



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS PALMAS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**VINICIUS RODRIGUES DE SOUZA**

**PRÁTICAS LEAN APLICADAS A UMA OBRA DE REFORMA EM AMBIENTE  
COMERCIAL NA CIDADE DE ANGICO- TO**

**PALMAS-TO**

**2021**

**VINICIUS RODRIGUES DE SOUZA**

**PRÁTICAS LEAN APLICADAS A UMA OBRA DE REFORMA EM AMBIENTE  
COMERCIAL NA CIDADE DE ANGICO- TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel no Curso Superior de Engenheiro Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Dr. Virley Lemos de Souza

**PALMAS-TO**

**2021**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

S719p Souza, Vinicius Rodrigues de  
PRÁTICAS LEAN APLICADAS A UMA OBRA DE REFORMA EM  
AMBIENTE COMERCIAL NA CIDADE DE ANGICO- TO / Vinicius  
Rodrigues de Souza. – Palmas, TO, 2021.  
55 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus  
Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Dr. Virley Lemos de Souza

1. Lean Construction. 2. Planejamento e Controle de Obras. 3. Reforma e  
ampliação de Edifícios Comerciais. I. Souza, Virley Lemos de. II. Título.

**CDD 624**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e  
pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a).**

VINICIUS RODRIGUES DE SOUZA

**PRÁTICAS LEAN APLICADAS A UMA OBRA DE REFORMA EM AMBIENTE  
COMERCIAL NA CIDADE DE ANGICO- TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do curso de Engenharia Civil  
Instituto Federal do Tocantins - Campus  
Palmas, como exigência à obtenção do grau em  
Engenheiro Civil.

Aprovado em: 08/02/2021

**BANCA AVALIADORA**



---

Prof. Dr. Virley Lemos de Souza  
**Professor Orientador**



---

Prof. Dr. Gilson Marafiga Pedrosa  
Avaliador 1



---

Prof. Dra. Elen Oliveira Vianna  
Avaliador 2

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por ter me atendido todas as vezes que pedi força e coragem para não fraquejar diante das dificuldades encontradas ao longo desses anos. Ele me segurou firme e forte nessa jornada.

Aos meus pais, Divino Ramos Rodrigues e Uatila Alves de Souza, por nunca terem medido esforços para me ajudar a alcançar meus objetivos e por sempre confiarem em mim. Não há palavras que expressem a minha gratidão a vocês.

Agradeço aos meus irmãos, Victor Rodrigues e Vanessa Rodrigues, que sempre acreditaram em mim e me estenderam a mão quando precisei.

Agradeço a minha namorada, Abigail Nunes, pelo carinho e amor a mim dedicados. Por me mostrar, dia após dia, como ser uma pessoa melhor. Pela paciência e compreensão nos dias difíceis. Por estar ao meu lado.

Agradeço à meu orientador, Virley Lemos de Souza, por toda paciência, auxílio e aprendizado. Aos demais professor da instituição – IFTO – Campus Palmas.

Aos meus colegas e amigos, meu sincero obrigado.

“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original”.

(EINSTEIN, Albert).

## RESUMO

SOUZA, Vinicius R. **Práticas Lean aplicadas a uma obra de reforma em ambiente comercial na cidade de Angico- TO**. 2021. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Engenharia Civil – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2020.

Este trabalho tem como objetivo principal implementar práticas da filosofia *Lean Construction* (construção enxuta) por meio de uma pesquisa-ação em uma obra comercial em Angico -TO, durante um período de cinco meses. O autor deste trabalho, estagiário da obra, foi o responsável pela aplicação da metodologia de pesquisa, coleta e análise de dados. Nesse sentido, foi desenvolvido um método para implementar as ações *lean*, que inclui quatro etapas: diagnóstico inicial, formulação do plano de ação *lean*, aplicação do plano de ação *lean* e coleta e análise de dados após a implementação da prática enxuta. Além disso, foi implementado também um planejamento de curto prazo (semanal). Constatou-se que para a aplicação plena dos conceitos da filosofia *lean* na cadeia produtiva da construção, a obra precisa ter um planejamento consolidado de serviços e canteiro, além de um controle eficiente dos serviços executados em obra. Considerado os contornos da pesquisa ação para uma pequena localidade como Angico-TO e para pequenos empreendimentos, a filosofia *lean* apresentou algumas restrições no eu diz respeito eficácia do processo produtivo.

**Palavras-chave:** Construção enxuta, planejamento, Sistema Toyota de produção, mentalidade enxuta.

## ABSTRACT

SOUZA, Vinicius R. **Lean practices applied to a renovation work in a commercial environment in the city of Angico-TO**. 2021. 57 p. Course Conclusion Paper - Bachelor of Civil Engineering - Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins. Palmas, 2020.

This work has as main objective to implement practices of the Lean Construction philosophy (lean construction) through an action research in a commercial work in Angico -TO, during a period of five months. The author of this work, a work intern, was responsible for the application of the research methodology, data collection and analysis. In this sense, a method was developed to implement lean actions, which includes four steps: initial diagnosis, formulation of the lean action plan, application of the lean action plan and data collection and analysis after the implementation of the lean practice. In addition, short-term (weekly) planning was also implemented. It was found that for the full application of lean philosophy concepts in the construction production chain, the work needs to have a consolidated planning of services and construction site, in addition to an efficient control of the services performed on site. Considering the contours of action research for a small locality like Angico-TO and for small enterprises, lean philosophy presented some restrictions in terms of the efficiency of the production process.

**Keywords:** Lean construction, planning, Toyota production system, lean mindset.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Modelo de planejamento semanal aplicado na obra. ....	39
<b>Tabela 2</b> - Exemplo de planejamento semanal passado para a equipe de produção.....	40
<b>Tabela 3</b> - Plano de ação <i>Lean</i> .....	51

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo convencional de conversão.....	19
Figura 2 – Modelo de processo Construção Enxuta.....	20
Figura 3 – Localização do município e empreendimento.....	29
Figura 4 – Planta baixa da edificação administrativa do empreendimento. ....	30
Figura 5 – Planta de Cobertura da edificação das bombas de combustível.....	30
Figura 6 - Vistas em 3D do Empreendimento. ....	31
Figura 7- Vista em 3D do Empreendimento.....	31
Figura 8 - Obra estudada em agosto de 2020 .....	32
Figura 9 - Obra estudada em Novembro de 2020.....	32
Figura 10 - Ausência de vergas e contra verga.....	35
Figura 11 - Execução de reboco e ausência de contra verga. ....	35
Figura 12 - Desorganização dos blocos de vedação e entulhos.....	36
Figura 13 - Obra após a realização de mudanças no canteiro de obras. ....	41
Figura 14 - Realocação de materiais e equipamentos.....	41
Figura 15 – Acomodação adequada da estrutura metálica. ....	42
Figura 16 - Acomodação adequada da estrutura metálica. ....	43
Figura 17 – Montagem in loco da estrutura metálica no canteiro de obras.....	43
Figura 18 - Caminhão munck que realizou a montagem da estrutura metálica. ....	44
Figura 19 - Cobertura em estrutura metálica finalizada. ....	44
Figura 20 - Principais Restrições Semanais. ....	45

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

LC	Lean Construction
PIB	Produto Interno Bruto
STP	Sistema Toyota de Produção
TO	Tocantins (Estado)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 A PRODUÇÃO ENXUTA “LEAN PRODUCTION” .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS SEGUNDO O STP.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA “LEAN CONTRUCTION” .....</b>	<b>18</b>
<b>2.4 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA “LEAN CONSTRUCTION” .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4.1 Reduzir atividades que não agregam valor .....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.2 Aumentar o valor do produto.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.3 Reduzir a variabilidade.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4.4 Reduzir o tempo do ciclo.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.5 Simplificar por meio da redução do número de etapas, peças e ligações .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4.6 Aumentar a flexibilidade de saída.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.7 Aumentar a transparência do processo .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4.8 Manter o foco no controle como um processo.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.9 Gerar melhorias contínuas .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.10 Equilibrar a melhorias entre o fluxo e as conversões.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.11 benchmarking .....</b>	<b>26</b>
<b>2.5 PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E CURTO PRAZO .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.1 Planejamento de Longo Prazo.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5.2 Planejamento de Médio Prazo.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.3 Planejamento de Curto Prazo .....</b>	<b>28</b>
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>29</b>

<b>3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E EMPREENDIMENTO.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 FASE DE DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>33</b>
<b>3.3 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÃO <i>LEAN</i>.....</b>	<b>33</b>
<b>3.4 APLICAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO <i>LEAN</i> .....</b>	<b>34</b>
<b>3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>34</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1 FASE DE DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 APLICAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>4.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>48</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>49</b>
<b>7 APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO <i>LEAN</i> .....</b>	<b>51</b>
<b>8 ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é responsável por uma parcela significativa na economia brasileira, correspondendo a 5,6 % do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). De acordo Costa et al (2009), isso faz sentido, pois a construção civil é uma indústria que exige altos custos de produção para gerar o produto final, incluindo mão de obra e materiais. Portanto, a competitividade das empresas desse setor está em constante aumento, exigindo melhor desempenho no processo produtivo. Embora considerada um ramo importante no desenvolvimento econômico do país, a construção civil ainda apresenta dificuldades no planejamento e controle de obras.

Contudo, apesar da complexidade, a construção civil continua em busca de mais possibilidades que possam auxiliar no planejamento, uma delas é a implantação de uma "metodologia enxuta" voltada para o uso mais eficiente dos recursos.

Nesse sentido, o setor industrial têm focado na implementação de princípios originados do *Lean Production*, ou Produção Enxuta, que se consolidou como exemplo de produção eficiente através do Sistema Toyota de Produção – STP, a fim de promover mudanças e melhorias contínuas em seus sistemas produtivos. Em 1992 o finlandês Lauri Koskela, publicou o trabalho “*Application of the new production philosophy in the construction*” que adequa os princípios do Sistema Toyota de Produção para a construção civil. Essa metodologia melhora a competitividade ao identificar e reduzir perdas, não apenas envolvendo produtos defeituosos provenientes do sistemas de produção em massa, mas também a perda de recursos, mão de obra e equipamentos em atividades que não agregam valor.

De acordo com a pesquisa de Koskela (1992), a principal colaboração da *Lean Construction* para a construção civil consiste no reconhecimento de que a sequência produtiva da Construção Civil não se limita apenas a visão convencional de transformação das atividades, mas também leva em consideração todas as atividades de fluxos, como transporte, espera e inspeção. Na mesma linha de raciocínio, Formoso (2002) sustenta que, ao contrário da visão tradicional de produção, em que a sequência construtiva é baseada apenas na conversão de matérias primas em produtos, o *Lean Construction* pressupõe que o processo de produção é composto de atividades de conversão, que agregam valor ao produto final e de atividades de fluxo, que não agregam valor ao produto final.

Neste contexto, o trabalho pretende analisar os impactos da aplicação dos conceitos *Lean construction* em obras comerciais, tendo como objeto, uma empresa prestadora de serviços no âmbito das reformas, com o objetivo de que a empresa perceba a importância de implementar estas práticas *Lean* a fim de melhorar os processos construtivos, visando aumentar a produtividade e reduzir desperdícios, de acordo com as necessidades identificadas na obra.

