



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS VIII
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JEAN CARLOS FERREIRA

LEAN CONSTRUCTION: UM ESTUDO DE CASO NUMA OBRA SITUADA NA
CIDADE DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE-PE

ARARUNA- PB

2019

JEAN CARLOS FERREIRA

**LEAN CONSTRUCTION: UM ESTUDO DE CASO NUMA OBRA SITUADA NA
CIDADE DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Orientador: Prof. Esp. Lauandes Marques de Oliveira.

ARARUNA- PB

2019

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

F3831 Ferreira, Jean Carlos.

Lean construction: um estudo de caso numa obra situada na cidade de Santa Cruz do Capibaribe-PE [manuscrito] / Jean Carlos Ferreira. - 2019.

38 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2019.

"Orientação : Prof. Me. Lauandes Marques de Oliveira , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Construção civil. 2. Produção enxuta. 3. Gestão de qualidade. I. Título

21. ed. CDD 624

JEAN CARLOS FERREIRA

**LEAN CONSTRUCTION: UM ESTUDO DE CASO NUMA OBRA SITUADA NA
CIDADE DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil.

Aprovada em: 02 / 12 / 2019

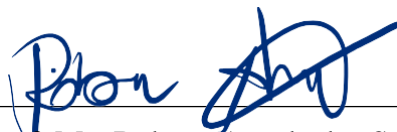
BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Lauandes Marques de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Prof. Me. Daysan Fritzigirard K. Leal Medeiros
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB



Prof. Me. Robson Arruda dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, por ter me dado forças e sabedoria para vencer todos os obstáculos aos quais enfrentei e ter me mantido firme nas horas em que estive na eminência do fracasso.

A minha mãe Virginia Ana da Conceição, pelo amor e dedicação e por ter sido a minha fortaleza e o meu pilar de apoio ao longo do curso, sempre me dando conselhos e me orientando nos momentos mais difíceis.

Ao meu pai José Ferreira da Silva (In memoriam), mesmo não estando presente, mais ao lado de DEUS está torcendo por mim, muito feliz e orgulhoso pela minha vitória, aos meus irmãos Joel Ferreira da Silva, Sergio Ferreira da Silva e Ronaldo Ferreira da Silva por estarem sempre ao meu lado me apoiando financeiramente e me aconselhado nos momentos de dificuldades, e a todos da minha família.

A minha esposa Eliane Barboza Silva, por todo amor, carinho, apoio, por está presente em todos os momentos da minha vida, e enfrentando comigo todos os obstáculos e sempre com o pulso firme sem deixa se ser abatida.

Ao meu amigo Alex Francisco dos Santos, com quem dividi a moradia em Araruna, o qual foi meu amigo e parceiro nas horas boas e nas difíceis. Ao meu colega de classe, Jandeilson Rodrigues, que ao longo do curso foi como um irmão para mim, me ajudando sempre que necessário, foi um grande parceiro de estudo em toda minha caminhada.

Aos professores Daysan e Robson por terem aceito o convite de participarem como membros avaliadores na banca da defesa do meu trabalho de conclusão de curso, fica o meu agradecimento.

Ao meu professor, orientador, Lauandes Marques de Oliveira por toda dedicação associada ao empenho durante todo o período de orientação e a todos os professores do curso de Engenharia Civil da UEPB, em especial, Albaniza Maria, Maria das Vitórias, Marinaldo Junior, Leonardo Costa, por todo o conhecimento passado ao longo da minha formação.

“O homem não teria alcançado o possível, se repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível!”

(Max Weber)

RESUMO

Diversos diagnósticos e estudos mostram que grande parte dos problemas que ocasionam ineficiência na produção fluida do setor da construção civil são oriundas de um gerenciamento que insiste em permanecer utilizando metodologias ultrapassadas. Porém, em função do elevado crescimento da competitividade de mercado no setor, é cabível que as empresas busquem processos cada vez mais otimizados, com o nível máximo de qualidade e produtividade. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral identificar os problemas relacionados às frentes de serviços no que diz respeito ao método de execução e controle de estoque, propondo ferramentas da qualidade para aperfeiçoamento do gerenciamento do sistema de construção enxuta numa obra situada na cidade de Santa Cruz do Capibaribe - PE. A identificação e diagnóstico dos problemas foram levantados através de observação seguida de relatório fotográfico, entrevistas com os colaboradores e utilização de ferramentas da qualidade. Com base nos dados colhidos durante o estudo de caso, teve-se como resultado a determinação e proposta de um plano de ação, onde fosse possível facilitar todas as etapas de execução de obras do setor da construção civil deste porte e para tal teve-se embasamento nas ferramentas da qualidade: arranjo físico, kanban e sistema 5S.

Palavras-Chave: Construção Civil. Produção Enxuta. Gestão da Qualidade.

ABSTRACT

Several diagnoses and studies show that most of the problems that cause inefficiency in the fluid production of the construction sector are derived from a management that insists on remaining using outdated methodologies. However, due to the high growth in market competitiveness in the sector, it is appropriate for companies to seek increasingly optimized processes, with the maximum level of quality and productivity. In this context, the main objective of this work is to identify the problems related to service fronts in terms of concerns the method of execution and inventory control, proposing quality tools to optimize the management of the lean construction system in a work located in the city of Santa Cruz do Capibaribe - PE. The identification and diagnosis of problems were raised through observation followed by photographic report and interviews with employees. Based on the data collected during the case study, an action plan was determined, where it was possible to facilitate all execution steps. Due to and easy benefits proposed by quality tools, they were used to develop the action plan, they were: physical arrangement, kanban and system 5s.

Keywords: Civil Construction. Lean Production. Quality Management.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	2
2. JUSTIFICATIVA	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo Geral	4
3.2 Objetivos Específicos.....	4
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
4.1 A Indústria da Construção Civil.....	5
4.2 Produção Enxuta	6
4.3 Perdas segundo o sistema Toyota de Produção (STP)	8
4.4 Surgimento da LEAN CONSTRUCTION.....	10
4.5 Princípios da LEAN CONSTRUCTION.....	11
4.6 Ferramenta aplicadas a Lean Construction	13
4.6.1 Kanban	13
4.6.2 Kaizen	14
4.6.3 Método 5s	15
4.6.4 Poka Yoke.....	17
4.6.5 Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)	18
4.6.6 Arranjo Físico	19
5. METODOLOGIA.....	22
6. ESTUDO DE CASO	23
6.1 Santa Cruz do Capibaribe PE.....	23
6.2 A construtora do empreendimento e obra em estudo	24
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
7.1 Identificação dos problemas diagnosticados.....	25
7.2 Planejamento das ações a serem realizadas	32
7.3 Elaboração do plano de melhorias	33
7.3.1 Arranjo Físico	33
7.3.2 Ferramenta Kanban.....	34
7.3.3 Sistema 5S.	35
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

O Brasil nos últimos anos sofreu uma recessão econômica, onde seu reflexo atingiu de forma direta o setor da construção civil, tanto o setor público quanto o privado apresentaram uma redução, onde muitas obras principalmente do setor público foram paralizadas, fator caracterizado com a queda do Produto Interno Bruto - PIB nos últimos anos (IBGE, 2018).

A indústria da construção civil durante seu processo de execução, não levou em conta de forma eficiente os processos de planejamentos e gerenciamento no quesito: controle, desperdício e prazo, essa forma ineficiente de se produzir faz com que ocorra altos índices de perdas e atrasos ocasionando um elevado custo de produção, tendo em vista estes fatores surge a necessidade de um modelo de produção denominado de *Lean Construction* que em português significa produção enxuta. (LORENZON, 2008).

Como existe uma grande necessidade na melhoria dos processos construtivos para que os resultados sejam alcançados de forma eficiente, o setor da construção civil ainda funciona de forma muito ultrapassada em relação aos demais sistemas de produção, onde ocorre um grande desperdício de insumos e tempo, e diante destes fatos as empresas buscam soluções por meio de uma metodologia mais eficiente que possa diminuir as perdas e aumentar toda a produtividade.

Neste contexto, ressalta-se a importância do planejamento e controle mais eficiente, a *lean construction* assume as organizações com o entendimento que o gerenciamento do espaço físico e colaboradores, bem como todas as etapas de produção sejam utilizados com o máximo possível de eficiência energética (FORMOSO, 2012).

Com as definições supracitadas surge a necessidade do estudo de caso desta pesquisa, visando à identificação de diversos problemas diagnosticados no canteiro de obra e mostrando quais seriam as ferramentas da qualidade mais viáveis para solução dos mesmos. Bem como, propor um plano de ação onde sejam viabilizadas melhorias na produtividade e que o mesmo possa ser um diferencial para a competição e permanência das empresas do setor da construção civil no mercado de trabalho.

2. JUSTIFICATIVA

O município de Santa Cruz do Capibaribe – PE, nos últimos anos tem elevado bastante o seu índice de construção civil, devido a cidade ser um polo das confecções e uma grande geradora de renda, esse fator faz com que todos os anos ocorra uma migração de pessoas atraídas pela sua economia, e conseqüentemente ocorre instalações de grandes empresa dos mais diversos ramos e inclusive da construção civil.

Este município tem apresentado um grande aumento tanto em pequenas residências quanto em grandes edificações. Neste sentido o presente trabalho tem como justificativa a visível necessidade sobre a análise e mapeamento de uma edificação de grande porte, onde serão indentificados os pontos causadores de desperdícios, o controle de estoque dos insumos e também as atividades as quais não agregão valor ao produto final.

Logo fica subtendido que a inovação das atividades dentro da obra gera economia aos proprietários da empresa, e conseqüentemente o cliente terá condições mais favoráveis ao adquirir seu imóvel, onde este modelo de produção também deveria ser mais empregado por órgãos do setor público.

Para que o planejamento ocorra o mais eficiente possível, se faz necessário o acompanhamento por parte dos gestores, onde possa ser identificado com antecedência todos os fatores que influenciam as atividades como: fluxo de materiais, utilização dos equipamentos necessários e também toda a mão de obra.

