

**Felipe Manoel Sampaio da Silva**

UNESA

**Blenda Furtado da Costa**

UNESA

**Mischelle Paiva dos Santos**

UNESA

## RESUMO

A construção civil é responsável pelo uso de 40 a 75% da matéria prima produzida no planeta, e administrar essa matéria prima de forma eficaz e eficiente é dever das construtoras e dos seus responsáveis técnicos, o desperdício de insumos impactam diretamente nos custos do produto e por consequência na natureza, devido a isso as incorporadoras e construtoras principalmente as maiores vem investindo de forma considerável em sistemas que evitem o desperdício de materiais e aumentem a produtividade dos seus colaboradores, entre esses sistemas o *lean construction*(construção enxuta) é o que vem sendo mais aplicado. Com a intenção de aumentara eficiência e a produtividade na construção civil, afim de levar a níveis considerados satisfatório, surge o *lean construction*, uma adaptação do *lean production*. técnica voltada integralmente para produção e controle de estoques de matéria prima, o *lean* visa eliminar o que não acrescenta, cortando o que não agrega valor para a construção e principalmente na otimização do tempo, o *lean* visa absorver o que de melhor os colaboradores têm para oferecer, para isso, utilizam de ferramentas como o *kanban* para estimular a construção puxada e a padronização dos serviços, assim aproveitando ao máximo o tempo e as matérias primas. O objetivo deste trabalho é fazer o estudo de como o sistema *lean construction* pode ser útil e eficaz nas empresas de construção civil.

**Palavras-chave:** construção enxuta; sistema Toyota de produção; redução de perdas; produtividade.

## INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor de muito impacto social, setor onde abriga aproximadamente 7% de todo o PIB nacional. Outra parte social importante da construção é a questão das habitações, segundo o IBGE (2016-2019) o déficit habitacional no Brasil no ano de 2019 chegou ao número de 5.876.699 milhões de moradias, com isso surge a necessidade da construção

de novas unidades habitacionais. Desta forma a previsão para os próximos anos é de que o Brasil se torne um verdadeiro canteiro de obras, com grande número de construções voltadas para a habitação.

Em paralelo a esse cenário otimista para a construção civil os preços do insumo para a construção aumentaram de forma considerável, e a mão de obra vem ficando cada vez mais escassa, não acompanhando a quantidade de obras do setor, tornando assim a mão de obra mais cara do país. No ano de 2021, alguns materiais como fios e cabos chegaram a subir mais de 80%, o preço das estruturas metálicas chegou a um aumento de 50%, dos pisos, cimentos e tintas houve um aumento de 20%, isso refletiu no aumento de 25% dos custos no final da obra. (G1GLOBO, 2021).

Segundo a *Constructapp (2016)* a construção civil é responsável pelo uso de 40 a 75% da matéria prima produzida no planeta, e administrar essa matéria prima de forma eficaz e eficiente é dever das construtoras e dos seus responsáveis técnicos. O desperdício de insumos impacta diretamente nos custos do produto e por consequência na natureza.

Devido os cenários descritos acima, surge a necessidade de um pensamento mais enxuto, pois a demanda da construção e os preços de insumos serão aumentados de forma significativa, e o profissionalismo e a padronização dos serviços serão cada vez necessários nos canteiros de obra, pensamentos que começaram a ser estudados desde 1992, por Lauri Koskela.

Devido os desperdícios e falta de padronização, Koskela (1992), intensificou seus estudos para a introdução da filosofia *lean* na construção civil. A partir disso, surge o *Lean construction*, uma adaptação do *lean Thinking* (proveniente do sistema Toyota de produção) nas necessidades dos processos construtivos. Esse modelo inicialmente fabril foi estendido as demandas da construção civil, através de ferramentas (principalmente o uso de *kanban*) adaptadas para a construção civil.

## JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO TEMA

Devido esse cenário de aumento da demanda de construções e proporcionalmente dos preços de matéria-prima e mão de obra, a filosofia *Lean construction* vem como aliada das construtoras em Geral. Com isso, o processo de otimização de mão de obra e de materiais, será cada vez mais necessário para conseguir manter os preços competitivos e manter as margens de lucro atrativas para investidores e construtores.

Sarcinelli (2008) aponta que a evolução da metodologia rudimentar que as obras são realizadas na maioria das vezes, precisam começar a ser regidos por um pensamento mais enxuto de construção, para diminuir perdas. Acredita-se que esse será o diferencial e credenciará para que o setor imobiliário alcance níveis estáveis.

Sendo assim, o tema abordado é de grande relevância por sua atual aplicação no mercado da construção civil a fim de obter novas oportunidades de crescimento tecnológico aliado ao *Kanban*, no controle de materiais.

A indústria da construção civil, conforme abordado anteriormente é uma das indústrias mais importantes para o país com isso, surge a necessidade de cada vez mais se otimizar e padronizar seus serviços, a fim de diminuir o uso excessivo e desnecessário de insumos para a construção, assim aumentando a margem de lucro e principalmente agredindo menos ao meio ambiente.

Este trabalho através do mapeamento do mercado quanto as necessidades da construção civil e pesquisas bibliográficas de diversos sites e artigos que abordem o tema da construção enxuta, tem como objetivo identificar métodos de melhorias para construção civil através do pensamento enxuto.

Apesar da construção civil abrigar cerca de 7,5 % de toda a mão de obra nacional e ser uma das indústrias mais importantes para o Brasil, a falta de avanços no seu modo de produção ainda é uma problemática (IBGE, 2019). De acordo com Zuffo (2002), o ramo da construção civil é um dos setores menos avançados tecnologicamente e ainda com práticas antigas e tradicionais, com poucos estudos buscando sua melhoria.

Devido a indústria da construção civil ainda não estar acompanhando as outras tecnologicamente, as construtoras em geral, acabam utilizando métodos tradicionais e retrógrados, assim gerando desperdícios e onerando a obra.

Desta forma surge a necessidade de novas práticas na engenharia civil, práticas essas que agreguem valor a obra e evitem desperdícios. Dessa forma surge a inquietação de como os processos referentes as obras podem melhorar e de como diminuir os atrasos neste setor.

Considerando a necessidade de novas práticas na engenharia civil, que agreguem valor a obra e evitem desperdícios, surge a inquietação de como os processos referentes as obras podem melhorados e de como é possível diminuir os atrasos neste setor. Nesse sentido, Koskela no ano de 1992, mapeou os desperdícios do setor e começou o desenvolvimento da filosofia enxuta na construção civil.

Conforme cita Ohno (1997) o Lean Construction é um ajuste do Toyotismo aplicado nas carências da construção civil, o pensamento enxuto nas obras, focadas atividades que agregam valor ao produto e visam zerar os desperdícios. Esta filosofia tem aplicações na gestão de estoque, gestão da produção (Just In Time), layout de canteiro favorável e ergonômico e a sua implantação integral proporciona um nível de excelência e economicidade as empresas.

Este trabalho tem como principal objetivo analisar como a filosofia *lean construction* pode auxiliar no aumento de produtividade e eficiência no uso de insumos e matéria-prima quando aplicadas no setor da construção. Exemplificar e explicar os conceitos da construção enxuta, a fim de tornar mais claro para o público de como esta filosofia pode ser importante na construção civil e ao meio ambiente.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Realizar um levantamento bibliográfico sobre o tema;
- Observar os impactos da filosofia *lean* na empresa estudada;
- Observar os resultados da aplicação do conceito *lean* na empresa referenciada.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo é realizada uma revisão bibliográfica dos principais assuntos referentes ao *lean construction*. É realizado uma espécie de linha do tempo que mostra a evolução da produção, passando pela era do artesanato, taylorismo, fordismo e finalmente a aplicação da filosofia *lean* nas necessidades da construção civil.

## PRODUÇÃO ARTESANAL

O ser humano, por ter a necessidade de se alimentar e se vestir, vem desde os primórdios criando métodos criativos para a produção, visando a facilitação de sua vida e de sua família. Essas atividades foram evoluindo e logo se tornou um meio de comércio, surgindo assim os denominados artesãos, que tinham habilidade na produção de um produto e trocavam esses produtos por moedas ou algo de valor.

Segundo Albornoz (2000), no modelo artesanal, os artesãos dominavam todo o ciclo da produção de um bem ou serviço, realizando todo o processo de forma solitária ou com o auxílio de ajudantes.

Os artesões acompanham a fabricação de um determinado produto em todos os seus detalhes, desde a aquisição e preparação da matéria-prima até o acabamento e entrega do produto. Sem divisão do trabalho a produção é de caráter familiar sendo o artesão o proprietário da oficina e ferramentas. Os produtos eram feitos sob medida e atendia exatamente a necessidade do cliente (PINHEIRO, 2018).