### **1.1 PROBLEMA DE PESQUISA**

Com o intuito de buscar métodos que nos permita aplicar e melhorar o planejamento e execução de obras, o trabalho se propõe a responder a seguinte pergunta: “quais os efeitos da implementação dos conceitos *Lean Construction* nas etapas de construção dentro de um canteiro de obras, durante a realização do empreendimento de uma empresa construtora de edifícios comerciais?”

### **1.2 JUSTIFICATIVA**

Levando em consideração, a relevância do planejamento, como um dos principais aspectos para a obtenção de sucesso em qualquer empresa da construção civil, faz-se necessário a busca por melhorias neste setor. Segundo Pereira (2013), obras planejadas diminuem os atrasos, aumentam a produtividade e rentabilidade.

Em virtude disso, o *Lean Construction* se torna uma ferramenta importante nas atividades desenvolvidas no setor construtivo, pois detém de técnicas e processos, que juntos diminuem os desperdícios e agregam valor ao produto final. Portanto, diante do contexto atual do mercado, onde as empresas precisam apresentar preços competitivos e produtos de qualidade, a metodologia *Lean* vai ao encontro desta necessidade das empresas pela busca da melhoria contínua através do aperfeiçoamento de técnicas, procedimentos e eliminação de desperdícios nos processos construtivos (KOSKELA, 1992).

De acordo com o que já foi exposto, percebe-se a importância da aplicação dos conceitos da Construção Enxuta à construção civil, por este fato escolheu-se abordar o tema no presente trabalho com o intuito de melhorar os processos construtivos de uma empresa prestadora de serviços no setor das reformas e ampliações de edifícios comerciais.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral apresentar os resultados obtidos através da implantação de práticas de Construção Enxuta, em uma obra de reforma e ampliação de edifício comercial localizado no Município de Angico - TO, demonstrando como a utilização da mentalidade enxuta pode trazer ganhos significativos para a empresa.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar os problemas da obra, observando o canteiro, equipes, planejamento de compras e estoque da obra analisada;
- Analisar os impactos ocasionados pela implantação do conceito *Lean Construction* no canteiro de obras e sugerir possíveis melhorias para o sistema;
- Propor à empresa métodos e técnicas de planejamento que auxiliem no processo de execução e melhoria da obra.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Para entender a filosofia Lean Construction, é essencial saber de onde ela surgiu e quais estudos permitiram os seus princípios. Por isso nesta seção apresenta-se uma breve história do surgimento do Sistema Toyota de Produção (STP), e posteriormente a criação do *Lean Construction*.

### 2.1 A PRODUÇÃO ENXUTA “*LEAN PRODUCTION*”

A produção enxuta surgiu no Japão nos anos 50, através de dois engenheiros, Kiichiro Toyoda e Taiichi Ohno, que aprimoraram o modelo utilizado pela empresa norte americana *Ford Motors*, definido como um sistema de produção em massa. Eles acharam necessário criar um novo processo que não fosse desperdiçado materiais e mão de obra (FUJIMOTO, 1999).

Para OHNO (1997), a produtividade japonesa era muito inferior à dos americanos, a ponto de serem de nove a dez vezes menos produtivos do que os americanos. Isso se justificava por práticas manufatureiras inadequadas, que levavam ao desperdício. Assim, reduzindo ou eliminando todos os desperdícios, a produção de automóveis seria possível no Japão.

Segundo o Lean Institute Brasil (2009), o desperdício é qualquer atividade que consome recursos mas não cria valor para o cliente. Há dois tipos de desperdício: tipo 1 e tipo 2. O tipo

1 não cria valor, mas é inevitável dentro de uma determinada situação. Quanto ao tipo 2 não cria valor e pode ser imediatamente eliminado.

Outro aspecto que contribuiu para a busca por novos métodos de produção mais racionalizados na Toyota foi a meta colocada pelo então presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, em 1945, de alcançar a produção dos Estados Unidos em três anos. Suscitou a necessidade de se conhecer os métodos americanos de produção, entretanto estes não foram copiados, mas sim adaptados à realidade japonesa (OHNO, 1997).

Dessa forma, foi criado o Sistema Toyota de Produção (STP), onde a base do sistema é a absoluta eliminação do desperdício. Ohno (1997) estabelece dois pilares importantíssimos que ampara esse sistema de produção, que são: *Just in Time* e *Automação*.

A metodologia *Just in time* trata-se do fornecimento de partes corretas necessárias a um processo de fluxo no momento em que são necessárias e apenas na quantidade necessária. Para esse processo ter sucesso, o sistema de produção deve ser pensado de maneira inversa, ou seja, a partir de uma demanda preexistente, são dadas as ordens de fabricação. Logo, o cliente do processo “puxa” a produção, enquanto que a indústria de produção em massa “empurra” a produção para fora da fábrica. A indústria tem o objetivo de atender às demandas do cliente, e assim, solicitando produção somente com o pedido dos clientes. Esse sistema evita a superprodução e atende às demandas dos clientes no início do processo.

O princípio da Automação, outro pilar do Sistema Toyota de Produção, é a capacidade de parar um processo autonomamente assim que uma falha ocorra, evitando assim a produção de produtos defeituosos, que são também fontes de desperdício. Mesmo em uma linha de produção operada manualmente, os próprios operadores são capazes de parar a linha de produção para corrigir, ou para prevenir, uma possível falha no processo (OHNO, 1997).

Conforme WOMACK et al. (1990), o termo “*lean*” ou “*enxuta*” foi associada à utilização de menores quantidades de recursos, menor esforço dos funcionários e investimento em ferramentas em todas as etapas da produção, ao contrário da produção em massa. Neste momento, surgiu entre as empresas a concepção de qualificação dos operários visando a especialização em atividades específicas do processo.

Segundo o Lean Institute Brasil (2009), a essência do pensamento *lean* é a contínua eliminação das atividades desnecessárias, os desperdícios, que permeiam praticamente todos os tipos de processos, assistenciais, de suporte e administrativos.

Em virtude disso, pesquisadores classificaram através de estudos as “7 grandes perdas” que podem acontecer no processo produtivo.

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS PERDAS SEGUNDO O STP

OHNO (1997) e SHINGO (1996) realizaram estudos para identificar os tipos de perda que são passíveis de ocorrerem em processos industriais de manufatura. Essas perdas constituem as “7 Grandes Perdas” que são explicitadas a seguir.

1. **Superprodução:** se caracteriza por uma produção superior à necessária, ou pela produção em excesso por antecipação. A abordagem correta é produzir apenas o necessário e suficiente para atender às necessidades dos consumidores.
2. **Espera:** o tempo de espera de uma atividade se reflete em todos os elos do processo produtivo, devido a ociosidade dos trabalhadores e máquinas.
3. **Transporte:** ocorrem quando a fase de transporte não aumenta o valor do produto final, mas apenas o custo. Está relacionado com a eliminação do processamento de entrada ao máximo possível. Somente melhorando o ambiente de trabalho e o layout do estoque para eliminar esses custos de transporte e melhorar o trabalho de transporte esse objetivo pode ser alcançado.
4. **Processamento:** ocorrem quando são realizadas atividades desnecessárias que não contribuem para o valor agregado do produto final na etapa de processamento, atribuindo ao produto as características de qualidade exigidas. Essas perdas podem ser eliminadas questionando a demanda de produção de cada produto e analisando se ela realmente aumentará o valor do produto final exigido pelo cliente.
5. **Estoque:** ocorrem quando existem materiais no almoxarifado em níveis elevados desnecessariamente. É a falta de sincronização entre o tempo de entrega do pedido e o tempo de produção que gera o estoque. A sincronização é o resultado do equilíbrio da produção, o que torna o processo de produção fluido.
6. **Movimentação:** isso acontece quando os trabalhadores se movem em vão durante a execução dos serviços. Normalmente, essas perdas não são fáceis de determinar devido à falta de operações padronizadas, e tal padronização é essencial para a racionalização do movimento trabalhista.
7. **Defeito:** isso ocorre quando o produto fabricado não atende às especificações ou requisitos de qualidade especificados no projeto. Mitigar essas perdas evitando erros (ou seja, verificando antes que ocorram) fornece feedback para a equipe identificar e

resolver as causas desses erros. O sistema de controle de qualidade é o principal responsável por reduzir e mitigar essas perdas.

Segundo COUTINHO (2020), afirma que existem oito tipos de perdas e a oitava perda está relacionada ao **intelectual** (pessoas). Este é um desperdício devido ao pouco conhecimento e habilidades dos funcionários. Por isso, as vezes os funcionários são tratados como robôs e são programados apenas para concluir aquele trabalho específico. Isso não é interessante para o processo.

O campo da engenharia civil é caracterizado por alto índice de desperdício, baixa qualidade do produto, muitos casos de problemas durante a construção e baixa eficiência do processo. Enfrentando tais problemas e analisando o objetivo da produção enxuta, espera-se que a indústria da construção alcance resultados aplicando conceitos de construção enxuta. (JUNQUEIRA, 2006).

### **2.3 CONSTRUÇÃO ENXUTA “LEAN CONTRUCTION”**

A *Lean construction* originou-se de uma pesquisa conduzida por Lauri Koskela na Finlândia em 1992. Na obra intitulada "*Application of the New Production Philosophy to Construction*", o autor definiu a *Lean Construction* (LC) como "uma nova filosofia de produção para a construção civil". Além de representar a ruptura com o modelo tradicional, também se estabelece a base do modelo LC, que incorpora os princípios do pensamento enxuto na construção civil (KOSKELA, 1992).

Conforme FORMOSO (2002), no início da década de 90, o impulso do meio acadêmico estava vinculado ao setor da construção, com o objetivo de tornar os conceitos e princípios de gestão da produção relacionados à particularidade do setor. Esse tipo de trabalho é muito importante para o termo *Lean Construction*, que se baseia nos princípios da *Lean Production*.

A *Lean Construction* traz como mudança conceitual mais importante um modelo de processos que passa a considerar que além das atividades de conversão, são inerentes ao processo de produção também as atividades de fluxo. As atividades de fluxo acontecem naturalmente e são caracterizadas pela movimentação dos funcionários nos canteiros de obras, espera pelo material nos postos de trabalho, retrabalhos e inspeção. Porém, todas estas atividades não agregam valor do ponto de vista do cliente e devem ser eliminadas para aperfeiçoamento da produção. Em resumo, pode ser entendida como uma nova abordagem no

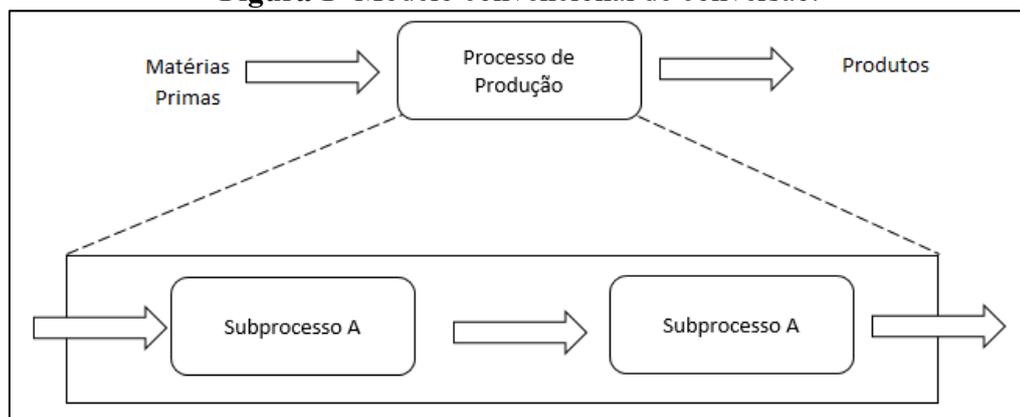
desenvolvimento de atividades de maneira diferenciada ao modelo de produção em massa (HOWELL, 1999).

