Autores, 2020

A área de construção civil retrata altos índices de retrabalhos e desperdícios impactando diretamente nos custos, abarrotando contratados e contratantes, retardando prazos e atingindo baixos índices de qualidade. Os custos por retrabalho variam de 1 a 10 % dos custos totais de um empreendimento (Mello *et al.*, 2018). Tonin & Schaefer (2013) mensuraram o grau de aplicação da filosofia Lean em uma obra de natureza

residencial no Vale do Itajaí no estado de Santa Catarina, e propor melhorias em aspectos negativos observados. De acordo com os autores 50 a 75% da obra aplica a filosofia Lean, sendo que as propostas sugeridas almejavam a aplicação por completo dos princípios do Lean por meio de uma nova abordagem focada na gestão de estoque, disposição física do canteiro, assim como uma mudança no fluxo e execução das atividades realizadas no processo construtivo. Neste contexto é importante relatar que no Brasil a Lean Construction não é muito utilizada, não por demandar investimentos financeiros altos, mas devido à exigência do comprometimento de todos os atores envolvidos: projetistas, engenheiros, empreiteiros e da equipe de execução (Colombaroli *et al.*, 2016). Portanto, para se alcançar o nível de 100% de aplicação da filosofia Lean Construction é necessário engajamento de todos os setores e profissionais envolvidos, neste estudo, o primeiro passo foi identificar os problemas que afetavam a qualidade do serviço prestado por meio do Diagrama de Ishikawa e depois foi realizado a ferramenta 5W2H para saber quais as ações necessárias a serem feitas e os personagens envolvidos. E após as duas ferramentas supracitadas foi elaborado o ciclo PDCA para nortear as ações de melhorias nos setores analisados.

As ferramentas de qualidade atuam como suporte no processo estratégico, que de maneira simples, garante que informações básicas, entretanto, fundamentais sejam claramente definidas e ações recomendadas encontrem-se minuciosas, porém simplificadas. Apresentam o caminho a ser percorrido em cada etapa a fim de se obter o resultado esperado, ou seja, a realização de um serviço de qualidade (Fornari Junior 2010, Silva *et al.*, 2013). O estudo de Sousa *et al.*, (2016) acompanhou obras e entrevistou engenheiros e mestres de obras e verificaram que eles não tinham conhecimento da definição da construção enxuta, mas conheciam alguns princípios práticos aplicados nos canteiros de obras, neste contexto os entrevistados relataram que a aplicação do Lean Construction é influenciada muitas vezes pela diretoria ou então utilizada sem planejamento e de forma empírica. De acordo com os supracitados autores nenhum profissional é obrigado a conhecer ou praticar a filosofia Lean, contudo, o mercado da construção civil vem demandando serviços dessa área cada vez mais com menos custos e com mais qualidade. Nesta perspectiva Morales & Ferreira (2011) asseveram que a qualidade se encontra associada a aquilo que é bom e está diretamente ligada a três aspectos: redução de custos, aumento de produtividade, satisfação dos clientes, isto é, fazer o melhor com menor custo, entregando ao consumidor final produtos que refletem a suas expectativas ou então as superem, sempre destacando o comprometimento do relacionamento ético entre todos os envolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

um serviço mais eficiente, reduzindo desperdício, aumento da produtividade e controle da qualidade. No caso relatado neste estudo, é possível declarar que o objetivo deste estudo foi alcançado, portanto sugere-se que a utilização das ferramentas de gestão utilizadas (Diagrama de causa e efeitos, 5W2H e Ciclo PDCA) em estudos de casos semelhantes desde a observação da problemática, planejamento das propostas até a etapa final do processo. Por conseguinte, é relevante deixar claro, que é um estudo que não se esgotou e que precisa ser mais explorado por se tratar de estudo de grande relevância para os campos não só da engenharia de produção, mas para economia, logística, gestão da qualidade, entre outras.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Aos meus filhos (César e Antônio) pela compreensão nas ausências durante esses cinco anos de graduação. Ao professor Mauro Souza pela confiança. Aos meus familiares e amigos, pelo amor e apoio condicional. A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

REFERÊNCIA

- Anjos, M.S. and Oliveira, M.R. 2018. Implantação do programa 5S em um canteiro de obras: um estudo de caso em Itabuna (BA) ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS, 5(1): 136-155. e-ISSN 2318-9584.
- Araújo, G. M. 2009. Elementos do Sistema de gestão de Smsqrs. São Paulo, SP: Fundação Gentílio Vargas.
- Chiavenato, I. 2010. Gestão de pessoas. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier.
- Colombaroli V.B., Silva, S.F.S., Biachini, G.F., Ribeiro K. C. R. 2016. Avaliação da filosofia lean construction: um estudo de caso em duas obras civis. In: Anais xxxvi Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa, PB: Abepro. Retrieved from http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_316_30817.pdf.
- Daychouw, M. 2007. Ferramentas e técnicas de gerenciamento. Rio de Janeiro, RJ: Brasport.
- Daychouw, M. 2010. 40+4 Ferramentas e técnicas de gerenciamento. Rio de Janeiro, RJ: Brasport.
- Fornari Jr., C.C.M. 2010. Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. Revista INGEPRO, 02(09):104-112.
- Giocondo Cesar, F. I., Araujo, G. P., Ignácio, P. S. A. 2018. Aplicação do nivelamento heijunka em uma empresa de equipamentos hospitalares. Journal Of Lean Systems, 3(3): 2-23.
- Hegazy, T., Said, M., & Kassab, M. 2011. Incorporating rework into construction schedule analysis. Automation in Construction, 20(8), 1051-1059. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2011.04.006>.
- Imai, M. 1988. Kaizen- A Estratégia para o sucesso Competitivo. São Paulo, SP: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais.
- Kahvandi, Z., Saghatforoush, E., Alinezhad, M., and Noghli, F. 2017. "Integrated Project Delivery (IPD) Research Trends." Journal of Engineering, Project, and Production Management, 7(2), pp. 99-114. <http://doi:10.32738/JEPPM.201707.0006>.
- Koskela, L. Ballard, G., Howell, G. and Tommelein, T. D. 2002. The foundations of lean construction. In: Design and Construction: Building in Value. Routledge, pp. 211-226. ISBN 978-0750651493.
- Krafcik, J. 1988. Triumph of the Lean Production System. Sloan Management Review 30, 1: 41-52.
- Lakatos, E. M. and Marconi M.A. F. 2010. Fundamentos de metodologia científica. São Paulo, SP: Atlas.
- Li, Y. and Taylor, T. R. 2011. The Impact of Design Rework on Construction Project Performance. The 29th International Conference of the System Dynamics Society. Washington, DC.

