

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARCELO RIBEIRO VAZ SARDINHA NETO

**ANÁLISE DE CUSTO SOBRE A APLICABILIDADE DAS METODOLOGIAS DO
LEAN CONSTRUCTION EM CANTEIRO DE OBRA DE CONDOMÍNIO VERTICAL
MULTIFAMILIAR DE SÃO LUÍS – MA**

São Luís - MA

2018

MARCELO RIBEIRO VAZ SARDINHA NETO

**ANÁLISE DE CUSTO SOBRE A APLICABILIDADE DAS METODOLOGIAS DO
LEAN CONSTRUCTION EM CANTEIRO DE OBRA DE CONDOMÍNIO VERTICAL
MULTIFAMILIAR DE SÃO LUÍS – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Airton Egydio Petinelli

São Luís - MA

2018

Sardinha Neto, Marcelo Ribeiro Vaz.

Análise de custo sobre a aplicabilidade das metodologias do lean construction em canteiro de obra de condomínio vertical multifamiliar de São Luís – MA / Marcelo Ribeiro Vaz Sardinha Neto. – São Luís, 2018.

84 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2018.

Orientador: Prof. Me. Airtton Egydio Petinelli.

1.Lean construction. 2.Custos. 3.Metodologia. 4.Perdas. 5.Orçamento. 6.Desperdícios. I.Título

CDU: 69:658.56(812.1)

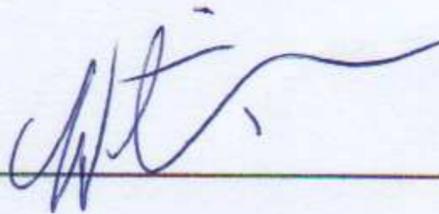
MARCELO RIBEIRO VAZ SARDINHA NETO

**ANÁLISE DE CUSTO SOBRE A APLICABILIDADE DAS METODOLOGIAS DO
LEAN CONSTRUCTION EM CANTEIRO DE OBRA DE CONDOMÍNIO
VERTICAL MULTIFAMILIAR DE SÃO LUÍS – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

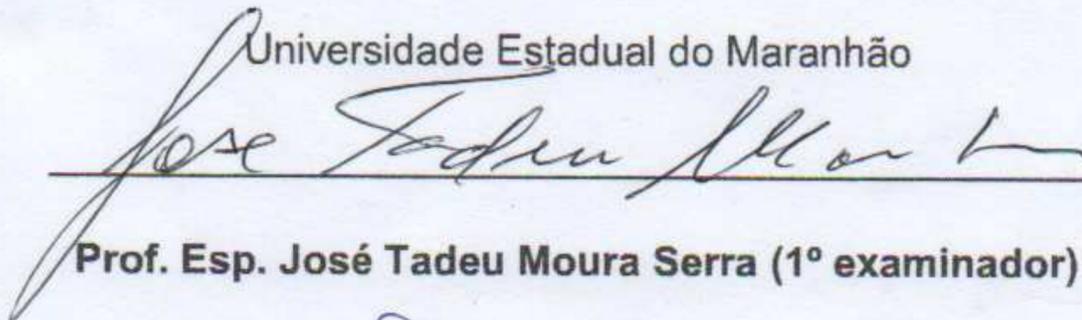
Aprovado em: 03 / 12 / 2018

BANCA EXAMINADORA



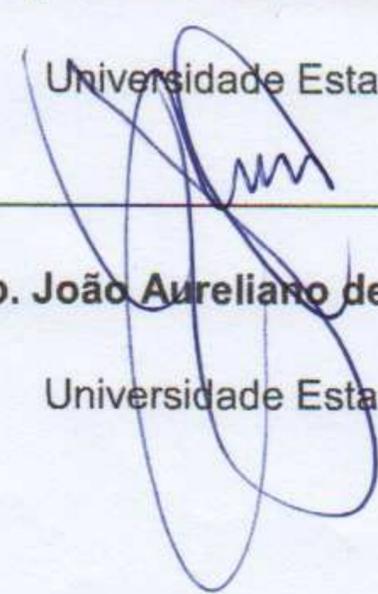
Prof. Me. Airton Egydio Petinelli (Orientador)

Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Esp. José Tadeu Moura Serra (1º examinador)

Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Esp. João Aureliano de Lima Filho (2º examinador)

Universidade Estadual do Maranhão

A Deus, criador do céu e da terra, e aos meus pais, Marília Gitahy Vaz Sardinha dos Reis e José Rogério Sousa dos Reis, por proverem todo o amor, ensinamentos e esforços em mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Ao Meu Gloriosíssimo Senhor Jesus Cristo, que me concedeu a graça de terminar mais uma etapa acadêmica.

À Minha Doce Mãe Maria Santíssima, por interceder sempre por mim e por me proteger sempre das tribulações debaixo do Vosso poderoso manto sagrado.