Segundo Womack e Jones (2004) a produção enxuta é definida como: “A produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.” (WOMACK; JONES, 2004, p. 03).

Na construção enxuta a ideia central é perceber que os custos totais de qualquer produto levam consigo uma parte que é o custo que não agrega valor algum na percepção do cliente. O desafio da construção enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro. Encontra-se na construção civil muitas atividades entendidas como não geradoras de valor. Tais perdas estão escondidas em movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros. Sua origem ocorre desde os projetos mal concebidos, desenvolvimento do planejamento executivo coordenado através de princípios obsoletos, predominância da individualidade de ações no canteiro, sendo essa manifestada por grupos ou pessoas, não havendo a ideia de conjunto.

KOSKELA (1992) enfatizou que a visão tradicional do processo produtivo está basicamente relacionada à atividade de conversão de matérias-primas em produtos. Nesse modelo de transformação, existem subprocessos, que também são considerados atividades de transformação, ou seja, no âmbito tradicional, a menor unidade de divisão hierárquica do processo caracterizada por operações (Figura 1).

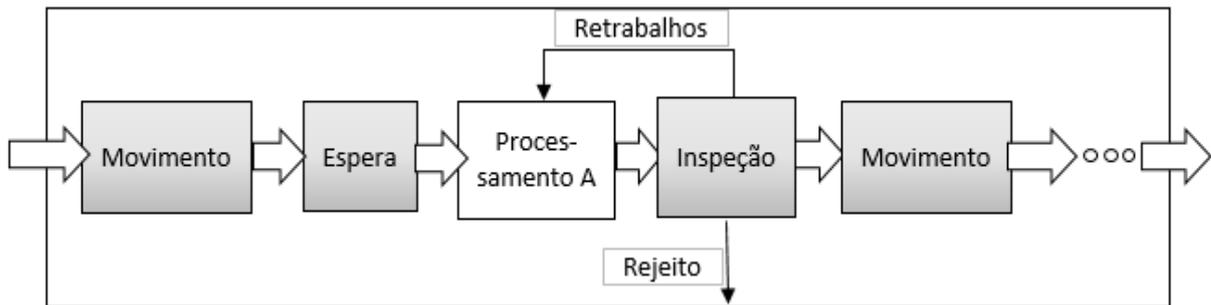
**Figura 1-** Modelo convencional de conversão.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Além das atividades de conversão, o modelo de processo de Construção Enxuta também integra o fluxo de custos e materiais no método de análise do processo. Essas atividades analisadas no modelo de construção enxuta consistem nas fases de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção, conforme mostrado na Figura 2. Isso mostra que além das atividades que agregam valor ao produto final, existem as atividades que não agregam valor ao produto (KOSKELA, 1992).

**Figura 2** – Modelo de processo Construção Enxuta.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Segundo KOSKELA (1992), o fato da filosofia tradicional ignora os fluxos e gera um acréscimo de atividades que não agregam valor ao produto. Por meio desse novo modelo, a Construção Enxuta possui uma visão mais abrangente do processo, obtendo ganhos através da otimização de fluxos e atividades.

A principal diferença entre as formas de produção tradicionais e a construção enxuta é conceitual. O modelo tradicional de construção civil define a produção como um conjunto de atividades de conversão que convertem insumos (materiais, pessoal, informações e equipamentos) em produtos intermediários. Depois de concluídas todas as conversões, elas são combinadas e tornam-se o produto final, que é a obra completa (FORMOSO, 1996).

De acordo com Ballard *et al.* (1996), levando em conta que todas as atividades consomem recursos financeiros e de tempo, fica complicado tomar decisões sobre como fazer melhorias sem entender a relevância dos fluxos nesses processos de produção.

Portanto, para que a construção enxuta exiba resultados e trabalhe de acordo com as necessidades de produção da obra, atenção especial deve ser dada ao processo (KOSKELA, 2000).

O método de construção enxuta é uma forma de gestão da produção fundamentada na entrega de projetos, que por si só é uma nova forma de geração de recursos financeiros. Suas características mudaram completamente o desenho de produção, fornecimento e montagem, e mudaram a forma de trabalhar no processo de entrega (LIMA, 2016).

Nesse contexto, o conceito de construção enxuta leva a: a) esforços para gerenciar e melhorar o desempenho das atividades, melhorando o desempenho de todo o projeto; b) agora definir o comportamento de controle como "monitorar resultados" para "fazer acontecer", afetando os planos de produção e melhoria do controle; c) Passar a organizar os trabalhos de acordo com o processo de redução de desperdícios e agregação de valor (Lean Construction Institute, 2016).

Além de compreender sistematicamente as necessidades do cliente, a *Lean Construction* também busca a colaboração para alcançar a excelência. Toda empresa que adota o conceito de produção enxuta é considerada sinônimo de confiabilidade, agilidade e flexibilidade, pois opera sempre com baixo custo e alto índice de qualidade. Além disso, uma empresa que é proficiente na produção enxuta pode eliminar o desperdício e atingir um estoque mínimo ou zero, comprar apenas o que é necessário e identificá-lo quando for usado e identificá-lo ao longo do processo e usá-lo de forma inteligente para fazer o melhor possível, evitando retrabalho, mão de obra e recursos disponíveis (SANTOS, 2010).

Além dos conceitos básicos da construção enxuta, um conjunto de princípios de gestão de processos também podem ser resumidos.

#### **2.4 PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA “LEAN CONSTRUCTION”**

Esses princípios básicos foram propostos por KOSKELA (1992). Segundo o autor, eles são os princípios norteadores da construção enxuta. Os 11 princípios são:

- Reduzir atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor do produto;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar por meio da redução do número de etapas, peças e ligações;
- Aumentar a flexibilidade de produção;
- Aumentar a transparência do processo;
- Manter o foco no controle como um processo;

- Gerar melhorias contínuas;
- Equilibrar a melhorias entre o fluxo e as conversões;
- *Benchmarking*.

#### **2.4.1 Reduzir atividades que não agregam valor**

O primeiro princípio é reduzir a participação de atividades que não criam valor para o produto final, além de consumir recursos, tempo e espaço. Um fator interessante a se ter em mente neste princípio são as atividades de valor agregado, pois são atividades que transformam materiais, informações ou serviços para atender às necessidades do cliente (KOSKELA, 1992).

Para BEZERRA (2010), desde que as tarefas de processamento, espera e fiscalização sejam reduzidas, o processo de planejamento da produção da construção pode ser facilmente implementado de acordo com este princípio.

#### **2.4.2 Aumentar o valor do produto**

Outro princípio *Lean Construction* aplicado na construção civil, é aumentar o valor do produto. Segundo KOSKELA (1992), esse princípio agrega valor ao produto quando os requisitos dos consumidores internos ou externos são acolhidos. Aqui o processo na etapa da produção é mapeado, afim de identificar os clientes e suas reais necessidades.

De acordo BERNARDES (2003), é possível aumentar o valor do produto no ponto de venda considerando as necessidades dos consumidores internos e externos, melhorando a eficiência da produção. E ainda existem algumas mudanças que podem ser reduzidas, como matérias-primas.

Esse princípio não está diretamente relacionado ao planejamento e pode ser implementado na fase de coleta de informações, tendo a vantagem de reduzir o retrabalho das atividades. O plano de produção pode ser aprimorado para evitar excesso de trabalho, para que os clientes (organizações da empresa) tenham uma boa aparência (BERNARDES, 2003).

#### **2.4.3 Reduzir a variabilidade**

A variabilidade do processo está relacionada com a variabilidade do processo anterior (porque o estado atual depende do processo anterior), a variabilidade do próprio processo e a variabilidade dos requisitos estão relacionadas às necessidades do cliente do processo.

Devido à interrupção do trabalho contínuo, as mudanças são grandes e tendem a aumentar o tempo para tarefas que não geram valor e o tempo para realizar serviços (SHINGO, 1996).

O princípio de redução da variabilidade pode ser padronizado no processo de produção por alguns motivos. Do ponto de vista do consumidor, neste caso, um produto unificado é melhor e os padrões de qualidade são respeitados. Em relação ao período de construção, o aumento no período tende a aumentar com certas mudanças nas atividades, e essas mudanças não aumentam o valor (KOSKELA, 1992).

No processo produtivo de edificações civis, existem vários tipos de variabilidade, como a variabilidade no processo anterior e no próprio processo (FORMOSO, 2000).

#### **2.4.4 Reduzir o tempo do ciclo**

Conforme FORMOSO (2000), o tempo de ciclo inclui a soma de todo o tempo necessário para processamento, inspeção, espera e processamento.

De acordo com Kurek et al. (2005), o tempo é a unidade básica para medir o fluxo do processo. Portanto, o processo produtivo pode ser caracterizado como um período de tempo, que representa a soma de todos os tempos inerentes ao processo produtivo.

Para Koskela (2002), o tempo de ciclo é muito importante para o controle da produção, pois qualquer aumento no tempo de ciclo indica um sinal de alerta, indicando que existem algumas não conformidades. A redução do tempo de ciclo pode aumentar a produtividade, pois pode eliminar desperdícios no processo produtivo.

SANTOS (1999) acredita que este princípio pode ser implementado por meio de processos de planejamento e controle da produção, pois pode reduzir a parte das atividades que não agregam valor à etapa de produção. O autor também enfatizou que uma das formas de reduzir atividades que não agregam valor é desenvolver um sistema de processos padronizado, contínuo e repetitivo.

#### **2.4.5 Simplificar por meio da redução do número de etapas, peças e ligações**

Relaciona-se à redução da quantidade de etapas no fluxo de materiais ou informações e componentes do produto, ou seja, devido ao grande número de passos ou partes relacionadas ao processo ou produto, tarefas como inspeções e movimentação podem aumentar o tempo

entre as atividades. Ressalta-se que esse princípio leva à eliminação de atividades que não agregam valor (KOSKELA, 2000).

Segundo ISATTO (2000), a simplificação inclui a redução do processo de atividades e a redução do número de etapas e partes do produto por meio de alterações de projeto. Você pode optar por usar ferramentas pré-fabricadas e planejar com eficácia o processo de produção.

Portanto, quanto maior o número de etapas ou partes, maior o número de atividades que não aumentam o valor do produto ou processo. Isso porque mais tarefas auxiliares serão necessárias para apoiar as atividades ou a produção do produto (FORMOSO, 2002).

#### **2.4.6 Aumentar a flexibilidade de saída**

KOSKELA (1992) apontou que é possível compreender ambas as partes, a empresa e os clientes da outra parte. Por outro lado, SANTOS (1999) difere do autor acima, que afirma que os clientes mudaram de opinião, por isso a empresa dispõe de recursos suficientes para satisfazer seus clientes.

