



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIA MARIANA XAVIER DE LIMA MEDEIROS

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN CONSTRUCTION* NA
GESTÃO DE OBRAS DE UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

MOSSORÓ

2022

MARIA MARIANA XAVIER DE LIMA MEDEIROS

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN CONSTRUCTION* NA
GESTÃO DE OBRAS DE UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Raimundo Gomes de Amorim Neto, Prof. Dr.

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M488e Medeiros, Maria Mariana Xavier de Lima.
Estudo da aplicação dos princípios de lean
construction na gestão de obras de uma empresa de
construção civil / Maria Mariana Xavier de Lima
Medeiros. - 2022.
41 f. : il.

Orientador: Raimundo Gomes de Amorim Neto.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2022.

1. engenharia civil. 2. construção enxuta. 3.
gerenciamento. 4. produtividade. 5. desperdícios.
I. Neto, Raimundo Gomes de Amorim , orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARIA MARIANA XAVIER DE LIMA MEDEIROS

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN CONSTRUCTION* NA
GESTÃO DE OBRAS DE UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 28/11/2022.

BANCA EXAMINADORA

Raimundo Gomes de Amorim Neto, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Jonathas Iohanathan Felipe de Oliveira, Prof. Me. (IFCE)
Membro Examinador

Vinícius Navarro Varela Tinoco, Pesquisador e Eng. (UFSCAR)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida e por ter sido possível trilhar esse caminho até aqui com saúde, capacidade e força. Gratidão por conduzir todos os meus passos e planos. É dEle que vem a minha força.

Agradeço a minha família, em especial, aos meus pais, Alcivan Nunes e Maria da Saúde, a minha irmã, Maria Alana, e as minhas tias, Alzelita e Luzineide; pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Grata por serem meu porto seguro e me apoiarem nessa jornada. Sempre que precisei, estiveram ao meu lado nos momentos de alegria e dificuldades.

Agradeço ao meu noivo Guilherme Mendes, com quem eu sempre pude contar, desde o início da minha jornada acadêmica em 2017. Sempre esteve ao meu lado, acreditou em mim e no meu potencial. Sou muito grata pelos momentos de companhia, suporte, conselhos, incentivo e alegria.

Agradeço Orientador, Prof. Dr. Raimundo Amorim, pelo apoio fornecido durante toda a minha jornada acadêmica e no processo de realização desse trabalho, além do empenho para a realização. Grata por toda a compressão e ajuda nos momentos que precisei, no âmbito acadêmico e pessoal.

Agradeço a Banca Examinadora pela disponibilidade de se fazer presente, pelas correções e ensinamentos.

Agradeço ao Engenheiro Civil Carlos Müller que tornou possível o desenvolvimento dessa pesquisa. Grata por toda a disponibilidade e apoio nesse período.

Agradeço aos professores que me acompanharam ao longo de todo o curso e que, com empenho, se dedicam à arte de ensinar. Grata pela ajuda e por todos os ensinamentos transmitidos.

Agradeço à empresa júnior ALPE Engenharia, na qual participei durante a minha graduação. A vivência de empresária júnior me abriu muitas oportunidades e me fez crescer no âmbito profissional e pessoal. Grata por todos os momentos vividos e pelas experiências e conhecimentos adquiridos.

Agradeço aos meus amigos, de infância/adolescência, da graduação e de outras jornadas, pela amizade e por estarem sempre ao meu lado.

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo.”

Albert Einstein.

RESUMO

A indústria da construção civil é um setor importante na economia dos países e que demanda insumos, mão de obra e capital. Sendo assim torna-se cada vez mais importante a aplicação de um gerenciamento e controle de produção, a fim de melhorar a produtividade e diminuir os desperdícios. A *Lean Construction*, também conhecida como construção enxuta, é uma filosofia centrada na eficiência produtiva e na redução de desperdícios e é possível utilizá-la na construção civil. Diante disso, o trabalho tem como objetivo principal estudar a aplicação dos princípios de *lean construction* na gestão de obras de uma empresa de construção civil e como objetivos específicos estruturar uma metodologia replicável para identificação de *lean construction* em obras gerais, identificar princípios de *lean construction* já aplicados na empresa e processos e/ou serviços de construção civil que se enquadram aos princípios de *lean construction*. A metodologia utilizada na pesquisa foi entrevista com a empresa e o gestor com perguntas direcionadas ao tema e com visitas as obras para identificar o funcionamento da empresa e seus processos de execução de obra. O trabalho tem como resultados obtidos a identificação dos serviços e/ou processos que já aplicam os princípios de *lean construction*, fazendo uma descrição de como eles se enquadram dentro da execução de obras do nicho da empresa pesquisada.

Palavras-chave: engenharia civil; construção enxuta; gerenciamento; produtividade; desperdícios.

ABSTRACT

The civil construction industry is an important sector in the economy of countries and requires inputs, labor and capital. Therefore, it becomes increasingly important to apply management and production control in order to improve productivity and reduce waste. Lean Construction is a philosophy centered on productive efficiency and waste reduction and it is possible to use it in civil construction. In view of this, the main objective of this work is to study the application of lean construction principles in the management of works of a civil construction company and as specific objectives to structure a replicable methodology for identifying lean construction in general works, to identify lean construction principles already applied in the company and civil construction processes and/or services that fit the principles of lean construction. The methodology used in the research was an interview with the company and the manager with questions directed to the theme and with visits to the works to identify the functioning of the company and its processes of execution of work. The work has as results the identification of services and/or processes that already apply the principles of lean construction, making a description of how they fit within the execution of works of the researched company's niche.

Keywords: civil Engineering; lean construction; management; productivity; waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Esquema do Sistema Toyota de Produção.....	14
Figura 2	- Modelo Tradicional de Processo	15
Figura 3	- Modelo <i>Lean</i> de Processo	16
Figura 4	- Concretagem de Laje com Concreto Usinado	29
Figura 5	- Caminhão Betoneira com Concreto Usinado	29
Figura 6	- Laje Concretada com Concreto Usinado	30
Figura 7	- Armação pré-fabricada descarregando na obra	31
Figura 8	- Armação pré-fabricada descarregando na obra	32
Figura 9	- Execução de iluminação de fachada de residência com execução de perfis de LED	33
Figura 10	- Execução de iluminação de residência com utilização de perfis de LED	33
Figura 11	- Execução de revestimento com porcelanato de grandes formatos	34
Figura 12	- Execução de fachada residencial com porcelanato de grandes formatos	35
Figura 13	- Execução de forro de gesso posterior a execução de revestimento de piso em porcelanato, com revestimento de piso protegido por lona	37
Figura 14	- Execução de revestimento de piso em porcelanato para posterior execução de forro de gesso	37
Figura 15	- Execução de forro de gesso posterior a execução de revestimento de piso em porcelanato, com revestimento de piso protegido por lona	38
Figura 16	- Modelo de repasse diário das obras	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	Geral	12
2.2	Específicos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Sistema Toyota de Produção	13
3.2	<i>Lean Construction</i>	14
3.2.1	Princípios da <i>Lean Construction</i> e seus conceitos	16
3.3	Construção Civil	18
4	METODOLOGIA	19
4.1	Coleta de Dados	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
5.1	Entrevista com o Engenheiro Civil	22
5.2	Análise do Serviços	27
5.2.1	Utilização de Concreto Usinado	27
5.2.2	Utilização de Elementos Pré-Fabricados	30
5.2.3	Inovações de Mercado	32
5.2.4	Execução de Obras em Etapas	35
5.2.5	Execução de Revestimento e Gesso	36
5.2.6	Processo de Transparência	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
6.1	Conclusões	40
6.2	Sugestões de Trabalhos Futuros	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor importante na economia dos países, demandando insumos, mão de obra, capital, gerando emprego e renda. É um setor que tem uma representatividade significativa na economia, pois, em 2019, um a cada 14 pessoas empregadas trabalhava na construção civil, sendo o equivalente a 7,3% de todos os empregos no Brasil, ou seja, 6,7 milhões de postos de trabalho (DEGANI, 2022).