Em virtude dos fatos mencionados, esse acompanhamento será muito mais viável e eficiente com a implementação das ferramentas da qualidade, onde os gestores terão uma visão mais aproximada da realidade, tendo em vista que o empreendimento é uma obra de grande porte, e sem o auxílio das mesmas se tornaria uma missão bem mais trabalhosa e menos eficiente.

Esse novo modelo a ser criado, torna-se um grande aliado para a gestão, possibilitando um maior controle em todas as etapas de produção, também auxilia para que a empresa em estudo tenha um ponto positivo no quesito concorrência com as demais empresas do ramo podendo oferecer o mesmo produto com preços mais atrativos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral identificar os problemas relacionados às frentes de serviços no que diz respeito ao método de execução e controle de estoque, propondo ferramentas da qualidade para otimização do gerenciamento do sistema de construção enxuta numa obra situada na cidade de Santa Cruz do Capibaribe - PE.

3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar e diagnosticar problemas encontrados no canteiro no que diz respeito ao método de execução e controle de estoque;
- ✓ Determinar quais ferramentas da qualidade devem ser utilizadas para mitigar os problemas diagnosticados;
- ✓ Com base no diagnóstico e nas ferramentas da qualidade, propor um plano *lean Construction* para otimizar a produtividade na obra em estudo.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 A Indústria da Construção Civil

Trata-se de um setor de grande abrangência, onde a matéria prima em grandes proporções extraídas do meio ambiente é transformada em produto final, é o caso das edificações e das construções pesadas. Logo a mesma é uma área em constante desenvolvimento, pois está ligada diretamente com o desenvolvimento do país através de construções residenciais, industriais e superestruturas como um todo.

Esta indústria apresenta no cenário nacional um papel de fundamental importância; em anos anteriores ao de 2018 apresentou valores significativos em relação ao produto interno bruto – PIB, que segundo as pesquisas anuais da indústria da construção – PAIC realizada anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE representou um quinto do PIB nacional (IBGE, 2018).

Segundo Teixeira e Carvalho (2005) indicam que a construção civil é um setor chave, onde apresenta fortes relações com a economia nacional, onde o desenvolvimento está diretamente associado a esta indústria. E também podemos acrescentar a sua importância como geradora de desenvolvimento humano com a grande quantidade de empregos físicos que a mesma oferece.

É notório para o crescimento desta indústria como sendo uma movimentação cíclica, que se reflete no mesmo estágio da economia. Como notado nos últimos anos, apresenta um auto índice quando a economia vai bem, e um baixo quando a mesma vai mal.

Na indústria deste setor, segundo Barbosa (2010) as principais iniciativas para se alcançar as melhorias e desempenhos, foi a inserção de gestão da qualidade. Hoje as empresas estão buscando otimizações para seus processos de produções através dessas novas metodologias.

Fazendo-se uma comparação com as demais áreas de produção, o mesmo ainda é muito atrasado devido suas técnicas de gerenciamento, o que faz necessário o emprego de novas filosofias de produção; podendo assim ser evitado o grande desperdício, que além das vantagens financeiras, os aspectos ambientais são beneficiados tendo em vista os termos da sustentabilidade. São aspectos característicos do setor da construção civil:

- ✓ As equipes dos setores apresentam uma mentalidade ainda um pouco fechada e muito resistente a mudanças.
- ✓ Os colaboradores não têm nenhuma motivação eficiente na sua produção, pois as chances de promoção dentro da indústria são praticamente inexistentes.
- ✓ Mão de obra pouco qualificada, entre os colaboradores da construção civil é

encontrado um elevado número de analfabetismo o que dificulta a qualificação dos mesmos.

- ✓ Várias alterações nos projetos executivos são feitas por pessoas não habilitadas para tais modificações, vindo a acarretar na qualidade do produto final.

Nos últimos anos observou-se um grande interesse pela gestão da qualidade na indústria da construção civil, esse acontecimento é espelho do êxito de outros setores industriais que obtiveram resultados positivos com adoção de novos sistemas. Com a nova metodologia, além das restrições dos recursos naturais, também o cliente se apresenta cada vez mais exigente com os padrões de suas edificações fazendo-se necessário o uso da mesma. (PALADINE, 2013).

4.2 Produção Enxuta

Após a segunda guerra mundial o Japão ficou praticamente desestruturado, a guerra levou o país a grandes perdas, os insumos de produção estavam muito escassos e o País precisava reerguer sua economia que estava em declínio, mediante essa necessidade em que o País passava, precisava se aderir um sistema de produção (GHINATO, 2000).

Logo esse sistema deveria ser possível entregar ao cliente exatamente o que ele quer, no momento que ele quer e com a melhor qualidade possível. Para que tudo isso fosse possível, era necessária uma produção enxuta onde não ocorresse desperdício e que tudo saísse perfeitamente correto logo na primeira vez.

A filosofia da produção enxuta ou sistema Toyota de produção obteve seu surgimento na empresa automobilística Toyota, segundo Sayer e Walker (1992) a indústria japonesa tinha uma grande disparidade quantitativa em relação a indústria americana, a ponto do produto de apenas um dia e meio de trabalho na indústria americana equivaler a toda produção anual japonesa. Fato esse que fez com que a empresa Toyota ajustasse de imediato o seu sistema de produção e consequentemente obtivesse condições de competir no mercado.

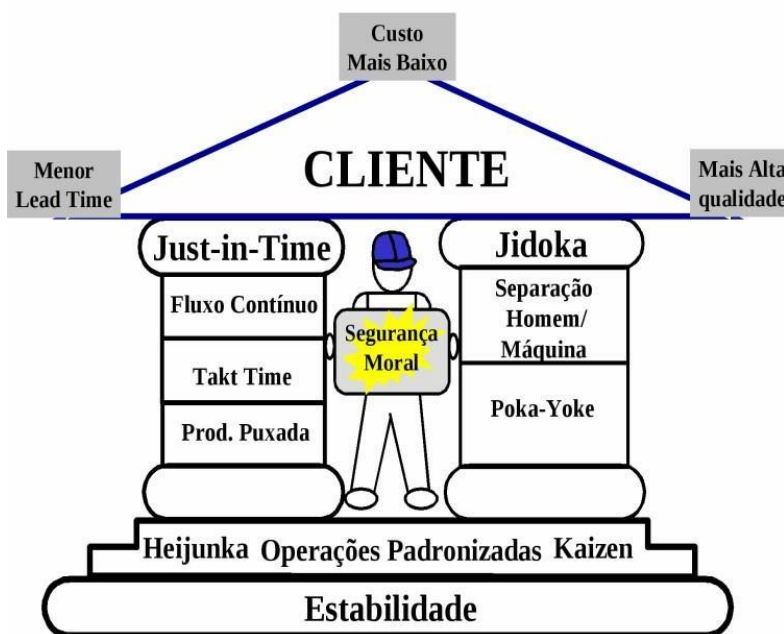
O novo sistema de produção foi desenvolvido por Toiichi Ohno e Eiji Toyoda que ao observarem o sistema americano de produção (Fordismo), precisavam ajustar o mesmo para a realidade do país, pois os grandes estoques, os produtos defeituosos e a baixa qualidade precisavam ser extintas do novo sistema de produção; e que o mesmo fosse adaptado aos recursos e as limitações aos quais se encontrava o País.

Segundo GEHBAUER et al (2002) a participação dos colaboradores para definir os melhores métodos de produção, faz com que a busca por melhorias sejam constantes e sempre renovadas em função do tempo, otimizando toda a eficiência da cadeia produtiva e possibilitando um desenvolvimento continuado.

Dessa forma, podemos definir que este sistema de produção enxuta tem como seus princípios mais importantes a eliminação dos desperdícios, e a produção com qualidade onde visa eliminar qualquer atividade que não agregue valor ao produto final. Tal sistema é sustentado por dois pilares principais, que são conceituados como Just-in-Time e Jidoka descritos a seguir, a figura 01 mostra como estão estruturados estes pilares (ROSSETTI et al, 2008).

- ✓ Just-in-Time: que consiste em produzir a quantidade necessária no momento certo, minimização dos desperdícios e perfeição no produto final.
- ✓ Jidoka: é a capacidade de conseguir com que as máquinas ou operadores possam detectar condições anormais paralisando imediatamente o sistema e assim evitando desperdícios.

Figura 01: Pilares do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Ghinato, 2000.

Para Ghinato (2000) o sistema Toyota de produção é uma nova filosofia onde todas as técnicas de produção são adaptadas para atender as necessidades dos clientes no menor prazo possível, com uma qualidade superior e um menor custo possível e ainda aumentar a segurança e a dignidade de todos os colaboradores.

Portanto as empresas das mais diversas áreas inclusive da construção civil estão buscando a adoção deste modelo, visando a eliminação de desperdícios e buscando uma melhoria contínua onde o cliente final possa ser atendido de acordo com suas expectativas. A produção enxuta representa fazer mais com menos, menos tempo, menos esforço, menos esforço humano, menos máquinas, menos material, e ao mesmo tempo dar aos clientes o que eles querem (DENNIS, 2008).

4.3 Perdas segundo o sistema Toyota de Produção (STP)

As perdas segundo o sistema Toyota de produção é uma ideia que aplicada de forma eficiente e objetiva, altera o fluxo de todo o sistema, onde através de uma observação apurada o STP tenta ao máximo eliminar todas as formas de desperdícios, ou seja, eliminar qualquer fator que não agregue valor ao produto final, pois os clientes não estão dispostos a pagar por falhas do processo, eles pagam por aquilo que lhes gera valor.

Logo os autores do sistema realizaram estudos para que essas perdas fossem identificadas e assim o sistema trabalhasse de forma mais eficiente. Para Womack et al. (2004) desperdício significa qualquer atividade que consuma qualquer tipo de recurso, mas não agrega valor ao produto final. Onde o valor de um produto pode ser definido em função do que o cliente esteja disposto a pagar por um determinado produto em função das suas necessidades e também podem ser ajustados através das leis de mercado.

