



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JOSÉ LUIZ SCHRAMM TRINDADE

MATEUS BECKHAUSER

**ESTUDO DE MELHORIAS NOS PROCESSOS E USO DOS MATERIAIS
NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Tubarão

2022

JOSÉ LUIZ SCHRAMM TRINDADE
MATEUS BECKHAUSER

ESTUDO DE MELHORIAS NOS PROCESSOS E USO DOS MATERIAIS
NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
do Sul de Santa Catarina como requisito parcial
à obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientadora: Prof. Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.

Tubarão
2022

JOSÉ LUIZ SCHRAMM TRINDADE
MATEUS BECKHAUSER

ESTUDO DE MELHORIAS NOS PROCESSOS E USO DOS MATERIAIS
NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Tubarão, 01 de Dezembro de 2022.

Professora e orientadora Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, Ms.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Maurício Alberto Büchele Motta, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Michel Vieira, Bel.
Treze Incorporadora

Este trabalho é dedicado a todos que nos acompanharam nessa jornada e sempre nos apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos em especial a nossa família que nos acompanhou em toda essa trajetória e nos serviu como base para alcançar nossos tão sonhados objetivos.

Agradecemos a orientadora e professora Lucimara Aparecida Schambeck Andrade, por nos amparar durante este trabalho e pela disposição em nos ajudar.

Agradecemos a todos os professores pelos ensinamentos e conselhos dados ao longo de todo curso.

Agradecemos também aos nossos colegas de faculdade pela parceria em todos os momentos.

Agradecemos também a construtora Treze Incorporadora pelo fornecimento dos dados para estudo de caso neste trabalho.

“Só se pode alcançar um grande êxito quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”
(Friedrich Nietzsche, 1844-1900)

RESUMO

A indústria da construção civil sofre com a falta de inovações e métodos mais eficazes, ficando para trás em relação a outros setores. Para cessar esse problema, surgiu a construção enxuta, uma adaptação do sistema da Toyota chamado Lean manufacturing, que ganhou sucesso após verem os resultados que estavam obtendo. Esse método melhora os processos e o uso de materiais nas construções, além da melhoria em projetos e planejamentos. A construção enxuta traz mais velocidade, agilidade e confiabilidade nos resultados, gerando mais lucro para empresa e satisfação para o consumidor final. Algumas empresas vêm se adaptando a esses novos métodos e superando as concorrências, fazendo com que as demais busquem melhorias. O objetivo deste trabalho foi buscar as origens desse método e apurar as informações de artigos relacionados ao assunto. Além disso, averiguamos o uso da metodologia da construção enxuta em um edifício residencial em Tubarão, analisando os métodos utilizados e determinar quais os mais vantajosos para a construtora e seus clientes. Concluímos que o mercado vem exigindo cada vez mais dos construtores e métodos como o Lean Construction são cada vez mais necessários, já que eles agregam muito no resultado final. Entretanto ainda são poucos difundidos na construção civil.

Palavras-chave: Surgimento do Lean. Construção enxuta. Economia na Construção.

ABSTRACT

The construction industry suffers from a lack of innovations and more effective methods, lagging behind other sectors. To stop this problem, lean construction emerged, an adaptation of Toyota's system called Lean thinking, which gained success after seeing the results they were getting. This method improves processes and the use of materials in constructions, in addition to improving projects and planning. Lean construction brings more speed, agility and reliability in results, generating more profit for the company and satisfaction for the final consumer. Some companies have been adapting to these new methods and overcoming the competition, causing the others to seek improvements. The objective of this work was to search for the origins of this method and to ascertain information from articles related to the subject. In addition, we investigated the use of the lean construction methodology in a residential building in Tubarão, analyzing the methods used and determining which are the most advantageous for the construction company and its customers. We have completed more and more construction methods and we have already concluded how Lean Construction is more and more what has already been completed, as Lean Construction, more and more the market, already completed, that they add more of the methods. However, they are still not widespread in civil construction.

Keywords: Emergence of Lean. Lean construction. Economy in Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema Toyota de Produção	17
Figura 2 – Produção convencional x Produção enxuta.....	19
Figura 3 – Direcionamento das propostas de melhorias.....	24
Figura 4 – Colocada as 3 primeiras peças e executada a tubulação	32
Figura 5 – Tubulação instalada.....	32
Figura 6 – Pontos de maior número de recortes	33
Figura 7 – Mocheta já acabada	33
Figura 8 – Teste feito sem chumbamento da peça de concreto com a parede, apresentando descolamento devido ao peso próprio.	34
Figura 9 – Mocheta de Alvenaria finalizada	35
Figura 10 – Demonstrativo de como ficaria a caixinha na laje após a expansão da espuma ...	38
Figura 11 – Demonstrativo que as pontas precisam ser vedadas, se não acontece o entupimento do eletroduto	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resultados da utilização da filosofia Lean.....	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo de tempo: Mocheta Alvenaria x Mocheta de Peças de Concreto	36
Tabela 2 – Tempo utilizando espuma expansiva.....	39
Tabela 3 – Tempo utilizando serragem	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 SURGIMENTO DO MÉTODO	16
2.1.1 Heijunka, Kaizen e o trabalho padronizado	17
2.1.2 Just-in-time	18
2.1.3 Jidoka.....	18
2.2 LEAN NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2.2.1 Velocidade	20
2.2.2 Qualidade	21
2.2.3 Confiabilidade.....	21
2.3 ECONOMIA NA CONSTRUÇÃO.....	22
2.4 ADAPTAÇÃO DOS CONCEITOS	25
2.5 TRABALHOS CORRELATOS.....	25
2.5.1 Análise dos princípios do Lean Construction: Em uma construtora na grande Florianópolis-SC	25
2.5.2 Planejamento de Obra Utilizando Conceitos da Lean Construction: Estudo de Caso	26
3 METODOLOGIA.....	27
4 ESTUDO DE CASO IN LOCO	28
4.1 MOCHETA DE ALVENARIA X MOCHETA DE PEÇAS DE CONCRETO.....	28
4.1.1 Mocheta de peças de concreto.....	28
4.1.1.1 Quanto ao trabalho do pedreiro	29
4.1.1.2 Quanto ao trabalho do encanador	30
4.1.1.3 Comentários do pessoal envolvido.....	31
4.1.2 Mocheta de alvenaria	34
4.1.3 Comparativo de tempo: Mocheta Alvenaria x Mocheta de Peças de Concreto	35
4.2 PREENCHIMENTO DE CAIXINHA DE LUZ COM SERRAGEM X PREENCHIMENTO DE CAIXINHA DE LUZ COM ESPUMA EXPANSIVA	37

4.2.1	Preenchimento de caixinha de luz com serragem	37
4.2.2	Preenchimento de caixinha de luz com espuma expansiva	38
4.2.3	Comparativo de tempo.....	39
4.3	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	40
4.3.1	Mocheta de Alvenaria x Mocheta de Peças de Concreto	40
4.3.2	Preenchimento das Caixinhas de Luz com Serragem x Preenchimento das Caixinhas de Luz com espuma expansiva	41
5	CONCLUSÃO.....	42
	REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas três décadas, houve uma crescente pressão não somente para a melhora na qualidade, produtividade, eficiência e efetividade, mas para que a indústria da construção civil se desenvolvesse de maneira sustentável (SAIEG et al., 2018). Sendo assim, um dos pilares da busca de melhora para a construção civil foram os grandes avanços na tecnologia, com o propósito de suprir toda demanda que a área estava tendo. Segundo Cândido, Carneiro e Heineck (2016), as dificuldades de gestão e gerenciamento da construção tem levado as empresas a buscarem novas formas, que sejam mais sofisticadas, para garantir o controle mais eficaz das construções.

Em conjunto ao avanço da tecnologia, temos os profissionais capacitados para incessantes pesquisas a fim de melhorar o processo como o todo, não focando somente em um ponto, mas tendo em vista extrair o máximo de toda a melhora na qualidade do processo, de forma que seja, mais produtiva, eficiente, tendo uma maior efetividade e sustentabilidade, reduzindo desperdícios, sendo eles não só materiais, mas de processos que são desnecessários.