É uma atividade que se desenvolve em um ambiente particularmente dinâmico e mutável, mudando o local de trabalho a cada empreendimento. Mesmo com inovações e tecnologias surgindo para tornar a construção cada vez mais inteligente, área da construção civil sofre com problemas como alto índice de desperdício, falta de padronização de processos, numerosos casos de problemas nas construções, processos sem eficiência e eficácia.

Baseado na eliminação de desperdícios, como grandes estoques, e no uso consciente da matéria-prima, a fim de aumentar a eficiência de produção e os lucros; surge a filosofia do pensamento *Lean*. A motivação da criação surgiu de Toyota após a Segunda Guerra em um Japão fragilizado e com falta de recursos; criando um Sistema Toyota de Produção (STP), com o pensamento *Lean* (SILVA & PAIVA, 2017).

Inseridos nesse contexto, é possível utilizar de conceitos teóricos que possibilitem as simplificações de processos e melhorias contínuas. A *Lean Construction* é uma filosofia centrada na eficiência produtiva e na redução de desperdícios. Tendo em vista a sua ampla e diversificada aplicabilidade, essa filosofia pode ser aplicada à construção civil, sendo conhecida como construção enxuta; com potencial para gerar impactos positivos nas empresas do ramo da construção civil.

Portanto, o real interesse para o desenvolvimento dessa pesquisa está em estudar a aplicação dos princípios de *lean construction* na gestão de obras de uma empresa de construção civil.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo estudar a aplicação dos princípios de *lean construction* na gestão de obras de uma empresa de construção civil.

2.2 Específicos

- Estruturar uma metodologia replicável para identificação de *lean construction* em obras gerais;
- Identificar princípios de *lean construction* já aplicados na empresa;
- Identificar processos e/ou serviços de construção civil que se enquadram aos princípios de *lean construction*.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Sistema Toyota de Produção

No cenário de um Japão pós Segunda Guerra Mundial, sofrendo com pouca mão de obra e escassez de matéria-prima; a empresa Toyota desenvolveu uma metodologia chamada de Sistema Toyota de Produção baseada em dois pilares: : *Just in Time* (quando necessário) e Jidoka (“autonomação”). Os principais objetivos dessa metodologia eram a redução dos desperdícios e o aumento da produtividade na linha de produção, reduzindo os custos da empresa e aumentando a lucratividade (COUTINHO, 2020).

O Sistema Toyota foi aprimorado nessa época para otimizar a manufatura e manter um fluxo constante de vendas. Os seus dois pilares foram fundamentais para desenvolver a metodologia, mas com o passar dos anos, o Sistema Toyota de Produção (TPS) se apoiou em uma base formada por 3 princípios: Heijunka, Padronização do Trabalho e Kaizen.

Abaixo, estão um pouco de como cada um funciona.

1. *Just in Time*: Significa produzir apenas quando necessário, utilizando apenas os recursos pré-definidos e no tempo ideal. Ou seja, para evitar o excesso de estoque, nada deve ser produzido se não houver demanda que justifique a produção; não degastando o produto e nem desvalorizando-o (HENRIQUE, 2022).
2. Jidoka: Significa automação com influência humana; em que a máquina realizaria a operação e o funcionários realizariam o monitoramento. Com esse pilar é preciso ter automações que sejam capazes de dar continuidade ao processo e apenas poucos funcionários na linha de produção, atuando mais na parte de falhas no processo (HENRIQUE, 2022).
3. Heijunka: Ferramenta que possibilita tornar o processo produtivo mais previsível através do nivelamento de variedade e quantidade dos produtos de uma determinada linha de produção, identificando a quantidade exata dos recursos que serão necessários manter em estoque, evitando perdas ao longo do processo produtivo (COUTINHO, 2020).
4. Padronização do Trabalho: É a estipulação de padrões para a realização de uma operação para a manutenção de um processo produtivo estável. Permite processos mais processos ainda mais eficientes, reduzindo o tempo necessário para executar uma determinada atividade (COUTINHO, 2020).

5. Kaizen: É uma filosofia que traz o conceito da melhoria contínua, buscando melhorar tarefas, processos, introduzindo inovações, reduzindo gastos que não são mais necessários.

O esquema do Sistema Toyota de Produção costuma ser apresentado da forma que está mostrada na Figura 1.

Figura 1 – Esquema do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: HENRIQUE, 2022.

3.2 Lean Construction

A *Lean Construction*, também conhecida como construção enxuta, é uma filosofia centrada na eficiência produtiva e na redução de desperdícios e é possível utilizá-la na construção civil; fazendo referência a otimização do processo de construção visando um desperdício mínimo.

A *Lean Construction* é então a adaptação da *Lean Production* à indústria da construção e tem como marco fundamental a publicação do trabalho de Koskela (1992). Tendo sido em seguida criado o IGLC - *International Group for Lean Construction* (ARANTES, 2008).

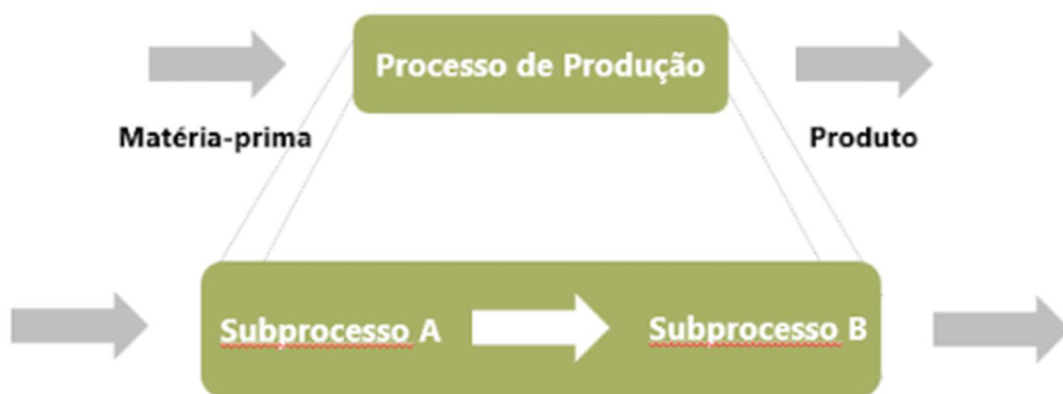
A filosofia do pensamento *Lean* surgiu após o final da Segunda Guerra, com a criação do Sistema Toyota de Produção (STP), em um Japão fragilizado e com falta de recursos. A Toyota criou um modelo de sistema de produção baseado na eliminação de desperdícios, como

grandes estoques, e no uso consciente da matéria-prima, a fim de aumentar a eficiência de produção e os lucros (SILVA & PAIVA, 2017).

Dessa forma, o pensamento *Lean* começou a ser utilizado fora do ambiente de fábrica, influenciando outros ramos da indústria; e em 1992, através do pesquisador Lauri Koskela, a mentalidade enxuta de *Lean Production* foi adaptada para a construção civil. Foi possível observar que como na construção civil o local de trabalho muda a cada empreendimento, mão de obra que se movimenta ao redor do produto. Logo, *Lean Construction* é a aplicação dos princípios do pensamento enxuto às atividades de construção civil, adaptando-as para cada realidade; mantendo a busca da redução de custos e prejuízos de uma construção, bem como otimizar o processo para que o produto entregue seja de qualidade (COUTINHO T. , 2018).

A principal diferença entre o método tradicional de construção e a construção enxuta é o modo como se olha para o processo de produção. O método tradicional de processo é dividido em subprocessos, de modo que o custo total do processo pode ser minimizado por meio na minimização do custo de cada subprocesso, e que o valor das saídas e um processo é associado com o valor de suas entradas. Além disso, o valor de cada subprocesso está diretamente ligado ao valor de suas matérias primas (WIGINESCKI, 2009). O modelo tradicional de processo pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo tradicional de processo.



Fonte: COUTINHO T., 2018.

O método *Lean*, construção enxuta, é separado em atividades que agregam valor e as que não agregam. É um processo que consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. Dessa forma, ao realizar melhorias nesses elementos, uma melhoria geral dos processos é obtida, pois o que não agrega valor ao produto é retirado do processo

produtivo (SILVA & PAIVA, 2017). O modelo *Lean* de processo pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Modelo *Lean* de processo.



Fonte: COUTINHO T., 2018.