Então a produção enxuta eliminando seus desperdícios oferece seu produto ao seu cliente com o menor custo possível e com muito mais rapidez de uma produção bem mais eficiente. Liker e Meier (2007) destacam os sete tipos principais de perdas ou desperdícios nos processos de produção identificados pela Toyota. Para os autores quanto antes a identificação dessas perdas resulta em benefícios tanto para a indústria quanto para o cliente que recebe o produto final.

Ainda para Liker e Meier (2007) quanto antes a identificação dessas perdas resulta em benefícios tanto para a indústria quanto para o cliente que recebe o produto final. Destacam também os sete tipos principais de perdas ou desperdícios nos processos de produção identificados pela Toyota, que são:

- ✓ **Superprodução** produzir mais do que se pode vender, ou antes do tempo correto
- ✓ **Espera** produtos esperando pela próxima etapa do processo
- ✓ **Inventário** produtos e materiais que não estão em processo
- ✓ **Movimentação** movimentos desnecessários realizados pelos trabalhadores
- ✓ **Transporte** movimentação de produtos de um local para outro
- ✓ **Processamento** adição de etapas de processo ou nível de qualidade desnecessária
- ✓ **Defeitos** produtos que foram processados mais não podem ser vendidos.

Primeira perda (Superprodução) é entendida como sendo a produção de mais itens do que a quantidade demandada, onde este fato ocasiona em dois tipos de perdas; perdas de lucro uma vez que esses produtos em exercício não serão vendidos, ou perda de espaço nas áreas onde o exercício será estocado e só será vendido a longo prazo a preços inferiores.

Segunda perda (Espera) é caracterizada por uma falha na cadeia de produção, onde máquinas e operários ficaram à espera por consequência de um erro em uma das etapas anteriores da cadeia de produção, deixando uma lacuna entre etapas subsequentes o que ocasiona em impacto muito relevante ao fator tempo e que acarreta em grandes perdas.

Terceira perda (Inventário) define-se pelo acúmulo de materiais e produtos em estoque, estes itens em estoque requerem capital de giro investido, o qual encontra-se parado e um alto consumo de insumos que foi planejado de forma ineficiente determinado por um desequilíbrio na cadeia de produção.

Quarta perda (Movimentação) ocorre por movimentação desnecessária dos colaboradores ocasionando perda na produção final, esse fator ocorre por falta de um planejamento mais eficiente e também por um Layout ineficiente das máquinas da indústria, também pode ser ocasionado por uma má distribuição das atividades entre os colaboradores.

Quinta perda (Transporte) semelhante a quarta, a perda acontece por uma má planejamento das atividades e Layouts inadequado, vindo a ocasionar as atividades desenvolvidas dentro da indústria, onde os produtos e insumos são transportados de forma não eficiente trazendo prejuízos a indústria.

Sexta perda (Processamento) é ocasionada por etapas excedentes na cadeia de produção, onde essas deveriam ser eliminada sem que o sistema sofresse qualquer tipo de alteração, onde os mesmos produtos seriam fabricados com uma menor quantidade de operações.

Sétima perda (Defeitos) ocorre quando os padrões de qualidade não estão de acordo com o especificado, com um elevado grau de exigência por partes dos clientes, esses produtos fora de padrão acabam ficando fora das vendas, ou para que sejam vendidos será necessário um gasto com despesas extras para o concerto; o que não é viável para a empresa.

4.4 Surgimento da LEAN CONSTRUCTION

O setor da construção civil é um dos grandes setores identificados como proporcionadores de uma série de atividades que não agregam valor ao produto final, sendo reconhecidos como má organização do canteiro de obras, estoques, produção de insumos de forma inadequada, circulação e transportes ineficientes, entre outros fatores.

A *Lean Construction* é uma metodologia utilizada no sistema construtivo através de uma adoção do sistema Toyota de produção voltada para a construção civil, onde seu principal objetivo é aumentar a produção e reduzir ao máximo os desperdícios fazendo com que a produção no canteiro de obras seja a mais eficiente possível.

Este sistema vem se tornando uma das principais metodologias adotadas na gestão da construção civil, pois essa filosofia ressalta que o *Lean construction* tem como seguintes diretrizes: entregar o produto maximizado o valor, e minimizando o desperdício. (Ballard & Howell, 2004).

Entre os vários problemas encontrados no canteiro de obra, um deles é as decisões tomadas de formas individuais por colaboradores ocasionando desperdícios e não agregando valor ao sistema como um todo. Logo toda atividade que consome recurso e não agrega valor ao produto final, seja operação, fluxo ou armazenamento (SARCINELLI, 2008).

Para este modelo de produção, um dos seus objetivos é identificar que no produto final também estão adicionados fatores que não agregaram valor ao produto, o que se torna um item não desejado pelo cliente, então esse foi um dos desafios encontrado pelo sistema, eliminar tudo que não agregasse valor podendo oferecer ao cliente um produto com maior qualidade e com um menor custo possível.

Este sistema possui seus métodos e ferramentas que foram desenvolvidas e melhoradas na indústria automobilística e que vem mostrando eficiência na indústria da construção civil. A partir do ano de 1996 o novo sistema começa a abranger novos horizontes e as diferentes áreas dos setores industriais começam a adotar essa metodologia e aperfeiçoarem seus sistemas de produção.

Quando agregamos e geramos valor, é criado aspectos determinado pela construção enxuta, onde serão analisados através de feedback dos usuários do produto (clientes). Assim sendo um processo gera valor quando as atividades de processamento transformam os insumos nos produtos requeridos pelos clientes (FORMOSO, 2002).

4.5 Princípios da LEAN CONSTRUCTION

Por consequência de uma conjuntura de mercados a indústria da construção civil teve uma acentuada em sua produção, onde as de outros setores aderiram ao novo modelo, assim a construção civil implantou no seu modelo de produção, esta nova ferramenta utilizada para a filosofia da construção enxuta. Essa nova forma de pensamento exclui todas as formas de desperdícios e privilegia a aderência de novos valores agregados para a total satisfação do cliente.

A metodologia *lean* que tem como finalidade o sistema Toyota de produção em que as principais características foram transpostas para a construção civil são adaptadas para o canteiro de obras, onde são descritos os seus princípios. A *Lean Construction* apresenta uma série de princípios, alguns destes estão listados a seguir (KOSKELA, 1992):

- ✓ **Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor:** é um dos princípios do método onde a eficiência do processo pode ser melhorada com a redução das perdas, onde são identificadas e eliminadas todas as etapas que não agregam valor ao produto final. Um exemplo desse princípio seria a distância entre carga e descarga de um insumo, onde uma maior distância acarretaria um maior tempo de trabalho e nenhum valor seria agregado ao produto final.
- ✓ **Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente:** Para este princípio o ponto específico é o cliente, onde no princípio anterior o objetivo era minimizar o que não gera valor, aqui o objetivo é maximizar o que agrega valor, onde as preferências do consumidor deve ser observada e respeitada. Nesse quesito é primordial reuniões com todos os projetistas do empreendimento para que haja sempre a compatibilidade entre todos os projetos e assim seja alcançado o objetivo final.

- ✓ **Reduzir a variabilidade:** A produção de bens de forma padronizada também é um dos princípios da Lean Construction, onde esta padronização é atendida tanto internamente na obtenção e transformação da matéria prima em elementos internos, quanto no produto final que será entregue ao cliente, pois este cliente não está disposto a comprar um mesmo produto com o mesmo valor que um outro cliente, e seu produto não venha com as mesmas características e especificações. Essas reduções são de cunho qualitativos, onde produtos com um alto padrão de regularidade gera uma maior confiabilidade ao cliente.
- ✓ **Reduzir o tempo de ciclo:** A redução do tempo de ciclo tem como definição a soma de todo o tempo necessário para a realização de uma determinada tarefa, então este princípio tem como foco a diminuição desse tempo e com essa redução a entrega de alguma etapa ou do produto final será mais rápida, a gestão tende a ser mais simplificada, obras mais precisas e uma tendência na qualificação do colaborador, já que o mesmo necessitaria de constante aperfeiçoamento. Com a adoção deste princípio, o setor da construção civil tornasse mais resistente a mudanças rotineiras e podendo apresentar um maior grau de confiabilidade.
- ✓ **Simplificar através de redução do número de pessoas ou partes:** Este princípio tem como objetivo a racionalização de etapas de produção, ele busca a redução de componentes para determinados serviços, um processo com muitas partes ou muitas pessoas apresenta uma grande chance que não seja agregado valor. Na construção civil pode ser utilizando pré-moldados, equipamentos polivalentes entre outros, assim simplificam-se partes e processos ocasionando uma maior eficiência no processo construtivo.
- ✓ **Aumentar a flexibilidade de saída:** O aumento da flexibilidade está associada a agregação de valor ao produto final, de forma que o cliente possa escolher o seu produto, fazendo suas alterações no Layout e obtendo sua satisfação pessoal, e que a construtora possa através de seus métodos construtivos realizar essas mudanças associadas a um aumento aceitável para o cliente. Essas alterações no produto final apresenta um ponto fundamental para a total satisfação do cliente.
- ✓ **Aumentar a transparência dos processos:** Neste último princípio tem como objetivo o aumento da transparência nos processos de produção e a identificação de todos os possíveis erros, esta transparência tende a uma rápida identificação dos erros mais comuns por parte dos colaboradores, assim ocorrendo essas informações o trabalho acontece de forma mais eficiente e segura e com maior eficiência.