O trabalho do engenheiro é uma incessante procura pela redução de peso, custo, consumo e pelo aumento do rendimento de sistemas, da sua produtividade e utilidade. Como sempre existem várias soluções para cada problema, o engenheiro deve também estar apto a selecionar a melhor dentre elas (BRAZZO; PEREIRA, 2006).

Focando em melhorar a logística, reduzir os custos, atrasos e cumprimento dos prazos e eliminando desperdícios em uma obra, tivemos a filosofia Lean, que foi implantada na construção civil, ficando reconhecida como “Lean Construction” - construção enxuta. Sua aplicação tem garantido redução dos resíduos gerados, redução nos atrasos de obras, aumento na performance dos projetos por meio de práticas de planejamento, aumento da satisfação dos clientes e redução nos riscos construtivos (NIKAKHTAR et al., 2015).

O planejamento é um dos principais elementos na construção civil e também da metodologia *Lean*. Os resultados são de uma construção com menos desperdícios de materiais e mão de obra, resultando em um melhor aproveitamento de recursos.

De fato, um bom planejamento é essencial para melhorar a produtividade, reduzir atrasos, apresentar a melhor sequência de produção, balancear a necessidade de mão de obra para o trabalho a ser produzido e coordenar múltiplas atividades interdependentes (MAGALHÃES, et al. 2018).

A análise e tomada de decisões melhores planejadas podem diminuir grande parte do custo de uma obra. O fato de não estar organizado e programado pode gerar problemas

inesperados. Segundo Laufer (1990), o planejamento é um processo de tomada de decisão que facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento e produz informações que servem como referência básica para monitorar e controlar a execução de empreendimentos de construção.

Um planejamento ideal também exige um estudo de métodos construtivos, visando verificar a melhor maneira de se executar as tarefas durante o período de construção. Além disso, é de suma importância a verificação da qualidade dos materiais e a forma como está sendo utilizado.

Por fim, esse trabalho de conclusão de curso tem o objetivo de, através de buscas em artigos e estudos de caso, demonstrar a importância de sempre estar buscando uma melhoria para o setor da construção civil, mostrando como pode contribuir na qualidade, produtividade, eficiência, efetividade e sustentabilidade da empresa.

1.1 JUSTIFICATIVA

A construção civil é um dos pilares econômicos do nosso país e do mundo todo, pois tem uma porcentagem significativa no PIB e seu crescimento é fundamental para desenvolvimento do país.

A construção civil vem cada vez mais criando métodos e apresentando inovações em suas construções, apesar de que muitas dessas novas ideias, não se alastram tão facilmente, fazendo com que as construções fiquem presas nos métodos tradicionais.

Diante das dificuldades que muitas construtoras têm e grande competitividade do mercado, se busca constantemente por métodos mais rápidos, econômicos e fáceis de realizar as suas tarefas. Isso exige um investimento maior no planejamento e gerenciamento das obras. Desse modo, as empresas que obtiverem um controle mais eficiente da produção e da qualidade serão mais competitivas (SANTOS; SANTOS, 2017).

Estes métodos auxiliam diversas áreas da construção civil, por exemplo, diminuem os custos com desperdícios, já que utilizam métodos mais inteligentes e econômicos. Além disso, também melhora a qualidade junto com a agilidade na realização de serviços. Nos estudos realizados por Santos et al. (2017) mostram que as obras que não tem boa gestão tem como resultado um custo e tempo maior para execução e mais demanda de mão de obra para suprir a falta de organização.

Um método que se destaca entre eles é o Lean Construction, o sistema enxuto. Criado pelas empresas de automóveis, para entregar ao cliente a melhor qualidade possível e no menor tempo possível.

Segundo Cordeiro e Poznyakov (2021), o sistema traz uma aplicação de organização e adaptação rápida da produção de uma empresa, inclusive no cenário da construção civil, que é eficiente e adaptável às mudanças constantes do produto final solicitado pelo cliente.

Se torna cada vez mais interessante que as empresas busquem sempre novos métodos para que não fiquem ultrapassadas no mercado, assim conseguindo melhores resultados em seus produtos finais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é analisar estudos realizados por pesquisadores em seus artigos e fazer um estudo de caso de uma obra privada de uma construtora em Tubarão. Com os resultados, demonstrar a importância de sempre estar buscando uma melhoria para o setor da construção civil, mesmo que seja uma mudança simples.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar métodos enxutos e maneiras de ter uma construção mais limpa, econômica e sem desperdícios;
- Descrever maneiras e formas de construir que podem agregar grande valor para empresas de construção civil;
- Realizar um estudo de caso para verificação de resultados dos métodos na prática.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica é importante para dar sustentação para as informações apresentadas no decorrer do artigo. Dane (1990) afirma que a revisão bibliográfica é importante para definir a linha próxima da pesquisa que se deseja desenvolver, considerando uma perspectiva científica.

2.1 SURGIMENTO DO MÉTODO

Não é segredo que em qualquer lugar, quando os elementos são organizados e planejados adequadamente, funciona de maneira melhor. Não é diferente na construção civil, que onde os métodos construtivos são bem planejados, é obtido economia durante o andamento da obra.

Um dos métodos que utilizamos hoje, é o Lean thinking. Este termo foi definido por John Krafcik, é uma ideia de um revolucionário sistema oriental e que possui enorme importância, pois ela requer menos recursos, aumenta a eficiência e a produtividade e maximiza a flexibilidade (KRAFCIK, 1998).

Segundo Silva, Souza e Silva (2013), o Lean Manufacturing, uma adaptação do lean Thinking, é conhecido como a iniciativa que visa eliminar desperdícios, buscando o que tem valor para o cliente, se alinhando a velocidade para a empresa com qualidade e flexibilidade.

Após estudos feitos por Silva, Souza e Silva (2013), viram que em 1955, o Japão estava todo destruído por conta da Segunda Guerra Mundial e precisava se reconstruir. Os japoneses, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, aceitaram a tarefa de criar um sistema de produção para a Toyota Motor Company, em Nagoya. Esse sistema foi ganhando mais firmeza e foi aplicado em todo país. James Wormack batizou em um dos seus livros o sistema Toyota como a Filosofia Lean Manufacturing, conhecida também como Produção Just-in-Time, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Sistema Toyota de Produção



Fonte: Vieira, 2015.

A figura 1 mostra, com a representação de uma construção, como o sistema Toyota funcionava. Os dois pilares de sustentação dessa casa, é o *Just-in-time* e o *Jidoka*. E a base para esses dois pilares, é o *Heijunka*, *Kaizen* e o trabalho padronizado.

2.1.1 *Heijunka*, *Kaizen* e o trabalho padronizado

Estes três fatores são responsáveis pela sustentação dos dois pilares desse sistema.

O *Heijunka* trata-se do nivelamento da produção, que cria um padrão através do sequenciamento de pedidos de um padrão repetitivo e do nivelamento das variações diárias de todos os pedidos para atender à demanda ao longo do prazo (GHINATO, 2000).

O *Kaizen*, segundo Mani (2009), trata-se da melhora contínua no desempenho, custo e qualidade dos processos. Esse método se esforça para capacitar os trabalhadores e aumentar a satisfação do trabalhador, dando uma sensação de realização e orgulho.

O trabalho padronizado trata-se de padronizar os processos para buscar evoluir a produtividade e executar as tarefas diminuindo desperdícios. Ghinato (2000) confirma ao dizer que a padronização procura obter o máximo de produtividade através da identificação e padronização dos elementos de trabalho que agregam valor e da eliminação das perdas.

2.1.2 Just-in-time

Just-in-time é um dos pilares de sustentação do Lean Manufacturing da Toyota. Segundo Silva, Souza e Silva (2013), o termo significa “Na hora certa”, porque esse sistema faz com que o produto ou a matéria-prima chegue no local no exato momento que irá utilizá-lo. Este processo busca coordenar a produção, para que o produto saia pronto naquele mesmo local, sem ter que ir para outro lugar. Dentro do Just-in-time, existem três fatores importantes.

O primeiro fator, é o sistema puxado, onde o cliente determina a quantidade necessária de produtos que quer receber, e a empresa produz somente a demanda necessária, sem manter produtos em estoque.

O segundo fator, é o tempo *takt*, que segundo Alvarez e Antunes (2001), é quando o ritmo da produção aumenta ou diminui conforme a demanda. É a razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas.