Para KOSKELA (1992), a flexibilidade de produção pode ser aumentada reduzindo os lotes até que a demanda seja igual, reduzindo assim a dificuldade de configuração e alteração.

Desse modo, segundo FORMOSO (2002), este conceito se refere ao aumento das possibilidades ofertadas ao cliente sem o aumento do preço do produto. Normalmente, este princípio é tratado conjuntamente aos princípios básicos de transparência e redução de tempo de ciclo.

Para KUREK et. al.(2005), além de reduzir o tamanho dos lotes, é necessário aumentar o número de mão de obra polivalente e customizá-la o mais tarde possível.

#### **2.4.7 Aumentar a transparência do processo**

O sétimo princípio envolve o aprimoramento das habilidades das atividades produtivas no processo de comunicação com os funcionários, reduzindo assim a possibilidade de falhas durante a produção, tornando o processo mais claro (KOSKELA, 1992).

Para JUNQUEIRA (2006), o propósito desse princípio é tornar o processo produtivo transparente, facilitando o controle da melhoria e facilitando o entendimento do processo de operação do início ao fim. Ele também enfatiza algumas maneiras de aumentar a transparência e eliminar barreiras visuais; usar equipamentos visuais; usar indicadores de desempenho e limpeza do local.

#### **2.4.8 Manter o foco no controle como um processo**

Para BERNARDES (2003), através desse princípio, a aparência de perda pode ser sentida por meio do controle do processo centrado em etapas, pois não é levado em consideração o processo como um todo. O processo de produção é dividido em vários níveis e pode ultrapassar os limites estabelecidos pela empresa, envolvendo clientes e fornecedores.

ISATTO (2000) acredita que o foco deve estar sempre no controle, visando a melhoria, e muitas vezes não considera todas as partes do processo. Este princípio também pode ser aplicado desde que mude a postura do interessado na produção. Neste caso, existe uma ligação entre os níveis do planejamento.

De acordo com KOSKELA (1992), os processos globais devem ser controlados e medidos a fim de alcançar a melhoria contínua da empresa.

#### **2.4.9 Gerar melhorias contínuas**

Na maioria dos casos, esse princípio é implementado por meio do planejamento e controle da produção. Na empresa, deve haver interação constante para reduzir o desperdício e aumentar o valor agregado do produto. A melhoria contínua deve ser estabelecida por meio de metas (LORENZON, 2008).

Segundo KOSKELA (2000), a implementação e manutenção dos princípios da construção enxuta são elementos complexos. Portanto, o autor enfatiza a importância da melhoria contínua da empresa. Este princípio mostra que é uma alternativa promissora para a implementação bem-sucedida do pensamento enxuto.

Para alcançar a melhoria contínua, as construtoras buscam cursos que abordem o tema em seus canteiros de obras. Normalmente, esses cursos são selecionados por empresas de consultoria, explicando temas para as pessoas envolvidas no processo produtivo (CARVALHO, 2008).

#### **2.4.10 Equilibrar a melhorias entre o fluxo e as conversões**

Segundo KOSKELA (1992), quanto maior a complexidade do processo produtivo, maior o impacto na economia de escoamento. Ainda segundo o autor, quanto mais desperdício inerente ao processo produtivo, maior o benefício da melhoria do fluxo em relação à melhoria da conversão.

De acordo com a pesquisa de CARVALHO (2008), o potencial de fluxo e conversão são diversos. Portanto, as diferenças devem ser equilibradas para que quase não haja alteração no processo de produção. Desta forma, o fluxo de material do ponto de descarga para a área de armazenamento pode ser manuseado de forma ágil, melhorando assim o fluxo de material no canteiro de obras.

A prática deste princípio é baseada na consciência por parte da gestão de produção, ambos os aspectos devem ser atendidos. O primeiro aspecto é dedicado à eliminação de perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de processos, e o segundo aspecto é avaliar a possibilidade de introdução de inovações tecnológicas. Por fim, o autor afirma que este princípio deve ser observado na formulação de projetos e estratégias de trabalho (BERNARDES, 2003).

#### **2.4.11 benchmarking**

Quer dizer “referência de ponta”. Usado para atingir objetivos e caminhar em direção à competitividade e ao crescimento da organização. Este princípio permite que as empresas busquem a inovação, permitindo assim organizações menores. Inclui também um processo de aprendizagem baseado em métodos adotados por diversas empresas que são consideradas líderes em um determinado mercado (BERNARDES, 2003).

O resultado desse processo possibilita à empresa comparar seus produtos, serviços e métodos de trabalho com aqueles de organizações que representam as melhores práticas de mercado (CARVALHO, 2008).

Segundo KOSKELA (1992), esse é um processo de gestão permanente. Desta forma, as empresas precisam atualizar continuamente a coleta de dados e análises sobre as melhores condições fora da empresa.

Esclarece OHNO (1997) que a empresa deve não só aceitar o que está escrito no manual, ou seja, o que é útil em outros lugares em outros momentos, mas também entender por que é útil e o que utiliza para melhorar o sistema de produção.

Pode-se ver que as principais características do conceito enxuto incluem: formar um conjunto claro de objetivos do processo de fornecimento e compreender totalmente as necessidades e requisitos dos clientes; dispor de projetista e gestores de processos que trabalhem em um sistema cruzado e de maneira competitiva para fornecer mais valores e fomentar a interação do trabalho; mudar o trabalho na cadeia de fornecimento para reduzir as

diferenças e combinar a quantidade e o conteúdo do trabalho; organizar o trabalho em todo o processo para aumentar o valor e reduzir o desperdício na implementação do projeto; e elaborar esforços para planejar e executar melhor o projeto. (MICHELIS, 2013).

Com base na definição de *Lean Construction*, Tonin & Schaefer (2013), apontam que a melhor forma de melhorar o ambiente de produção é focar na análise das causas dos desperdícios para identificar as perdas e tomar ações para reduzir ou eliminar essas causas.

Atrela-se a isso, algumas teorias de planejamento de obras, que norteiam as ações *lean* e que servirá de base para o andamento do processo.

## **2.5 PLANEJAMENTO DE LONGO, MÉDIO E CURTO PRAZO**

De acordo MATTOS (2010), o planejamento da obra é complexo, envolvendo toda a sua duração, variando de meses a anos. Portanto, o cronograma global não pode ser usado como base para as operações diárias para determinar as metas de programação e produção de serviço. Conseqüentemente, é fundamental empregar uma metodologia de planejamento de obra que possa mostrar melhor todas as etapas da obra, e segmentar o planejamento em longo, médio e curto prazo.

### **2.5.1 Planejamento de Longo Prazo**

Segundo COELHO (2003), o planejamento de longo prazo normalmente é realizado no início da obra. Muitos fatores podem se basear nele, seja no plano a ser executado ou na previsão de gastos para este período. Ballard e Howell (1998) confirmam que, na perspectiva de longo prazo, é possível definir o orçamento, cronogramas e datas gerais.

O planejamento de longo prazo inclui o primeiro nível de informações detalhadas sobre o projeto, que é mais geral e mais adequado para a alta administração da empresa. É composto por alguns projetos e é utilizado principalmente para a visualização geral das fases de trabalho, definição das datas de marcos mais importantes e determinação preliminar de recursos (MATTOS, 2010).

Ballard e Howell (1997) apontaram que muitos gerentes usam esse nível de planejamento para antever e programar atividades do início ao fim da empresa. A coordenação geral e o prognóstico de fluxo de caixa fazem parte do objetivo desta previsão.

Devido à falta de informações sobre a real duração de cada atividade, o planejamento não pode ser exageradamente detalhado. Por ser muito generalizado, o planejamento não é

adequado para o trabalho diário da obra. Nessa fase de planejamento, é determinado o momento ideal para a aquisição de materiais que requeiram um tempo de aquisição maior. Plano de longo prazo é o nível de planejamento estratégico, também denominado de *máster plan* (MATTOS, 2010).

### **2.5.2 Planejamento de Médio Prazo**

Segundo Ballard e Howell (1997), o objetivo do planejamento de médio prazo é permitir que os gestores identifiquem e selecionem o trabalho a ser executado nas próximas semanas a partir do plano de longo prazo. Depois de tomar uma decisão, ele é responsável por realizar essas atividades ou reprogramar atividades que atualmente não podem ser realizadas.

O planejamento de médio prazo, também não é usado para monitorar os serviços diários de construção, mas é muito importante determinar os limites que podem afetar o processo de produção principal e mapear todos os fatores que podem afetar o processo para um local diferente do plano. Normalmente dura de 5 semanas a 3 meses e é atualizado uma vez por mês. De acordo MATTOS (2010), o planejamento de médio prazo corresponde ao nível tático de planejamento, sendo também denominado *look-ahead planning*.

### **2.5.3 Planejamento de Curto Prazo**

Este planejamento possui um alto nível de detalhamento, pois é elaborado no início de cada atividade. Isso é ideal para determinar porque as tarefas e metas semanais estão atrasadas ou não foram executadas conforme planejamento. É a melhor ferramenta para monitorar o trabalho e fornece continuamente relatórios de andamento dos serviços. É denominada de *last planner system*, em que a equipe de trabalho ajusta o plano de médio e longo prazo de acordo com a situação real da obra (MATTOS, 2010).

Para Ballard e Howell (1997), o envolvimento dos responsáveis pelo desenvolvimento do planejamento de curto prazo é fundamental para a implementação efetiva do plano. Os planejadores precisam estar empenhados e só selecionar apenas os pacotes de trabalho que podem ser executados. Além do mais, a equipe designada deve se comprometer a cumprir o pacote de trabalho.

O objetivo principal do planejamento de curto prazo é ordenar que equipes de trabalho execute os serviços do pacote de trabalho projetado no plano de médio prazo. O ciclo do plano costuma ser uma vez por semana (BERNARDES, 2001).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa pode ser classificada como pesquisa-ação. Esse tipo de pesquisa se caracteriza por exigir que pesquisadores e participantes resolvam problemas coletivos a partir da experiência por meio de ações (GIL, 2002).

Os métodos utilizados neste trabalho são, primeiramente, uma caracterização da empresa e empreendimento estudado, em seguida, o estudo será dividido em quatro etapas: diagnóstico da obra, desenvolvimento do plano de ação *lean*, aplicação do plano de ação e coleta e análise de dados.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E EMPREENDIMENTO

A empresa que está executando a obra é uma construtora com 30 anos de mercado, com foco em construção de edifícios, obras de fundação, administração e serviços de engenharia. Atua também em empreendimentos comerciais, linhas de serviços de cartografia, topografia e geodésia.

A obra em estudo está localizada no município de Angico – TO e trata-se de uma reforma e ampliação em um posto de combustível. O empreendimento contempla de uma edificação térrea com escritório, depósito de óleo, banheiro e cobertura em estrutura metálica. Na reforma e ampliação do prédio serão adotados sistemas construtivos convencionais em concreto armado e vedações em blocos cerâmicos. A cobertura do empreendimento será trocada e executada em estrutura metálica, contendo as mesmas características da existente. A Figura 3 ilustra a localização da cidade e do empreendimento respectivamente.