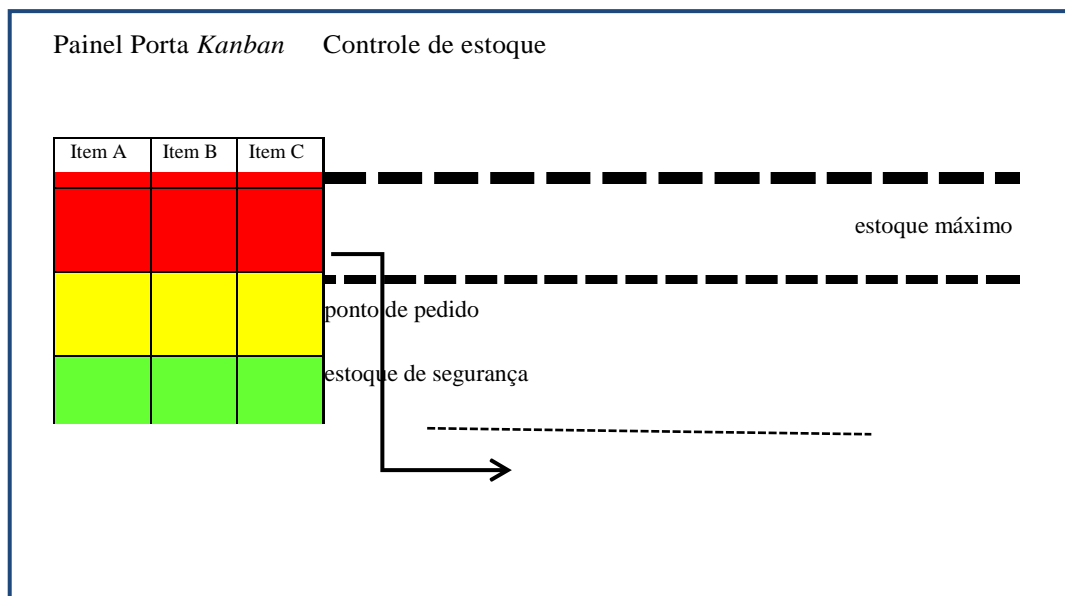
Logo uma cultura enxuta valoriza os princípios adotados por esse sistema de produção, tais como produzir apenas o necessário, e sempre com um aperfeiçoamento de forma contínua, e coletar e analisar indicadores de processos e indicadores de resultados. (MANN, 2005).

4.6 Ferramenta aplicadas a Lean Construction

4.6.1 Kanban

Nas diversas modalidades de indústrias, as mesmas precisam de estoques de suas matérias primas, para um equilíbrio eficiente de produção, essas empresas precisam ter um controle de estoque planejado de forma eficiente, pois estoques em excesso significa dinheiro parado, e ter estoque de menos as empresas podem estarem favorecendo a migração do cliente para a concorrência, uma vez que a cadeia produtiva pode estar sendo interrompida. Tendo em vista esses fatores, os japoneses da Toyota desenvolveram a ferramenta kanban, que é utilizada com o objetivo para solucionar esse problema. A figura 02 representa esse tipo de controle:

Figura 02. Analogia do quadro *kanban* com o nível de estoque.



Fonte: Adaptação de Moura, 2019.

Essa ferramenta funciona através de um quadro com colunas e cartões coloridos, nesse quadro as colunas representam os produtos (insumos) e as cores representam os níveis de urgência em relação ao determinado insumo.

O controle Kanban, é um método de operacionalizar o sistema puxando cartões referentes aos insumos utilizados para regulamentação e monitoramento dos estoques, que através de uma metodologia simples fornece as informações necessárias para a reposição de materiais quando necessitado. Traduzindo para o português Kanban significa sinal ou cartão, e apresentam alguns tipos de Kanban, Slack (2002) fala sobre três:

- ✓ Kanban de movimentação: que avisa quando em um estágio anterior o material pode ser destinado do estoque e removido para outro ponto específico. Logo o insumo será retirado do estoque quando a etapa específica posterior for concluída, assim o material só é retirado do estoque no momento exato da sua utilização.
- ✓ Kanban de produção: apresenta um sinal de identificação no processo produtivo que um novo item pode ser produzido para que o mesmo seja colocado em estoque. Logo neste Kanban será contida várias informações como produção, quais materiais serão necessários e destino dos mesmos.
- ✓ Kanban do fornecedor: serve para informar ao fornecedor que será necessário a compra de novos materiais para algumas das etapas de produção, e é fundamental na organização da cadeia de suprimentos para a fabricação dos elementos. E existe similaridade com o kanban de movimentação, só que com relação aos fornecedores externos.

Segundo BARROS (2005) o sistema Kanban funciona como encomendas internas e externas fornecida a um posto de trabalho, e com um determinado guia de remessa que acompanha o produto e a sua aplicação resultante da mesma. Logo o sistema kanban apresenta forma de produção controlada onde os insumos são armazenados e utilizados sobre fiscalização, e assim serão evitadas as rupturas no sistema de produção fazendo com que o mesmo seja utilizado de forma mais eficiente possível.

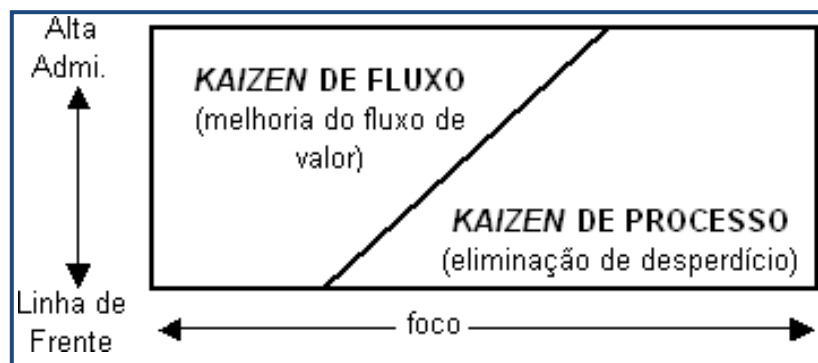
Como observado, a ferramenta Kanban é de simples aplicação e apresenta resultados satisfatórios, sendo possível aumentar a produtividade, gerenciar equipes e controlar prazos, e dessa forma aumentar a possibilidade da sobrevivência da empresa no mercado.

4.6.2 Kaizen

O Kaizen é uma das ferramentas da qualidade utilizado por várias indústrias e foi originalmente apresentada e difundida pelo professor Masaaki Imai, a palavra Kaizen é de origem japonesa e seu significado é melhoria contínua, logo essa ferramenta representa a buscar por um objetivo de produção cada vez melhor e mais eficiente, com técnicas e práticas inovadoras mesmo nas tarefas mais simples. Para os pensadores do Kaizen a melhoria contínua

só será alcançada com o envolvimento da equipe como um todo, tanto dos colaboradores quanto da administração todos com um único objetivo, conforme indicado na figura 03:

Figura 03: Níveis do Kaizen.



Fonte: Marchwinski e ShooK (2007).

Para que essa filosofia possa ser alcançada é necessário o envolvimento de todos, onde os colaboradores são elementos fundamentais nessa organização e precisam ter poder de decisão e agir, um colaborador que repete suas atividades diariamente terá mais capacidade técnica que alguns membros da administração. O Kaizen possui várias maneiras organizacionais, mais sua orientação principal é que essas decisões sejam tomadas por equipes de trabalho que através de envolvimento pessoal com as atividades possam sugerir, analisar e propor (CORRÊA et al, 2005).

Segundo Campos (2004) uma das principais importâncias da ferramenta é o ciclo PDCA de controle de processos, onde este método é composto por quatro fases:

- ✓ Planejar: Estabelecer metas sobre os itens de controle, e determinar metas a serem atingidas
- ✓ Executar: Desenvolver as tarefas de maneira as quais foram pré-determinadas, além do treinamento decorrente para desenvolvimento das mesmas
- ✓ Verificar: Fazer a comparação com os resultados obtidos e a forma como foi planejada
- ✓ Ação: Etapa em que os desvios foram observados, onde será tomado decisões para que seja definido de forma definitiva.

4.6.3 Método 5s

A metodologia 5s também nasceu no Japão após a segunda guerra mundial, momento em que o País passava por problemas gravíssimos em consequência da guerra, hoje a metodologia 5s é uma filosofia aplicada ao ambiente de trabalho garantindo segurança, organização no ambiente de trabalho e aumento da produtividade.

Essa metodologia vem sendo aplicada as empresas dos mais diversos ramos da produção, e é fundamentada em cinco ações que também são chamados de sentidos: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke. Que em português significa: senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de padronização e senso de autodisciplina, a figura 04 mostra a composição do sistema 5S.

Figura 04: composição do sistema 5S



Fonte: Coutinho e Aquino, 2015.

Segundo Liker (2005) o método 5s é utilizado como ferramenta para facilitar o trabalho em equipe, devido a uma série de atividades realizadas para eliminação de perdas, o que torna mais eficiente a eliminação de erros e defeito na cadeia de produção.

O termo 5s é derivado de cinco palavras japonesas que tem no seu início a letra S, descrita a seguir (SANTOS et al, 2006):

- ✓ Seiri (Senso de utilização): é o momento onde são selecionados todos os materiais útil dos que não terão utilidades, onde os desnecessários serão eliminados, este é o primeiro passo para implementação do sistema, nesse momento todos os materiais são classificados de acordo com seu uso, uso frequente, pouco uso e sem uso. Com a aplicação do primeiro senso o ambiente de trabalho já apresenta em fluxo mais livre e a produtividade já se mostra mais eficiente.