De acordo com Womack, Jones e Roos (1992), o grande complicador que a produção artesanal enfrentava era a ausência de confiabilidade nos produtos que eram elaborados, isto é, os produtos fornecidos neste modo de produção não conseguiam atingir a qualidade nos produtos, isto ocorria em função da ineficiência dos testes que comprovassem a qualidade e durabilidade dos meios de produção.

Na figura 1, apresenta uma família exercendo o trabalho de manufatura em sua casa, que demonstra um exemplo de produção artesanal familiar.

Figura 1 - Produção artesanal.



Fonte: Braick, Patrícia Ramos (2011).

## REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Devido ao rápido crescimento populacional e a migração do homem do campo para a cidade, a revolução industrial começa com a mecanização da indústria têxtil na Inglaterra a partir de 1760 (CAVALCANTE, 2011).

Segundo Silva e Cavalcante (2011), a revolução industrial, foi a grande responsável do sistema capitalista, isto é, passou do sistema de capitalismo comercial para o industrial, reafirmando a relevância deste movimento na sociedade.

De acordo com Cavalcante (2011), devido ao grande êxodo rural que ocorria na Inglaterra, concentrou uma grande população nas cidades, essa grande concentração se aliou ao início do desenvolvimento industrial, o que propiciou o início da integração homem e máquina, aumentando assim a produtividade no chão de fábrica e mudando o comportamento social. A partir da revolução, os artesãos tiveram que se adaptar ao ritmo intenso das fábricas, com isso novos modelos políticos e sociais começaram a surgir.

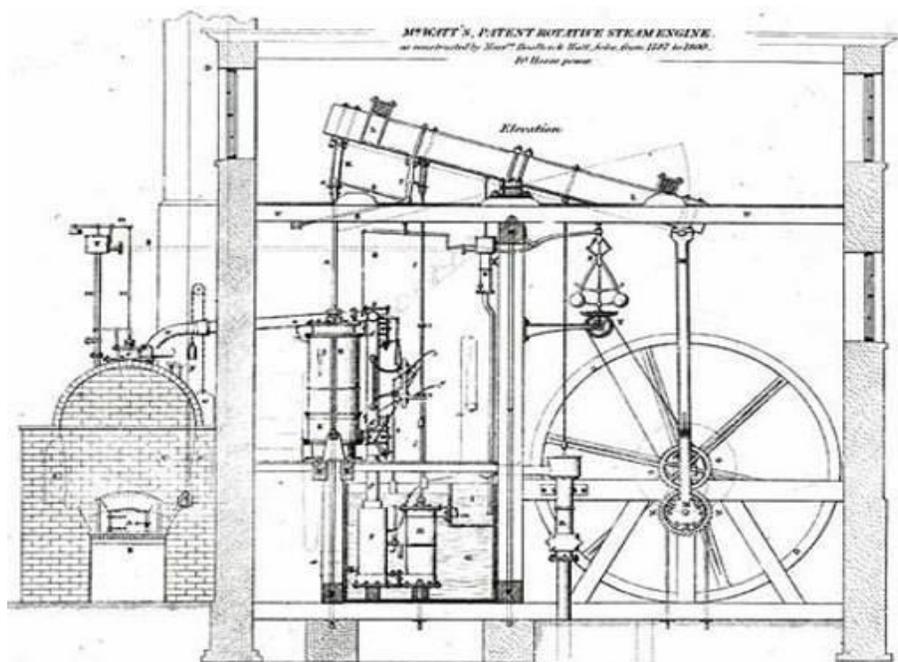
A primeira grande revolução na indústria se deu devido a criação e aprimoramento da máquina a vapor, máquina na qual impulsionou as fábricas de produção de tecido e a urgência da construção da malha ferroviária, tendo como o primeiro país a aderir a Inglaterra e logo após diversos países da Europa seguiram o mesmo caminho (DATHEIN, 2003).

É fascinante, como a revolução industrial mudou a vida das pessoas daquela época e como até hoje seus reflexos continuam transformando o nosso dia a dia com a revolução tecnológica (SILVA E CAVALCANTE, 2011).

Na figura 2, um exemplar de máquina a vapor presente na revolução

industrial.

Figura 2 - Máquina a vapor.



Fonte: Pai da revolução industrial. Historiazine, 2021. Disponível em: <https://www.historiazine.com/2020/03/o-pai-da-revolucao-industrial.html>. Acesso em: 20 de setembro de 2021.

## OS PENSAMENTOS DE TAYLOR (TAYLORISMO)

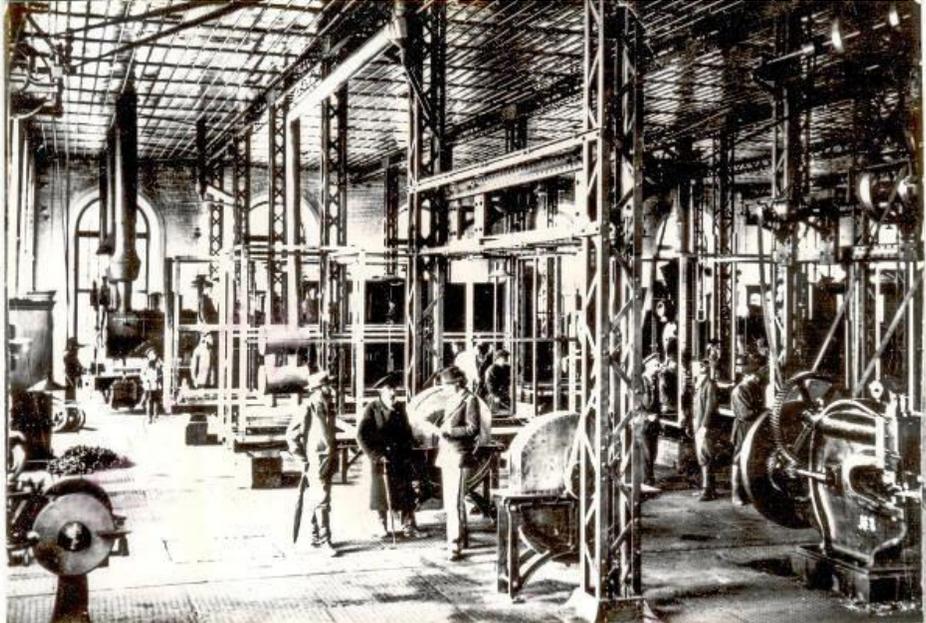
As grandes mudanças provocadas pela revolução industrial fizeram surgir a necessidade da implantação de um novo modelo de produção: Taylor propôs um novo modelo que focava na padronização de serviços e trabalho extremamente setorizado e especializado, cada colaborador tinha uma única função e exercia ela

repetitivamente, assim aumentando de forma considerável o rendimento e por consequência a diminuição do tempo para exercer as tarefas (PEREIRA, 2012).

Segundo Alencar e Ota (2011), a aplicação do Taylorismo teve como motivação a organização do layout dos setores da indústria, seus objetivos eram voltados para uma produção mais enxuta, setorização do trabalho, remuneração por unidade produzida e o foco na especialização do colaborador.

A figura abaixo, demonstra como se deu a setorização referida por Taylor.

Figura 3 - Setorização de Taylor.



Fonte: Sousa, Rafaela (2021).

## OS PENSAMENTOS DE HENRY FORD (FORDISMO)

O fordismo, como é costumeiro citar os trabalhos de Henry Ford, foi um movimento que consistiu em inovações tecnológicas e econômicas caracterizada pela produção em massa. Com o fordismo a divisão do trabalho foi ainda mais intensificada, com a criação das esteiras rolantes, a parcialização das tarefas, controle do tempo ocioso através de dispositivos eletrônicos, submetia o operário ao ritmo das máquinas (ALENCAR e OTA, 2011).

Segundo Capitalresearch (2020), o Fordismo foi utilizado a nível mundial nas indústrias, principalmente entre 1920 e 1970. O Fordismo tinha como principal objetivo a produção em massa, produzir cada vez mais, em menor tempo e com o menor custo, para que isso se tornasse viável, Henry implementou a linha de montagem, padronizou os serviços e automatizou ainda mais a produção através das esteiras, que levavam o material até o colaborador, e lá realizava o seu serviço especializado.

O Fordismo foi responsável por retirar do chão de fábrica toda produção artesanal, assim automatizou todo o processo industrial, estabelecendo padrões nos seus automóveis onde todos tinham o modelo T e introduziu máquinas responsáveis por cortar as ferragens dos veículos, diminuindo assim a chance de erro. Ford também implantou em sua produção uma esteira rolante que levava o material a ser trabalhado até o operário, diminuindo assim o tempo de transporte (MATIAS, 2021).

Na figura 4 expõe uma esteira rolante, uma inovação da produção fordista e aplicada até hoje.

Figura 4 - Esteira de Ford.