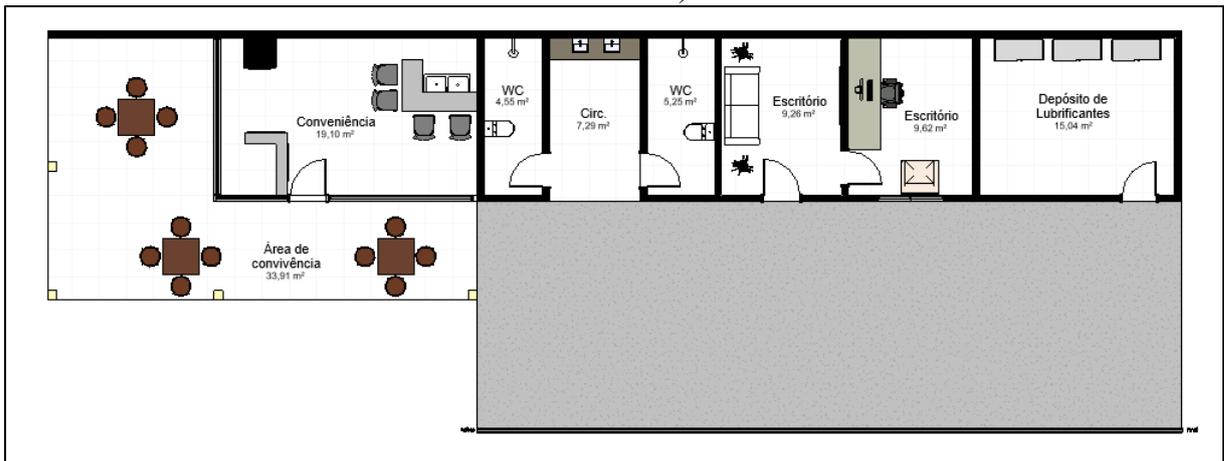
**Figura 3 – Localização do município e empreendimento.**



Fonte: Google Earth, (2020).

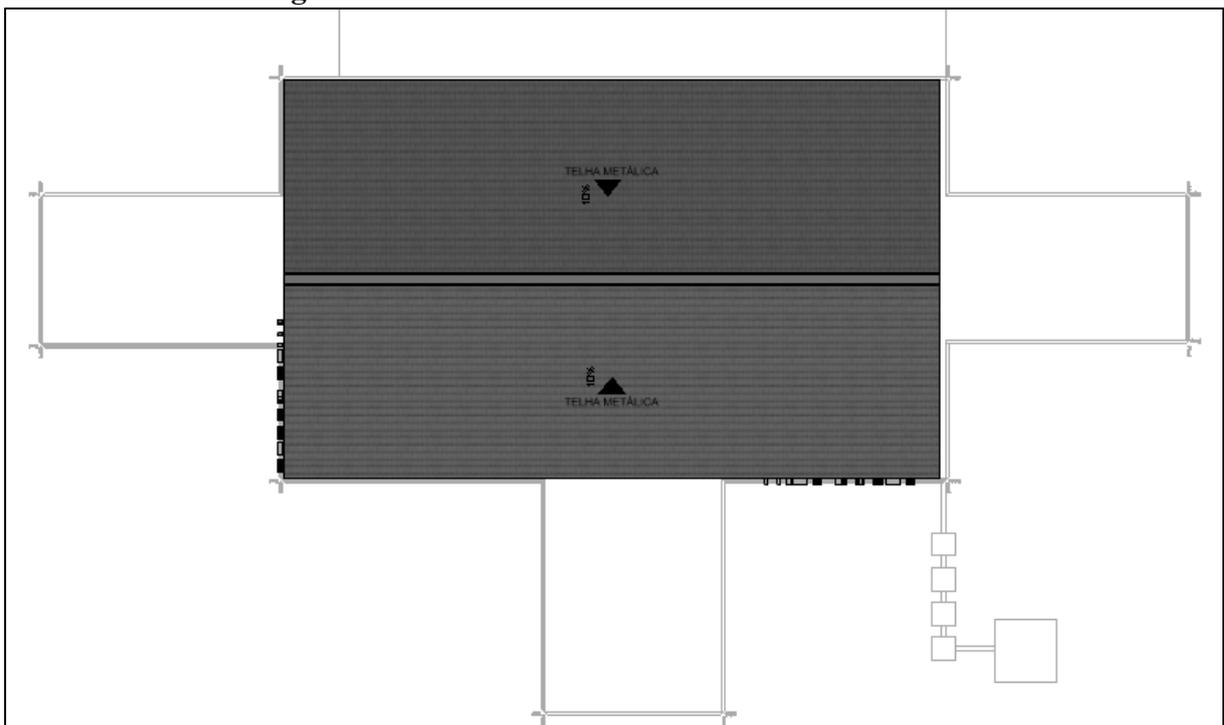
O projeto arquitetônico é o esboço do projeto, essencial para qualquer edificação, com o projeto arquitetônico é possível verificar a melhor maneira de atender as necessidades de um potencial cliente ou até mesmo poder prever e solucionar os problemas que podem surgir durante o processo. As figuras 4 e 5 ilustram a planta baixa e cobertura do empreendimento em estudo.

**Figura 4** – Edificação administrativa do empreendimento (escritório, depósito, conveniência e banheiros)



Fonte: Autoria própria, (2020).

**Figura 5** – Planta de Cobertura Posto de combustível.



Fonte: Autoria própria, (2020).

Com o objetivo de colocar o desenho inteiro na janela de visualização, posicionando o observador em relação ao modelo, de acordo com visões pré-definidas, a visão em 3D demonstra a real visão do empreendimento, conforme apresentado nas figuras 6 e 7.

**Figura 6 - Vista 3D.**



Fonte: Autoria própria, (2020).

**Figura 7- Vista em 3D.**



Fonte: Autoria própria, (2020).

A Figura 8 mostra a fase em que a obra se encontrava em agosto de 2020, durante o início deste trabalho.

**Figura 8** - Obra estudada em agosto de 2020



Fonte: Autoria própria, (2020).

A Figura 9 apresenta o estágio da obra em novembro de 2020, próximo ao fim da etapa de execução da cobertura (metálica e madeirada) da obra.

**Figura 9** - Obra estudada em Novembro de 2020.



Fonte: Autoria própria, (2020).

A obra foi iniciada em agosto de 2020 e previsão de entrega para janeiro de 2021. Assim, os serviços acompanhados durante a pesquisa são relacionados fortemente com a fase de demolição, reforço estrutural e acabamentos, sendo eles:

- Remoção de piso e reboco;
- Remoção de cobertura (metálica e madeira);
- Execução de vergas, contra vergas e cintas;
- Execução das estruturas de cobertura (metálica e madeira);
- Cerâmica em parede e impermeabilização de áreas molhadas;
- Forro de PVC;
- Piso cerâmico;
- Massa PVA;
- Miolos e quadros elétricos;
- Louças;
- Colocação de portas e janelas;
- 1ª demão de pintura;
- Limpeza final;
- Pintura final.

O projeto arquitetônico do empreendimento encontra-se no (anexo A) deste trabalho.

### **3.2 FASE DE DIAGNÓSTICO**

Esta etapa buscou-se visualizar os possíveis pontos de melhorias relacionados à movimentação de pessoas, materiais no canteiro de obras e detectar quais etapas referente à movimentação e espera que podem ser minimizadas.

Nesta fase de diagnóstico teve como objetivo coletar dados através dos seguintes métodos: observação sem intervenção, registro fotográfico, análise do plano de construção e diálogo informal com os engenheiros da obra.

Com isso, foi possível observar os problemas enfrentados no decorrer da execução dos serviços, o planejamento de aquisições de materiais, contratação de mão de obra e arranjo do canteiro de obra.

### **3.3 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÃO *LEAN***

Após a identificação das deficiências da obra, foram realizadas reuniões com os engenheiros da obra, para desenvolver um plano de ação que considere os princípios *lean*, com foco no combate às fragilidades da obra, ou seja, com medidas de melhoria para a obra.

O plano de ação foi elaborado pelo autor da pesquisa, juntamente com os engenheiros responsáveis. O plano contemplou quatro itens importantes para a execução da reforma e ampliação, sendo eles: produtividade, logística, qualidade e abastecimento. Com isso, foi possível identificar os pontos fracos, determinar as medidas de melhoria para cada item fragilizado, determinar o pessoal responsável pela implementação das medidas de melhoria e determinar o prazo para a conclusão de cada medida.

### **3.4 APLICAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO *LEAN***

O autor teve apoio dos engenheiros responsáveis pela obra, para aplicar as medidas previstas no plano para que a equipe de trabalho possa adotar posteriormente. Os parâmetros previstos no plano exigem mudanças no arranjo do canteiro de obras, reuniões semanais para definir um plano semanal e planejar a aquisição de materiais e contratação de mão de obra.

O plano de ação encontra-se no apêndice deste trabalho, e suas ações serão mostradas e explicadas no capítulo 4.

### **3.5 COLETA E ANÁLISE DE DADOS**

Nessa fase, foram coletadas as principais restrições encontradas na aplicação do plano de ação, verificando o impacto das ações *lean* no canteiro de obras, alterações no planejamento de aquisição de materiais e o controle das metas de produção da obra, baseado no plano de ação *lean* e planejamento semanal. Desse modo, foram encontradas adversidades na implementação de ações *lean* e os motivos para o não cumprimento de alguns itens do plano de ação.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 FASE DE DIAGNÓSTICO**

A obra em estudo, estava finalizando as demolições das edificações em agosto de 2020, e iniciando os reforços estruturais e execução de alvenaria de vedação em ambientes à construir. Portanto, os principais serviços da obra estão relacionados à execução da estrutura do prédio, que são:

- Montagem de forma;
- Armação de vigas, vergas e contra vergas;
- Instalações de novos sistemas hidráulicos;
- Concretagem de vigas, vergas e contra vergas;
- Concretagem de novos contra pisos;

Devido à falta de planejamento dos serviços, gerou uma certa desordem no andamento das atividades de estrutura e assentamento dos blocos de vedação, de forma que ora a equipe era muito solicitada, ora não havia um volume considerável de serviço para a mesma. Isso geravam constantes remanejamentos de mão de obra, não planejados, que resultavam em grande perda por movimentação da equipe.

O quadro de engenheiros da empresa não conseguia cobrar dos funcionários a qualidade dos serviços devido ausência periódica na obra, resultando em elevadas perdas por elaboração de produtos defeituosos, como mostram as Figuras 10 e 11 a seguir, de setembro de 2020. Devido à falta de acompanhamento integral da obra, tais defeitos geravam uma série de desperdícios, tanto de materiais, quanto de mão de obra e tempo.

**Figura 10** – Alvenaria de vedação com ausência de vergas e contra verga.



Fonte: Autoria própria, (2020).

**Figura 11** - Execução de reboco com ausência de contra verga.



Fonte: Autoria própria, (2020).