- ✓ Seiton (senso de organização): identificar e arrumar tudo, onde todo colaborador possa encontrar sem maiores dificuldades. Neste senso tudo deve estar próximo ao local de uso, onde todas as ferramentas e insumos devem ter seu local bem definido e assim não a perca de tempo com procura e nem será preciso percorrer maiores distâncias até o local de utilização.
- ✓ Seiso (senso de limpeza): manter o ambiente sempre limpo, evitando as causas de sujeira e aprender a não sujar. Busca se erradicar toda a sujeira e assim o ambiente permanecer sempre limpo, assim cada colaborador tem por obrigação os cuidados com o seu ambiente de trabalho e por seus materiais de utilização, zelando sempre pela sua área de trabalho, e que também apresentem uma boa aparência pessoal.
- ✓ Seiketsu (senso de padronização): nesse senso a base do sistema é o padrão, se não forem mantidos tudo pode se desfazer. Neste senso será necessária a integração dos anteriores com o intuito de promover uma verdadeira faxina na indústria, e assim o padrão possa ser mantido.
- ✓ Shitsuke (autodisciplina): fazer das atitudes antes definida um hábito, fazendo da filosofia 5s um modo de vida. Neste patamar será importante investir na capacitação dos colaboradores, e que esses valores adquiridos sejam estimulados e passem a ser parte integrante da cultura da empresa.

O 5s é o mais fácil de ser aplicado, uma vez de os demais estejam em funcionamento, dando prioridade a educação, treinamento e as devidas compensações necessárias para que seja mantida e intensificada a motivação no ambiente de trabalho (LICKER, 2005).

4.6.4 Poka Yoke

O Poka Yoke é uma das ferramentas da qualidade que surgiu na década de 60 e foi desenvolvido por Shigeo Shingo que era um dos engenheiros da Toyota. Essa ferramenta foi desenvolvida com o objetivo de sanar as falhas humanas que aconteciam com uma certa frequência e acarretava em uma série de produtos defeituosos, a palavra Poka Yoke é de origem japonesa e significa a prova de erros.

Para o fundamento do desenvolvimento dessa ferramenta, concluiu-se que os erros corriqueiros podem ser evitados antes que acontecer-se, e dessa forma seria muito mais viável que concerta os mesmos depois de ocorridos, a figura 05 mostra um dispositivo Poka Yoke.

Figura 05: Exemplo de um dispositivo poka yoke.



Fonte: Santos e Agnaldo, 2015.

O Poka Yoke é uma metodologia que auxilia os colaboradores nas suas respectivas tarefas a evitarem os possíveis erros nos processos de execução como esquecimento de componentes, montagem incorretas, utilização de material errado (LÉXICO LEAN, 2003).

Segundo Shingo (1996) o método Poka Yoke é possível alcançar a inspeção sucessiva, a auto inspeção e a inspeção de fonte. Essa ferramenta pode ser usada de duas maneiras:

- ✓ Poka Yoke de controle: onde o processo produtivo é paralisado até que fator causador seja corrigido
- ✓ Poka Yoke de advertência: é permitido que o processo que estar gerando defeitos, continue com suas atividades, mesmo os colaboradores já sendo alertados do problema citado.

4.6.5 Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

O mapeamento de fluxo de valor é uma ferramenta utilizada para ilustrar, fazer análise e melhorar todo o desenvolvimento de um produto até a sua fase final, fundamental para a filosofia da produção enxuta, onde todas as etapas de produção são analisadas até a entrega ao cliente final. O MFV é de grande utilidade no requisito eliminação do que não agrega valor ao produto final, sua interface pode ser vista na figura abaixo.

Figura 06: Mapeamento de fluxo de valor.



Fonte: Adaptado de ROTHER &SHOOK, 2018.

Geralmente os mapas de processos, analisam e indentifica possíveis etapas que não agregão valor ao produto final, podendo esta ser modificada da cadeia de produtividade, onde a visão para uma etapa futura é baseada em acontecimentos as vezes muitos óbvio de melhorias a serem alcansadas, mais deve-se levar em conta a filosofia enxuta para que seja alcansado um fluxo de valor cada vez maior.

O principal objetivo do MFV é criar um fluxo de valor de acordo com a mentalidade enxuta de todas as etapas da cadeia produtiva, o que significa levar em conta a amplitude do processo e não só os processos individuais (LORENZO, 2008).

Segundo Rother e Shook (2003) o MFV é uma ferramenta importantíssima para a visualização do fluxo de um processo como um todo e não etapas individuais, onde serão identificadas as fontes que estão promovendo os desperdícios e combinando conceitos e técnicas enxutas.

4.6.6 Arranjo Físico

Arranjo físico também denominado de layout é a forma com que os equipamentos são distribuídos no espaço físico, onde se busca o equilíbrio entre produção, movimento e conforto ambiental e que a produção ocorra da forma mais eficiente possível. Na atualidade o arranjo físico tem grande importância no planejamento das empresas.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009) o layout ou arranjo físico consiste no posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoas da operação em um sistema produtivo, onde se determina o fluxo de materiais, informações e clientes. Para se determinar um arranjo físico será necessário um estudo prévio, pois a falta de planejamento pode causar movimentos desordenados e se tem como consequência atraso da produtividade, confusão entre colaboradores, aumento no tempo de processo e desperdício financeiros. Segundo Peinado (2007) os princípios básicos para a concepção do arranjo físico são apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 - Princípios do arranjo físico

Princípio	Aplicação
Segurança	Todos os processos que podem representar perigo para funcionários não devem ser acessíveis a pessoas não autorizadas.
Economia de movimentos	A extensão do fluxo para realização de determinada atividade deve ser a menor possível.
Flexibilidade de longo prazo	Deve ser possível mudar o arranjo físico sempre que as necessidades das operações também mudarem.
Princípio da progressividade	O arranjo físico deve ter um sentido definido a ser percorrido, devendo-se evitar retornos ou caminhos aleatórios.
Uso do espaço	Deve-se fazer uso adequado do espaço disponível para a operação.

Fonte: Adaptado de Peinado, 2007.

Um arranjo físico eficiente deverá dá suporte as metodologias competitivas da produção. Logo, dificilmente se tem um arranjo físico que proporcione um excelente desempenho em paralelo de todas as operações, porem se tem a capacidade de alcançar os níveis da eficiência das operações (CORRÊA e CORRÊA, 2009).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) entre alguns dos objetivos do arranjo físico, temos como principais:

- ✓ Segurança inerente: as etapas dos processos que oferecem perigo, tanto para os colaboradores quanto para os clientes, devem ter acesso restrito as pessoas autorizadas, e boa sinalização para saídas de emergências.
- ✓ Extensão do fluxo: o arranjo deve direcionar o fluxo de informações, de acordo com as necessidades das operações, geralmente implica em minimizar os percursos pelos recursos transformados.

- ✓ Clareza de fluxo: todo percurso deve ter sinalizações de forma bem nítida para os colaboradores e clientes.
- ✓ Conforto para os colaboradores: o arranjo físico de proporcionar aos colaboradores, um ambiente com boas condições climáticas, ventilação, iluminação, e o mais afastado possível dos ruídos das operações.
- ✓ Coordenação gerencial: aspersão e comunicação devem ser facilitadas pela localização dos colaboradores e dispositivos de comunicação.

Entre as diversas possibilidades de arranjos físicos, teremos os mais tradicionais, são eles:

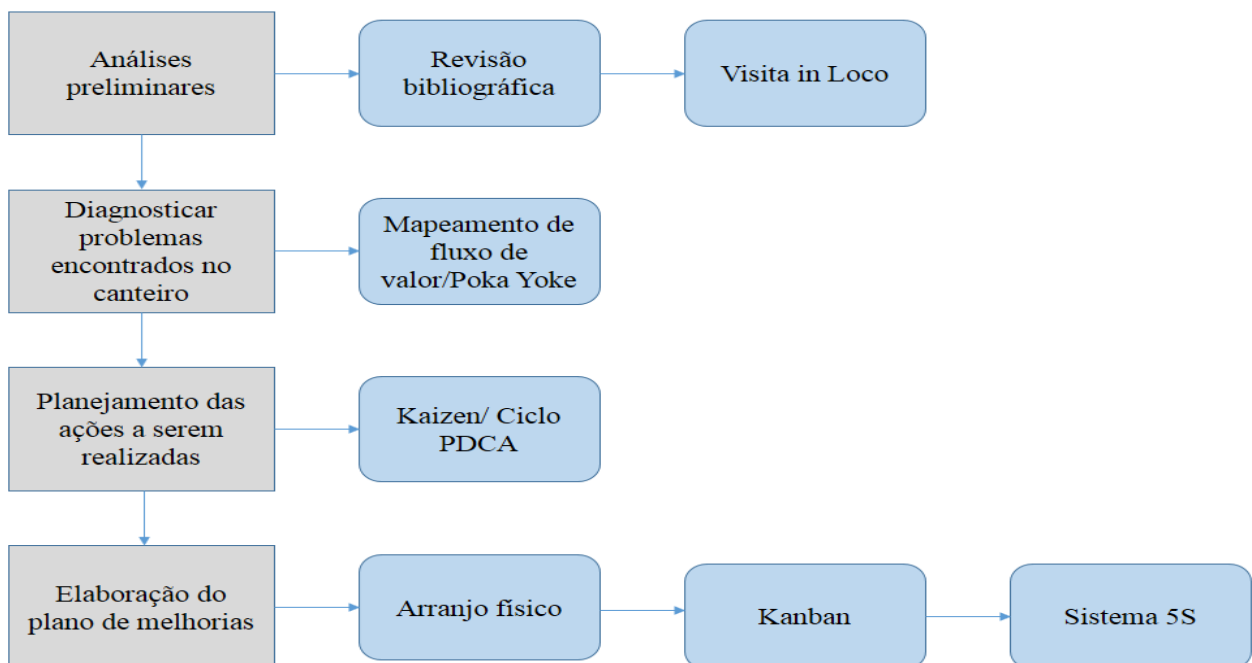
- ✓ Arranjo físico posicional: nesse tipo de arranjo físico os bens que foram processados não se movimentam entre os que foram transformados.
- ✓ Arranjo físico por processo: esse arranjo, os processos de mesmas características são localizados por agrupamento, o que facilita sua identificação de acordo com as necessidades.
- ✓ Arranjo físico celular: é um arranjo onde os produtos transformados são pré-selecionados para partes que são específicas do processamento, na qual todos os recursos utilizados na transformação e que serão necessários para atendimentos imediatos.
- ✓ Arranjo físico por produto: ele engloba localizar os recursos produtivos que transformaram por completo segundo a melhor relação do recurso que será transformado.