O terceiro fator, é o Fluxo contínuo, que busca diminuir as esperas e os estoques desnecessários, fazendo com que o material esteja em fluxo contínuo até chegar ao seu cliente.

2.1.3 Jidoka

Segundo Ohno (1988), o sistema *Jidoka* viria para automatizar todo o processo com um toque humano, que consiste em conceder autonomia ao operador ou à máquina para paralisar o processamento quando visto o menor sinal de anormalidade.

Além disso, o sistema também busca a separação do homem e da máquina, para que somente a máquina consiga verificar as anormalidades em um processo, e parar a produção automaticamente (GHINATO, 2006).

2.2 LEAN NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo Silva, Costa e Santos (2022), a construção civil é um setor que tem um impacto muito grande socialmente, pois abriga aproximadamente 7% de todo PIB Nacional e tiveram um déficit habitacional no ano de 2019 de 5.876.699 milhões de moradias, fazendo com que se tenha necessidade de mais construções, tornando o Brasil um canteiro de obras.

Um dos problemas que vem junto com isso é a escassez da mão de obra, profissionais de péssima qualidade e aumento frequente dos preços dos materiais para construção. Afirmam ainda Silva, Costa e Santos (2022) que devido a esses cenários, surge a necessidade de

utilização de um sistema mais enxuto, pois com o aumento dos custos e demanda das construções, serão cada vez mais necessários nas obras a padronização dos serviços.

A indústria da construção civil ainda não acompanha as outras no quesito de tecnologia, fazendo com que as construtoras acabem utilizando métodos tradicionais e retrógrados, assim gerando desperdícios e onerando a obra (SILVA, COSTA, SANTOS, 2022).

Também conhecido como construção enxuta, é um método utilizado na construção civil para melhorar os processos em uma obra. Ela serve para que os processos construtivos sejam de melhor qualidade para entrega do produto final. Desde meados da década de 1990, a construção enxuta surgiu como um novo conceito, tanto na disciplina de gerenciamento de construção quanto na esfera prática da construção (KOSKELA, 2004).

Segundo Koskela (2004), a produção enxuta é 'enxuta' porque usa menos de tudo em comparação com produção em massa: metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço de fabricação, metade dos investimentos em ferramentas, metade das horas de engenharia para desenvolver um novo produto na metade do tempo.

Koskela (1992) criou um quadro que resumia a diferença entre a construção convencional e a produção enxuta, se baseando nos conceitos de produção, foco no controle da obra e o foco de melhorias, mostrando o quanto de vantagem tem a enxuta. Conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Produção convencional x Produção enxuta

	Filosofia de Produção Convencional	Filosofia de Produção Enxuta
Conceito de produção	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produção consiste em conversão ▪ Todas as atividades agregam valor. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Produção consiste em conversão e fluxos. ▪ Existem atividades que agregam e atividades que não agregam valor.
Foco do controle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo das atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Custo, tempo e valor dos fluxos.
Foco de melhorias	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento de eficiência pela implantação de novas tecnologias. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminação ou redução de atividades que não agregam valor. ▪ Incremento de eficiência em atividades que agregam valor, através de melhoria contínua e novas tecnologias.

Fonte: Koskela, (1992).

Silva, Costa e Santos (2022) citaram em seu artigo os princípios e objetivos estabelecidos por Koskela e Sarcinelli para execução da metodologia Lean, que são:

- Reduzir as atividades que não agregam valor ao cliente;
- Focar nas atividades que agregam valor ao produto e ao cliente;

- Padronizar os métodos utilizados nas construções;
- Reduzir as atividades para otimizar o tempo;
- Aumentar a transparência nos processos;
- Buscar a melhoria contínua;
- Realizar benchmarking.

O benchmarking é o estudo das empresas concorrentes, analisando profundamente os métodos utilizados por ela, para replicá-los em sua empresa.

Em um mercado tão competitivo como o de hoje e com necessidades cada vez maiores de construções sustentáveis, a execução de empreendimentos eficientes agrega valor ao produto e atende às necessidades do mercado. Além disso, com o aumento da eficiência no processo construtivo gera a possibilidade de maiores ganhos comerciais, seja por aumento do valor agregado do produto, seja por redução nos custos produtivos (CAMPOS; AZEVEDO,2021).

2.2.1 Velocidade

A utilização de métodos como construção enxuta melhoram o tempo de entrega, que é o intervalo entre a solicitação do cliente e a entrega do que pediu, mas de que maneira?

Com a utilização da construção enxuta, a construtora cria um padrão de execução de determinados serviços. A empresa verifica a maneira com que o profissional executa com maior agilidade e qualidade, e torna padrão esse método. Esse padrão, ele vai desde o setor de engenharia até o menor cargo dentro de uma obra. Em um setor de compras, por exemplo, após a padronização do serviço, já é possível definir os materiais com antecedência e comprá-los melhor.

Uma outra forma de melhorar a velocidade, foi como destacou Arantes (2008), que ao invés de se espalharem por toda a obra, as equipes de profissionais devem focar na conclusão de um pequeno conjunto de tarefas, caracterizando lotes de produção menores. Quando possível, as unidades são entregues aos clientes mais cedo, o que tende a reduzir o custo financeiro do empreendimento. Além disso, em alguns segmentos de mercado, a velocidade de entrega é uma dimensão competitiva importante, pois regularmente os clientes necessitam dos produtos num prazo relativamente curto.

Silva, et. al. (2016) realizou um estudo na construtora Andrade Gutierrez e mostrou que a utilização de métodos construtivos mais tecnológicos e atualizados aumentou cerca de 20%

em diversos processos dentro do canteiro de obras e além do mais, teve um ganho de 40% de tempo na execução de uma obra realizada pela construtora.

2.2.2 Qualidade

Outro fator importante nos métodos de construção enxuta, é que junto com a velocidade, é necessário ter qualidade. Mas como podemos obter isso?

É importante ressaltar a definição de qualidade, que seria o nível de perfeição da execução de um produto ou serviço. Os níveis podem variar conforme tempo de execução, qualidade dos materiais utilizados, capacidade do profissional que irá realizar, os custos que o fornecedor terá e também, o que o cliente deseja. Arantes (2008) destacou que o consumidor tem tido o papel fundamental na evolução das técnicas de produção, pois ele especifica aquilo que pretende e é cada vez mais exigente em termos da qualidade do produto que recebe. A qualidade sempre foi um objetivo de um consumidor quando adquire algum produto, assim como o preço, que habitualmente se procura que seja o menor possível.

Com a utilização da metodologia de uma construção que busca por melhorias nos processos, as empresas terão menos custo, e assim podem oferecer ao seu cliente um produto de maior qualidade com um valor mais baixo em relação aos concorrentes.

2.2.3 Confiabilidade

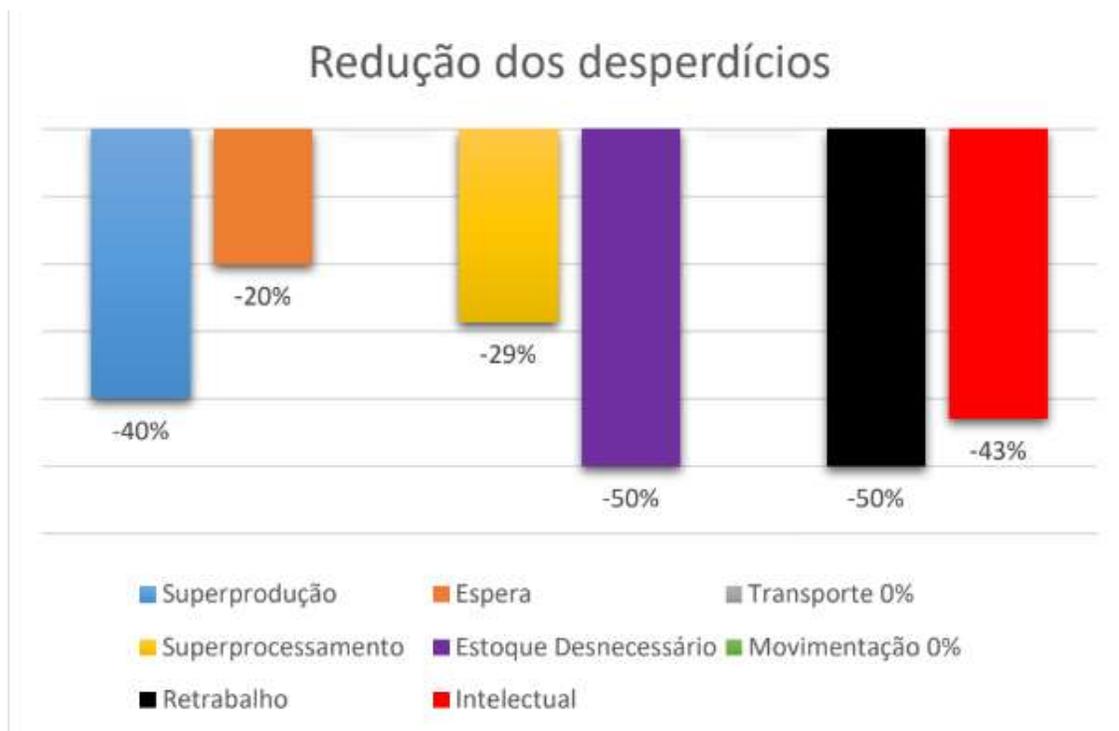
A utilização dessas práticas, que fazem com que a empresa entregue seus produtos com mais qualidade e mais agilidade, gera um tipo de união entre empresa e cliente, criando uma certa confiança no serviço ou produto.