Aos meus amigos celestes, São Miguel Arcanjo e o meu Anjo da Guarda, pela fidelidade de sempre e por todos os livramentos que realizaram em minha vida.

Aos meus pais e minha irmã, José Rogério, Marília e Lícia, pelo amor em abundância em todos os momentos e situações.

Ao meu tio, Célio Sardinha, por ter me dado a chance de ter sido seu aluno antes da sua aposentadoria, por ter me ensinado muito sobre a engenharia e pelos direcionamentos nos momentos de estágio.

Ao meu tio, Artur Reis, por ter me auxiliado na parte prática da engenharia, permitindo o meu estágio obrigatório na sua obra e, conseqüentemente, a elaboração desta monografia.

À todos os meus familiares, presentes fisicamente ou distantes, por todas as palavras de conforto e incentivo.

À minha namorada, Cecília Pessoa, por ter sido instrumento de Deus na minha vida, pelas orações e por toda força e suporte emocional nos momentos de dificuldades.

Aos meus professores, em especial à Airton Petinelli, por estar sempre a disposição nos momentos de dúvidas e esclarecimentos durante a elaboração deste trabalho.

A todos os meus amigos de infância, em especial, aos meus melhores amigos, Ricardo, Davi e Gabriel, por se fazerem presentes ao longo da minha jornada.

Aos meus amigos e em breve colegas de profissão, Ricardo, Lucas, Clodoaldo e Marcos, por todos os momentos ao longo desses 5 anos de curso.

À UEMA, instituição que me concedeu amadurecimento pessoal e profissional, bem como o ambiente propício que todos os coordenadores, professores e colaboradores proporcionaram para o meu crescimento.

"Nada temas, porque estou contigo, não lances olhares desesperados, pois eu sou teu Deus; eu te fortaleço e venho em teu socorro, eu te amparo com minha destra vitoriosa."

Isaías 41, 10

RESUMO

Este trabalho apresenta como objetivo principal analisar os custos de execução de serviços a partir da metodologia do *Lean Construction* (construção enxuta) através de um estudo de caso em um canteiro de obras de um condomínio vertical multifamiliar, na cidade de São Luís – MA. As coletas de informações e de dados foram realizadas pelo autor, estagiário da empresa no período de realização deste estudo. A metodologia utilizada contempla três etapas: fase de diagnóstico, controle e análise de dados e análise de resultados (elaboração de orçamentos e análise de resíduos). Ficou evidente que, a filosofia *lean* dentro da construção civil, permite a maior clareza durante a elaboração do planejamento e reduz ou elimina a quantidade de perdas dentro do processo produtivo, agregando maior valor ao produto final. Por fim, a atividade escolhida para evidenciar a aplicação da técnica *lean* foi a elaboração de orçamentos reduzidos a partir da mitigação de desperdícios, cujas considerações serão levantadas e analisadas detalhadamente.

Palavras-chave: *Lean Construction*. Custos. Metodologia. Perdas, Orçamento. Desperdícios.

ABSTRACT

The main objective of this work is to analyze the costs of executing services based on the Lean Construction methodology through a case study at a construction site of a multifamily vertical condominium in the city of São Luís – MA. The information and data collections were carried out by the author, trainee of the company during the period of this study. The methodology used includes three stages: diagnostic phase, control and data analysis and analysis of results (budgeting and residue analysis). It was clear that lean philosophy within civil construction allows for greater clarity during planning and reduces or eliminates the amount of losses within the production process, adding more value to the final product. Finally, the activity chosen to highlight the application of the lean technique was the elaboration of reduced budgets from the mitigation of wastes, whose considerations will be raised and analyzed in detail.