5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho, parte inicialmente de uma revisão bibliográfica geral sobre a implantação do lean construction dentro do setor da construção civil. Essa revisão forneceu o embasamento necessário para a identificação dos pontos suscetíveis a otimização do canteiro analisado, tornando possível a elaboração do plano lean construction alicerçados por ferramentas de gestão qualidade.

As etapas metodológicas utilizadas para a obra em análise, seguem conforme figura 07 a seguir:

Figura 07: Etapas metodológicas



Fonte: Autor, 2019.

Para a caracterização do empreendimento, foram realizadas visitas ao local a fim de verificar as condições encontradas atualmente no canteiro, desde a cultura organizacional instalada no ambiente, até a qualidade da mão de obra e disponibilidade dos recursos.

Para a concepção do mapeamento de forma efetiva dos problemas encontrados na construção, foi utilizado inicialmente o mapeamento de fluxo de valor, relacionando os efeitos que determinada causa verificada pode trazer para a obra.

De posse das causas e efeitos relacionados as atividades que não agregam valor encontradas na obra, foi possível a elaboração do Ciclo PDCA para a obra analisada, com o auxílio da ferramenta Kaizen, buscando utilizar o ciclo a fim de aperfeiçoar o processo de forma contínua, adaptando-o a mudanças ocorridas durante as diversas etapas da construção.

Com base nas etapas anteriores, foi possível elaborar um plano de lean construction para a obra analisada, utilizando as ferramentas arranjo físico, *kanban* e metodologia 5S, buscando a otimização dos processos operacionais no canteiro.

6. ESTUDO DE CASO

6.1 Santa Cruz do Capibaribe PE

O estudo foi realizado no município de Santa Cruz do Capibaribe-PE, este município está inserido na bacia do rio capibaribe, e se encontra localizado na unidade geoambiental do planalto da borborema. De acordo com o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, Santa Cruz do Capibaribe possui 87582 habitantes os quais são fixados praticamente na zona urbana da região, como mostra a figura 08.

Figura 08: Município de Santa Cruz do Capibaribe – PE.



Fonte: Google Maps, 2019.

Tal município se encontra também e conhecido como a cidade do milagre da sulanca, e está localizado a cerca de 185,7 Km da sua capital Recife, a nível estadual é a décima terceira mais populosa, décima quinta com o maior PIB e a vigéssima quinta em qualidade de vida-IDH.

6.2 A construtora do empreendimento e obra em estudo

A empresa onde foi realizado o estudo é uma construtora da cidade de Caruaru PE, Bezerra engenharia, que está no mercado de trabalho há mais de trinta anos, a mesma já entregou mais de vinte empreendimentos, e no momento está com quatro em execução e dois em estudo, onde um já está na eminência de começar. A mesma também trabalha na construção de galpões industriais.

Esta construtora contém dois proprietários (engenheiros civis) e seu corpo técnico é formado por: quatro engenheiros civis, dois arquitetos, um engenheiro eletricista, três mestres de obras, um técnico em segurança do trabalho e setenta e dois colaboradores distribuídos entre: pedreiros, carpinteiros, azulejistas, gesso, armador de ferragens, eletricistas, encanador, ajudante de obras.

A obra, objeto de estudo desta pesquisa, trata-se de um edifício residencial, Terraço Espanha, contendo trinta e quatro pavimentos e dois apartamentos por pavimento, o mesmo fica localizado na Avenida Brasil, bairro nova santa cruz, na cidade de Santa Cruz do Capibaribe- PE. A sua localização geográfica está disposta na figura 09:

Figura 09: Localização do edifício Terraço Espanha



Fonte: Google Earth, adaptado pelo Autor, 2019.

O empreendimento conta com o seguinte corpo técnico: um engenheiro civil, um mestre de obras, um estagiário, dois pedreiros, dois armadores, três carpinteiros e oito ajudantes de obras.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Identificação dos problemas diagnosticados

Durante o período do estudo de caso os trabalhos realizados foram os seguintes: locações das sapatas e pilares, concretagem dos mesmos, execução e concretagem das vigas. Os registros fotográficos da figura 10 mostram a vista frontal do canteiro.

Figura 10: Vista frontal do canteiro.



Fonte: Autor, 2019.

É possível verificar pelas imagens da figura 10 que o canteiro está protegido com barreiras físicas executadas com tapumes metálicos para evitar a entrada de terceiros, que pode ter como função evitar possíveis acidentes e problemas na construção.

No primeiro dia de visita ao canteiro de obras, onde a mesma ainda se encontrava em fase inicial, observaram-se algumas desorganizações, como pode ser visto na figura 11 percebe-se que o canteiro de obra foi instalado sem projeto e mal planejado.

Figura 11: a) acesso com obstrução, b) precariedade no alojamento, c) mas condições de higiene, d) péssimas condições dos dormitórios.



Fonte: Autor, 2019.

No primeiro contato já se observou um pequeno estoque de madeira em um local inadequado, figura 11-(a), onde as mesmas se encontravam no acesso principal aos alojamentos dos colaboradores, obstruindo a passagem e aumentando os riscos de acidentes.

Como observado nas figuras 11-(b), 11-(c) e 11-(d) os alojamentos oferecem aos colaboradores más condições de convivência em um ambiente de trabalho, o que ocasiona problemas de saúde dos mesmos, resultando na baixa produtividade. As más condições de higiene logo são detectadas, como analisado na figura 11-(c), o mictório totalmente obstruído causando mau cheiro e desconforto aos colaboradores.

Ao longo dos outros dias de visita e acompanhamento no canteiro, foi detectado uma desorganização e um grande desperdício de materiais, onde restos de materiais estavam jogados de forma totalmente desordenada, figura 12, e em locais inapropriados.

Figura 12: a) entulhos desordenados, b) ferragens misturadas aos entulhos, c) propagação do problema anterior, d) desperdícios de painéis.



Fonte: Autor 2019.

De posse das imagens da figura 12, pode-se configurar falta de planejamento, pois muita madeira que deveria está armazenada de forma correta, não está. Tais madeiras poderiam ser reaproveitadas mais vezes em outras frentes de serviço, mais o mal armazenamento além de condenar toda a madeira, também dificulta o fluxo de colaboradores no canteiro, causando atrasos na obra, e também aumentando de forma significativamente, o probabilidade de acidentes.

O material estocado e pronto para o uso como mostrado na figura anterior, está totalmente fora da RN-18, logo se encontra em uma terrível condição de armazenamento, a exempl do aço já cortado e virado para uso das sapatas estava localizado totalmente misturado aos entulhos, sem a mínima condição de armazenamento onde a oxidação já se apresentava em estágio bem avançado, conforme visto na figura 12-(b) e 12-(c). Imagens como estas nos mostram claramente a falta de planejamento, gerenciamento e ainda de responsabilidade técnica.

Identificou-se ainda que houve retirada do escoramento não concluído, causando desperdício de madeira e obstrução para o fluxo dos colaboradores, fato que ocasiona além de atraso na produtividade, também aumenta os riscos de acidentes como mostra a figura 13, pois uma grande quantidade de pregos soltos no chão e nas tabuas aumenta a possibilidade tanto aos colaboradores quanto aos visitantes.

Figura 13: a) problemas com circulação, b) resto de madeira jogado dentro do canteiro.



Fonte: Autor, 2019.

A quantidade de entulho mostrada na figura 13-(b), apresenta uma geração de resíduos considerada, onde a falta de controle na produção fica evidenciada, onde há erros e trabalhos refeitos causando atraso na obra e elevação nos custos. A figura 14 mostra o descarte inadequado de outros tipos de resíduos, bem como o alagamento das fundações.

Figura 14: a) descarte inadequado, b) alagamento nas sapatas.



Fonte: Autor, 2019.

Também foi notado que o sistema de drenagem não teve planejamento algum, onde em dias de chuva, o aço já montado para a concretagem das sapatas ficam submerso por vários dias, ocasionando de forma acelerada a corrosão do aço da estrutura. No que diz respeito ao quesito segurança, foi detectado alguns pontos onde era possível ser notado a ferragem de espera sem qualquer tipo de proteção, assim como alguns colaboradores sem uso de EPI's adequados como mostra a figura 15.

Figura 15: a) Ferragem sem proteção, b) Falta de EPIs do colaborador.

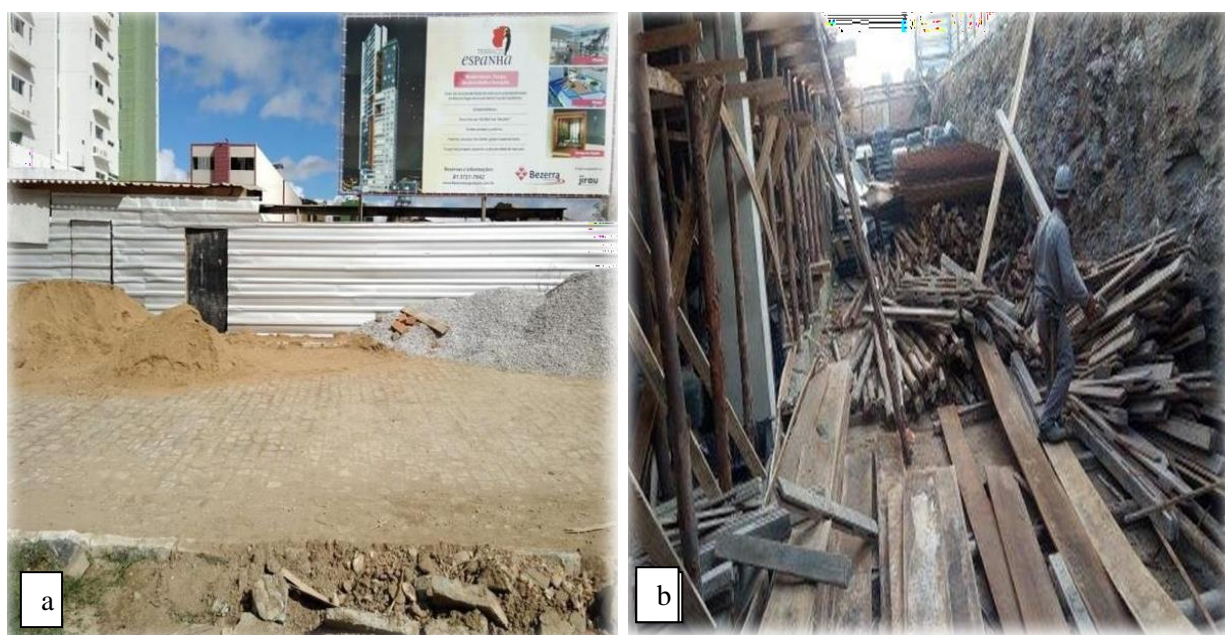


Fonte: Autor, 2019.