Além da falta de planejamento da equipe, havia uma falta de planejamento do fornecimento de materiais para a obra. O levantamento da quantidade de blocos de vedação, utilizados nos ambientes à construir não havia sido feito com antecedência, de forma que não se sabia quanto material deveria ser abastecido e tampouco se sabia a quanto material (blocos de vedação, cimento, areia) deveria chegar à obra semanalmente para não haver falta de material na obra. As lojas de materiais da cidade não tinha produtos em estoque, devido à pouca demanda e escassez do produto na região, isso gerou um certo atraso para a obra, pois serviço tiveram que parar devido à falta de planejamento na compra de materiais.

Além da falta de planejamento na compra dos materiais, após o recebimento dos mesmos, existia uma desorganização dos blocos de vedação no canteiro de obras, que prejudicava a movimentação interna da obra, conforme mostra a Figura 12 a seguir, de setembro de 2020.

**Figura 12** - Desorganização dos blocos de vedação e entulhos



Fonte: Autoria própria, (2020).

A desorganização, não apenas dos blocos de vedação, mas também de outros materiais no canteiro, ocasionava elevadas perdas também por espera das equipes nos postos de trabalho por falta de material, o que colaborava para a baixa produtividade da equipe.

## 4.2 DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE AÇÃO

O plano de ação foi criado com o objetivo de organizar e aumentar a produtividade da obra mediante a implementação de ações *lean*, que em conjunto, alcançariam o objetivo apresentado. Os resultados expostos no diagnóstico da obra levaram à criação do plano de ação *lean* que focou em quatro itens fundamentais: logística da obra, qualidade, produtividade e abastecimento.

No que diz respeito a logística da obra, recomendou-se estudar o *layout* do canteiro de obras para determinar quais alterações seriam executadas, de modo a facilitar a movimentação interna na obra de materiais e pessoas, e que possibilitasse a chegada de material na obra e execução de algumas atividades.

Em relação a qualidade na execução dos serviços, foram realizadas reuniões semanais para que a equipe de produção informassem seus problemas e fossem resolvidos com o auxílio de todos da administração da obra.

Para melhorar a produtividade da obra, foi estabelecido um planejamento semanal para a obra, de modo que, contemplasse os principais serviços em execução da obra, sendo estes relacionados diretamente as etapas de estruturas da obra.

Além do mais, decidiu-se fixar a equipe de colaboradores para reduzir a rotatividade dos funcionários, aumentar a produtividade e reduzir as falhas na qualidade do produto final.

Ao estudar o *layout* do canteiro de obras, também foi possível melhorar o abastecimento, planejando o fornecimento de materiais de acordo com o plano de produção semanal e armazenando os materiais no local de uso ou próximo aos equipamentos, principalmente da betoneira.

## 4.3 APLICAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Ao longo de outubro, novembro e dezembro, foram implementadas as ações previstas no plano de ação *lean*. A princípio, foi desenvolvido um modelo de planilha de planejamento de curto prazo (semanal), mostrada na Tabela 1. Posteriormente, esse método de planejamento semanal passou a ser padronizado no canteiro de obras.

Com o apoio dos engenheiros responsáveis pela obra, realizava-se o planejamento da semana subsequente sempre no último dia da semana trabalhada, e inseria as tarefas a serem realizadas durante a semana e as datas estimadas de início e término. Então, a partir disso, uma

nova planilha era gerada para acompanhamento das atividades prevista para execução semanal, conforme exemplo na Tabela 2.

No decorrer da semana, é realizado o controle das tarefas programadas, sendo registrados o número de dias trabalhados, o número de tarefas que foram concluídas, as tarefas não concluídas e os motivos do não cumprimento da programação. Os motivos do não cumprimento da tarefa também foram discutidos, e medidas corretivas foram propostas na próxima semana para que o erro não se repetisse.

Através do plano semanal, permitiu-se planejar a quantidade de materiais necessária para as frentes de serviço, e não haverá falta de materiais na obra. Entretanto, para que o plano tenha êxito, é necessário fazer um levantamento da quantidade de materiais que serão consumidos e a disponibilidade do mesmos na cidade ou região.



**Tabela 2** - Exemplo de planejamento semanal passado para a equipe de produção.

Planejamento Semanal - PPC								
Atividades:	Engenheiro				Data Início:	16/11/2020	Data fim:	20/11/2020
	Estagiário							
	Acompanhamento	Obra Comercial - Reforma e Ampliação - Posto de Combustível						
		Datas						
		16/11/2020	17/11/2020	18/11/2020	19/11/2020	20/11/2020		
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta		
Recebimento e estocagem Estrutura metálica	Planejado	X						
	Executado							
Soldagem estrutura in loco	Planejado	X	X					
	Executado							
Pintura Estrutura	Planejado		X	X				
	Executado							
Içamento e montagem da estrutura	Planejado				X			
	Executado							
Execução telhado metálico	Planejado					X		
	Executado							
	Planejado							
	Executado							

Fonte: Autoria própria, (2020).

Além disso, foi preciso fazer alterações no *layout* do canteiro de obras, visando a melhoria do fluxo interno de caminhões e funcionários, para um melhor descarregamento de materiais e definição dos locais que seriam postos os blocos, cimento, areia, estrutura metálica, entre outros materiais.

A Figura 13 demonstra a realocação dos materiais e equipamentos que dificultavam a circulação interna da obra.

**Figura 13** - Obra após a realização de mudanças no canteiro de obras.



Fonte: Autoria própria, (2020).

Após a realocação dos materiais e equipamentos, foi possível visualizar um novo canteiro de obras, podendo assim, melhorar a circulação interna dos colaboradores e veículos. A Figura 14 demonstra a obra após a realização de mudanças previstas no plano de ação.

**Figura 14** - Realocação de materiais e equipamentos.



Fonte: Autoria própria, (2020).

O estoque de materiais foi definido pelo engenheiro da obra, como sendo a quantidade necessária para executar os serviços posteriores. Esse estoque era o que a programação de entrega de blocos, cimentos, areia, pretendia atender, de forma a criar um sistema de abastecimento regular. O fornecedor atendia a obra segundo um sistema padronizado pela metodologia enxuta, e somente foi possível com a cooperação e colaboração do mesmo. Mesmo assim, foram encontradas escassez de materiais na região, que impactou no andamento da obra.

Antes da implementação das ações *lean*, já haviam sido executados os reforços estruturais do escritório e a alvenaria de vedação, com isso, as ações *lean* esteve fortemente ligada as execuções das estruturas metálicas do posto de combustível, piso industrial e sistemas de esgoto. Em novembro, mês que já estava em andamento as ações *lean*, foi executado a estrutura metálica com significativo desempenho de execução, devido ao planejamento semanal e práticas *lean*. As fases de execução dessa etapa serão mencionadas a seguir.

Foi possível receber e acomodar toda a estrutura metálica de forma adequada no canteiro de obra, de modo que melhorasse a circulação dos operários e equipamentos. Conforme mostras as Figuras 15 e 16.

**Figura 15** – Acomodação adequada da estrutura metálica.



Fonte: Autoria próprio, (2020).

**Figura 16 - Acomodação adequada da estrutura metálica.**



Fonte: Autoria própria, (2020).

Após o recebimento da estrutura de forma ordenada, deu-se início a execução de soldagem das peças in loco, conforme mostra a Figura 17.

**Figura 17 – Montagem in loco da estrutura metálica no canteiro de obras.**



Fonte: Autoria própria, (2020).

Posteriormente à execução da soldagem da estrutura, um caminhão munck foi contratado para realizar a montagem e içamento da estrutura, obedecendo o prazo e a qualidade esperada. Conforme pode ser observado na Figura 18.

**Figura 18** - Caminhão munck que realizou a montagem da estrutura metálica.



Fonte: Autoria própria, (2020).

Finalmente, a estrutura pôde ser executada no prazo, qualidade e segurança esperado. Conforme mostra a Figura 19.

**Figura 19** - Cobertura em estrutura metálica finalizada.



Fonte: Autoria própria, (2020).

#### 4.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

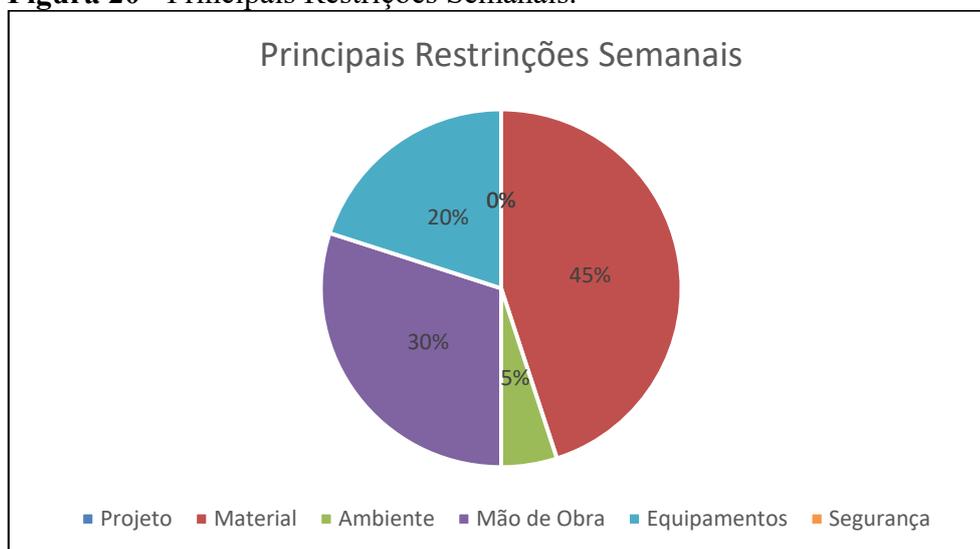
A Proposta de implementação da metodologia *Lean Construction*, foi bem aceita por todos os colaboradores da empresa, trazendo assim resultados positivos, eliminação de desperdícios e otimização do processo.

A fase de controle e análise dos dados serviu para mostrar o impacto das ações *lean* no canteiro e as principais restrições da obra. Observou-se que a obra teve muitas oscilações no período de setembro a outubro, devido principalmente a escassez de mão de obra, materiais e maquinários, mais especificamente: a retroescavadeira para escavação dos tanques, foças e sumidouros.

Entretanto, no período de novembro a dezembro, estes problemas foram reduzidos devido a uma intensificação no planejamento e nas ações *lean* realizadas semanalmente. Exemplo disso, foi a execução da estrutura metálica que obteve um excelente desempenho construtivo, atendendo a programação planejada. Cabe ressaltar, que os serviços de montagem in loco e içamento da estrutura metálica, foram executados por uma empresa terceirizada de Palmas – TO.

Além disso, foram encontradas algumas restrições no decorrer da execução das atividades semanais. A falta de materiais e mão de obra, juntamente com equipamentos, foram as principais restrições da obra. A Figura 20, mostra a proporção de restrições identificadas durante o período de execução das atividades, referente à semana de 04 de outubro 2020 à semana do dia 28 de dezembro 2020.

**Figura 20 - Principais Restrições Semanais.**



Fonte: Autoria própria, (2021).

Nesse sentido, foi possível observar na obra em estudo, desperdícios apresentados pelo engenheiro da Toyota, Taiichi Ohno relacionado ao sistema produtivo. Com isso, serão apresentados 3 dos 7 desperdícios que pôde ser observado durante a execução de reforma e ampliação do empreendimento.