Segundo Guardani, et al. (2013), a confiança dos clientes é fruto, em parte, de suas tendências pessoais em confiar e, principalmente, do relacionamento que têm com as organizações, em função das experiências anteriores nos momentos de prestação dos serviços, das características que percebem e da identificação que sentem para com as organizações.

Portanto, definindo um tipo de método, que padronize os serviços realizados e materiais utilizados, diminui o custo e tempo de execução, dando ao cliente o produto final ideal para ele e no menor tempo possível. Assim, o cliente que precisar novamente do serviço, retornará para realizar com a mesma empresa.

O gráfico 1, mostra um estudo elaborado pelos estudantes de engenharia Westerlon e Drehmer (2021) mostrando a eficiência da filosofia Lean, após um estudo de caso em uma construtora que utilizava esse método.

Gráfico 1 – Resultados da utilização da filosofia Lean



Fonte: Westerlon; Drehmer, 2021 pág. 48.

O gráfico nos mostra que as principais melhorias foram na redução de estoques e retrabalhos, com diminuição pela metade.

A metodologia caminha junto com o planejamento, e o gráfico mostra como essa filosofia agrega para as construções. Compreendendo isso, sabemos quando utilizaremos os insumos, sem ter necessidade de mantê-los em estoque, que significaria um capital estagnado. Além disso, a quantidade de retrabalho diminui pois tudo está em andamento e previsto conforme projeto.

2.3 ECONOMIA NA CONSTRUÇÃO

Diversos estudos foram realizados para examinar como podemos reduzir os custos das construções e verificar melhorias no uso dos materiais para que haja menos desperdício, consequentemente gerar menos custos.

Um dos itens importantes para uma boa gestão de materiais é a organização de estoque. Segundo Szajubok, Alencar e Almeida (2006) uma boa gestão de estoques garantirá uma série de benefícios, tais como diminuição da hora improdutiva, redução do desperdício, produção constante e, conseqüentemente, aumento do lucro. Para o sistema enxuto, se torna interessante manter o menor possível o estoque, mas tendo um controle sobre demanda, para que a obra não pare por falta de material.

Segundo Cândido, Carneiro e Heineck (2016), a utilização desses métodos quebrou os antigos paradigmas gerenciais, que teve como consequência a melhoria dos métodos construtivos e ainda proporcionam uma nova perspectiva sobre gestão e desempenho nas construções. Ainda afirmam, que a utilização desses conceitos permitiu que várias indústrias buscassem alcançar as principais dimensões da competitividade.

Com a implementação do método enxuto em um estudo de caso realizado por Silva et. al. (2016), teve como consequência ganhos significativos, e além disso, padronização dos processos, aumento de produtividade, diminuição dos desperdícios, otimização dos planejamentos e desenvolvimento das pessoas envolvidas no projeto.

Explorando os estudos já realizados fica claro que a melhoria dos métodos construtivos só tende a trazer vantagens e benefícios para as construtoras. Este modelo de trabalho traz uma melhoria significativa nos processos da construção e também um menor desperdício dos materiais e o resultado é o menor custo e maior lucro para construtora, além de agilidade na construção.

No ramo da construção civil, a grande mudança ocorrida com a inserção dos conceitos Lean foi o reconhecimento do fluxo do processo como parte gerenciável em detrimento da visão tradicional de conversão (KOSKELA, 1992).

Silva, Costa e Santos (2022) elaboraram um trabalho em uma construtora verificando quais as atitudes que faziam com que ela tivesse muito desperdício. Após o estudo realizado, montaram um quadro com os dados. Conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 – 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: Silva, Costa e Santos (2022).

Na primeira coluna está descrito o tipo de desperdício de acordo com os sete tipos citados por Taiichi Ohno. Na segunda, o conceito desse desperdício. Na terceira, o exemplo desse desperdício na prática ocorrido em outras obras. Na quarta, e última, mostra os resultados da aplicação dos métodos que eliminaram esse desperdício.

Uma prática bem utilizada foi o sistema *Kanban*. Segundo Costa et al. (2008), a ferramenta foi desenvolvida pela Toyota para simplificar e otimizar as atividades de programação, sistema e controle. O uso desta ferramenta ajuda na movimentação de materiais

e serviços, evitando que haja pausa na produção, gerando desperdícios de tempos e de custos (CORREIA, 2007).

2.4 ADAPTAÇÃO DOS CONCEITOS

Segundo Junqueira (2006), a construção civil é um campo muito amplo para o desenvolvimento de um método enxuto para diminuição dos desperdícios e processos ineficazes.

A adaptação do Lean Thinking para construção não tem sido algo tão fácil. De acordo com Junqueira (2006), que cita o pensamento de Hirota e Formoso (2000), a adaptação dos conceitos do contexto da indústria automobilística japonesa para a construção civil ocidental é um dos problemas enfrentados para a construção da teoria sobre essa nova abordagem. Outro grande problema está relacionado à postura conservadora, a falta de visão estratégica e sistêmica e a predominância da visão de curto prazo, que são características da grande parte dos profissionais de engenharia civil.

Para Koskela (1992), a nova filosofia de produção para construção, exige uma mudança da maneira de gerenciar, da ênfase nas atividades de conversão, centralizando a atenção nas atividades de conversão, centralizando a atenção na produtividade, para abordagem sistêmica do processo. Ainda afirma, que para que isso aconteça é preciso desenvolver habilidades gerenciais em relação à visão sistêmica e aprendizado coletivo.

2.5 TRABALHOS CORRELATOS

Será apresentado de forma breve alguns trabalhos já realizados que tratam do mesmo assunto.

2.5.1 Análise dos princípios do Lean Construction: Em uma construtora na grande Florianópolis-SC

Este trabalho de conclusão de curso foi feito na Universidade do Sul de Santa Catarina pelos autores Adrielli Aparecida Westerlon e Lucas Eduardo Drehmer em 2021. O seu objetivo era verificar se com a implementação do Lean em uma construtora da grande Florianópolis-SC diminuíram realmente os desperdícios, e verificar quais foram as melhorias conquistadas e quais foram as dificuldades para implementação desse sistema.

2.5.2 Planejamento de Obra Utilizando Conceitos da Lean Construction: Estudo de Caso

Este trabalho de conclusão de curso foi realizado na Universidade do Sul de Santa Catarina pelos autores Arthur Henrique do Nascimento e Paulo André Reinaldo em 2017. O seu objetivo era analisar os efeitos da construção enxuta, focando no planejamento e controle de obra, por meio de um estudo de caso em uma obra na grande Florianópolis, objetivando a diminuição dos desperdícios.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido com pesquisas apresentadas em artigos juntamente com um estudo de caso de uma construtora em Tubarão/SC.

Metodologia é uma preocupação instrumental. Trata das formas de se fazer ciência. Cuida dos procedimentos, das ferramentas, dos caminhos. A finalidade da ciência é tratar a realidade teórica e praticamente. Para atingirmos tal finalidade, colocam-se vários caminhos. Disto trata da metodologia (DEMO,1985).