Como analisado na figura 15-(a), as ferragens expostas podem ocasionar acidentes, pois as mesmas estão localizados em locais onde há fluxo de colaboradores com frequência, também há outros elementos, como alguns pilares, que suas ferragens de espera estão completamente desprotegidas.

A falta de EPI representa perigo para os colaboradores, a exemplo temos um identificado na figura 16-(b) não usando as botas e nem capacete, e no local há uma grande quantidade de pregos no chão e pedaços de ferro, fator esse que aumenta a probabilidade de acidentes. Em relação ao armazenamento dos agregados, não tem baias e os mesmos são colocados em pontos não adequados, onde acaba misturando-se e também há um grande desperdício em relação ao seu espalhamento, fato mostrado na figura 16-(a).

Figura 16: a) Falta de baias para os agregados, b) Armazenamento de madeira irregular.



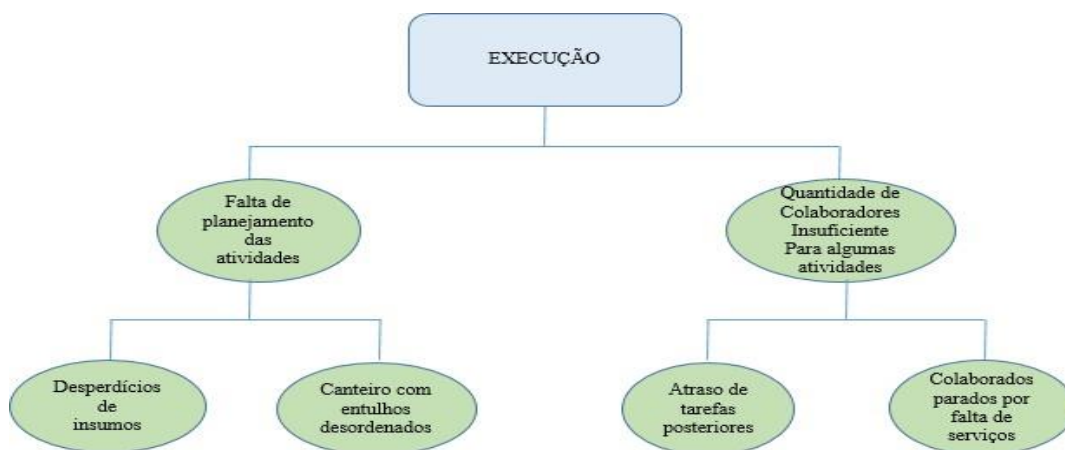
Fonte: Autor 2019.

A madeira está armazenada de forma muito desalinhada e recebendo as intempéries, estes fatores contribuem para o empenamento das mesmas, vindo a aumentar o numero de descartes mesmo antes da sua utilização.

Para o mapeamento dos diagnosticos encontrados no canteiro de obra, foi utilizado a ferramenta mapeamento de fluxo de valor, que é uma ferramenta utilizada para ilustrar, fazer análise e melhorar todo o desenvolvimento de um produto até a sua fase final.

O efeito analisado foi o da diminuição da produtividade e muito desperdício que pode estar relacionado a vários fatores. O mapeamento de fluxo de valor foi montado em função das principais variáveis do estudo que foram: execução e controle de estoque. Problemas diagnosticados em relação à execução figura 17.

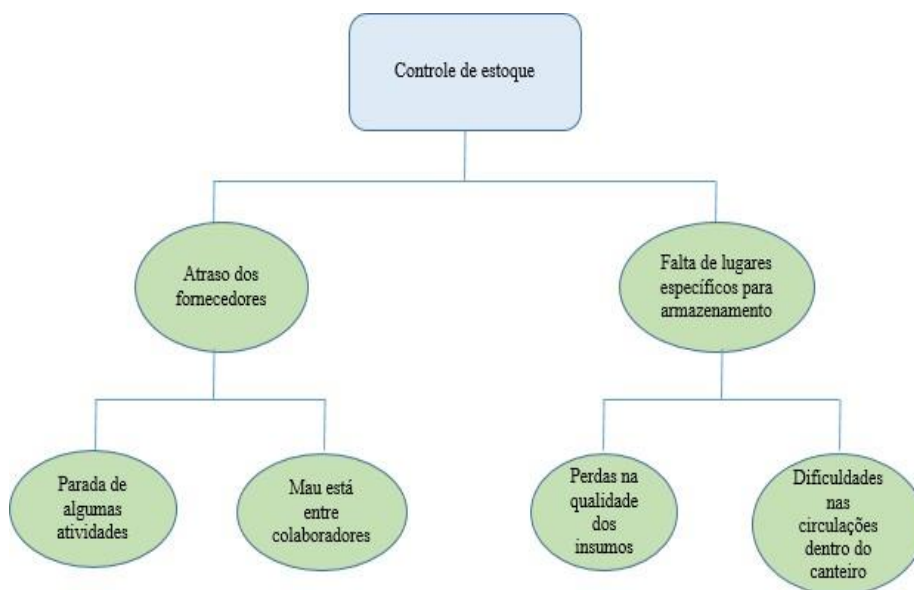
Figura 17 – Diagrama mapeamento de fluxo de valor. Execução .



Fonte: Autor, 2019.

Todos os dados obtidos para estas indentificações foram feitos através de relatórios fotograficos e conversas com os colaboradores durante um período de seis meses. Para os diagnosticos referentes ao controle de estoque, estão esquematizados na figura 18:

Figura 18: Mapeamento de fluxo de valor. Controle de estoque



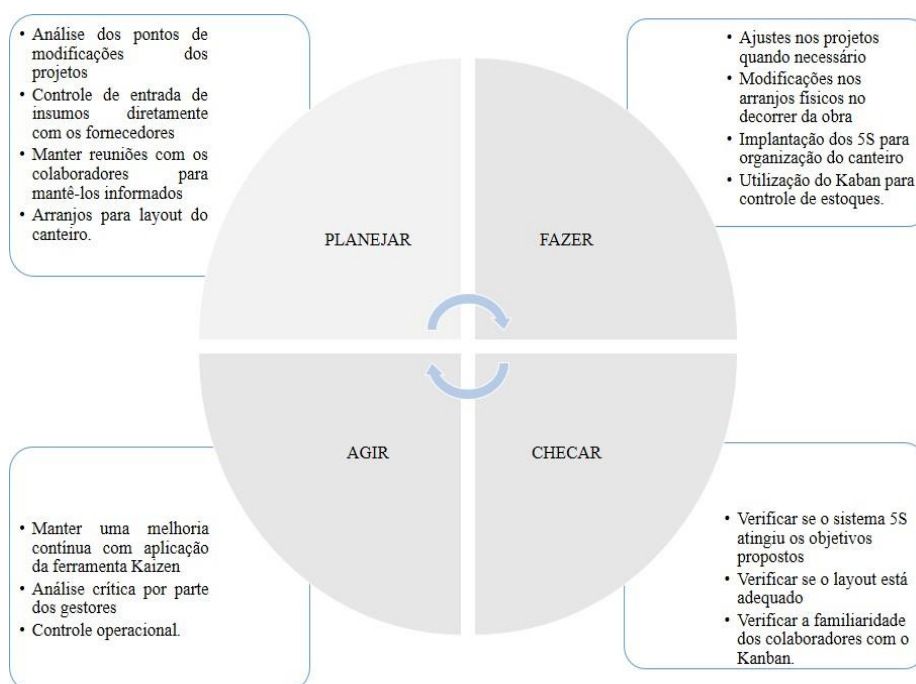
Fonte: Autor, 2019.

Para a montagem do mapeamento do fluxo de valor, foi utilizado como auxílio a ferramenta Poka Yoke, onde foram visualizadas algumas irregularidades humanas, mecânicas e todo sistema era parado antes que o problema se propagasse.

7.2 Planejamento das ações a serem realizadas

O planejamento das ações para a elaboração dos planos de melhorias contínuas tiveram início com a ferramenta PDCA e com o auxílio da ferramenta Kaizan, que segue ilustrado na Figura 19:

Figura 19: Ciclo PDCA para a obra em estudo



Fonte: Autor, 2019.

Em função do diagnóstico realizado no estudo de caso, foram planejadas ações para eliminação das causas levantadas através da ferramenta mapeamento de fluxo de valor, seguindo para a etapa de execução das ações que foram planejadas e checagem dos resultados esperados com as ações aplicadas, e conseqüentemente uma análise dos pontos que podem ser melhorados.

7.3 Elaboração do plano de melhorias

Para a adequação do projeto a ser executado, o mesmo deverá ser modelado em softwares que possibilitem a construção virtualmente, buscando encontrar pontos que não estejam de acordo com a realidade da obra. As divergências encontradas nessa fase, deverão ser comunicadas inicialmente ao escritório central, para que seja feitas as retificações no projeto, para auxiliar o andamento adequado para a obra.