Fonte: Matias, Átila (2021)

## **SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (LEAN MANUFACTURING)**

O pensamento enxuto começou a ser implantado pela montadora de carro Toyota no século XX, como uma forma revolucionária na montagem de carros. O sistema Toyota tinha como principal propósito a fabricação de carros com um nível de qualidade satisfatório e redução de custos consideráveis, para alcançar esses objetivos, visavam eliminar os desperdícios (SCHLUNZEN JUNIOR, 2003).

Corrêa (2004), aponta que o fracasso do Japão na Segunda Grande Guerra Mundial em 1945, acarretou o reinício da Toyota. Devido aos atributos internos do mercado japonês, a instituição sentiu como urgência a reestruturação do seu modo de produção.

A Montadora Toyota aproveitou a linha de montagem fordista, e aprimorou com práticas como a produção puxada conforme a necessidade do cliente, fluxo contínuo e fluxo puxado um a um (JUSTA, 2009).

Azevedo et. al. (2008) afirma que o sistema Toyota de Produção tem como principal meta a eliminação total dos desperdícios, tendo como base

o Just-in-Time e a automação dos processos. O Just-in-time significa que a produção de um produto somente sob a demanda e no momento necessário. A automação significa separação do trabalho humano e trabalho da máquina.

## IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

Taiichi Ohno identificou os sete tipos de desperdícios na produção a serem eliminados: Desperdício por espera - Tempo de espera para recebimento de materiais, mão de obra ou informações; Desperdício por defeito - produto fora das especificações técnicas solicitadas; Desperdício por Transporte - transporte de materiais ou produtos que não agregam valor; Desperdício por Movimentação - movimentação de pessoas que ocorrem de forma desnecessária por falha no layout do local de produção; Desperdício por Excesso de Estoque - grande concentração de matérias primas em estoque; Desperdício por excesso de produção - produção além da demanda necessária pelos clientes; Desperdício por super processamento - ocorre devido a falta de padronização dos serviços, assim alguns serviços que não agregam valor acabam sendo realizados (SARCINELLI, 2008).

## ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

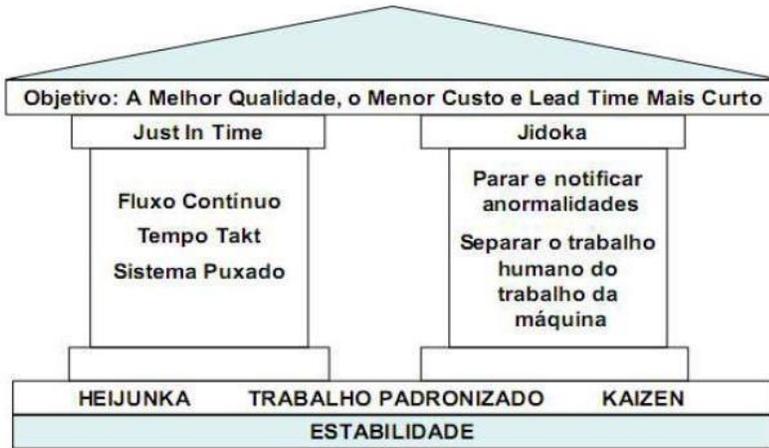
Devido a identificação destes desperdícios, foi desenvolvida uma estrutura para que eliminasse de forma total estes desperdícios, esta estrutura desenvolvida tem como seus dois pilares o Jidoka e O *Just in time* (JIT).

Segundo Abdumouti (2015), Jidoka é a automação das linhas produções das linhas de produção a ponto de que sejam paradas de forma eventual quando surge alterações (defeitos) na linha de produção, defeitos como: mal funcionamento das máquinas, problemas na qualidade ou de trabalho atrasado. Essas paradas podem ser solicitadas pelos funcionários ou pelo sistema da própria máquina. Visa a prevenção de produzir materiais defeituosos e assim somente produtos com a qualidade verificada é passado para a outra fase de produção.

Sarcinelli (2008), afirma que o JIT é resumidamente como o material certo, na hora certa e na quantidade certa, é produzir conforme a demanda do cliente, o JIT inverteu a ordem do processo produtivo, os clientes que passaram a ser a ponta do processo produtivo e a puxar toda a cadeia produtiva. Para a funcionalidade do Just in Time, foi desenvolvido o *Kanban*, que tem como significado quadro de sinalização. O *Kanban* é uma forma de controle e de gestão visual, através de caixas, cartões, pastas, com o intuito de sinalizar o que deve ser realizado e as demais especificidades.

Na Figura 5 é possível observar a estrutura do Sistema Toyota de Produção (STP).

Figura 5 - Estrutura STP.



Fonte: Mota e Alves (2008)

## INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Sarcinelli (2008) define a Construção civil como um dos principais ramos de influência socioeconômicos do Brasil. Mesmo a construção civil sendo um dos setores mais relevantes socialmente, a construção civil ainda apresenta uma série de problemas que influenciam negativamente os empreendimentos desde a fase projetos até a execução da obra.

## A IMPORTÂNCIA SOCIAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo o IBGE (2019), a construção civil concentra 7,30% de todos os empregos no Brasil, empregos gerados de forma direta e indireta.

O setor da construção está em constante crescimento devido à alta demanda de construções de residências, estradas e comércios. Em razão disso ações focadas no setor da construção são essenciais no desenvolvimento econômico nacional (SANTO et al 2014).

A tabela abaixo, demonstra o quantitativo de mão de obra nacional, aplicada na construção civil.

Tabela 1 - Mão de obra empregada na construção civil.

Ano	Pessoas Ocupadas		Participação Relativa da Construção Civil na População Ocupada Total (%)
	Brasil	Construção Civil	
2000	78.744.515	5.579.533	7,09
2001	79.340.589	5.603.994	7,06
2002	82.416.557	5.851.946	7,10
2003	83.770.062	5.652.633	6,75
2004	87.942.470	5.862.069	6,67
2005	90.538.826	6.135.556	6,78
2006	93.049.796	6.201.572	6,66
2007	94.551.694	6.514.359	6,89
2008	95.720.196	6.833.562	7,14
2009	96.559.173	7.229.909	7,49
2010	98.116.218	7.844.451	8,00
2011	99.560.157	8.099.182	8,13
2012	100.960.268	8.578.192	8,50
2013	102.537.398	8.808.155	8,59
2014	105.472.678	9.149.114	8,67
2015	101.955.076	8.639.884	8,47
2016	100.362.394	8.033.881	8,00
2017	101.617.954	7.692.147	7,57
2018	104.340.275	7.617.875	7,30

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 2019.

## O HISTÓRICO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme aborda Lorenzon; devido à baixa produtividade e o alto custo, a construção civil sempre foi alvo de críticas. Estudos relatam que até a década de 1980, havia um grande quantitativo de obras públicas e poucos requisitos referentes qualidade das construções. Neste contexto, os clientes não eram habituados a exigir os padrões de qualidade mínimos e com isso as empresas da construção civil conseguiram altos lucros, pois os custos da obra eram facilmente repassados ao produto. E por isso o setor não sentia a necessidade de incluir novos materiais e métodos construtivos, ficando atrasado em relação aos demais setores (MARTINS, 2006).

Os desperdícios de materiais nas obras não estão concentrados apenas nos insumos e matéria-prima, há também um elevado desperdício de mão de obra e é um desperdício que precisa de atenção, tendo em vista que o custo de mão de obra ocupa entre 30 e 40% na produção.

Em um estudo realizado na Inglaterra, pelo *Building e Research Station*, no levantamento de um total de 172 casas, onde foi implantado princípios de racionalização, obteve-se que cerca de 1/3 do tempo da obra era desperdiçado em tarefas que não agregavam valor a construção (GRAZIA, 1988).

## AS DIFERENÇAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COM O SETOR DE MANUFATURA

Sarcinelli (2008), configura a indústria construção civil como atrasada em relação as outras indústrias principalmente em relação aos processos produtivos e na gestão.

O setor construtivo, possui diversas características diferentes do setor demanufaturas. Essas características segundo Meseguer (1991) são:

1. Produção centralizada. Na construção civil os operários que se movem em torno do produto que fica fixo.
2. Grande quantidade de mão de obra não qualificada. Devido ser um setor que produz empregos temporários e com poucas chances de promoção, assim não motivando seus colaboradores.
3. Produção a céu aberto
4. Falta de clareza nas funções de cada colaborador.

O setor de orçamentos e planejamento é menos preciso que em relação as outras indústrias.

O quadro abaixo apresenta as principais diferenças entre o setor demanufatura e o da construção civil

Quadro 1 - Diferença entre a indústria de manufatura e construção civil.