De início, buscamos artigos sobre o tema em sites provedores de artigos, pois como Moresi (2003) já expressava que os meios digitais possibilitam que uma busca que se faria em 15 dias nas obras impressas em papel seja feita em minutos via recursos digitais. Durante a pesquisa, demos foco aos que se enquadram na área da construção civil e que venham a acrescentar no tema deste trabalho. As informações e dados encontrados foram analisadas e devidamente separadas para serem apresentadas no decorrer do texto.

Após as buscas, desenvolvemos nossa análise sobre o tema, junto com os dados encontrados, e apresentamos todos os detalhes sobre a importância que esses métodos têm para a construção civil. Segundo Prado, Calderaro e Piran (2019) auxiliam no gerenciamento dos processos das empresas da construção civil, buscando a redução das atividades que não agregam valor e da variabilidade do processo. Além disso, pode proporcionar o aumento da flexibilidade do produto e promover o uso da melhoria contínua dos processos.

Junto com estas buscas realizamos um estudo de caso em uma construtora de Tubarão, que utiliza o método enxuto em suas obras. Segundo Demo (1985), uma teoria desligada da prática não é considerada realmente uma teoria. Nesse sentido, a prática seria a chave para tornar uma teoria verdadeira.

Juntamente com a construtora Treze Incorporadora coletamos os dados in loco no edifício Siena, que está em construção. A empresa realiza frequentemente testes de métodos construtivos para estudar quais são os melhores e verificar quais os que trazem mais retorno para construtora e para os clientes. Após a coleta de informações, passamos para etapa de organização dos dados para melhor análise. E por fim, apresentaremos os dados no decorrer do trabalho.

4 ESTUDO DE CASO IN LOCO

Neste capítulo será apresentado os estudos de casos referente aos levantamentos de possíveis melhorias para o método construtivo, sendo eles: mocheta de alvenaria x mocheta de peças de concreto e preenchimento de caixinha de luz com serragem x preenchimento de caixinha de luz com espuma expansiva.

4.1 MOCHETA DE ALVENARIA X MOCHETA DE PEÇAS DE CONCRETO

Para darmos início ao tópico, primeiramente explicaremos do que se trata uma mocheta. Mocheta é um recurso utilizado para facilitar o acesso às paredes para a instalação de encanamentos, fiações e calhas, sendo assim, é um vão interno que tem como objetivo permitir a passagem de instalações verticais e de tubulações em um edifício, além de mascarar os encanamentos hidro-sanitários e dutos de rede elétrica.

4.1.1 Mocheta de peças de concreto

Para demonstrar o estudo, realizamos um passo a passo do processo, indicando questões de tempo e dificuldades para cada passo. Se tratando de uma primeira experiência e o padrão exigia um preparo maior em toda questão de distâncias e tamanhos, optamos por trabalhar em duas etapas, a fim de se ter uma primeira etapa de três fiadas de peças para o encanador usar como referência para execução dos cavaletes de tubulações, para posteriormente a finalização e fechamento das mochetas.

No processo, por questão de se obter maior segurança, optamos por embutir uma das pontas da peça na parede a fim de se ter maior segurança a vibrações e movimentações, já que em um teste preliminar realizado apenas por colagem (sem esse embutimento), algumas placas movimentaram e afrouxaram, e isto no banheiro é inadmissível.

Outro processo adotado foi que como trabalhamos com tamanho de box de 90 cm de largura, e a peça possui apenas 80 cm de largura por padrão, foi feito um enchimento no canto da parede com bloco de concreto celular na medida para posterior assentamento das placas da mocheta.

Os itens abaixo mostram o passo a passo para realização da mocheta com peças de concreto.

4.1.1.1 Quanto ao trabalho do pedreiro

Passo a Passo:

- 1º Passo: Recorte na parede para embutimento da peça;
- 2º Passo: Esquadrejamento da mocheta e posicionamento e colocação da régua de prumada. (Tempo este desconsiderado na análise pois independente do modelo adotado, são trabalhos necessários);
- 3º Passo: Assentamento da primeira placa, utilizando massa forte para melhor acerto no nivelamento;
- 4º Passo: Enchimento do canto da parede com bloco celular na altura suficiente para colocação das 3 peças;
- 5º Passo: Assentamento da segunda placa;
- 6º Passo: Assentamento da terceira placa;
- 7º Passo: Chumbamento da placa com a parede para melhor fixação delas;
- 8º Passo: Assentamento da quarta placa;
- 9º Passo: Assentamento da quinta placa;
- 10º Passo: Assentamento da sexta placa;
- 11º Passo: Chumbamento das placas com a parede para melhor fixação delas;
- 12º Passo: Para colocação da sétima placa, houve um aumento do tempo, visto que se trata da altura que se encontra o monocomando, sendo assim, precisou-se um tempo a mais para recorte, preparação e assentamento;
- 13º Passo: Junto dos cortes, foi feita uma pequena base na altura do monocomando, colocado um recorte de bloco celular “nas costas” do monocomando, para facilitar a segurança do chumbamento do monocomando, garantindo rigidez e segurança no sistema;
- 14º Passo: Assentamento da oitava placa;
- 15º Passo: Assentamento da nona placa;
- 16º Passo: Chumbamento das placas com a parede para melhor fixação delas;
- 17º Passo: Na décima placa, precisou executar um serviço parecido como ocorrido na sétima placa, visto que naquela placa, teria o registro da água fria;
- 18º Passo: Repetiu-se o 13º Passo;
- 19º Passo: Assentamento da 11ª placa;

- 20° Passo: Na 12ª fiada, teve que repetir o mesmo realizado na sétima e na décima placa, pois ali se encontrava o ponto do chuveiro;
- 21° Passo: Repetiu-se o 13° Passo;
- 22° Passo: Chumbamento das placas com a parede para melhor fixação delas;
- 23° Passo: Na 13ª fiada, necessitou repetir o trabalho realizado na 12ª fiada, devido aos ajustes necessários para o ponto elétrico do chuveiro;
- 24° Passo: Repetiu-se o 13° Passo;
- 25° Passo: Na 14ª fiada houve dificuldade visto a necessidade de ajustes a serem feitos para “encaixar” a mochetas nos canos de esgoto chumbados na laje;
- 26° Passo: Na 15ª fiada (última), os mesmos ajustes tiveram que ser feitos, assim como um preparo de uma “base” para possibilitar o chumbamento dos canos na passagem da laje;
- 27° Passo: Repetiu-se o 13° Passo;
- 28° Passo: Tempo para chumbar os canos na passagem da laje, tempo desconsiderado visto que, também seria necessário para outro modelo de mocheta.

Material utilizado:

- 1 saca de AC3;
- ½ carrinho de mão + 1 balde de argamassa forte;
- 15 peças de mocheta de concreto;
- blocos de concreto celular de 7 x 30 x 60 cm;
- 1 balde de entulho (recorte das peças e dos blocos celulares).

4.1.1.2 Quanto ao trabalho do encanador

O trabalho tornou-se parcialmente mais oneroso, pois o mesmo precisa de um acerto mais preciso do posicionamento dos pontos de registro e consumo, e para “ganhar” a espessura da placa do concreto, há a necessidade de se colocar mais conexões do que num trabalho convencional. Ajudou o fato de termos trabalhado com o registro apenas de água fria, visto que só temos registro de água quente na saída do aquecedor, ou seja, um ajuste a menos a ser feito nas tubulações, mas em apartamentos de maior padrão onde este registro for colocado, teríamos um trabalho e quantidade de conexões maior.

Material utilizado:

- 1 joelho 90° PPR de 25 mm;
- 3 joelhos 45° de 25 mm soldável;
- 3 joelhos 45° PPR de 25 mm;
- 1 adaptador FÊMEA PPR de 25 x ½ a mais.

4.1.1.3 Comentários do pessoal envolvido

Pedreiro: A colocação das placas em si é bem fácil e simples, porém quando chegou nos pontos onde teve que realizar cortes nas placas para encaixar o monocomando, o registro, o ponto do chuveiro, o ponto da elétrica e o encaixe da saída do esgoto ficou um serviço muito mais complicado de executar, fora que, ainda teve toda questão do chumbamento. Reforçou o fato de que se houvesse um rebaixo na placa, que a tubulação conseguisse passar na frente da placa, o serviço poderia cair pela metade, visto que, não haveria necessidade dos cortes das placas.