7.3.1 Arranjo Físico

Em relação as observações realizadas diariamente e conversas com os colaboradores, foi detectado que o canteiro de obras não tinha projeto, então surgere-se uma conversa com o corpo técnico para que seja elaborado um arranjo físico, onde o espaço disponível seja aproveitado da melhor forma possível, de acordo com as observações foi desenvolvido um croqui com um arranjo adequado, como mostra a figura 20.

Figura 20: Proposta de arranjo físico para a obra.



Fonte: Autor, 2019.

O arranjo físico proposto terá a seguinte distribuição de acordo com a tabela 02:

Quadro 02: Distribuição do arranjo físico

1	Baias para os agregados
2	Escritório administrativo
3	Estoque para cimentos
4	Local para a betoneira
5	Armazenamento de madeira
6	Bancada para dobrar aço
7	Almoxarifado
8	Refeitório
9	Lixeiras, pias
10	Mictórios, e vasos
11	Chuveiros, banho

Fonte: Autor, 2019.

Com o novo arranjo físico espera-se uma melhoria das atividades, e os colaboradores possam circular com segurança durante suas atividades. Com a proposta de elaboração de um arranjo físico, também será proposto a adição de ferramenta da qualidade Poka Yoka, onde as irregularidades possam ser detectadas antes que toda a cadeia produtiva possa ser prejudicada.

7.3.2 Ferramenta Kanban

Durante o acompanhamento da execução da obra, foi identificado que um problema que acontecia com frequência era a falta de materiais no canteiro, o que parava as atividades do empreendimento, fator este que não deveria acontecer em um empreendimento desse porte, onde o responsável pelo almoxarifado enfrentava alguns problemas em relação a este acontecido.

A utilização do sistema kanban se encaixa em qualquer etapa que a obra esteja, desde a fundação e superestrutura, até mesmo as etapas de finalizações, entre as diversas aplicações da ferramenta, será proposto para a obra em estudo um Kanban para controle de estoque, onde seja possível a reposição de materiais no momento certo. Um exemplo de Kanban para essa obra está ilustrado na figura 21.

Figura 21: Quadro Kanban para a obra.

Kanban de estoque								
Insumo	Material em estoque							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Brita 1	Crítico	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Atenção	Folga	Folga
Brita 2	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga		
Areia	Crítico	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga	
Cimento	Crítico	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga	
Aço	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga		
M. fôrma	Crítico	Crítico	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga
M. Escoramento	Crítico	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga	
Prego	Crítico	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga	Folga	Folga
Arame recozido	Crítico	Atenção	Atenção	Folga	Folga	Folga	Folga	Folga

Legenda

Folga ■

Atenção ■

Crítico ■

Fonte: Autor, 2019.

A importância do quadro Kanban, além de manter os estoques sobre controle, proporciona a equipe de almoxarifado uma visão objetiva para realizações dos seus planejamentos em relação as atividades realizadas por eles. Sendo assim, a frente de trabalho não vai parar por conta da falta de insumo, e também em relação aos aspectos financeiros, um estoque muito grande significa muito capital parado, o que não é vantagem para a empresa, por outro lado insumo de menos poderar ocasionar parada em algumas áreas do canteiro de obras, o que gararia prejuizos para a empresa.

7.3.3 Sistema 5S.

De acordo com a análise visual e com o mapeamento dos diagnosticos realizado pelo mapeamento de fluxo de valor, foi verificado que o canteiro de obras se encontra com entulhos espalhados por diversos pontos, o que pode trazer resultados negativos a produtividade na obra, bem como possíveis riscos à segurança dos colaboradores. O sistema 5S pode trazer grandes benefícios à saúde, segurança e responsabilidade dos colaboradores, estimulando os cinco sentidos nos colaboradores, buscando um ambiente de trabalho limpo e seguro.

Para a aplicação de tal sistema no canteiro de obra, deve ser realizado de modo a dar foco na organização dos materiais espalhados pelo canteiro, é importante lembrar que como se trata de

uma obra de grande porte, esta quantidade de materiais é muito elevada, como também deve ter um foco elevado na distribuição dos itens de trabalhos em seus devidos lugares, para a implantação do sistema segue como ilustrado na figura 22.

Figura 22: Adoção do sistema 5S.

Sensos	Tomadas de decisões
Seiri (Senso de utilização)	Fazer uma separação de todas as ferramentas de trabalhos e insumos que não estão sendo utilizadas no momento. Pois na obra se encontra muito material misturado.
Seiton (Senso de organização)	Proposto uma arrumação, onde cada ferramenta e insumo terá seu local adequado de acordo com a sua utilização, porque muitos materiais são difíceis de serem localizados pelos colaboradores.
Seiso (senso de limpeza)	Realizar palestra de conscientização com os colaboradores, deixando bem claro a importância de manter o ambiente limpo, e implantar um sistema de armazenamento adequado, onde os estoques de materiais tenham seus locais bem definidos. Visto que a uma grande desorganização com os materiais no canteiro.
Seiketsu (senso de padronização)	Para esse senso, seria necessária uma classificação das áreas de riscos, e saídas de emergências, através de cores específicas para cada uma das situações.
Shitsuke (autodisciplina)	Realizar palestras com os colaboradores, onde será estimulado a auto disciplina dos mesmos, para que o sistema funcione com a maior eficiência possível.

Fonte: Autor (2019).

A situação atual da obra foi observada negativamente, sabendo que quanto mais dispersos estiverem os colaboradores, maiores atrasos ocorreram nas execuções das atividades. A implantação do 5S deve ficar sob a responsabilidade do gestor da obra e ser efetivamente colocado em prática junto à adequação do arranjo físico a ser proposto.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas empresas do ramo da construção civil ainda utilizam métodos convencionais de produção, e mostra-se resistência quando o assunto é inovação. A falta de planejamento tem desencadeado uma série de fatores tais como: baixa produtividade, atrasos de cronogramas, altos desperdícios, encarecimento e baixa qualidade no produto final.

No estudo de caso foi identificado que o sistema produtivo atual apresenta um elevado número de problemas devido ao mau planejamento e controle das atividades. A metodologia que está sendo empregada não traz pontos positivos para justificar a permanência do tal sistema de produção. Pois, problemas econômicos, atrasos no cronograma e elevado desperdício são observados constantemente, o que solidifica cada vez mais a necessidade de mudança e a adoção de uma mentalidade enxuta para o sistema de produção.

A pesquisa deixa claro e evidente a necessidade de mudanças no canteiro de obra e aplicações das ferramentas da qualidade para que a obra flua com eficiência energética. Espera-se que esta pesquisa norteie futuros gestores da construção civil para o cuidado com o planejamento e gerenciamento de obras deste setor.

Espera-se ainda, que esta filosofia seja implantada desde a elaboração dos projetos executivos, associando-se cada tarefa ao seu cronograma, até a entrega do produto final, onde como resultado esperado tenha-se um produto com um custo mais viável possível para o cliente e lucros positivos para a empresa. Assim mantendo-se estável no mercado e em condições de competitividade com as demais empresas do ramo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G. B., & Howell, G. A. (2004). **Competing construction management paradigms.** *Lean Construction Journal*, 1, 38-45. Recuperado em 02 dezembro de 2016.

BARBOSA, Adriano A. R. et al. **Contribuição da Logística na Indústria da Construção Civil Brasileira.** *Revista Cinências Exatas. UNITAU* . v. 2, n. 1. 2010.

BARROS, E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C.A. **Administração de Produção e Operações.** 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

COUTINHO, F. M. J; AQUINO, J. T. De. Os 5s Como Diferencial Competitivo Para o Sistema de Gestão da Qualidade: Estudo de Caso de Uma Empresa de Aços Longos. *Revista Gestão.org*, Recife, v. 13, n. 2, p. 333-339, 2015.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada – Um guia para estudar o sistema de produção mais poderoso do mundo.** Editora Bookman, 2008.

FORMOSO, Carlos Torres. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obra.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul- NORIE/UFRS, 2002.

GEHBAUER, F. Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica, Brasil – Alemanha. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

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

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

LEXICO LEAN **Glossário Ilustrado para praticantes do pensamento lean**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LIKER J.K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey K; MEIER David. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso**. Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MANN, D. **Creating a lean: tools to sustain lean conversions**. New York: productivity Press, 2005.

MARCHWINSKI, Chet; SHOOK, John. **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. 2. ed. São Paulo: Compilado pelo Lean Enterprise Institute, 2007.

MOURA, R. A. **Kanban – a simplicidade do controle de produção**. 4ª ed., São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materias, IMAM, 1996.

PALADINI, E. P. **Gestão Estratégica da Qualidade: princípios, métodos e processos**. São Paulo: Atlas, 2013.

PEINADO, J.; GRAEML, A.R. **Administração da Produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROSSETTI, Eraidia K. et al. Sistema Just in Time: Conceitos Imprescindíveis. Revista Qualit@s.v. 7, n. 2. 2008. Disponível em: <
<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/viewFile/268/232>>

ROTHER, M., SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. São Paulo: The lean Enterprise Institute, Inc. 2003.

SANTOS, Carlos A. **Produção enxuta: uma proposta de método para introdução de uma empresa multinacional instalada no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – programa de pós graduação em Engenharia Mecânica, departameto de engenharia mecânica Da universidade estadual do Paraná, Curitiba 2003.

SARCINELLI, Wanessa Tatiany. **Construção Enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SAYER, A. & WALKER, R. **The New Social Economy: reworking the division of labor**. Cambridge, Massachusetts, Oxford. Blackwell, 1992.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**; trad. Eduardo Schaan, 2º edição – Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TEIXEIRA, LP ; CARVALHO, F.M.A A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento - IPARDES**, Curitiba: PR. n. 109, jul/dez, 2005.

WOMACK, J.P; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas. Elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de janeiro: Campus, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas Lean Thinking**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.