Característica	Manufatura	Construção
Projetos	os projetos resultam na produção de produtos com grandes quantidades e variedade relativamente pequena	Os projetos resultam na produção de um produto singular, geralmente único, com grande variedade e pequena quantidade
Local de produção.	Na fábrica, onde podem ser produzidos múltiplos produtos	No canteiro de obras, onde é produzido somente um produto. A produção de um novo produto exige uma nova "fábrica" (canteiro de obras)
Fluxo de produtos	O produto vai fluindo e tendo seu valor aumentado ao longo da sequência das operações	Os trabalhadores e recursos se movem para agregação de valor, mas o produto permanece estacionado
Processos	Discretos e, em sua maioria automatizados	Prioritariamente manuais. A automação existente visa auxiliar os trabalhos dos colaboradores ao invés de substituí-los
Tempo de produção	Curto prazo (minutos, horas, dias e semanas)	Longo prazo (meses e anos)

Fonte: Guimarães & Guimarães (2016).

## **PENSAMENTO *LEAN* NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

A falta de estudos e materiais da área acadêmica em relação a aplicação da filosofia *lean* na construção civil, motivou Koskela (1992) a criar um novo parecer, que aplicava as características da produção enxuta na realidade das construções e reformas. Assim surgiu a filosofia da construção enxuta.

## **OBJETIVOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

Com o passar dos anos e com acesso mais fácil a informação, o padrão de exigência dos clientes evoluiu, e o padrão de construir teve que se adaptar à nova realidade, um dos principais conceitos da construção enxuta é focar no que agrega valor ao cliente, diferentemente dos padrões construtivos anteriores que o foco era apenas o lucro da instituição.

Segundo Koskela (1992) citado por Sarcinelli (2008), os principais princípios e objetivos da construção enxuta são:

- Reduzir a quantidade de atividades que não agregam valor ao cliente;
- Enfoque nas atividades que agregam valor ao produto e ao cliente;
- Padronizar os métodos construtivos;
- Reduzir a quantidade de atividades, a fim de otimizar o tempo;
- Aumentar a transparência dos processos;
- Focar na melhoria contínua;
- Realizar benchmarking.

## **FERRAMENTAS PARA UMA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

Para auxiliar na aplicação da filosofia *lean*, faz-se necessário o uso de ferramentas criadas ou adaptadas para a construção civil, e as mais citadas na literatura são:

- *Kanban*;
- Arranjo físico;
- *Heinjuka*;
- *Kaizen*;
- Mapa fluxo de valor;
- Operador polivalente;
- BIM.

## KANBAN

Segundo Costa et al. (2008), a ferramenta *kanban* foi desenvolvida pela empresa Toyota, com o objetivo de simplificar e otimizar as atividades de programação, gestão e controle. Ou seja, dar funcionalidade ao Just in time.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2005), A palavra *kanban* tem como país de origem o Japão, que tem como significado cartão visual, esta ferramenta controla a transferência de material de uma fase para a outra de operação.

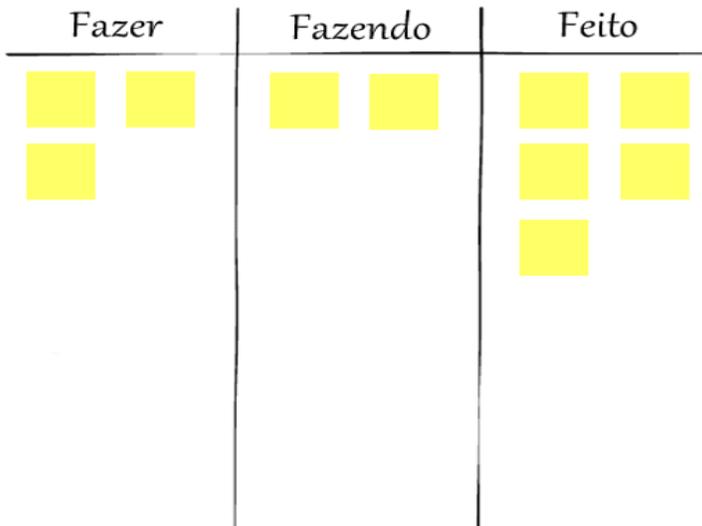
De acordo com Correia (2007), o uso desta ferramenta, ajuda na movimentação de materiais e serviços, evitando que haja pausa na produção, gerando desperdícios de tempo e de custos.

Os *kanbans* mais utilizados na construção civil são: *kanban* de estoque e de produção.

- *Kanban* de produção: Tem como principal objetivo a gestão de atividades, na construção civil esta tipologia facilita a gestão visual do andamento da obra, assim é possível observar onde estão alocados os materiais de obra, recursos humanos e os próximos passos da obra, assim proporcionando uma construção puxada, onde uma atividade puxa a outra.

Na Figura 6, um exemplo de *kanban* de produção que pode ser aplicado na construção civil.

Figura 6 - *Kanban* de produção.

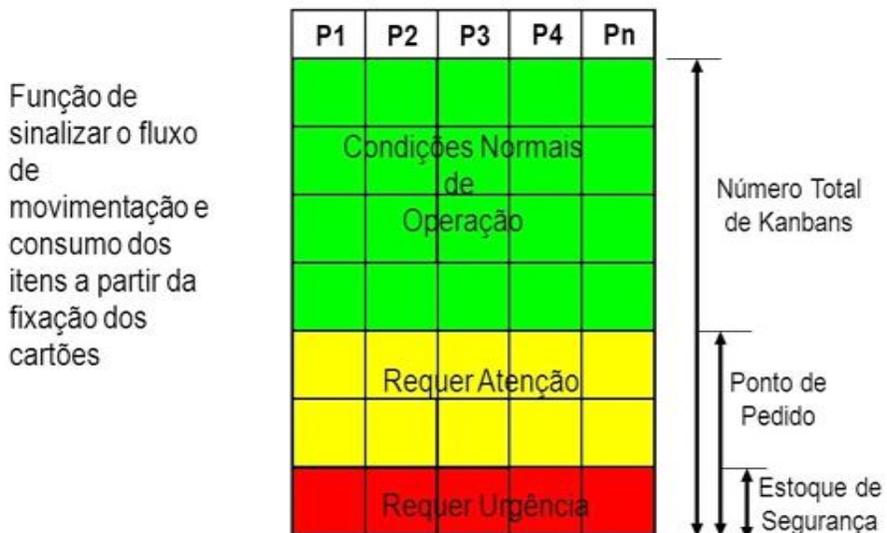


Fonte: Kleber, Bernardo (2014)

- *Kanban* para gestão de estoque: Segundo Giancesi & Biazzini (2002), O *kanban* deve ser uma ferramenta do cotidiano dos gestores de produção, pois facilita a visualização do estoque de forma simplificada e assim evitando desperdícios.

A figura abaixo mostra um exemplo de *kanban* do funcionamento de um *kanban* na gestão de estoque.

Figura 7 - *Kanban* de estoque.



Fonte: Tubino, Dalvio Ferrari (2009)

## ARRANJO FÍSICO

Um bom layout de canteiro de obras ajuda a manter a organização, fluidez e a segurança da obra na questão ergonômica. O canteiro de obras é uma das partes da obra mais negligenciada no planejamento de obras, no geral o dimensionamento do canteiro é feito sem estudos e sofrem mudanças de acordo com os problemas que vão surgindo na execução da obra, assim não respeitando questões econômicas e principalmente ergonômicas, gerando retrabalhos e acidentes (MELO, 2008).

Segundo Filho (2011), o projeto e execução de um canteiro de obras de forma assertiva, otimizam a obra, como por exemplo, a diminuição do trajeto entre os postos de trabalho, diminuindo assim o desperdício do tempo

e recursos em decorrência desta movimentação entre atividades. E a elaboração do canteiro deve ser feito através de estudos das várias fases da obra, devido a isso pode ocorrer mudanças no decorrer das atividades. Ele precisa ser realizado de forma que defina as dimensões dos trabalhos que serão realizados nele, e que seja planejado para que haja mudança para toda fase da evolução da obra, assim facilita o desenvolvimento da obra, gerando economia e principalmente segurança para os colaboradores da obra (FERREIRA, 1998).

Os principais pontos para a elaboração do canteiro são: Economia em movimentos que possam ser evitados, disposição corretas de materiais e principalmente a segurança de seus colaboradores.

## **HEINJUKA**

Conforme aborda Sacks e Gehbauer (2010), os sistemas de informação tem como objetivo o melhoramento dos processos produtivos, assim mapeiam os itens que não agregam valor a construção e com isso reduz tempo e o gasto indevido de insumos.

Heinjuka é a produção nivelada de acordo com a sequência de pedidos, assim permitindo que a produção consiga atender as necessidades do cliente de forma eficaz e eficiente. Para realizar esse nivelamento de volume na produção é realizado um cálculo do quanto se precisa para atender as demandas, dividido pelo tempo, alcançando assim uma média diária de produção, e de acordo com Ghinato (2000) esta programação permite a combinação de itens distintos de forma que garanta a continuidade da produção (BORBA, 2002).

## **FLUXO DE VALOR**

O mapeamento do fluxo de valor, é uma ferramenta qualitativa que consistena captação de informações das necessidades do cliente, para assim identificar o que agrega valor ou não ao produto, facilitando a elaboração do plano de ação o foco nas atividades que agregam ao cliente, otimizando tempo e custos. (ROTHERE SHOOK, 2003).