3.2.1 Princípios da *Lean Construction* e seus conceitos

A *Lean Construction* tem 11 (onze) princípios para gestão dos processos que foram definidos por Koskela (1992). Esses auxiliam no projeto de processo de fluxo e nas melhorias. Alguns dos princípios estão interligados; e, enquanto uns são mais fundamentos da teórica, outros são voltados para aplicação prática.

A seguir estão sendo apresentados os princípios com seus conceitos e aplicabilidades (KOSKELA, 1992):

1. Reduzir atividades que não agregam valor: Retirar as atividades que fazem parte do processo e consomem recursos, tempo e espaço sem agregar valor. Contudo, é preciso definir requisitos, pois vários processos são necessários no processo produtivo.
2. Aumentar o valor do produto: Tem como objetivo mapear os processos nas etapas de produção e criar um desenho de fluxo, de forma que seja possível identificar o cliente e suas analisar suas reais necessidades.
3. Reduzir a variabilidade do processo produtivo: Aumentando a variabilidade, observa-se uma queda no padrão de qualidade e um produto uniforme é melhor no ponto de vista do consumido. Além disso, dentro desse princípio pode-se citar que a variabilidade aumenta o número de atividades que não agregam valor.
4. Reduzir o tempo de ciclo de produção: O tempo de ciclo é a soma de períodos necessários para a fabricação de determinado produto (processamento, inspeção, espera e movimentação). Com essa redução, é possível obter uma entrega mais rápida do

produto, de forma a eliminar parcelas que não agregam valor. Segundo Santos (1999), uma das formas de reduzir as atividades que não agregam valores seria desenvolver sistemas de processos padronizados, contínuos e repetitivos.

5. Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes: A simplificação pode ocorrer através da redução do número de componentes de um produto e do número de passos em um fluxo de materiais ou informações. Portanto, é possível reduzir atividades que não agregam valor no processo e reconfigurar partes e passos que agregam valor.
6. Aumentar a flexibilidade de saída: A aplicação se dá alcançando por meio da redução do tamanho de lotes até praticamente se equivaler à demanda, reduzindo a dificuldade de setups e mudanças, customizando o mais tarde possível e treinando os trabalhadores em várias tarefas.
7. Aumentar a transparência do processo: Fundamental para facilitar controle e melhorias, de modo que a falta de transparência aumenta a propensão a erros. Com esse princípio, é possível tornar o fluxo das operações do início ao fim compreensível para todos os envolvidos, melhorar a comunicação e diminuir falhas.
8. Manter o foco no controle como um processo: Controlar o processo produtivo através de medições e destinando pessoas responsáveis apenas pelo controle, sendo distinta do responsável pelo andamento do processo, podendo este ser um gerente responsável por processos funcionais cruzados ou utilizando equipes que se autodirigem para controlar seu próprio processo.
9. Gerar melhorias contínuas: Tem como objetivo reduzir o desperdício e o aumentar a agregação do valor do produto, devendo ser realizado de modo contínuo e iterativo. Realizar medições e monitoramento é fundamental. Contudo, para haver melhora no processo, é devem ser estabelecidas metas.
10. Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões: Conforme Koskela (1992), para melhorar as atividades produtivas devem ser apresentadas melhorias das conversões de fluxos e nas atividades de transformações. Em um primeiro momento, deve-se eliminar as perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque do processo e, em seguida, avaliar da possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica.
11. Aplicar a benchmarking: *Benchmarking* consiste no processo de busca das melhores práticas de gestão e que conduzem ao desempenho superior. Para isso, faz-se necessário

um estudo da concorrência, podendo ser feita uma análise profunda das melhores práticas usadas por empresas de um mesmo setor que o seu e que podem ser replicadas no seu empreendimento. Esse princípio proporciona as empresas buscarem inovações e ir em direção à competitividade e crescimento da organização.

3.3 Construção Civil

“Como sabemos, a construção civil é um dos grandes motores da nossa economia. Segundo o Estadão, em 2019 a construção civil representava 6,7 milhões de postos de trabalho. Isso era o equivalente a 7,3% de todos os empregos no Brasil. Ou seja, um a cada 14 pessoas empregadas, uma trabalha na construção civil.” (DEGANI, 2022).

A construção civil é um setor importante na economia dos países, demandando insumos, mão de obra, capital, gerando emprego e renda. É uma atividade que envolve uma grande quantidade de variáveis e como local de trabalho muda a cada empreendimento, tem-se seu desenvolvimento em um ambiente particularmente dinâmico e mutável. (MAGALHÃES, MELLO, & BANDEIRA, 2015).

O gerenciamento de uma obra é trabalho complexo e mesmo com normas e regras, ainda há muitos imprevistos nas execuções de obras e nos canteiros. No Brasil, é comum se ver execução de obras sem um planejamento formal e sem garantia do cumprimento do prazo e orçamento previamente estabelecidos.

Diante disso, mesmo com inovações e tecnologias surgindo para tornar a construção cada vez mais inteligente, área da construção civil sofre com problemas como alto índice de desperdício, falta de padronização de processos, numerosos casos de problemas nas construções, processos sem eficiência e eficácia (SILVA & PAIVA, 2017).

Com toda essa problemática, as empresas estão buscando desenvolver o processo de produção a fim de obter maior produtividade, redução de desperdícios e melhoria da qualidade, melhorando a relação custo-benefício e entregando empreendimento de qualidade. Porém, a alteração das características atuais do processo de produção apresenta um grande desafio para empresas (WIGINESCKI, 2009).

4 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida é de natureza aplicada, buscando a aplicação prática dos conceitos e princípios de *lean construction* na construção civil. Quanto à abordagem, a pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa tendo como enfoque obter dados da empresa e de seu cenário interno de forma que os resultados não podem ser traduzidos em números. Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória tendo em vista que proporciona maior ligação com *lean construction*, envolvendo levantamento bibliográficos e entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas.

O objeto de estudo dessa pesquisa foi uma empresa de Construção Civil localizada na cidade de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte (RN). A empresa é de propriedade do Engenheiro Civil Carlos Müller Pontieri de Sousa, devidamente cadastrado ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado do Rio Grande do Norte (CREA/RN 211471126-9) como profissional liberal. O engenheiro obteve seu título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido no ano de 2014.

Atua há 6 (seis) anos como autônomo e se encontra dentro do nicho da construção civil, mais especificamente em construção de pontos comerciais e residenciais de médio e alto padrão, com foco em residências de alto padrão.

A empresa possui um planejamento de execução de 5 (cinco) obras por ano dentro do nicho definido, sendo possível estender até 8 (oito), incluindo serviços rápidos de reforma e/ou serviços emergenciais.

As atividades de administração, finanças, compras, recursos humanos, orçamentos, projetos, gestão de obras e engenharia são realizadas pelo próprio engenheiro Carlos Müller. Contudo, estágios são sempre oferecidos aos estudantes de engenharia civil de forma que estes atuem na vivência de obras, realizando relatórios diários de obras, levantamento e quantitativos, acompanhamento de execução de projetos, dentre outras atividades. Sempre que possível, o engenheiro se organiza para ter dois estagiários em cada obra cobrindo os dois turnos de execução: Matutino e vespertino.

O quadro de operários apresenta atualmente uma média de 30 trabalhadores fixos, que se encontram no setor da produção, apresentando operários encarregados, que realizam também a função de mestre de obra, e os operários do canteiro de obras (pedreiros e serventes). Além disso, trabalha também com a contratação de equipes terceirizadas para a realização de atividades especializadas, como por exemplo gesso, pintura, instalação de esquadrias de alumínio e vidros, entre outras; que são contratadas de acordo com os períodos de serviços de obra.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, estão em execução 6 (seis) obras, sendo elas: 5 (cinco) residências de alto padrão, sendo 1 (uma) em fase de finalização, e 1 (uma) reforma de residência. Possui 4 (quatro) obras para serem iniciadas em breve, sendo 2 (duas) reformas de apartamento, 1 (uma) execução de residência e 1 (uma) execução de clínica médica.

4.1 Coleta de Dados

Para a construção da pesquisa, foi definida a forma de coleta de dados para que fosse possível atingir seus objetivos. Com esse intuito, foram realizadas as etapas a seguir:

- 1- Elaboração de materiais e definição de método para a coleta de dados (levantamento de dados necessários da empresa e da pesquisa);
- 2- Coleta da base de dados através de entrevista com a empresa e acesso a imagens de execução de obras.