Encanador: Fazer os ajustes nos canos para “ganhar” a espessura das placas, apesar de ser menor que o imaginado inicialmente, ainda dá mais trabalho do que no trabalho “tradicional”, e para ter esse “ganho” é preciso usar uma maior quantidade de conexões, que resulta no caso em mais trabalho, cola e lixa. Alertou que o trabalho do pedreiro precisa ser preciso, pois no monocomando não existem prolongadores para serem adaptados a peça, ou seja, se ficar para fora ou para dentro, o cliente não conseguirá colocar o acabamento do monocomando.

Engenheiro: A ideia é boa, pois existe a possibilidade de aumentar a velocidade e facilita o trabalho do pedreiro na execução das mochetas, porém há ressalvas. Primeiramente quanto as vibrações nas tubulações, pois a parede da placa de 3 cm não possui qualquer desempenho acústico, ou seja, possivelmente pelo caso das tubulações estarem apenas amarradas, as vibrações irão aumentar, e como a placa não possui um bom isolamento, pode haver maior passagem de ruídos para dentro dos banheiros. No teste realizado aconteceu uma coincidência, onde no mesmo momento que o pedreiro começou a realizar os trabalhos na segunda etapa como citado na descrição dos processos, um outro pedreiro começou a fazer exatamente a mesma mocheta de um apartamento espelho, este outro pedreiro fez 2 mochetas no método tradicional.

Colocada as 3 primeiras fiadas com a peça de concreto, já executado o chumbamento das peças na parede e passada toda a tubulação de água e esgoto, conforme demonstra a figura 4.

Figura 4 – Colocada as 3 primeiras peças e executada a tubulação



Fonte: Autores, 2022.

A figura 5 nos traz um demonstrativo de como ficou a tubulação antes de ser colocada as peças de concreto, onde podemos observar o ponto do chuveiro e registros de água.

Figura 5 – Tubulação instalada



Fonte: Autores, 2022.

Já executada todas as fiadas utilizando as peças de concreto, podemos verificar que nas últimas fiadas houve uma maior dificuldade, visto a quantidade de recortes que precisou ser feito, tanto para a tubulação de esgoto e água, quanto para o recorte do ponto da tomada para o chuveiro.

Figura 6 – Pontos de maior número de recortes



Fonte: Autores, 2022.

Figura 7 – Mocheta já acabada



Fonte: Autores, 2022.

Neste registro, podemos verificar que sem o chumbamento das peças de concreto a parede, corremos o risco do descolamento delas, o que pode ocasionar pontos de fissuras, correndo o risco de a qualquer momento a placa se desprender.

Figura 8 – Teste feito sem chumbamento da peça de concreto com a parede, apresentando descolamento devido ao peso próprio



Fonte: Autores, 2022.

4.1.2 Mocheta de alvenaria

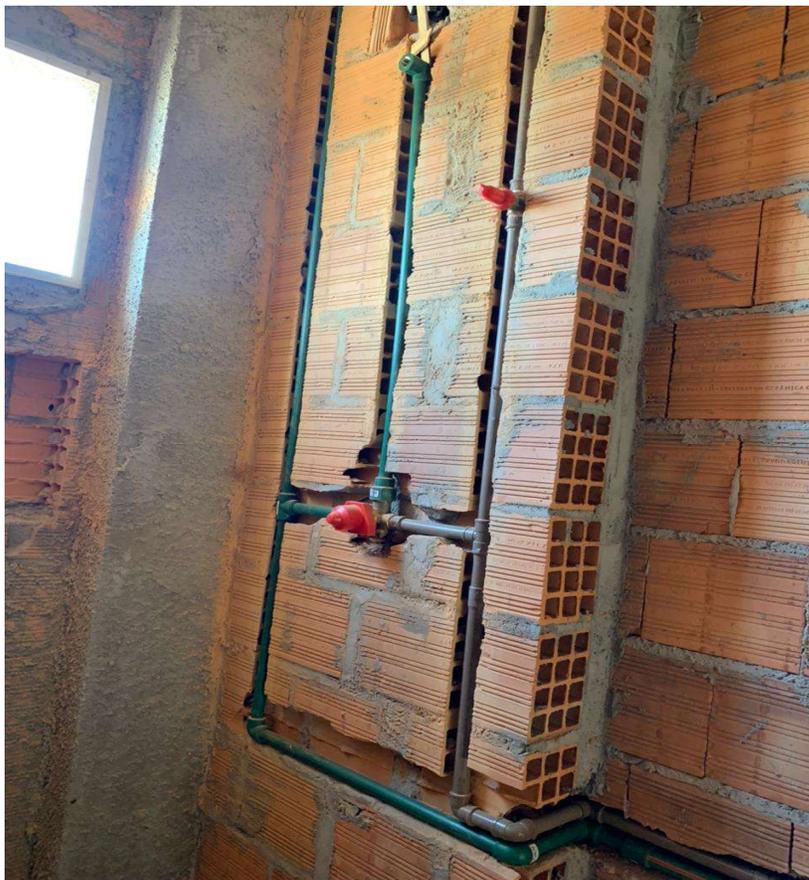
No processo de uma mocheta de alvenaria, se trata do mesmo processo de levantar uma parede de alvenaria, são feitas fileiras de tijolo, uma em cima da outra. Após a mocheta pronta, vem o encanador para quebrar onde passará a tubulação de água, e faz toda a instalação. Depois, retorna o pedreiro para fazer o chumbamento de toda a tubulação.

Material Utilizado:

- 3 carrinhos de massa;
- ½ saca de AC2;
- 13 metades de tijolos;
- 39 tijolos inteiros;
- 3 baldes de pedreiro de entulho.

Na próxima imagem, podemos verificar como fica a mocheta de alvenaria com toda a tubulação já instalada.

Figura 9 – Mocheta de Alvenaria finalizada



Fonte: Autores, 2022.

4.1.3 Comparativo de tempo: Mocheta Alvenaria x Mocheta de Peças de Concreto

Para termos uma melhor forma de visualizar cada etapa do processo, acompanhamos ambos os serviços sendo executados pelo mesmo profissional, e tiramos o tempo de cada etapa do processo. Sendo assim, apresentamos as tabelas abaixo com o tempo de cada processo, a fim de visualizar melhor o que está sendo executado e podendo analisar o que possa melhorar.

Tabela 1 – Comparativo de tempo: Mocheta Alvenaria x Mocheta de Peças de Concreto

Mocheta de alvenaria		Ap 202 (Tipo 2)	Mocheta de Canaleta	
Descrição		Tempo	Descrição	Tempo
Quebrar parede pra chumbar		2 min 45 s	Cortar Parede	7 min 28 s
Molhar parede		36 s	Esquadro	5 min 11 s
Buscar tijolo e arrumar		1 min 57 s	Prumo	7 min 29 s
Quebrar tijolo		33 s	1ª canaleta	5 min 14 s
Colocar AC2 na parede		1 min 24 s	Colocar Bloco	6 min 19 s
1ª fileira		9 min 3 s	2ª canaleta	2 min 56 s
Quebrar tijolo		49 s	Chumbar	54 s
2ª fileira		9 min 25 s	3ª canaleta	3 min 6 s
Quebrar tijolo		28s	Chumbar	4 min 10 s
3ª fileira		8 min 27 s	Cortar Parede	22 s
Quebrar tijolo		57 s	Colocar Bloco	2 min 18 s
4ª fileira		8 min 44 s	Cortar Parede	14 min 3 s
Quebrar tijolo		44s	4ª canaleta	2 min 22 s
Buscar tijolo e arrumar		2 min 07 s	5ª canaleta	2 min 43 s
5ª fileira		8 min 51 s	Chumbar	1 min 18 s
Quebrar tijolo		46 s	6ª canaleta	2 min 19 s
Colocar AC2 na parede		1 min 14 s	Chumbar	41 s
Quebrar tijolo		47 s	"Lajezinha"	4 min 51 s
6ª fileira		6 min 26 s	7ª canaleta	12 min 13 s
Molhar parede		22 s	Chumbar	4 min 48 s
7ª fileira		7 min 40 s	8ª canaleta	2 min 42 s
Buscar tijolo e arrumar		3 min 02 s	Chumbar	1 min 14 s
8ª fileira		8 min 38 s	Colocar Bloco	2 min 41 s
9ª fileira		8 min 6 s	9ª canaleta	3 min 8 s
Quebrar tijolo		36 s	Chumbar	1 min 40 s
Colocar AC2 na parede		20 s	"Lajezinha"	9 min 43 s
Quebrar tijolo		1 min 2 s	10ª canaleta	4 min 4 s
10ª fileira		7 min 54 s	Chumbar	2 min 24 s
11ª fileira		10 min 34 s	Colocar Bloco	2 min 16 s
Quebrar tijolo		46 s	11ª canaleta	4 min 42 s
Colocar AC2 na parede		1 min 54 s	Chumbar	3 min 32 s
12ª fileira		8 min 43 s	"Lajezinha"	7 min 23 s
Quebrar tijolo		1 min 19 s	12ª canaleta	6 min 47 s
13ª fileira		13 min 44 s	"Lajezinha"	8 min 10 s
Buscar tijolo e arrumar		3 min 14 s	Chumbar	1 min 31 s
Quebrar tijolo		1 min 25 s	Colocar Bloco	1 min 55 s
	Total:	2 hrs 25 minutos	13ª canaleta	8 min 10 s
			Chumbar	2 min 26 s
			14ª canaleta	11 min 58 s
			Chumbar	31 s
			15ª canaleta	8 min 4 s
			Chumbar	9 min 4 s
			Total=	3hr 15 minutos