Segundo Tommelein (1998), um dos grandes problemas da construção civil é a falta de comunicação, seja entre contratante colaboradores, ou cliente e construtor, assim acaba não havendo uma organização conjunta e como não há um contato claro, algumas atividades que não agregam valor acabam sendo realizadas.

O uso de ferramentas para o mapeamento do fluxo de valor, pode ser um grande avanço para a construção civil, pois facilita a visualização do fluxo de valor, assim ajudando o mapeamento do que agrega ou não valor para a obra (REIS,2004).

## **KAIZEN**

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa melhoria contínua, este melhoramento aplicado no trabalho, tem como objetivo provocar uma melhora contínua com o envolvimento global da organização, sejam os colaboradores ou os administradores, ambos em busca da criatividade para melhorar continuamente. (WERKEMA, 2006).

O desenvolvimento de um kaizen, tem como objetivo a estruturação de um projeto de melhoramento contínuo, é realizado pelos colaboradores inclusos no projeto, visando especificamente os trabalhos que estão sendo feitos, a fim de atingir o objetivo do projeto. (DOOLEN e al., 2008)

## **BUILDING INFORMATION MODELING OU MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO (BIM)**

O BIM é um conjunto de softwares que permite o gerenciamento das informações de forma digital, compartilhados e integrados, o Bim confirma melhores resultados e menos erros entre os projetos e a execução, os erros na compatibilização de projetos representam cerca de 3% dos custos de uma obra. (ABAURRE, 2014)

O BIM oferece uma série de vantagens em relação aos métodos antigos de projetos, como por exemplo:

- Redução de custos, os softwares bim, quantificam os materiais, facilitando assim a assertividade no levantamento do orçamento.
- Aumento da produtividade, o uso do BIM permite que tarefas que antes eram realizadas em prazos maiores, em prazos muito inferiores, ocorre em função da eficiência do banco de dados e na fácil usabilidade das ferramentas.
- Compatibilização de projetos, devido as ferramentas bim serem em 3d, facilita a integração entre os diversos projetos envolvidos em um empreendimento.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho terá como base uma revisão de literatura e um estudo de caso, com foco de mostrar na prática como funciona a filosofia *lean* e os seus resultados na obra referenciada.

A construção civil historicamente é um setor que os seus índices de produção são baixos e o custo é elevado, baseado neste contexto histórico, Koskela no ano de 1992, começou o desenvolvimento de suas pesquisas, Koskela mapeou os principais problemas do setor da construção civil e elaborou o *lean construction*, baseado nas dificuldades encontradas Koskela demonstrou o que deveria ser eliminado para aumentar a produtividade e diminuir os custos.

## DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para alcançar os objetivos foi determinada a sequência metodológica a seguir:

- i. Fase 1 — Revisão de Literatura — Conforme aborda Gil (2002), a revisão de literatura é elaborada com materiais já existentes, principalmente através de livros e artigos que devem ser referenciados no desenvolvimento da argumentação, a vantagem desta abordagem é que propicia ao autor uma ampla investigação do tema estudado. Nesta fase foi realizada um agrupamento de materiais revisados cientificamente como: artigos, dissertações e trabalho de conclusão de curso. O objetivo desta fase foi de apresentar a filosofia *lean* de forma concisa, para que possa atender todos os públicos e não só a comunidade técnica/científica.
- ii. Fase 2 – Elaboração de estudo de caso – Segundo Gil (2002) o estudo de caso é uma investigação que tem como função elaborar uma análise profunda de um ou mais objetos de estudo, de maneira que demonstre detalhadamente os conhecimentos.  
Com o objetivo de pôr em prática os ensinamentos de Koskela, foi elaborado um estudo de caso em uma empresa no município do Rio de Janeiro, primeiro os autores mapearam os problemas em uma obra passada, e após este mapeamento foi realizada uma sequência de melhorias baseadas nos objetivos do Koskela.
- iii. Fase 3 — Após estas novas práticas foi realizada uma análise do quanto a filosofia *lean* foi útil para a execução da obra.

## DESENVOLVIMENTO

Este estudo foi desenvolvido em uma pequena construtora, situada no município do Rio de Janeiro, empresa que atua no ramo da construção civil desde 2017, focando em reformas de residências e de comércios, as principais obras desta empresa se localizam na zona sul do Rio de Janeiro.

Foi conversado com o gestor da empresa sobre as possíveis melhorias por meio da aplicação do estudo, em uma parte da reforma em geral, caso os resultados sejam positivos, a empresa poderá adotar a melhoria propostas pelos autores.

A obra na qual será estudada está localizada na Zona Sul do Rio, no bairro do Leme, e trata-se do levantamento de paredes de alvenaria com tijolo furado, acabamento e pintura totalizando 80 metros quadrados de parede. Para a realização desse estudo foi selecionada a parte da obra referente ao levantamento do muro de alvenaria.

## CORPO ADMINISTRATIVO DA EMPRESA

A empresa referenciada no início da obra contava com um pequeno quantitativo de funcionários, conforme a seguir:

- 2 sócios responsáveis pela captação de clientes e ART'S.

- 2 Estagiários para o acompanhamento e medição das obras.
- 2 Mestres de obras, um ocupado na obra referenciada e outro em outra obra da organização
- 1 Pedreiro
- 1 Servente

## **DIAGNÓSTICO DA EMPRESA EM OBRAS ANTERIORES**

Os dois sócios são responsáveis pelo primeiro contato com os possíveis clientes. Posteriormente é realizada uma estimativa de orçamento e cronograma de forma bem rudimentar com os seus mestres de obra e após a aprovação do cliente, a obra se inicia sob o acompanhamento dos estagiários com o principal objetivo de gerir o andamento da obra.

A fase de diagnóstico foi realizada no período de outubro de 2020 até março de 2021, através da coleta de dados com os sócios da empresa e da observação de um dos autores na execução obras similares a deste estudo. A coleta de dados foi realizada sem dar intervenção no funcionamento da obra, apenas executando a obra conforme os padrões estabelecidos pela empresa.

## **ORÇAMENTO DE OBRAS E CRONOGRAMA**

O orçamento é realizado de forma primitiva, sem bases de composições de custos, baseado apenas na experiência dos engenheiros e mestres de obra. Foi observado que devido a estimativa de custos dos serviços e de materiais serem feitas desta forma, a empresa passa por constantes pausas em suas obras pela ausência de insumos ou superdimensionamento do quantitativo assim gerando desperdício de mão de obra e de materiais.

Devido à ausência de referências confiáveis de composições de custos e produtividade, a organização acaba por atrasar algumas vezes o prazo de suas obras, tendo que negociar com os clientes novos prazos ou realizando o pagamento de multas, onerando assim seu capital de giro.

## **LAYOUT DO CANTEIRO DE OBRA**

Observou-se que os colaboradores não dão a devida atenção no layout do canteiro de obras, as ferramentas ficam espalhadas e não há uma organização lógica da disposição de materiais.

## **ANDAMENTO DA OBRA**

A obra segue de acordo com o conhecimento tácito dos mestres de obra, na maioria das vezes sem planejamento e padronização na obra, causando assim retrabalhos e por consequência prejuízo para a empresa.

## APLICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Abaixo um quadro criado pelos autores, adaptando os desperdícios citados por Taiichi Ohno, aplicados no diagnóstico de obras anteriores da empresa;

Quadro 2 - Adaptação dos Desperdícios citados por Taiichi Ohno, em obras passadas.

Tipo de desperdício	Conceito	Exemplo em obras passadas.
Espera	Tempo de espera para recebimento de materiais, mão de obra ou informações.	falta de estoque ou material, gerando pausa na construção, devido a ausência desse material.
Defeito	Produto fora das especificações técnicas solicitadas	Alvenaria fora do prumo, devido a falta de acompanhamento
Transporte	Excesso de manuseio no transporte de materiais ou produtos.	Estoque de cimento, longe do local que será usado.
Movimentação	Movimentação de pessoas que ocorrem de forma desnecessária por falha no layout do local de produção	Canteiro de obra mal elaborado, gerando maior esforço de produção e aumentando o risco de acidentes
excesso de estoque	Grande concentração de matérias primas em estoque.	Armazenamento de cimento acimado que será usado, gerando desperdício de material pela deterioração do tempo
excesso de produção	Produção além da demanda necessária pelos clientes.	Produzir mais argamassa do que o necessário para o levantamento da alvenaria
super processamento	Ocorre devido a falta de padronização dos serviços, assim alguns serviços que não agregam valor acabam sendo realizados	Compra de materiais não necessários devido a não padronização das compras.

Fonte: Dados compilados pelos autores (2021).