Keywords: Lean Construction. Costs. Methodology. Losses. Budget. Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de processamento da Construção Enxuta.....	23
Figura 2 - Localização do Empreendimento.	32
Figura 3 - Foto aérea tirada por Drone em janeiro de 2018.	33
Figura 4 - Layout do Canteiro de Obra.....	34
Figura 5 - Apartamento de 3 quartos.....	37
Figura 6 - Apartamento de 2 quartos.....	37
Figura 7 - Apartamento adaptado no térreo - Bloco 5.	38
Figura 8 - Composição de Encargos Sociais.....	40
Figura 9 - Caixilho Instalado.....	42
Figura 10 - Caixilho chumbado.....	42
Figura 11 - Montagem de Andaimos.	46
Figura 12 - Execução de Reboco Externo do bloco 5.	47
Figura 13 - Execução de Reboco Externo do bloco 5.	47
Figura 14 - Cobertura do bloco 1.....	53
Figura 15 - Peitoril e janela instalados.	60
Figura 16 - Confecção de moldura de janela.....	61
Figura 17 - Moldura de janela finalizada.	61
Figura 18 - Caçamba Modelo.	67
Figura 19 - Estocagem de entulhos em caçamba.	67
Figura 20 - Estocagem de entulhos em caçamba.	68
Figura 21 - Amontoado de resíduos no canteiro.	68
Figura 22 - Amontoado de resíduos no canteiro.	69
Figura 23 - Amontado de material granular escavado.....	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Piso salarial estabelecido pela Convenção Coletiva de Trabalho.	39
Quadro 2 - Orçamento Analítico Convencional (Colocação de Caixilhos).	41
Quadro 3 - Orçamento Analítico Lean (Colocação de Caixilhos).	43
Quadro 4 - Orçamento Analítico Convencional (Reboco).	45
Quadro 5 - Orçamento Analítico Lean (Reboco).	48
Quadro 6 - Orçamento Analítico Convencional (Confecção de Empena).	50
Quadro 7 - Orçamento Analítico Convencional (Madeiramento).	51
Quadro 8 - Orçamento Analítico Convencional (Telhamento).	52
Quadro 9 - Orçamento Analítico Lean (Confecção de Empena).	54
Quadro 10 - Orçamento Analítico Lean (Madeiramento).	55
Quadro 11 - Orçamento Analítico Lean (Telhamento).	56
Quadro 12 - Orçamento Analítico Convencional (Instalações de peitoril, janelas e confecção de molduras).	58
Quadro 13 - Orçamento Analítico Lean (Instalações de peitoril, janelas e confecção de molduras).	62
Quadro 14 - Resumo de valores.	64

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CP	Composição
I	Insumo
JIT	Just-In-Time
KG	Quilograma
M	Metro
MA	Maranhão
ME	Mentalidade Enxuta
NR	Norma Regulamentadora
STP	Sistema Toyota de Produção
PcD	Pessoa com Deficiência
PE	Produção Enxuta
PVC	Policloreto de Polivinila
QUANT	Quantidade
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composições e Preços para Orçamentos
UND	Unidade
UNT	Unitário

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Justificativa da Pesquisa	14
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	Estrutura do Trabalho	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Sistema Toyota de Produção	18
2.1.1	Just-in-Time (JIT)	19
2.1.2	Autonomação (“Jidoka”)	20
2.1.3	Classificação das perdas	20
2.2	Produção Enxuta	22
2.3	<i>Lean Construction</i> – Construção Enxuta	22
2.3.1	Origem e conceito	22
2.3.2	Princípios	24
2.3.3	Planejamento de curto, médio e longo prazo	27
2.4	Construção Civil no Brasil	29
3	METODOLOGIA	30
3.1	Fase de Diagnóstico	30
3.2	Controle e Análise de Dados	31
4	ANÁLISE DE RESULTADOS	32
4.1	O Empreendimento	32
4.2	Comparação de Orçamentos	38
4.2.1	Colocação de caixilhos	41
4.2.2	Revestimento externo – reboco	44

4.2.3 Cobertura: empena, madeiramento e telhamento	49
4.2.4 Instalação de peitoris, janelas e confecção de molduras	57
4.3 Análise dos Resíduos da Obra.....	65
5 CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	74
ANEXOS	77

1 INTRODUÇÃO

A Produção Enxuta surgiu em um contexto conturbado da história, em detrimento do final da II Guerra Mundial, onde o Japão apresentava pouca disponibilidade de recursos financeiros e materiais para sua indústria. Assim, a produção em massa do setor automobilístico fora abandonada e um novo sistema de produção foi implementado por Ohno (1997), engenheiro chefe da Toyota Motor Company: o Sistema Toyota de Produção. Desta forma, o novo sistema trouxe ideais que buscavam a produção em menor quantidade e de produtos variados, eliminando todos os desperdícios através das atividades do processo que não garantiam valor ao produto final.

Após a grande crise do petróleo, esse sistema de produção passou a chamar bastante atenção no mundo, uma vez que a Toyota conseguiu manter constante os seus lucros, embora reduzidos. Esse modelo ficou conhecido como produção enxuta.

Lauri Koskela, pesquisador finlandês, publicou, em 1992, um estudo que traria a filosofia da produção enxuta para o âmbito da construção civil, existindo uma nova corrente de pesquisa denominada *Lean Construction*. Segundo o pesquisador, o método tradicional de conversão gera um produto final, sendo originado a partir de um conjunto de subprocessos que geram um produto acabado. Problemáticas como a competitividade entre as empresas aliadas aos baixos índices de produtividade são levantadas, uma vez que o aumento do custo se torna consequência.

Rosenblum et al. (2007) ressaltam que os pontos fortes da *Lean Construction* são a redução no prazo de entrega, do desperdício de materiais e do retrabalho. Sendo assim, obras mais limpas com menor geração de entulho, menor prazo de entrega e com a menor utilização de recursos financeiros, são consequências de um melhor planejamento e gerenciamento pautados nessa metodologia.