Para obter os dados necessários para a pesquisa, foi elaborado um questionário com perguntas e realizado uma entrevista com o engenheiro para que fosse possível entender os serviços e o funcionamento da execução de obras na empresa. As perguntas contemplam assuntos variados, envolvendo serviços, processos, gestão, dentre outros assuntos.

As perguntas elaboradas para a entrevista foram:

Pergunta Nº 01: Você possui um processo padronizado de execução de obra? E como funciona?

Pergunta Nº 02: Como se dá a aptidão dos seus funcionários?

Pergunta Nº 03: Você está atento as situações de inovação do mercado? Como por exemplo, participa de eventos que possa ver inovações na área da construção civil na prática?

Pergunta Nº 04: Como você se mantém atualizado perante o mercado?

Pergunta Nº 05: Você já introduziu alguma melhoria contínua no processo de execução? Por exemplo, algo que reduzisse desperdício, entre outras situações.

Pergunta Nº 06: Você usa concreto usinado nas suas obras?

Pergunta Nº 07: Você acha a transparência de processos importante? Você aplica no seu dia a dia?

Pergunta Nº 08: Como você faz a transparência com o cliente?

Pergunta Nº 09: Você executa apenas obras que você faz os projetos (complementares)?

Pergunta Nº 10: Você faz a compatibilização de projetos antes da execução?

Pergunta Nº 11: Quais os *softwares* que você usa hoje nos projetos?

Pergunta Nº 12: Na execução das suas obras, você usa algum elemento pré-fabricado?

Pergunta Nº 13: Explique como ocorre o armazenamento de materiais nas obras.

Pergunta Nº 14: Você possui um cronograma de execução das obras?

Pergunta Nº 15: Você acha que porcelanatos em grandes formatos foi uma inovação do mercado de engenharia civil? Você atua com essa execução? E como se adaptou?

A entrevista com o Engenheiro Civil Carlos Müller Pontieri de Sousa é o passo para se obter os dados necessários para a pesquisa. Será feita de forma individual com perguntas cuja finalidade é posteriormente identificar quais e quantos dos 11 (onze) princípios de *Lean Construction* já estão sendo aplicados na empresa através de serviços e/ou processos.

Os 11 princípios que busca se identificar nos serviços e/ou processos da empresa são:

1. Reduzir atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor do produto;
3. Reduzir a variabilidade do processo produtivo;
4. Reduzir o tempo de ciclo de produção;
5. Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes;
6. Aumentar a flexibilidade de saída;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Manter o foco no controle como um processo;
9. Gerar melhorias contínuas;
10. Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões;
11. Aplicar a *benchmarking*.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Entrevista com o Engenheiro Civil

Após a entrevista com o Engenheiro Civil Carlos Müller, foram obtidos os dados necessários para a pesquisa.

Abaixo estão apresentadas as perguntas feitas e suas respectivas respostas.

Pergunta Nº 01: Você possui um processo padronizado de execução de obra? E como funciona?

Resposta: Basicamente, segue uma sequência de 3 (três) etapas: Estrutura, instalações e pré-acabamento, e acabamento. Elas são bem definidas de forma a serem executadas uma após a outra, não sendo executadas em conjunto. Considero que as executar assim nas obras de forma simultânea traz benefícios, como por exemplo: Redução de perdas; Otimização de tempo, pois quando eu faço aquisições de materiais, eu compro itens de uma mesma etapa; e essa mesma situação me acarreta benefício econômico, pois eu consigo comprar uma margem maior de materiais de uma mesma etapa e isso me dá junto ao fornecedor uma maior barganha de preço, pois o meu volume de compra é maior naquele momento; principalmente porque eu junto várias obras que estão na mesma fase e coto para o cliente A, B, C, D... itens do mesmo processo, aumentando o volume e me dando uma barganha maior.

Pergunta Nº 02: Como se dá a aptidão dos seus funcionários?

Resposta: Os meus funcionários possuem aptidão em várias tarefas. Por exemplo, em alguns casos, em uma necessidade mínima de passar uma pequena tubulação de elétrica de última hora, eu não preciso chamar um eletricista para isso, podendo ficar sujeito a disponibilidade e tempo desse. Diante da minha orientação, o meu funcionário realiza a atividade, o que gera uma rapidez na solução da minha demanda.

Pergunta Nº 03: Você está atento as situações de inovação do mercado? Como por exemplo, participa de eventos que possa ver inovações na área da construção civil na prática?

Resposta: Sim, sempre vou a eventos e vejo coisas novas e interessantes. Procuo saber como elas são feitas e aplicadas, porque vejo que pode ser uma tendencia que venha a surgir na necessidade de clientes nossos. Por exemplo, utilização de perfis de led.

Pergunta Nº 04: Como você se mantém atualizado perante o mercado?

Resposta: Como eu sou a cabeça do meu negócio, estou sempre antenado em atualizações de preços; é uma situação constante. Por exemplo, fornecedor A vai ter aumento tal dia de tal

produto. Então, eu tento concentrar as aquisições que eu possa daquele item para adquirir o benefício para o meu cliente. Ou por exemplo, aproveitar algum momento de promoção. E eu encontro isso frequentando os fornecedores e informações de mercado que eles informam, pois sabem que compramos com frequência. Às vezes, eu só preciso do item daqui a 3 semanas, mas eu avalio a durabilidade do item, faço a aquisição e armazeno para trazer o benefício.

Pergunta Nº 05: Você já introduziu alguma melhoria contínua no processo de execução? Por exemplo, algo que reduzisse desperdício, entre outras situações.

Resposta: A escolha da sequência de execução de revestimento, por exemplo. Acabo fazendo escolhas pelo leque de experiências que já tenho. Por exemplo, a sequência de execução de revestimento (porcelanato) e gesso. Não é que todos os clientes queiram executar o porcelanato a frente do gesso. Contudo, eu tento encaminhar pelo menos a execução de revestimentos de áreas molhadas primeiro, porque eu notei os benefícios para o processo. Quando eu executo o porcelanato primeiro, eu estou movimentando a minha mão de obra de pedreiros para finalizar o serviço de porcelanato das paredes tendo um melhor acabamento do forro na última fiada de revestimento; e ao final do processo quando o meu terceirizado terminar, o meu pedreiro já terminou e eu posso removê-lo e direcioná-lo para outra tarefa ou local, ficando naquela obra apenas para finalizar pintura e elétrica. Portanto, se eu encaixo essa etapa de revestimento anterior, é um benefício para a minha execução, trazendo qualidade de execução para o cliente e redução de prazo. Para ser possível executar essa etapa antes, toma-se alguns cuidados de segurança forma posterior, como, cobrir todo o revestimento.

Pergunta Nº 06: Você usa concreto usinado nas suas obras?

Resposta: Com certeza. Não é algo firmado por mim ao cliente, pois eu trabalho com a administração e sempre exponho as situações de custo-benefício. Mas em todas as situações eu tento convencê-los a usar concreto usinado, pois eu fui contratado para acima de tudo gerar benefícios. Eu tento mostrar “na ponta do lápis” que o custo-benefício de executar com concreto usinado é melhor do que o manual; não só apenas pela parte financeira, mas também pelo desgaste da equipe de produção. Por exemplo, no dia seguinte a uma concretagem de laje com concreto usinado, a minha equipe está praticamente disposta ao trabalho no dia seguinte; o que não ocorre na situação do concreto manual, em que se precisa quase triplicar a equipe para executar em um dia inteiro o que se executaria em meio expediente; estando no dia seguinte esgotada. Além disso, tem a questão de ser homogêneo e o custo é mais em conta. Às vezes só falar com o cliente não é o suficiente. Eu gosto de mostrar, apresentar, levar na obra etc.

Acontece essas situações com revestimentos também. Ir em alguma obra, ver a peça em execução. Reboco de gesso, por exemplo, sentir a textura de acabamento melhor.

Pergunta Nº 07: Você acha a transparência de processos importante? Você aplica no seu dia a dia?