- a) **Defeitos:** Na obra em estudo ocorreram a execução de serviços defeituosos, como por exemplo, à não execução de vergas e contra vergas nos vãos.
- b) **Processos que não agregam valor:** como repetição dos trabalho, ocorreriam quando, por exemplo, era executado algum serviço defeituoso, tinha que refazer e isso gerava um desperdício.
- c) **Espera:** é também uma forma de desperdício bastante presente no início da obra, colaboradores esperavam por materiais para executar os serviços. No entanto, foi reduzida através de planejamento semanal.

Ao analisar e aplicar os setes desperdícios da metodologia *Lean Construction* na obra, foram constatados alguns problemas que a mesma enfrentou. Entretanto, com a metodologia aplicada foi possível perceber melhorias no desenvolvimento e execução de alguns serviços.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa-ação realizada neste trabalho mostra claramente a tendência da construção civil no Brasil: o desenvolvimento de planejamentos e controle da produção é essencial para garantir que a obra seja entregue no prazo, com qualidade e dentro dos custos planejados. Perdas de transporte, ações desnecessárias, funcionários ociosos, fazem parte das atividades do processo e não agregam valor ao produto final.

Com a alta competitividade do mercado, exige que as construtoras tenham um maior controle e cumprimentos de prazos. Diante disso, é necessário entender essa realidade, focando no planejamento de processos e serviços e na execução de atividades que eliminem o desperdício de mão de obra ou materiais ocasionados pelo retrabalho.

Para conter as perdas, a racionalização do processo é fundamental. Quando um bom planejamento de obra é executado, as perdas podem ser minimizadas. Se o planejamento de obra for ineficiente ou a eficiência do controle da obra for baixa, nenhuma atitude *lean* poderá ser mantida. Uma obra cuidadosamente planejada e controlada, é o cenário fundamental para que qualquer ação enxuta tenha continuidade e eficácia na obra.

De acordo com as observações, conforme previsto no plano de ação *lean*, se a equipe fosse treinada inicialmente, diversas falhas poderiam ter sido evitadas. Devido à falta de conhecimento dos padrões e processos construtivos, muitas falhas aconteceram.

Tais erros poderiam também ser evitados através da realização de reuniões semanais com toda a equipe administrativa da obra. Durante o período de realização deste trabalho, essas reuniões ocorreram poucas vezes, cabendo ao autor do trabalho apurar os problemas e motivos que não atendiam às metas e determinar as metas semanais da equipe de produção. A transparência dessas metas é algo que poderia ser melhor formulado ao longo da obra.

Para poder controlar melhor os serviços da obra, o planejamento deve ser feito em três etapas detalhadas: longo, médio e curto prazo. A obra em estudo aplicou apenas o planejamento de curto prazo, mas não utilizou os de médio e longo prazo, o que fez com que algumas atividades essenciais e que precisavam serem vistas com antecedência fossem ignoradas.

Também deve ser observado que somente após o planejamento de execução dos serviços estiverem feitos, juntamente com o correto levantamento da quantidade de material e a cooperação do fornecedor, que pode ser planejado o fornecimento de material no canteiro de obra. Os fornecedores devem satisfazer a obra no tempo e horário exigidos pela obra.

Com isso, pôde-se perceber que uma empresa de pequeno porte se torna complicado implementar os conceitos *Lean Construction*, pelo motivo de que a empresa certamente não possui uma cultura de planejamento. Sobretudo, se a empresa estabelecer previamente uma cultura de planejamento, certamente os sistemas construtivos seriam bem executados, o que geraria uma melhoria no processo produtivo.

Conseqüentemente, a obra em estudo poderia ser concluída mais rapidamente e o mercado poderia enxergar a empresa como uma empresa capaz de produzir um produto de qualidade e assim prospectar mais e mais negócios através da aplicação da técnica.

A implementação de ferramentas *Lean* em canteiros de obras é, por si só, uma solução para a falta de estratégias de melhoria de processos, prazos e desperdícios gerados. Observa-se in loco que as condições de trabalho dos colaboradores e da organização do canteiro estão longe das ideais, pois além da falta de treinamento da equipe, há uma falta de planejamento de ações para minimizar as falhas e melhoramento da qualidade no processo.

Nesse sentido, o estudo demonstrou-se que a questão central do tema deste trabalho foi atendida ao se analisar todas as adaptações e impactos que a implantação desses conceitos gera numa obra de engenharia, analisando-se tanto os aspectos negativos e positivos. No entanto, no decorrer do desenvolvimento do trabalho, foi percebido que algumas questões ainda podem ser mais bem aprofundadas em trabalhos futuros, como a implementação de um planejamento adequado ou a elaboração de um estudo mais detalhado para implantação do *Lean* em setores de logística de materiais e pessoas.

Portanto, ao analisar todas as adaptações e impactos da implantação desses conceitos na obra de engenharia, e ao analisar os aspectos negativos e positivos, comprova que as questões centrais deste tema de trabalho foram respondidas. Entretanto, os princípios *Lean Construction* não foram atendidos de forma satisfatória, exemplo disso, foram as inúmeras atividades executadas, na qual não agregavam valor ao produto final e isso é reflexo da execução de produtos defeituosos e a não geração de melhorias contínuas.

Por fim, a aplicação do plano de ação *lean* em empresas de construção não deve começar com a implementação de ferramentas enxutas sem estabelecer uma cultura de planejamento e controle entre o pessoal técnico da empresa. As ferramentas *Lean* funcionam bem em um ambiente que foi planejado e organizado. A construção enxuta visa eliminar desperdícios e aumentar a produtividade, o que só é possível em um ambiente já organizado, bem controlado e planejado.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir dos resultados e conclusões obtidas nessa pesquisa, recomenda-se:

- Replicar o trabalho seguindo a metodologia proposta nas considerações finais;
- Replicar o trabalho com auxílio de ferramentas de planejamento e controle de obras para se tornarem mais controladas e organizadas, para assim implementar ações *lean*;
- Replicar o trabalho com auxílios dos conceitos BIM afim de integrar as ferramentas de gestão.
- Replicar o trabalho em obras com volumes diferentes das obras de pequeno porte, como por exemplo, em obras de médio e grande porte.

## 6 REFERÊNCIAS

- BALLARD, G.; CASTEN, M.; HOWELL, G. **Case Study. International Group For Lean Construction. Birmingham.** 1996.
- BEZERRA, L. M. C. M. **Planejamento e Controle da Produção com a Utilização de Células de Trabalho:** Estudo de caso em construções com vedações em concreto armado moldadas *in loco*. 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –UFSC, São Carlos. 2010.
- BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.
- CARVALHO, B. S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2008.
- COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre.
- COUTINHO, T. **Os 8 desperdícios do Lean Manufacturing.** Voitto, 2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/8-desperdicios-lean>> Acesso em: 05 de out. 2020.
- CORIAT, Benjamin. **Pensar Pelo Averso.** Rio de Janeiro: Revan, 1994. 209 p. Tradução de Emerson S. da Silva.
- FORMOSO, C. T., et al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – NORIE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos. Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras.** Porto Alegre, v. 15, p. 50- 58, 2002.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e exemplos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.** Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – NORIE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.
- FUJIMOTO, T. **The evolution of a manufacturing system at Toyota.** New York: Orford University Press. 1999.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto – PIB.** 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>>. Acesso em: 06 de jan. 2021.
- ISATTO, E. L. *et alli.* **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** 1ª Ed. Porto Alegre: Sebrae, 2000.
- JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato. **Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa 1.0.** 2006. 146 f. Monografia (Especialização) -Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992. 81 p. Tradução de Vinicius R. Souza.

KOSKELA L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Dissertation for the degree of Doctor of Technology at Helsinki University of Technology. - Espoo: Technical research centre of Finland. Finlad, 2000.

KUREK J. et al. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta**. IV SIBRAGEC - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO. Anais...Porto Alegre, RS: 2005.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Transformação Lean**, 2009. Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 02 de out. 2020.

LIMA, Eduardo de Andrade Moura. **Estudo da Contribuição das Metodologias do *Lean Construction* e do Gerenciamento de Projetos do PMI para o Planejamento e Controle da Produção de Obras**.2016. 117 f. TCC (Graduação) -Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

LORENZON, I. A. **A Medição de Desempenho na Construção Enxuta: estudos de caso**. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). UFSC, São Carlos. 2008.

MATTOS, A.D. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo, Pini, 2010.

MICHELIS, M. H. **Avaliação da aplicação de conceitos do *Lean Construction* no planejamento e gestão de uma obra residencial multipavimentos em Curitiba - PR**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Bookman, 1997. 139 p.

SANTOS, F. M. **Análise e controle da produção na construção civil, através do planejamento e controle da produção juntamente com a teoria *Lean Construction***. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, 2010.

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.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. 2. ed.- Porto Alegre: Artmed, 1996.

TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O. **Diagnóstico e aplicação da *Lean Construction* em construtora**. In: XXXIII ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais... Salvador, BA, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 5ed. Campus, 1990.