- Liker, J.K. 2005. O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman.
- Louzada, D., Borges, E., Seara, P., Lima R. 2006. Gerenciamento de projetos: guia do profissional: Fundamentos técnicos. Rio de Janeiro, RJ: Brasport.
- Love, P. E. D. and Li, H. 2000. Quantifying the costs and causes of rework in construction. *Construction Management and Economics*, 18(4), 479-490. <http://dx.doi.org/10.1080/01446190050024897>.
- Lucio, D. S., Araújo, I. and Albuquerque Bisneto, S. 2016. Gestão de controle e qualidade de obras: análise das falhas na execução de habitação popular em João Pessoa, PB. *Revista InterScientia*, 4(2), 152-162. Retrieved from <https://periodicos.unipe.br/index.php/interscientia/article/view/521>
- Marchwinski, C. and Shook, J. 2014. *Lean Lexicon*. (15th ed.). Boston, MA: Lean Enterprise Institute, Inc.
- Marshall, I., Rocha, A. V., Mota, E. B. 2014. Gestão de qualidade e processos. São Paulo, SP: Fundação Getúlio Vargas.
- Mello, L.C.B.B., Bandeira, R. A.M. and Brandalise, N. 2018. Seleção de metodologia de mensuração de retrabalho através da utilização do método AHP. *Gestão & Produção*, 25(1), 94-106. Epub September 04, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2732-16>.
- Morales, F. G., Ferreira, F.S. 2011. A excelência em qualidade no atendimento das organizações. *Revista Hórus*. 5(2): 39-59. ISSN: 1679-9267.
- Ohno, T. 1997. *Sistema Toyota de Produção - além da produção em larga escala*. Porto Alegre, RS: Editora Bookman.
- Oishi M. 1995. *TIPS: técnicas integradas na produção de serviços*. São Paulo, SP: Pioneira.
- Patel, P. M., Deshpande VA. Application of plan-do-check-act cycle for quality and productivity improvement - a review. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering*
- Peinado, J., Graeml, A. R. 2007. *Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)*. Curitiba, PR: UnicenP.
- Prodanov, C. and Freitas, E. 2013. *Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico (2ª ed.)*. Novo Hamburgo, RS: Feevale.
- Rother, M., Shook, J. 2003. *Aprendendo a Enxergar - mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo, SP: Lean Institute Brasil.
- Rybkowski, Z. K. 2010. "Last Planner and its role as conceptual kanban," Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel, July 14-16, 63-72. <http://http://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/153693>
- Santos Spósito, J., Perdigão, V., Barbosa, R., & Galvão Jr., P. 2018. Análise das práticas do Lean Construction em um empreendimento residencial. *Revista Gestão & Tecnologia*, 18(2), 253-273. doi: <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2018.v18i2.1097>
- Shingo, S. 1996. *O Sistema Toyota de Produção - do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre, RS: Bookman.
- Silva, A.O, Roratto, L., Marcos E. S., Dorneles, L. and Polacinski, E. 2013. Gestão da qualidade: aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. Belo Horizonte, MG: Fahor.
- Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. (2ª ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Souza, B.C. and Cabette, R.E.S. 2014. Gerenciamento da construção civil: estudo da aplicação da "lean construction" no Brasil. *Revista Gestão & Tecnologia*, 2(1), 21-26. doi: <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2018.v18i2.1097>
- Technology, 5(1): 197-201. ISSN 2321-9653 <http://https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=6095>
- Tonin, L.A.P. and Schaefer, C.O. 2013. Diagnóstico e Aplicação da Lean Construction em Construtora. *Iniciação Científica CESUMAR*, 15(1): 23-31. ISSN 1518-1243.
- Tripp, D. 2005. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 31(3): 443-466. ISSN 1517-9702. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>.
- Valente, A. C., Aires, V. M. *Gestão de projetos e Lean Construction: Uma abordagem prática e integrada*. Mercês, PR: Appris.
- Womack P. J., Jones, D.T., Roos, D. 2004. *A máquina que mudou o mundo*. São Paulo, SP: Campus-Elsevier.
- Womack, J. P., Jones, D. T. 1998. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza*. Rio de Janeiro, RJ: Campus.
- Womack, J.P and Jones, D. 2003. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
- Zayko, M. 2008. *Uma visão sistemática dos princípios Lean: reflexão após 16 anos de pensamento e aprendizagem lean*. Trad. Diogo Kosaka. Lean Institute Brasil. Retrieved from www.lean.org.br