Resposta: Sim. Um exemplo claro nessa transparência de processos é o roteiro diário de obra que é feito, em sua maioria pelos estagiários. Nesse roteiro diário é descrito atividades executadas, material que foi recebido, material pedido, fotos de execução, etapas em execução e as próximas que serão executadas. Além disso, tem também a parte de mostrar os custos, notas fiscais, de apresentar que o que está sendo pago está chegando na obra, de mostrar que a obra está andando. É importante também não mostrar somente o que está andando, mas também do que deu errado, não omitindo; chegar para o cliente, explicar e solucionar.

Pergunta Nº 08: Como você faz a transparência com o cliente?

Resposta: De todas as maneiras possíveis que possibilitem o contato com ele, mas a principal hoje é o WhatsApp. Nós vamos mandar lá fotos da obra com a discriminação do que está sendo feito, as notas fiscais no grupo financeiro com os seus devidos valores e os seus acertos sendo efetivados diretamente por ele e as baixas também, mostrando a ele os descontos que estão sendo proporcionados em cada fornecedor para ele ver que a gente realmente está buscando o benefício sem reduzir a qualidade do material (comprovado pela compra do material na nota fiscal). Isso tudo via WhatsApp. Pessoalmente na visita cotidiana que o proprietário está livre, afinal, ele é o dono; com a minha presença ou a minha ausência, verificando pontos que ele ache necessário uma averiguação. Acaba sendo uma transparência de via-dupla para que possamos ter o melhor relacionamento possível.

Pergunta Nº 09: Você executa apenas obras que você faz os projetos (complementares)?

Resposta: Não somente projetos meus, mas tenho uma preferência por executar um projeto arquitetônico que tenha os projetos complementares feitos por mim, porque eu já estudei o projeto, não vou precisar “modificar” o projeto de outrem ou pedir a autorização para modificar o projeto de outrem. Qualquer adequação que eu já veja necessidade na hora da execução eu já faço. Mas isso não me impede. O que eu evito mesmo é realizar o projeto complementar que eu não vá executar futuramente, porque eu acho que demanda mais tempo do meu dia a dia, eu tenho que tirar as minhas dúvidas, ficar disponível para tirar dúvidas de outros profissionais, entre outros motivos. Acaba tomando mais o meu tempo no dia a dia das execuções.

Pergunta Nº 10: Você faz a compatibilização de projetos antes da execução?

Resposta: Você tocou no meu ponto chave e que eu acho um diferencial. A minha monografia sendo aplicada no dia a dia, que foi: Aplicação de um estudo de caso da compatibilização de projetos na execução de casas de alto padrão da cidade de Mossoró. Eu efetivo sim a compatibilização. A compatibilização estrutural eu faço uma sobreposição inter-pavimentos, o que propicia a visualização de quais são as paredes comuns entre pavimentos e pontos específicos para eu fazer o lançamento da minha estrutura. Com essa compatibilização estrutural, eu já associo um pouco a execução. Para instalações elétricas e hidrossanitárias, eu faço a compatibilização durante a execução, eu acho mais benéfico, desde que o cliente já tenha ou vá elaborar o projeto de ambientação de arquitetura, porque toda a parte de instalações (elétrica, hidrossanitária, lógica...) já pode ser discriminada com precisão a localização. Não vou fazer um projeto simplesmente normativo, vou fazê-lo normativo e utilitário. Então, quando o arquiteto já trabalha comigo, ele já me passa toda a parte de iluminação, tomadas, pontos. Tudo isso eu só modifico com a autorização do arquiteto. Compatibilização, acima de tudo, é um relacionamento de todo os profissionais técnico que envolvem a execução da obra.

Pergunta Nº 11: Quais os *softwares* que você usa hoje nos projetos?

Resposta: Uso o AltoQi Builder, o Eberick V10 e AutoCAD, que acabo usando mais pra parte de compatibilização, pré-lançamentos e estudo/análise de interferências; e de lá eu jogo para o *software* de projeto.

Pergunta Nº 12: Na execução das suas obras, você usa algum elemento pré-fabricado?

Resposta: Sim. Trilhos, chapins, postes. Já fiz edificações com concreto pré-moldado, parte de colunas e vigas; e uso com muita frequência elementos metálicos, as estruturas metálicas mesmo: vigas, placas de piso, colunas. Uma obra bem-vista que eu já executei foi o Tchê Hall que todo o mezanino é em estrutura metálica, inclusive o piso; que sobre o piso foi assentado um revestimento de porcelanato com argamassa. A parte de armação das obras eu também prefiro confeccionar a parte da obra, porque ela me beneficia quanto a organização e perdas de material. Por exemplo, a porcentagem de perdas dos 10% que a gente vê na faculdade elas batem incrivelmente na execução quando eu a faço na central de armação. A central de armação que eu faço é a 3D Pré-moldados, do Adonias, que é um parceiro meu de longas datas. Sempre confeccionou todas as armações das minhas obras. Eu passo os projetos e ele compra tudo com base nos projetos. As vezes faço algumas adequações quanto aos níveis dos arranques de colunas de desvios *in loco* que acabam não sendo possíveis de prever 100% no projeto. Então,

ele já faz os cortes e já também pensamos nos cortes para não haver muitas perdas (medidas de cortes exatos como 1,5, 2, 3, 4 ou 6, para não ficar “pedaceiros”). Com isso, eu tenho um aproveitamento máximo e conseguimos manusear 100% os cortes, as perdas e passo para ele. Como tudo isso é feito fora do canteiro, não me ocupa espaço, entulho e nem um manuseio e local específico para armador (uma central de armação). Além disso, ele um maquinário de corte e dobra automático. Ele programa a máquina com os valores corretos e a própria máquina fica operando 100% do tempo (madrugada por exemplo), dobrando e cortando. Isso tudo em um custo bem inferior ao que eu conseguiria fazer manualmente *in loco* e em um tempo bem menor. Por exemplo, eu passei os projetos X para ele e recebi tudo com uma média de 4 dias. Se eu fosse fazer *in loco*, o mesmo serviço, demandaria de 1 a 2 semanas, com um custo mais elevado, trabalhador exclusivo e com uma qualidade não tão intensa.

Pergunta Nº 13: Explique como ocorre o armazenamento de materiais nas obras.

Resposta: É algo bem fácil de controlar, porque como eu executo a obra por etapas, acaba que a discriminação de materiais vai saindo muito rápido. Mas em geral: Cimento devidamente armazenado na casa de cimento, empilhados em no máximo 10 unidades em cima de um palete e uma lona por cima, ainda que coberto; areia, brita e tijolos dispostos no canteiro de uma maneira organizada de planejamento para ficarem o mais próximo de onde vai ser utilizado: areia e brita próximo a betoneira mais dispostos ao fundo do canteiro (sempre o que vai ser repostado em maior quantidade e pode aferir no fluxo da execução); tijolo mais a frente. Os demais materiais que são mais suscetíveis a furtos e que são mais caras, como elétrica e acabamentos, temos um baú com cadeado que fica em um cômodo específico da obra, sendo controlado pelo mestre de obras e o terceiro/profissional. Tentamos também resguardar um pouco da segurança geral da obra, porque também tratamos com profissionais terceirizados e queremos manter um bom relacionamento com todos, a fim de não gerar transtornos.

Pergunta Nº 14: Você possui um cronograma de execução das obras?

Resposta: O cronograma da execução ele vai sofrendo alterações devido a interferências, como por exemplo a situação financeira do cliente. Como as minhas obras todas são por administração e não por contrato global, a principal engrenagem da execução é o financeiro do cliente. Trabalho mais com o controlar o financeiro do cliente para executar as etapas da obra. Mas tenho um organograma da sequência exata das atividades e com base no financeiro do proprietário, sei como dar os passos (mais rápido ou mais vagarosos). Ele é fisicamente e

visualmente parecidos com as documentações de financiamento, pois se o cliente for financiar já é o objeto; se não for, ele serve como conferência do que está sendo executado.

Pergunta Nº 15: Você acha que porcelanatos em grandes formatos foi uma inovação do mercado de engenharia civil? Você atua com essa execução? E como se adaptou?