## PRÁTICAS QUE LEVARAM AO DESPERDÍCIO

Como é possível observar, os desperdícios citados na tabela 2, são decorrentes das más práticas da empresa, ou seja, essa empresa tem pouco ou quase nenhum pensamento enxuto.

O quadro 3 identifica quais atividades eram ou não realizadas pela construtora de forma enxuta.

☒ Quadro 3 - Causas da empresa não alcançar uma construção enxuta.

Atividades	Realização		
	Parcialmente realizada	Não realizada	Totalmente realizada
Orçamento realizado baseado em composições referenciadas.		X	
Cronograma referenciado em composições de custos.		X	
Quantitativo de materiais - referenciado.		X	
Utilização de <i>kanban</i> para controle de estoque.		X	
Controle do andamento da obra	X		
Utilização de <i>kanban</i> para acompanhamento da obra.		X	
Layout do canteiro favorável para o serviço.		X	
Padronização para a compra de materiais.		X	

Fonte: Dados compilados pelos autores (2021).

## APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN*

Conforme abordado pelos autores referenciados neste trabalho, a indústria da construção civil não acompanhou o desenvolvimento das outras áreas. Recordando o conteúdo citado na seção 2.7.1 o *Lean construction* tem como principais objetivos produzir mais, usando menos, e para isso é necessário otimizar e organizar os insumos e a mão de obra necessária para a execução da obra.

Para alcançar esses objetivos foram realizadas as seguintes operações:

- Orçamento e cronograma assertivos;
- Diário de obras para o acompanhamento da evolução da obra;
- Layout adaptado as necessidades da obra;
- *Kanban* para controle de estoque;
- *Kanban* de produção;
- Trabalho padronizado (compra de materiais);

## ORÇAMENTO E CRONOGRAMA

O orçamento e o cronograma é uma das partes mais importantes para o sucesso da obra. Através do orçamento e do cronograma de obras é possível identificar a quantidade de insumos e a produtividade para tal serviço, evitando assim o excesso ou a escassez de estoque, que afetam diretamente o lucro da empresa. Uma correta execução deve sempre se basear em cadernos de custos consolidados no mercado.

Para a realização deste serviço (levantamento de parede em alvenaria), foi usado como referência de insumos e quantitativo de mão de obra o item do caderno de custos SBC (90991), o informativo de custos SBC é utilizado como referência por diversas empresas como: Petrobras, Correios e Itaipu nacional; tornando assim uma composição de fonte confiável.

A figura abaixo, demonstra uma composição de custos para o metro quadrado de alvenaria (serviço que será realizado na obra estudada).

Figura 8 - Composição SBC

 Composições

Selecione a região e data de atualização.  
A pesquisa se dará em ordem alfabética, respeitando-se a palavra chave.  
Clique na composição para visualizar de forma analítica.

Filtro	Palavra Chave	Região	Data de Atualização
CONTÉM	alvenaria tijolo furado 10x20x20cm 0,20m	RJO - Rio de Janeiro - RJ	01/07/2021
Item Orçamentário			
TODOS			
		OK	

Código	Descrição	Unidade	Preço Unit.		
90991	ALVENARIA TIJOLO FURADO 10x20x20cm 0,20m,CIMENTO/AREIA 1:6	M2	73,43		
Código	Descrição	Unidade	Índice	Preço Unit.	Preço Total
50	CIMENTO PORTLAND CP III 32RS NBR 11578 (quilo)	KG	7,2800	0,58	4,22
100	AREIA GROSSA LAVADA	M3	0,0470	77,50	3,64
1950	TIJOLO FURADO DE BARRO (LAJOTA) 9 x 19 x 19cm	UN	25,0000	1,07	26,75
99050	PEDREIRO	H	1,0000	9,81	9,81
99900	SERVENTE	H	1,2000	6,83	8,20
--	LEIS SOCIAIS (115,54%)	--	--	--	20,81
<b>Total</b>					<b>73,43</b>

1 itens em 1 composições

Fonte: Caderno de Custos SBC, 2021

## QUANTITATIVO DE MATERIAS E CUSTOS

Baseado no item SBC foi realizado o levantamento do quantitativo demateriais e custos para a metragem necessária (80m<sup>2</sup>).

Observações: A empresa forneceu os valores do BDI (Balanço e despesas indiretas) e da mão de obra, conforme informado na composição abaixo.

O quadro abaixo, demonstra a adaptação realizada pelos autores.

Quadro 4 - Composição de custos, adaptada a obra em questão.

DATA	AUTORES		UNIDADE			
11/07/2021	FELIPE SAMPAIO	BLENDIA FURTADO	METRO QUADRADOS			
PAREDE EM ALVENARIA DE TUOLO FURADO 10X20X20CM, 0,20 m, CIMENTO/AREIA TRAÇO 1:6, PARA 80 METROS QUADRADOS						
lo = 07/21						
OBRA: MURO DE ALVENARIA - LEME						
INSUMOS	CÓDIGO	UNID.	QUANTIDADE (80M2)	CUSTO UNITÁRIO	07/21	VALOR TOTAL
CIMENTO PORTLAND CP III 32RS NBR 11578 (quilo)	00050	KG	582,400	R\$	0,58	R\$ 337,79
AREIA GROSSA LAVADA	00100	M3	0,376	R\$	77,50	R\$ 29,14
TUOLO FURADO DE BARRO (LAJOTA) 9 x 19 x 19cm	01950	UNID.	2.000,000	R\$	1,07	R\$ 2.140,00
M.O DE PEDREIRO		HR	80,000	R\$	12,00	R\$ 960,00
M.O DE SERVENTE		HR	96,000	R\$	10,00	R\$ 960,00
ENCARGOS SOCIAIS (115,54)		%				R\$ 2.218,37
OBSERVAÇÕES: O VALOR DO BDI E DO VALOR DA HORA DOS FUNCIONÁRIOS FORAM FORNECIDOS PELA EMPRESA					TOTAL	R\$ 6.645,30
					TOTAL COM BDI (12,50%)	R\$ 7.475,96

Fonte: Adaptado pelos autores, SBC (2021)

## **CRONOGRAMA DE OBRAS**

Conforme informado na tabela 4, serão necessários para finalizar esta etapa da obra 80 horas de pedreiro e 96 de servente. Considerando que

a empresatrabalha apenas 5 dias na semana e 8 horas diárias, e possui apenas 1 servente e 1 pedreiro este serviço terá duração de 10 dias úteis de pedreiro e 12 dias uteis de servente, ou seja, até o serviço ser finalizado por completo, demandará 12 dias uteis de trabalho, ou 16 dias corridos.

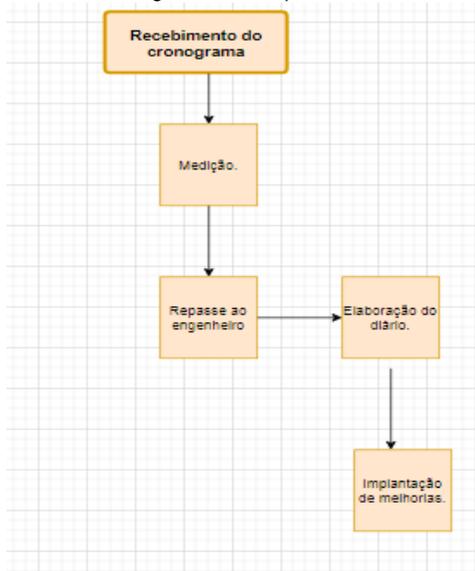
## ACOMPANHAMENTO DA OBRA

Para o acompanhamento da obra, foi proposta a utilização de um diário de obra. A partir da aplicação desta ferramenta, todos os dias os estagiários realizavam a medição do que foi realizado e passavam essas informações para o engenheiro que elaborava o diário. Esse diário continha o registro de tudo o que havia sido realizado no dia, os problemas que ocorreram, lições aprendidas e se a obra estava dentro ou não do cronograma realizado.

Através deste caderno, foi possível acompanhar e analisar o andamento da obra e assim realizar as melhorias necessárias para o sequenciamento da atividade.

Após a proposta do novo padrão de acompanhamento de obra, esta atividade ficou definida como representa o fluxograma da figura 9.

Figura 9 - Acompanhamento de obra.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

## KANBAN DE PRODUÇÃO

Para auxiliar no andamento da obra, foi elaborado o *Kanban* de produção, que mostra as fases da obra.

Após a elaboração deste *kanban*, essas fases ficaram divididas entre: feito (aonde mostra o que já foi realizado e aprovado), fazendo (serviço que está sendo realizado no momento) e fazer (os próximos passos da obra), conforme demonstra a figura abaixo.

Figura 10 - *Kanban* de produção aplicada a engenharia civil.



Fonte: Acervo dos autores (2021)

### KANBAN PARA ESTOQUE (CIMENTO)

O *kanban* de estoque mínimo tem como objetivo ajudar na visualização em tempo real da utilização do insumo em questão, com a finalidade de evitar pausas indesejadas por ausência de material ou superdimensionamento de estoque.