## 7 APÊNDICE A – PLANO DE AÇÃO LEAN

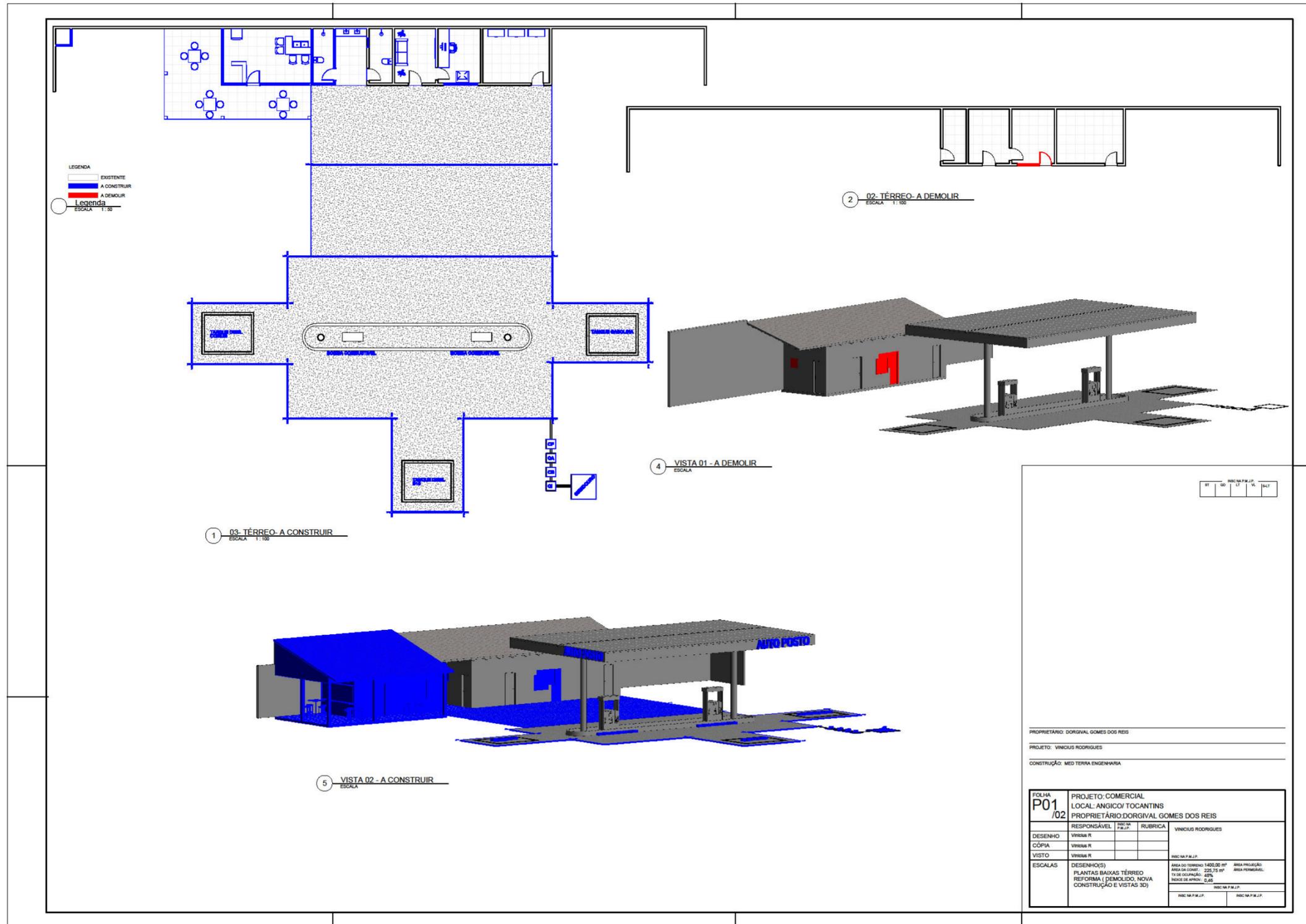
Tabela 3 - Plano de ação Lean

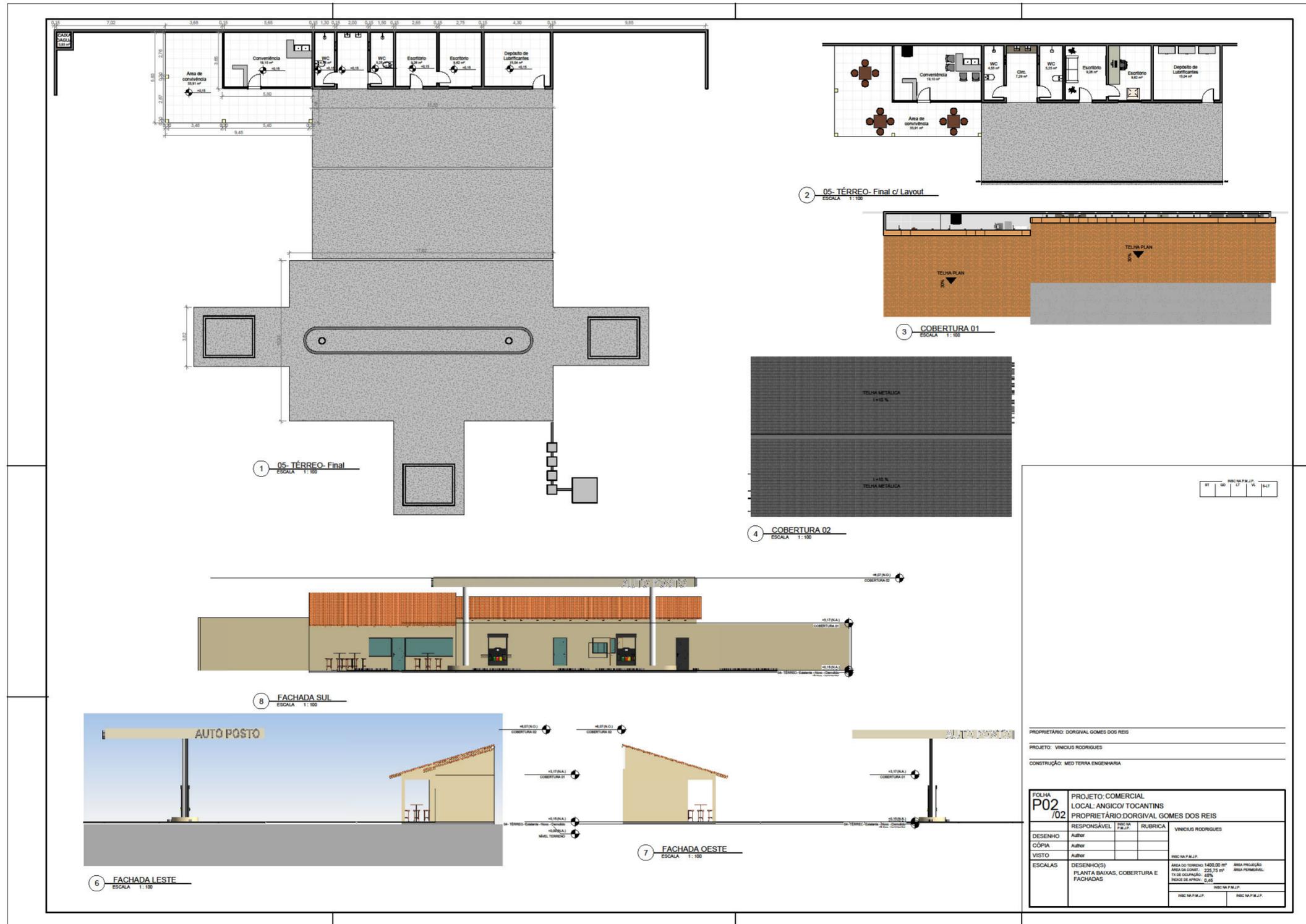
Categoria	Ações	Como solucionar	Responsável	Início	Final	Reprogramação do Final	Status da ação	Acompanhamento
LOGÍSTICA	Criar um lugar específico para armazenamento e montagem de armadura, considerando a facilidade de acesso e de produção	Fazer o estudo do layout do canteiro e definir as melhorias que serão realizadas	Engenheiro	04/out	20/out	03/nov	Executado fora do prazo	
	Criar baias para armazenamento de areia e brita e retirar as interferências com blocos armazenados próximos	Fazer o estudo do layout do canteiro e definir as melhorias que serão realizadas	Engenheiro	04/out	20/out		Não executado	
	Realocar os blocos de vedação no canteiro para melhor utilização e circulação interna da obra. Organizar e colocar os blocos de forma alinhada.	Fazer o estudo do layout do canteiro e definir as melhorias que serão realizadas	Engenheiro	04/out	10/out		Executado no prazo	
	Criar planejamento estratégico de fornecimento de materiais em sincronia com o planejamento da produção em obra, de modo prevenir a falta de material na obra sem prejudicar a produção e melhorar a logística de canteiro de obras.	Estabelecer a rotina de, juntamente com o planejamento semanal de produção (curto prazo), planejar o abastecimento das frentes de serviços.	Engenheiro	04/out	20/out	19/nov	Em andamento	
PRODUTIVIDADE	Treinamento das equipes administrativas e de produção na execução dos serviços, leitura de projetos e nos cuidados que devem ter com equipamentos, ferramentas e materiais.	Montar rotina de treinamento semanal da equipe administrativa e da equipe de produção	Engenheiro	09/out	23/out		Não executado	
	Melhorar o acompanhamento e conferência dos serviços. Engenharia da obra deve acompanhar de perto toda a execução dos serviços	Montar rotina de treinamento semanal da equipe administrativa e da equipe de produção	Engenheiro	09/out	23/out		Em andamento	Cobrança e treinamento da equipe.
	Implementar o planejamento semanal de curto prazo para definição e acompanhamento das tarefas e equipe, através da rotina de reunião semanal	Estabelecer rotina de reuniões semanais	Engenheiro	04/out	20/out		Executado no prazo	
	Definir equipes fixas de produção, e aliar as tarefas às equipes no planejamento semanal de tarefas, de modo a evitar equipes e funcionários ociosos	Estabelecer rotina de reuniões semanais	Engenheiro	04/out	20/out		Executado no prazo	
	Semanalmente mostrar todos os erros e falhas detectados nos serviços executados na semana, identificando as causas e ensinando a equipe a maneira correta de execução para que o erro não se repita novamente – Ação Corretiva é mais importante que a Ação Imediata para corrigir os erros.	Estabelecer rotina de reuniões semanais	Engenheiro	04/out	20/out		Executado no prazo	

Continuação: Tabela 3: Plano de Ação *Lean*

QUALIDADE	Estudar e planejar os serviços de forma que não necessite refazê-los - diminuição de retrabalhos	Mapear os principais serviços que irão ser executados nos próximos 90 dias, estudar os projetos para levantar o que deve ser solicitado/contratado.	Engenheiro	04/out	20/out		Em andamento	
	Equipes devem ser cobradas diariamente para atingir as metas estipuladas no planejamento de curto prazo	Estudar o cronograma da obra e extrair do mesmo, de acordo com a equipe atual da obra, qual produtividade deve ser atingida por cada equipe	Engenheiro	04/out	20/out		Executado no prazo	
	Manter os locais de trabalhos sempre limpos para a execução de serviços e armazenamento dos materiais.	Limpar o térreo da edificação administrativa e a área de armazenamento de blocos de vedação no fundo da obra.	Engenheiro	04/out	Fim da obra	Fim da obra	Em andamento	Acompanhamento constante da produção.
ABASTECIMENTO	Fornecedores devem atender na hora certa, com os produtos que estão em falta, e depositá-los nos locais adequados	Montar programação de entrega dos principais materiais (calendário) para que seja feita a programação de recebimento dos mesmos	Engenheiro	04/out	14/out	20/nov	Em andamento	
	Fornecedores devem atender a obra da maneira que a obra precisa	Mapear os principais serviços que irão ser executados nos próximos 90 dias, estudar os projetos e definir como será o sistema de abastecimento dos principais materiais, para analisar se não será necessário algum contato prévio com o fornecedor.	Engenheiro	04/out	14/out		Em andamento	
	O canteiro de obras deve ser reorganizado, de modo a facilitar a logística de abastecimento das frentes de serviço	Fazer o estudo do layout do canteiro e definir as melhorias que serão realizadas	Engenheiro	04/out	20/out		Executado no prazo	

## **8 ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO DO EMPRENDIMENTO**





BT	SO	INS	NA	P.M.J.P.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
----	----	-----	----	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

PROPRIETÁRIO: DORGIVAL GOMES DOS REIS  
 PROJETO: VINICIUS RODRIGUES  
 CONSTRUÇÃO: MED TERRA ENGENHARIA

FOLHA P02 /02	PROJETO: COMERCIAL LOCAL: ANGICO/TOCANTINS PROPRIETÁRIO: DORGIVAL GOMES DOS REIS		RUBRICA	
	RESPONSÁVEL	PROJ. EM	VINICIUS RODRIGUES	
	DESENHO	Autôr		
CÓPIA	Autôr			
VISTO	Autôr			
ESCALAS	DESENHO(S) PLANTA BAIXAS, COBERTURA E FACHADAS	ÁREA DO TERRENO 1400,00 m² ÁREA DA COBR.: 220,75 m² % DE OCUPAÇÃO: 15,76% ÍNDICE DE APPROX.: 0,45	ÁREA PRODUÇÃO: ÁREA FORMÁVEL	INS NA P.M.J.P.
		INS NA P.M.J.P.	INS NA P.M.J.P.	INS NA P.M.J.P.