Resposta: Recentemente eu dei uma entrevista sobre o assunto: Porcelanatos em grandes formatos pela Sua Casa/A Construtora Premium. Eu os vejo com um grande benefício estético e de execução, mas é preciso uma mão de obra mais especializada sem dúvidas. Assentar um revestimento de grande formato não é a mesma coisa de assentar um revestimento de 60 x 60, 90x90. Grandes formatos de revestimentos de 1 metro acima, por exemplo, 1,50 x 1,50, 2,0 x 2,0. O manuseio é muito diferente e a técnica é maior para um revestimento muito caro e simplesmente colocar uma mão de obra não compatível. Hoje em dia é cada vez mais frequente atuar com eles, porque eles reduzem as emendas, esteticamente mais uniforme, principalmente em ambientes mais vistos da casa (fachadas, salas, cozinhas). Quanto a benefícios ao andamento em si da execução da obra, não julgo como um ganho de produtividade, até porque dá mais trabalho, é mais delicado, vagaroso, é mais pesado. Às vezes ele pega o revestimento com as ventosas, coloca na posição, remove, marca, coloca de novo, aplica a argamassa, coloca no lugar e manuseia até “casar” com a posição correta. Então, como um ganho de produtividade não, mas o resultado estético é bem melhor. Isso começou a aparecer nos últimos anos e está bem frequente. Quanto a adaptação, foi realmente buscando profissionais mais experientes, os mestres de obra serviram também para passar o conhecimento para os demais. E as dificuldades cotidianas foram ajudando a aperfeiçoar as técnicas.

5.2 Análise do Serviços e Processos

Com os dados obtidos na entrevista, foi feita a análise dos serviços e processos realizados dentro da empresa.

A seguir, está apresentado a identificação dos princípios através de exemplos práticos na execução das obras.

5.2.1 Utilização de Concreto Usinado

A utilização de concreto dentro da execução de obras pode ser feita de forma manual, onde os profissionais confeccionam o concreto in loco com utilização de betoneira ou feita com concreto usinado, que é todo preparado e misturado em uma usina de concreto e levado até o canteiro de obras já pronto para aplicação através de caminhão betoneira. Foi identificado que

o engenheiro prefere executar a concretagem nas obras com concreto usinado. Apesar de a utilização não ser algo firmado, a utilização do concreto usinado traz uma melhor relação de custo-benefício se comparado com o manual em etapas de construção como concretagem de lajes, segundo o engenheiro.

A princípio tem-se o desgaste físico da equipe de produção. No dia seguinte a uma concretagem de laje com concreto usinado, a equipe está praticamente disposta ao trabalho; o que não ocorre na situação do concreto manual, em que se precisa quase triplicar a equipe para executar em um dia inteiro o que se executaria em meio expediente; estando no dia seguinte esgotada. Além disso, o concreto usinado é preparado fora do canteiro e já está pronto, reduzindo a equipe de trabalhadores que agora não precisará atuar com a produção do concreto, apenas com a aplicação. É possível identificar outras melhorias na execução, como: O concreto ser mais homogêneo, evitando uma variabilidade; e receber o concreto pronto no canteiro através de caminhões gera uma diminuição do tempo gasto para a conclusão da etapa de concretagem.

Alguns dos princípios de *lean construction* que puderam ser identificados foram:

1. Redução da variabilidade do processo produtivo; tendo um produto (concreto) mais uniforme sendo utilizado.
2. Redução do tempo de ciclo de produção; em que a utilização do concreto usinado gera uma redução no tempo gasto para a concretagem de uma etapa da execução de obra, como por exemplo, uma laje.
3. Redução de atividades que não agregam valor; na qual o fato de desgaste físico da equipe é retirado do processo, gerando uma melhoria no processo de produção.

As Figuras 4, 5 e 6 a seguir mostram a Utilização de Concreto Usinado nas obras.

Figura 4 – Concretagem de Laje com Concreto Usinado.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 5 – Caminhão Betoneira com Concreto Usinado.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 6 – Laje Concretada com Concreto Usinado.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

5.2.2 Utilização de Elementos Pré-Fabricados

A utilização de elementos fabricados externo ao canteiro traz vantagens a execução de obra. Na pesquisa feita na empresa, um desses exemplos é a utilização de armação pré-fabricada (fabricada externa ao canteiro de obras).

A armação das obras do Engenheiro Carlos Müller é confeccionada a parte da obra, beneficiando a otimização da mão de obra, organização e perdas de material. A central de armação utilizada é a 3D Pré-moldados, parceira do engenheiro; que executa as armações com base nos projetos entregues. Os cortes são pensados para não haver muitas perdas (medidas de cortes exatos como 1,5, 2, 3, 4 ou 6).

Como toda a execução é feita externa ao canteiro, ocorre uma redução no espaço ocupado e no entulho gerado da produção da armação; além de não precisar destinar um local um profissional específico (armador) dentro do canteiro e da sua equipe de trabalho, respectivamente.

A empresa 3D Pré-moldados possui um maquinário de corte e dobra automático, de forma que, programando a máquina com os valores corretos, esta fica operando 100% do tempo, dobrando e cortando; tendo como vantagem um custo bem inferior ao que se conseguiria fazer

manualmente *in loco* e em um tempo bem menor; onde a média de recebimento de armação pré-fabricada é de 4 dias e *in loco*, o mesmo serviço, demandaria de 1 a 2 semanas (com um custo mais elevado, trabalhador exclusivo e com uma qualidade não tão intensa).

Alguns dos princípios de *lean construction* que puderam ser identificados foram:

1. Redução da variabilidade do processo produtivo; tendo um produto (armação) com cortes e dobra mais precisas, menos suscetíveis a erros.
2. Redução do tempo de ciclo de produção; em que a fabricação da armação externa a obra gera uma redução no tempo gasto para a produção desta (como foi apresentado).
3. Gerar melhorias contínuas; onde realizar a fabricação da armação de forma externa reduz o desperdício de material e o reduz o custo financeiro, a agregando valor do produto.

As Figuras 7 e 8 mostram a armações pré-fabricadas chegando na obra.

Figura 7 – Armação pré-fabricada descarregando na obra.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 8 – Armação pré-fabricada descarregando na obra.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

5.2.3 Inovações de Mercado

Está em busca das melhores práticas de gestão e que conduzem ao desempenho superior é um dos princípios da *lean construction*, expressa como: Aplicação do *benchmarking*.

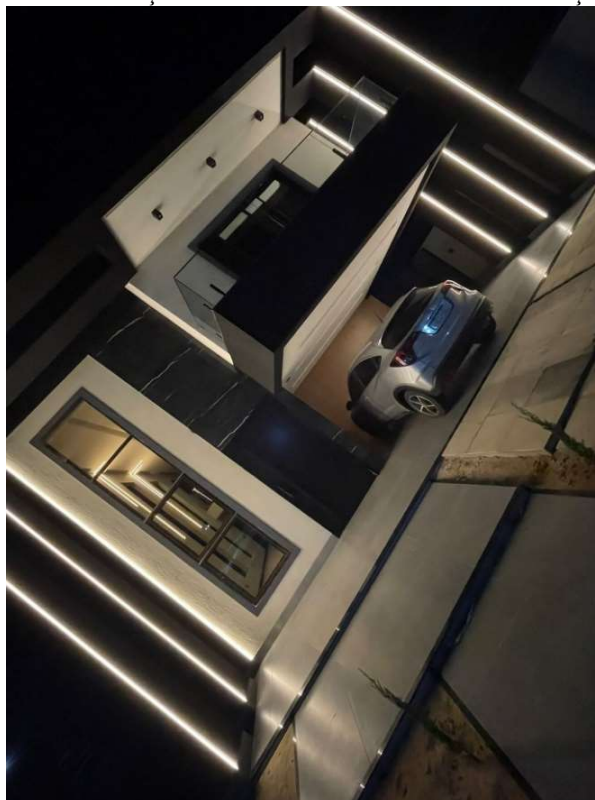
O Engenheiro Carlos Müller nos informou que sempre participa de eventos relacionado a inovações do mercado, como por exemplo o evento CASACOR; a fim de saber novos feitos e aplicações para execução de obra, que é o seu nicho específico. Procura está atualizado como mercado, visto que uma inovação/tendência apresentada pode surgir na necessidade de seus clientes nossos.

Sobre inovações de mercado implementadas a execução das obras e que acompanha a necessidade dos clientes atualmente, foi apresentado a utilização de perfis de led e revestimentos de porcelanatos em grandes formatos.