Segundo a tabela 4, elaborada pelos autores, a quantidade de cimento para a execução deste serviço é de 582,4 kg, totalizando 11,64 sacos de cimentos de 50kg, (12 sacos), ou seja, é utilizado 1 saco de cimento por dia útil de obra.

Para a elaboração do *kanban*, foi levado em consideração que o estoque é repostado a cada 3 dias de trabalho.

Para determinar os valores de estoque foram utilizadas as fórmulas:

Estoque mínimo (Emn) = consumo médio diário x tempo de reposição, logo o estoque mínimo de cimento foi:  $Emn = 1 \text{ saco de cimento} \times 3 \text{ dias}$ , estoque mínimo = até 3 sacos.

Ponto de pedido = C (média de consumo de mercadorias por dia) x TR (tempo de reposição) + Estoque mínimo, logo o ponto de pedido foi:  $PP = 1 \text{ saco de cimento} \times 3 \text{ dias} + 3 \text{ sacos}$ , ponto de pedido= até 6 sacos.

Estoque máximo = Emn + reposição, logo o estoque máximo será de: 3 sacos + 6 sacos, estoque máximo de 9 sacos de cimento.

A Figura 11 apresenta na prática, os cálculos realizados em questão.

Figura 11 - *Kanban* para gestão de estoque de cimento.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

Legenda do *kanban*:

- Altura verde: Indica que há cimento suficiente, isto é o andamento da obra não será prejudicado pela falta de estoque.
- Altura amarela: O estoque de cimento entrou em fase de atenção, ou seja, há necessidade da reposição de material para que não chegue no estoque estágio crítico e se pare a obra por falta de material.
- Altura vermelha: O estoque de cimento chegou no estágio crítico, e a obra pode ser parada a qualquer momento pela falta de estoque do material.
- Através deste *kanban*, a obra não foi pausada em nenhum momento devido a falta de cimento, outro resultado obtido por este *kanban*, foi o controle total do estoque de cimento, isto é, o quantitativo orçado no início do projeto foi o mesmo quantitativo utilizado no decorrer da obra, sendo assim, não houve desperdícios de tempo devido a pausas e nem superdimensionamento deste mesmo insumo, consolidando assim o orçamento inicial.

## CANTEIRO DE OBRAS

As ferramentas usuais para a obra em questão foram dispostas de modo que otimizasse o processo construtivo. A fim de facilitar sua localização, foram acomodados no centro do canteiro de obras, conforme figura a seguir. Dessa forma, todos os colaboradores alocados nesta fase da obra, tiveram fácil ao se locomover nas dependências do processo.

A figura abaixo, demonstra como as ferramentas ficaram dispostas

no novo layout do canteiro.

Figura 12 - Acomodação das ferramentas no canteiro.



Fonte: Acervo dos autores (2021).

## **PADRONIZAÇÃO DOS SERVIÇOS (COMPRA DE MATERIAIS)**

Conforme citado na seção 4.2.2, o processo orçamentário e de quantitativo eram feitos sem referências sólidas e o processo de compra acompanhava essas estimativas. Por esse motivo, algumas vezes a empresa referenciada sofria atrasos e realizava compra excessiva de material.

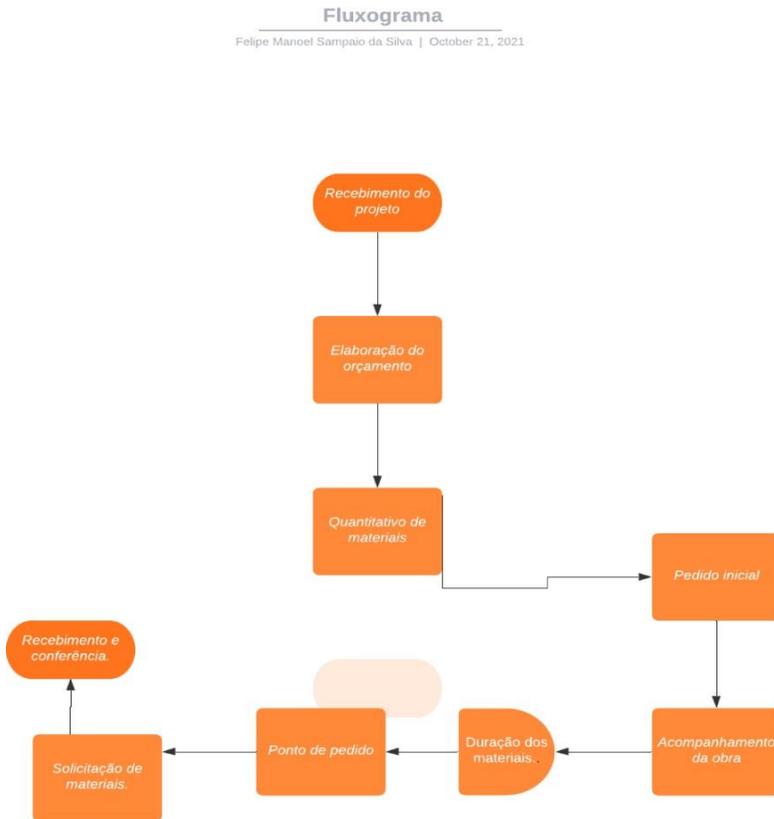
A partir da identificação desse problema, foi proposto um novo modo no processo de compras, visando padronizar e evitar desperdícios ou falta de materiais.

1. Baseado no projeto recebido é elaborado um orçamento baseado nas composições de custos;
2. Após o orçamento elaborado é verificada a quantidade de materiais necessários para iniciar a obra; É pedido os materiais para o início da obra;
3. Os estagiários e sócios, acompanham o andamento da obra e a utilização de insumos;
4. Conforme o andamento da obra, os estagiários e os sócios anotam a produtividade e o quanto irá durar os materiais;
5. Após chegar no ponto de pedido, é solicitado os materiais, assim evitando excesso ou falta de material.
6. O material pedido deve ser recebido e conferido pelos estagiários

e omestre de obra.

Após estas propostas de mudança, o processo de compras ficou definido deacordo com fluxograma que mostra a figura 13.

Figura 13 - Fluxograma do novo processo de compras.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Após a aplicação deste novo modelo padronizado de compras e do *kanban* de estoque, esta fase da obra não sofreu com a falta ou excesso de insumos necessários para o andamento da obra.

## PRÁTICAS APÓS AS PROPOSTAS DE MELHORIAS

Conforme aborda a seção 4.2.5, a empresa tinha práticas que geravam desperdícios, e baseadas nestas práticas ruins, foi desenvolvido métodos para diminuir ou eliminar as perdas que não agregavam valor a obra e por consequência traziam prejuízo para os donos da construtora.

Após as aplicações abordadas no decorrer de toda a seção 4.3, a

construtora referenciada neste estudo, passou a adotar novas práticas a fim de eliminar as perdas citadas na tabela 2.

O quadro abaixo demonstra as novas práticas da empresa.

Quadro 5 - Novas práticas da empresa.

Atividades	Realização		
	Parcialmente realizada	Não realizada	Totalmente realizada
Orçamento realizado baseado em composições referenciadas			X
Cronograma referenciado em composições assertivas			X
Quantitativo de materiais - referenciado.			X
Utilização de <i>kanban</i> para controle de estoque.			X
Controle do andamento da obra			X
Utilização de <i>kanban</i> para acompanhamento da obra			X
Layout do canteiro favorável para o serviço			X
Padronização para a compra de materiais			X

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

## DIRECIONAMENTO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA

Após as aplicações das melhorias citadas na seção 4.4, os desperdícios recorrentes em obras similares anteriores, foram praticamente eliminados.

O quadro abaixo demonstra onde as propostas dos autores foram aplicadas para alcançar o objetivo de entregar a obra com qualidade e de forma lucrativa para a instituição.

Quadro 6 - Direcionamento das propostas de melhorias.