Fonte: Autores, 2022.

4.2 PREENCHIMENTO DE CAIXINHA DE LUZ COM SERRAGEM X PREENCHIMENTO DE CAIXINHA DE LUZ COM ESPUMA EXPANSIVA

Os canos para fiação de eletricidade são colocados anteriormente na laje, antes da concretagem, para que não precise realizar o trabalho após a laje concretada. Como trabalhamos com caixinhas de elétrica de plástico, elas não são 100% vedadas, correndo o risco de a nata do concreto entrar e acabar entupindo algum desses dutos, ou até mesmo, ficar vazando a nata, criando uma zona com muita brita no maciço, criando “bicheiras”. Para que não ocorra nenhum desses problemas, as caixinhas são preenchidas com uma mistura de serragem + água, impossibilitando a entrada da nata do concreto. O estudo apresentado a seguir, foi para demonstrar, qual dos dois sistemas é o mais rápido, fácil e prático.

4.2.1 Preenchimento de caixinha de luz com serragem

Passo a Passo:

- 1º Passo: Ir até a serra coletar o pó de serra;
- 2º Passo: Colocar água e misturar;
- 3º Passo: Subir para a laje antes de concretar;
- 4º Passo: Retirar a tampa das caixinhas;
- 5º Passo: Colocar um prego nas pontas do eletroduto para que não corra o risco de escapar;
- 6º Passo: Preencher toda parte interna da caixinha com serragem molhada, colocando um pouco de serragem e socando para que não fique nenhum espaço sem a serragem;
- 7º Passo: Colocar a tampa;
- 8º Passo: Fechar a tampa passando um arame em dois sentidos, horizontal e vertical, para que não corra o risco de soltar;
- 9º Passo: Após a laje concretada, iremos limpar as caixinhas;
- 10º Passo: Subir na escada e retirar toda serragem.
- 11º Passo: Cortar eletroduto excedente.

Observação: Estudos apontaram que para cada lata de espuma expansiva, encheria cerca de seis caixinhas.

4.2.2 Preenchimento de caixinha de luz com espuma expansiva

Passo a Passo:

- 1º Passo: Ir ao almoxarifado coletar as latas de espuma expansiva;
- 2º Passo: Subir para a laje antes de concretar;
- 3º Passo: Colocar um tucho de papelão em cada eletroduto;
- 4º Passo: Colocar os eletrodutos de volta dentro da caixinha;
- 5º Passo: Aplicar a espuma expansiva pelo furo já feito com uma faca;
- 6º Passo: Após a laje concretada, iremos limpar as caixinhas;
- 7º Passo: Utilizando uma faca, fazer o corte da mangueira excedente e da espuma;
- 8º Passo: Raspar todas as extremidades para que não fique nada de espuma na parte interna da caixinha.

Na Figura 10, podemos verificar que a espuma expansiva preenche todo o interior da caixinha, não correndo nenhum risco que a nata de concreto entre e entupa a caixinha de luz.

Figura 10 – Demonstrativo de como ficaria a caixinha na laje após a expansão da espuma



Fonte: Autores, 2022.

Podemos observar na figura 11, que se não houver o fechamento da entrada dos eletrodutos, na hora que a espuma expande, pode ocorrer o entupimento dele pela própria espuma.

Figura 11 – Demonstrativo que as pontas precisam ser vedadas, se não acontece o entupimento do eletroduto



Fonte: Autores, 2022.

4.2.3 Comparativo de tempo

Acompanhamos o serviço da colocação da caixinha de luz com espuma expansiva e cronometramos o tempo de execução, para posteriormente analisarmos e compararmos.

Tabela 2 – Tempo utilizando espuma expansiva

Descrição	1ª amostra	2ª amostra
Tempo para colocar caixinha	2 min 02 s	2 min 37 s
Tempo para limpar caixinha	3 min 32 s	3 min 40 s

Fonte: Autores, 2022.

Acompanhamos o serviço da colocação da caixinha de luz com serragem e cronometramos o tempo de execução, para posteriormente analisarmos e compararmos.

Tabela 3 – Tempo utilizando serragem

Descrição	1ª amostra	2ª amostra
Tempo para colocar caixinha	3 min 23 s	3 min 10 s
Tempo para limpar caixinha	2 min 26 s	2 min 47 s
Tempo para fazer serragem	6 min 4 s	

Fonte: Autores, 2022.

4.3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.3.1 Mocheta de Alvenaria x Mocheta de Peças de Concreto

Um sistema de concreto aparentemente forte, que promete a possibilidade de receber o acabamento diretamente sobre a placa (massa única ou cerâmica), diminui a questão de entulho, visto que, há pouca necessidade de quebras de tijolos. No recebimento das peças notamos a presença de peças quebradas, notamos que o concreto utilizado na concepção das peças é feito com adição de fibras (sem armadura).

A execução se provou mais lenta que ao teste com mochetas de alvenaria, além de ser um estilo de execução totalmente diferente para o pedreiro e para o encanador, a fábrica da qual foram adquiridas as peças de concreto, trabalha com padrões de medidas, ou seja, medidas comerciais, sendo assim, não havendo uma personalização das peças. Em virtude disso, cabe ao pedreiro no momento da execução fazer ajustes, demandando mais tempo para o processo.

Um outro ponto negativo seria na parte de pontos de água/registro, pois como são peças lisas, toda a tubulação passa dentro da mocheta, cabendo ao pedreiro, no momento do assentamento, fazer recortes para o encaixe e chumbamento destes pontos e ao encanador, nos registros, trabalhar com conexões específicas que possibilitem deixar o registro mais externo, precisando ganhar a espessura da placa do concreto, desta forma, gastando mais conexões.

Pontos positivos são que dependendo da adaptação na questão de chumbamentos, esta mocheta provavelmente se tornará mais rápida para se executar (principalmente em situações de acabamento direto sobre a mocheta), outra questão, é a pouquíssima geração de entulho, um dos principais problemas de engenharia civil em todo mundo quando se trata de lixo. A redução de entulho só traz benefícios, tornando um ambiente mais limpo para se trabalhar, menos tempo

tendo que fazer a limpeza após execução do serviço e também menor custo na obra, visto a redução de tele-entulhos gerados.

4.3.2 Preenchimento das Caixinhas de Luz com Serragem x Preenchimento das Caixinhas de Luz com espuma expansiva

O estudo demonstrou que para a colocação, as caixinhas preenchidas com a espuma expansiva foram mais rápidas, porém, temos algumas preocupações, visto que caso ocorrer de colocar pouca espuma, podemos perder uma caixinha de luz, tendo que passar todo os fios por de baixo da laje, gastando muito mais tempo.