A utilização de perfis de LED é uma demanda da arquitetura que atinge diretamente a execução da obra feita pelo Engenheiro Civil. É utilizado para destacar objetos de forma indireta, realçando os elementos da arquitetura. É um material cada vez mais aceito pelos clientes, tornando uma necessidade de execução, com vantagens como: Alta durabilidade, baixo consumo, redução no espaço de ocupação, dentre outros (Buonnacorso, 2021).

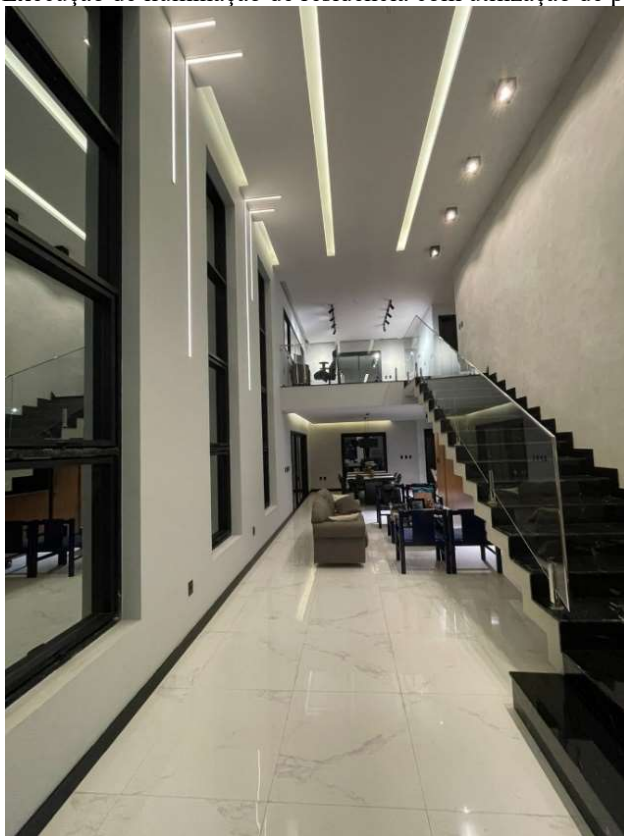
As Figuras 09 e 10 mostram utilização de LED na execução de obras residenciais.

Figura 9 – Execução de iluminação de fachada de residência com execução de perfis de LED.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 10 – Execução de iluminação de residência com utilização de perfis de LED.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Outra inovação do mercado que foi apresentada pelo engenheiro é a utilização de revestimento porcelanatos em grandes formatos na execução de obras, onde recentemente deu uma entrevista abordando o assunto para Sua Casa/A Construtora Premium, por ser uma demanda do mercado atua, tornando uma necessidade dos clientes.

Os porcelanatos de grandes formatos apresentam um grande benefício estético e de execução, contudo, é preciso uma mão de obra mais especializada, pois assentar um revestimento de grande formato (de 1 metro acima, por exemplo, 1,50 x 1,50, 2,0 x 2,0) não é a mesma coisa de assentar um revestimento de 60 x 60, 90x90. É cada vez mais frequente atuar com eles, porque eles reduzem as emendas, esteticamente mais uniforme, principalmente em ambientes mais vistos da casa (fachadas, salas, cozinhas). Apesar de não ser um ganho quanto ao quesito produtividade/tempo de execução, foi necessário se adaptar com a busca de profissionais mais experientes e transmissão de conhecimento dos mestres de obra para os demais, pois tornou-se uma necessidade dos clientes.

As Figuras 11 e 12 mostram utilização porcelanatos em grandes formatos na execução de obras residenciais.

Figura 11 – Execução de revestimento com porcelanato de grandes formatos.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 12 – Execução de fachada residencial com porcelanato de grandes formatos.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Com isso, pode-se ver a aplicação direta do princípio da *lean construction*: Aplicação do *benchmarking*; pois uma análise das tendências do mercado possibilita a empresa ir em direção à competitividade, de modo a conseguir atender necessidades específicas dos clientes; além de realizar uma análise das melhores práticas usadas por empresas de um mesmo setor que o seu e que podem ser replicadas no seu empreendimento, como é o caso da participação em eventos como CASACOR.

5.2.4 Execução de Obras em Etapas

Durante a execução de obras, o engenheiro Carlos Müller possui uma sequência de 03 (três) etapas bem definidas: Estrutura, instalações e pré-acabamento. Estas são executadas uma após a outra, não sendo executadas em conjunto.

Com a entrevista, foi possível identificar que a execução de forma simultânea em várias obras (que estão seguindo o mesmo processo) traz benefícios, como por exemplo: Redução de perdas e otimização de tempo. De uma forma mais prática, quando as obras estão passando pela mesma etapa, é possível, por exemplo, fazer aquisições de materiais em grande quantidade, acarretando um benefício econômico, pois consegue-se ao comprar uma margem maior de materiais de uma mesma etapa dá, junto ao fornecedor, uma maior barganha de preço. Além

disso, fazer um levantamento de materiais necessários ao mesmo tempo para aquisição gera uma redução do tempo de atividade e simplificação do número de passos, pois um processo que seria segmentado pode é de uma só vez.

Alguns dos princípios de *lean construction* que puderam ser identificados foram:

1. Redução do tempo de ciclo de produção;
2. Simplificação por meio da redução do número de passos ou partes;

em que o levantamento e compra de material de várias obras são feitos em um único momento, reduzindo o tempo necessário para a etapa completa e o número de passos no processo.

5.2.5 Execução de Revestimento e Gesso

Tratando de melhoria contínua no processo de execução, o engenheiro explanou sobre a escolha da sequência de execução de revestimento (porcelanato) e gesso em que possível notar benefícios na execução.

Executando o revestimento (porcelanato) primeiro, movimenta-se a mão de obra de pedreiros para finalizar o serviço de porcelanato das paredes tendo um melhor acabamento do forro (etapa seguinte) na última fiada de revestimento. Além disso, quando o terceirizado (gesso) terminar, o pedreiro já tem encerrado anteriormente, sendo necessário voltar apenas para ajustes finais, é possível removê-lo e direcioná-lo para outra tarefa ou local, não precisando entrar duas vezes na obra com a equipe completa.

Portanto, encaixar a etapa de revestimento anterior é um benefício para a execução, trazendo qualidade de execução para o cliente e redução de prazo. Contudo, é importante lembrar que para ser possível executar essa etapa antes, deve-se tomar alguns cuidados de segurança forma posterior, como, cobrir todo o revestimento com lona, principalmente de piso.

Alguns dos princípios de *lean construction* que puderam ser identificados foram:

1. Redução do tempo de ciclo de produção, em o serviço da equipe é feito de uma única vez, gerando otimização.
2. Gerar melhorias contínuas; tendo um produto de revestimento e forro com um melhor acabamento de execução, aumentar a agregação do valor ao produto.

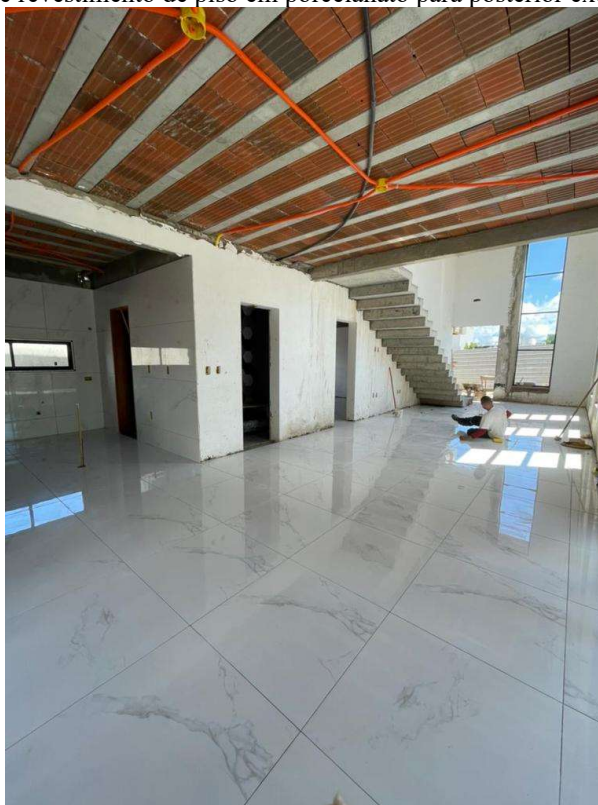
As Figuras 13, 14 e 15 mostram as etapas de revestimento e gesso sendo executadas em obras.