Tipo de desperdício	Conceito	exemplo em obras anteriores	Novas práticas que eliminaram este desperdício.
Espera	Tempo de espera para recebimento de materiais, mão de obra ou informações.	falta de estoque ou material, gerando pausa na construção, devido essa ausência desse material.	Kanban de estoque;orçamento e quantitativo de materiais assertivo;Padronização no processo de compras.
Defeito	Produto fora das especificações técnicas solicitadas	Alvenaria fora do prumo, devido a falta de acompanhamento	Controle do andamento da obra através do diário de obras e kanban de produção
transporte	Excesso de manuseio no transporte de materiais ou produtos.	Estoque de cimento, longe do local que será usado.	Canteiro de obras elaborado conforme a necessidade da obra.
movimentação	Movimentação de pessoas que ocorrem de forma desnecessária por falha no layout do local de produção	Canteiro de obras mal elaborado, gerando maior esforço de produção e aumentando o risco de acidentes	Canteiro de obras elaborado conforme a necessidade da obra.
excesso de estoque	Grande concentração de matérias primas em estoque.	Armazenamento de cimento acima do que será usado, gerando desperdício de material pela deteriorização do tempo	kanban de estoque, padronização no processo de compras
excesso de produção	Produção além da demanda necessária pelos clientes.	Produzir mais argamassa do que o necessário para o levantamento de alvenaria.	controle do andamento da obra através do diário de obras .
super processamento	Ocorre devido a falta de padronização dos serviços, assim alguns serviços que não agregam valor acabam sendo realizados	Compra de materiais não necessários devido a não padronização das compras.	padronização na compra de materiais

Fonte: Dados compilados pelos autores (2021)

## CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou a aplicação do pensamento enxuto em uma pequena construtora do município do Rio de Janeiro. por meio da aplicação da teoria de Koskela (1992). Em conjunto com a empresa, foi realizado o mapeamento dos maiores problemas inerentes ao processo construtivo e propostas melhorias viáveis que pudessem ser utilizadas no cotidiano da empresa visando melhoria da produtividade, qualidade e por consequência aumento do lucro.

Quanto a aplicação prática, podemos destacar que houve uma grande revolução no método construtivo da empresa. Essas mudanças ocorreram desde o planejamento inicial (orçamento e cronograma) até a execução e finalização da obra. O pensamento enxuto aplicado nesta parte da obra, possibilitou um planejamento mais assertivo e evitou retrabalhos e pausas que pudessem diminuir a produtividade. Dessa forma foi possível interferir diretamente no andamento da obra, trazendo uma qualidade e produtividade ainda não alcançadas com as práticas anteriores.

Após a observação da aplicação das propostas de melhorias, podemos afirmar que o *Lean construction* agrega muito valor e qualidade as obras. Por tratar-se de uma filosofia, a sua aplicação é de baixíssimo custo, pois a principal mudança necessária é a intelectual, repercutindo no desenvolvimento de novas práticas com o uso de criatividade como foi demonstrado pelos autores. Destaca-se ainda que a aplicação de práticas *kanbans* é extremamente útil e de baixo custo conforme os resultados obtidos neste trabalho.

Além disso, deve-se apontar que a obtenção de resultados positivos foi possível somente a partir da disponibilidade dos sócios da empresa e dos demais colaboradores em aderir a nossa proposta e fornece todo o suporte para a realização do estudo sem a ocorrência dessas mudanças esse estudo seria inviabilizado.

Ressalta-se ainda que inicialmente os sócios da empresa disponibilizaram aos autores apenas a fase do levantamento do muro de alvenaria, e após a constatação do sucesso das práticas propostas, resolveram adotar as melhorias propostas neste trabalho em outras obras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAURRE, M. W. **Modelos de Contrato Colaborativo e Projeto Integrado para Modelagem da Informação da Construção**. 2014. 225 p. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

ABDULMOUTI, H. (2015). **The role of Kaizen (continuous improvement) in improving companies' performance: A case study**. Dans 5th International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM) (p. 6). Dubai.

ALBORNOZ, Suzana. **O Que é Trabalho?** São Paulo: Editora Brasiliense, 2000.

ALENCAR, M. C. B.; OTA, N. H. **O afastamento do trabalho por LER/DORT: repercussões na saúde mental.** Ver. Ter. Ocup. Univ. São Paulo, v. 22, n. 1, p. 60- 67, jan./abr. 2011.

AZEVEDO, M. J.; NETO, J. P. D.; NUNES, F. R. M.; **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza** - CE. XIII SIMPOI - SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS. Anais... São Paulo, SP: 2010.

BEAUD, M. **História do capitalismo:** de 1500 aos nossos dias. São Paulo: Brasiliense, 1987.

BERNARDO, Kleber. **Kanban: Do início ao fim !.** Cultura Agil, 2014. Disponível em: <<https://www.culturaagil.com.br/kanban-do-inicio-ao-fim/>> Acesso em 15 de outubro de 2021.

BRAICK, Patrícia Ramos. **Estudar história: das origens do homem à era digital.** 8º. Ano. 1. Ed. São Paulo: Moderna, 2011. P. 82.

CAVALCANTE, Z. V; SILVA, M. L. S. **A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia.** Encontro Internacional de Produção Científica, 7., Anais... Centro Universitário de Maringá, 25 a 28 de outubro de 2011;

**Como evitar desperdícios na construção civil.** Construa.app, 2021. Disponível em: <<https://www.construa.app/desperdicio-na-construcao-civil/>> Acesso em: 20 de outubro de 2021.

CORREIA, Bruno M. **Estudo sobre a implantação de sistema kanban em obras de construção civil de pequeno porte.** 2007. 68 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação). Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.

CORREA, H. L., CORRÊA, C. **A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços** – uma abordagem estratégica. Atlas, 2004;

COSTA, H. G. et al. PCP – Sistema de Controle da Produção. In: LUSTOSA, L. et al.

**Planejamento e Controle da Produção.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, p. 201-248.

**Custo dos materiais de construção subiu até 80% no último ano:** g1globo, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2021/01/28/custo-dos-materiais-de->

construcao-subiu-ate-80percent-no-ultimo-ano-veja-dicas-para-economizar.ghml/.> Acesso em: 26 de outubro de 2021.

DATHEIN, Ricardo. **Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX.** Porto Alegre: DECON, 2003.

Doolen, T. L., Van Aken, E. M., Farris, J. A., Worley, J. M., & Huwe, J. (2008). **Kaizen events and organizational performance: a field study.** International Journal of Operations & Production Management, 57(8), 637-658. ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais, Rio de Janeiro, RJ: 2008.

FERREIRA, Emerson de A. M.; FRANCO, Luiz S. **Proposta de uma Metodologia para o Projeto do Canteiro de Obras.** In Congresso Latino-Americano: Tecnologia e Gestão na produção de Edifícios, Soluções para o Terceiro Milênio. São Paulo, 1998.

FERRO E RODRIGUEZ, T. São Paulo: *Lean Institute Brasil*, 2003.

FILHO, Manassés C. **As ferramentas de qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto.** 2011. 59 f. Monografia de Especialização. MBA em Gestão da manutenção, produção e negócios, Instituto Superior De Tecnologia. Conselheiro Lafaiete, 2011.

**Fordismo: o que é, como funciona e principais características.** Capital research, 2020. Disponível em: <<https://www.capitalresearch.com.br/blog/investimentos/fordismo/>> Acesso em: 26 de outubro de 2021.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002. 175 p.

GRAZIA, Syllas. **O problema da qualidade (TQC) na indústria da construção civil.** In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL, 1988. São Paulo. Anais... São Paulo: EPUSP, 1988. p. 21-32.

GUIMARÃES, L. A.; GUIMARÃES, C. R. **Utilização da construção enxuta no planejamento e controle de obras na construção civil.** In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... João Pessoa, PB: 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Revista brasileira de geografia**, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 17 de Setembro 2021.

JUSTA, M. A. O da; BARREIROS, N. R. **Técnicas de gestão do Sistema Toyotade Produção**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa-PR, v. 05, n. 01, p.01-17, 2009.

MARINHO, A. A. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais**. Cadernos de Graduação.

Ciências exatas e tecnológicas, Maceió: v. 1, n.1, p. 73-84, maio 2014.

MATIAS, Átila. **“Fordismo”**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/fordismo.htm>>. Acesso em 13 de outubro de 2021.

MELO, Maury. **Gerenciamento de projetos para a construção civil**. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2010.

MESEGUER, A. G. **Controle e garantia da qualidade na construção**. Trad. de Roberto José Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho e Paulo Roberto do LagoHelene São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW, 1991.

MOTA, B. P.; ALVES, T. C. L. **Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na Construção Civil**. In: XXVIII.

REIS, Tathiana dos. **Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor: estudos de caso**. Tathiana dos Reis. — Campinas, SP: [s.n.], 2004.

ROTHER, Mike; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. Traduzido por José RobertoSANTO, J. O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.

SciELO – Brasil – RAGO, **O que é taylorismo RAGO**, O que é taylorismo.

SOUZA, Rafaela. **“Taylorismo”**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/taylorismo-fordismo.htm>> Acesso em 13 de outubro de 2021.

TOMMELEIN, Iris D. Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of **Lean Construction Technique**. **Journal of Construction Engineering and Management**, july/august 1998, Volume 124, Issue 4, pp. 245-341.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção**-Teoria e Prática.SãoPaulo: 2ª. ed. Atlas, 2009.

WERKEMA, M. C. C. **Lean Seis Sigma Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Belo Horizonte: Editora Werkema, vol.4, 2006.

WOMACK, J. P., JONES, D. T; ROOS, D. **A Máquina que mudou o Mundo**. Trad.Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

ZUFFO, J.A. **A tecnologia e a Infossociedade**. São Paulo: Manole, 2002. (Asociedade e a economia do novo milênio, v.1.