Analisando a limpeza, a caixinha com serragem se mostrou mais veloz, uma vez que como se trata de um material solto, quando tira a tábua, a serragem já começa a cair, economizando no tempo de limpeza, porém, acaba que muitas vezes suja o entorno da obra, mas como é pouca coisa, isso não é muito levado em consideração.

Por fim, notamos que cada sistema tem seu ponto positivo e negativo, que totalizando o tempo de todo o processo, acaba saindo um tempo relativamente muito próximo de um ao outro. Sem contar, que no processo de preenchimento das caixinhas de luz com espuma expansiva há o custo da lata de espuma, coisa que no preenchimento das caixinhas de luz não há nenhum custo como esse, porém em contra partida, no preenchimento das caixinhas de luz com serragem, tem o tempo de preparo da serragem.

5 CONCLUSÃO

A competitividade entre as organizações está cada vez mais acirrada, por conta disto, todos procuram formas de se destacar no meio de todos. Desta forma, em tempos de mudanças no contexto socioeconômico, político e tecnológico, surgiram novas filosofias na construção civil afim de aumentar a produtividade e diminuir os custos para se manterem competitivas, assegurando sua sustentabilidade neste novo cenário. Como exemplo disso, temos o Lean Construction.

Esta pesquisa teve como um dos seus objetivos demonstrar como a filosofia Lean Construction pode ser aplicada em uma obra predial, afim de garantir uma melhor qualidade e agilidade nos processos, bem como decidir qual são os melhores materiais para serem utilizados. Desta forma, foi apresentado dois tipos de estudos para discutir e decidir qual a melhor maneira ao se executar determinado serviço.

Foi possível observar que, por mais que o trabalho seja algo complexo, que leva um determinado tempo, é de suma importância para serem tomadas decisões para o futuro da empresa. Decisões essas que podem perdurar por anos, até que surja uma nova tecnologia, material ou processo que seja mais rentável do que aquele que vem sendo utilizado.

Podemos analisar também que o Lean Construction é uma filosofia pouco difundida no ramo da construção civil, mesmo sendo uma metodologia simples e eficaz em determinados casos, onde não exige grandes investimentos financeiros. Apenas analisando alguns processos e verificando as etapas, podemos ter mudanças significativas para toda a construção.

Por fim, é importante enfatizar que esta pesquisa se trata de um estudo de caso, sendo assim, os resultados obtidos não podem ser generalizados. Desta forma, não se pode afirmar que se a mesma análise fosse aplicada em outra empresa, os mesmos resultados seriam obtidos, visto que, cada empresa possui a sua particularidade, o que é muito importante para que continuamos tendo essa competitividade saudável, para que cada dia as empresas possam ir atrás de novas formas de se destacar dentro do mercado.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Roberto dos Reis e ANTUNES JR. José Antônio Valle. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção.** Gestão & Produção [online]. 2001, v. 8, n. 1 [Acessado 4 Junho 2022], pp. 1-18.
- ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction: filosofia e metodologias. Tese de mestrado integrado.** Engenharia Civil (especialização em Construções). Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto. 2008.
- BRAZZO, Walter Antonio; PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. **Introdução à Engenharia: Conceitos, ferramentas e Comportamentos.** Editora da UFSC, 2006. p 1-139.
- CAMPOS, Tiago Vilela, AZEVEDO DE, Rogério Cabral. **A metodologia Lean e a Indústria da construção civil: Uma revisão sistemática da literatura.** Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 21, n. 2, p. 437- 455, 2021
- CANDIDO, Luiz Felipe, CARNEIRO Juliana Quinderé, HEINECK Luiz Fernando Mählmann. **"Análise Da Aplicação Da Técnica De Gerenciamento Do Valor Agregado (EVM) Em Projetos De Construção Enxuta/Analysis of the Application of the Value Added Management Technique (EVM) in Lean Construction Projects."** Revista Produção Online 16.3 (2016): 947.
- 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.
- COSTA, H. G. et al. **PCP–Sistema De Controle da Produção.** In: LUSTOSA, L. et al.
- DANE, F. **Research methods.** Brooks/Cole Publishing Company: California, 1990.
- DEMO, Pedro. **Introdução a Metodologia da Ciência.** São Paulo, Editora Atlas. 1985, 2 ed.
- GUARDANI, Fátima et al. **A relação entre valores, práticas organizacionais e confiança de clientes no setor de serviços.** Production [online]. 2013, v. 23, n. 4. pp. 806-817.
- GHINATO, P. (2000). **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção.** In: ALMEIDA, A. T.; SOUZA, F. M. C. Produção e Competitividade. Aplicações e Inovações. Recife: editora Universal da UFPE. 2000.
- JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato. **Aplicação da Lean Construction Para Redução dos Custos de Produção de Casa 1.0.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- HOWELL, G. **What is Lean Construction.** IGLC-7, Califórnia, EUA, 1999.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** 1992. Stanford: Techniccal Repport 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering. Stanford Univeristy., 1992.

KOSKELA, L.; BERTELSEN, S. **Construction Beyond Lean: A New Understanding of Construction Management**. Presented at the 12th annual conference in the International Group for Lean Construction, Elsinore, Denmark, 2004

KOSKELA, L. J. **Moving On - Beyond Lean Thinking**. Lean Construction Institute, University of Salford Manchester, 2004.

KRAFCIK, J. (1998). **Triumph of the Lean Production System**. Lean Thinking Pty Ltd, Developing Lean Experts Globally.

LAUFER, A. **Essentials of project planning: owner's perspective**. *Journal of Management in Engineering*, New York, ASCE, v. 6, n. 2, p. 162-176, 1990.

MAGALHÃES, Rachel Madeira, MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito e Bandeira, RENATA Albergaria de Mello. **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. *Gestão & Produção*. 2018, v. 25, n, pp. 44-55.

MANI, Sebin. **Kaizen Philosophy: A review of literature**. The Icfai University Press. 2009.

MORESI, Eduardo. **Metodologia de pesquisa**. Programa de Pós graduação Stricto Sensu em gestão do Conhecimento e tecnologia da informação. Brasília. Mar, 2003.

OHNO, Taiichi. **Toyota Production System: Beyond large-scale production**. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, 1988.

PRADO, J. S. do; CALDERARO, D. R.; PIRAN, F. A. S. **Efeitos da utilização dos princípios da construção enxuta no desempenho operacional das empresas da construção civil: uma pesquisa considerando a percepção de profissionais do Rio Grande do Sul**. *Revista Produção Online, [S. l.]*, v. 19, n. 2, p. 498–517, 2019.

SANTOS, Paulo Ricardo Ramos e SANTOS, Débora de Gois. **Investigação de perdas devido ao trabalho inacabado e o seu impacto no tempo de ciclo dos processos construtivos**. *Ambiente Construído [online]*. 2017, v. 17, n. 02.

SILVA, Danieli Tavares Rates da; SOUZA, Rogério de; SILVA, Anderson da Silva. **Aplicabilidade da Filosofia Lean Manufacturing nas Organizações: produção enxuta**. UNIASSELVI, 2013.

SILVA, Felipe Manoel Sampaio. Costa, Blenda Furtado da. SANTOS, Mischelle Paiva dos. **Filosofia Lean na construção civil**. *Engenharia na prática: Construção e Inovação - VOL. 4*. editora Epitaya. Rio de Janeiro, 2022.

SILVA, Matheus Freire; LEITE, Eugênio Batista; DA COSTA, Gláucia Alves; FARIA, Nayra de Oliveira. (2018). **Lean Construction: Como os princípios do Sistema Toyota de Produção podem contribuir para construções mais enxutas, produtivas e sustentáveis: Um estudo de caso na construtora Andrade Gutierrez**. *Percurso Acadêmico*. 8. 93-115.

SZAJUBOK, Nadia Kelner, ALENCAR, Luciana Hazin e DE ALMEIDA, Adiel Teixeira. **Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério**. *Production [online]*. 2006, v. 16, n. 2

VIEIRA, Thainá Lana. **Aplicação do Sistema Lean na Construção civil e os Critérios Competitivos no Setor**. XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão. ago, 2015.

WESTERLON, Adrielli Aparecida; DREHMER, Lucas Eduardo. **ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS DO LEAN CONSTRUCTION: EM UMA CONSTRUTORA NA GRANDE FLORIANÓPOLIS-SC**. Orientador: José Humberto Dias de Tolêdo,. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021. f. 73.