Figura 13 – Execução de forro de gesso posterior a execução de revestimento de piso em porcelanato, com revestimento de piso protegido por lona.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 14 – Execução de revestimento de piso em porcelanato para posterior execução de forro de gesso.



Fonte: Acervo do Engenheiro Carlos Müller (2022).

Figura 15 – Execução de forro de gesso posterior a execução de revestimento de piso em porcelanato, com revestimento de piso protegido por lona.

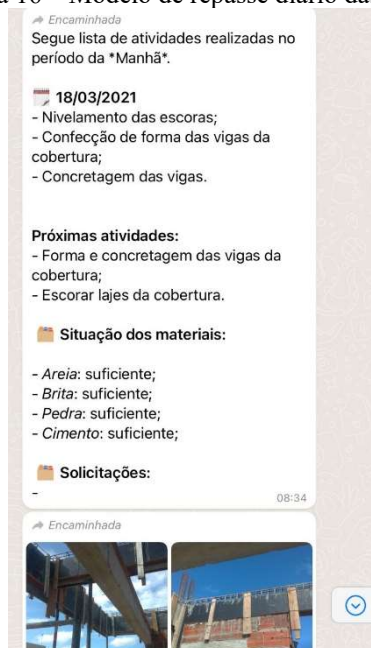


Fonte: Autoria própria (2021).

5.2.6 Processo de Transparência

A transparência de processos e entre os envolvidos é de suma importância durante a execução de uma obra. Dentro da pesquisa e do método de trabalho do engenheiro, um exemplo claro nessa transparência de processos é o roteiro diário de obra que é feito, em sua maioria pelos estagiários. Nesse roteiro diário é descrito atividades executadas, material que foi recebido, material pedido, fotos de execução, etapas em execução e as próximas que serão executadas. Na Figura 16 está apresentado um modelo de repasse diário das obras.

Figura 16 – Modelo de repasse diário das obras.



Fonte: Autoria própria (2021).

Além da transparência entre os envolvidos na execução da obra, importante manter a relação de transparência com o cliente. Além de receber as atividades executadas, é importante deixar transparente a parte de custos, notas fiscais, de apresentar que o que está sendo pago está chegando na obra, de mostrar que a obra está andando. Contudo, a relação de transparência deve acontecer também mediante as dificuldades, não omitindo.

Atualmente, o engenheiro utiliza como meio principal de transparência o WhatsApp, por ser uma ferramenta acessível para os seus clientes e de fácil comunicação; contudo, não é a única, podendo ser utilizados e-mails, entre outros. O engenheiro e sua equipe possuem grupos com os clientes em que são enviadas fotos da obra com a discriminação do que está sendo feito, as notas fiscais no grupo financeiro com os seus devidos valores e os seus acertos e baixas sendo efetivados diretamente pelo cliente, mostrando os descontos que estão sendo proporcionados em cada fornecedor para que seja possível ver que se busca o benefício sem reduzir a qualidade do material. Como as obras todas são por administração e não por contrato global, a principal engrenagem da execução é o financeiro do cliente. Trabalha-se mais com controlar o financeiro do cliente para executar as etapas da obra. Por isso, é fundamental a transparência.

Com isso, pode-se ver a aplicação direta do princípio da *lean construction*: Aumentar a transparência do processo; de modo que facilita o controle da execução da obra e reduz a propensão a erros, como por exemplo, pedir um material sem necessidade, já que o fluxo das operações do início ao fim compreensível para todos os envolvidos. Além disso, melhora a comunicação engenheiro-funcionário-cliente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

O objetivo de estudar a aplicação dos princípios de *lean construction* na gestão de obras de uma empresa de construção civil foi alcançado; bem como identificar os princípios de *lean construction* já aplicados na empresa e os processos e/ou serviços de construção civil que se enquadram aos princípios de *lean construction*.

Através da pesquisa realizada e dos dados obtidos, foi possível concluir que a empresa de construção civil estudada já aplica 7 (sete) dos 11 (onze) princípios da *lean construction*, que são:

1. Redução da variabilidade do processo produtivo;
2. Redução do tempo de ciclo de produção;
3. Redução de atividades que não agregam valor;
4. Gerar melhorias contínuas;
5. Aplicação do *benchmarking*;
6. Simplificação por meio da redução do número de passos ou partes;
7. Aumentar a transparência do processo.

Esse trabalho possibilitou identificar que, apesar dos princípios são serem aplicados em sua totalidade pelo engenheiro Carlos Müller, em suas execuções de obra e na sua empresa, esse consegue enxergar o caráter positivo da filosofia *lean construction* e as melhorias geradas por sua aplicação, como por exemplo, a redução de custos, melhoria da qualidade dos produtos, redução de desperdícios e otimização de tempo.

6.2 Sugestões de Trabalhos Futuros

Como possível trabalho futuro, tem-se a proposta de aplicar a metodologia de *lean construction* dentro de processos da empresa, buscando verificar seus impactos, podendo ser financeiro, melhoria de processos, custo-benefício, otimização de tempo; podendo ser utilizado softwares e fazer uma comparação dos processos anteriores/manuais com os novos/tecnológicos.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, P. C. (Junho de 2008). LEAN CONSTRUCTION – FILOSOFIA E METODOLOGIAS.
- Buonnacorso, G. (18 de Maio de 2021). InLuce. Acesso em 13 de Novembro de 2022, disponível em InLuce: <https://inlucce.com.br/perfil-de-led/>
- COUTINHO, T. (25 de ABRIL de 2018). Saiba o que é Lean Construction e as melhorias trazidas por ele! Fonte: VOITTO: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/lean-construction>
- COUTINHO, T. (09 de MARÇO de 2020). VOITTO. Fonte: VOITTO: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-sistema-toyota-de-producao>
- DEGANI, E. J. (15 de SETEMBRO de 2022). O Impacto e a Importância da Construção Civil no Brasil. Fonte: SIENGE: <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-pais/#:~:text=O%20setor%20sofreu%20baixa%20durante,empregos%20em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20a%202021.>
- HENRIQUE. (28 de MAIO de 2022). PLOOMES. Fonte: PLOOMES: <https://blog.ploomes.com/sistema-toyota-de-producao/>
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA, CIFE, agosto 1992. Technical Report No 72.
- MAGALHÃES, R. M., MELLO, L. C., & BANDEIRA, R. A. (2015). Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro.
- NASCIMENTO, A. H., & REINALDO., P. A. (2017). PLANEJAMENTO DE OBRA UTILIZANDO CONCEITOS DA LEAN CONSTRUCTION: ESTUDO DE CASO.
- Oliveira, M. F. (2011). METODOLOGIA CIENTÍFICA: um manual para a realização de pesquisas em administração. METODOLOGIA CIENTÍFICA: um manual para a realização de pesquisas em administração.
- Ribeiro, A. A., Quelhas, O. L., Lima, F. M., & Villela, L. T. (Dezembro de 2020). LEAN CONSTRUCTION NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. LEAN CONSTRUCTION NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.
- SANTOS, A. Application of flow principles in the production management of construction sites. 1999. 513 f. Thesis (Engineering Doctoral Thesis) University of Salford. Salford, U.K, 1999.

Silva, C. R. (Maio de 2004). Metodologia e Organização do projeto de pesquisa. Fortaleza: Centro Federal de Educação e Tecnologia do Ceará.

SILVA, R. B., & PAIVA, T. P. (2017). A APLICAÇÃO DO MÉTODO LEAN CONSTRUCTION NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Souza, B. C., & Cabette, R. E. (s.d.). GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA “LEAN CONSTRUCTION” NO BRASIL. GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA “LEAN CONSTRUCTION” NO BRASIL. Revista de Gestão & Tecnologia.

WIGINESCKI, B. B. (2009). APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS PEQUENAS E DE CURTO PRAZO: UM ESTUDO DE CASO.