A corrente *lean* surgiu em um momento antagônico entre as metas desejadas e as culturas gerenciais ultrapassadas realizadas na construção civil no território brasileiro, apresentando pouco comprometimento com a redução de desperdícios, com o gerenciamento e com as condições de trabalho dos colaboradores.

A aplicação de métodos gerenciais modernos representa um grande benefício às obras brasileiras, mas mudanças significativas nas estruturas organizacionais são essenciais. É de suma importância a racionalização das jornadas de trabalho, passando de práticas convencionais e pouco eficazes para um sistema que traz a diminuição de perdas e de atividades que não agregam valor ao produto final.

Em São Luís - MA, a implantação do *Lean Construction* ainda não se faz tão evidente. Embora algumas empresas apresentem aspectos semelhantes aos da filosofia *lean*, é ainda perceptível a presença de falhas e desperdícios nos métodos construtivos. Contudo, mesmo com o enraizamento do método tradicional de construção, a grande maioria dos canteiros de obra da cidade pode ser melhorada a partir de um sistema de produção que visa maior produtividade, qualidade e uma logística satisfatória.

1.1 Justificativa da Pesquisa

A partir da análise de todas as informações elencadas acima acerca de uma obra residencial, este estudo tem a finalidade de questionar e responder: De que maneira e quais os pontos críticos a serem analisados para garantir uma melhora na produtividade e na qualidade do produto final a ser entregue aos clientes? É possível analisar melhoras através de um estudo de orçamentos? Como reduzir o estoque de entulhos de materiais dentro de um canteiro de obra?

Segundo Koskela (1992), a distância entre as maneiras arcaicas de produção ainda presentes em obras de construção civil e as atuais maneiras aplicadas por setores mais desenvolvidos, deve ser reduzida. A grande vantagem da filosofia *Lean* está na “sobrevivência” ao mercado cada vez mais acirrado, uma vez que as empresas continuam a gerar lucro.

Esse estudo de caso visa colaborar com as mais diversas formas de gerenciar uma obra, aplicando a fundamentação teórica sobre Produção Enxuta na construção civil e de métodos elaborados por outros autores, trazendo, de maneira exemplificada, soluções para situações recorrentes em canteiros de obra de uma maneira geral, reduzindo os gargalos e fatores preponderantes para o andamento sequencial das atividades de campo.

Portanto, esse trabalho contempla a elaboração de orçamentos de serviços específicos, de forma que possam ser comparados os orçamentos da maneira convencional de construção (com todas as perdas presentes) e da maneira “enxuta” (reduzindo ou até eliminando as demais perdas dos processos produtivos). É também discorrido neste estudo, soluções viáveis para a redução de todo entulho gerado na obra, de forma que permita a mobilidade e fluxo de máquinas e pessoal durante a execução de serviços.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a técnica *Lean Construction* a partir de uma análise de custo acerca dos serviços da obra, visando a redução de desperdícios e melhora das condições de trabalho dos colaboradores em um canteiro de obra.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar os benefícios da construção enxuta na construção civil;
- Comparar métodos tradicionais de execução de serviços com novas técnicas otimizadas através da elaboração de orçamentos em condomínio vertical de São Luís - MA;
- Redimensionar equipes para serviços específicos;
- Avaliar a redução de resíduos e perdas no canteiro como um fator preponderante no fluxo e mobilização dos trabalhos dentro da obra.

1.3 Estrutura do Trabalho

Para alcançar os objetivos traçados, este trabalho contempla 4 capítulos, além deste primeiro.

No capítulo 2, é realizado um apanhado histórico acerca da origem da filosofia *Lean* através do Sistema Toyota de Produção (STP) (originado no Japão). Os estudos de Shingo (1996) e Ohno (1997) trazem conceitos e princípios básicos para a eliminação de desperdícios e otimização das maneiras de produção. Assim, Koskela (1992) ampliou o campo da metodologia do STP para a construção civil, difundindo os estudos sobre *Lean Construction* no setor.

O capítulo 3 retrata a metodologia de pesquisa utilizada. Neste capítulo, está a descrição do estudo de caso escolhido, inclusive as características do empreendimento analisado. Posteriormente, é abordada a fase de diagnóstico do trabalho e o controle e análise dos dados utilizados, esclarecendo como foram levantados os dados necessários para os cálculos e elaboração dos orçamentos.

No capítulo 4, foi realizada a análise dos resultados. Para os 4 serviços em questão, foram expostos 8 orçamentos analíticos, sendo um convencional e um com a metodologia *lean*, para cada um. Desta forma, foram estimados os custos para a realização de cada etapa de serviços, trazendo uma análise sobre serviços que não agregam valor ao produto e evidenciando os desperdícios.

Ainda no capítulo 4, é feita uma análise acerca dos resíduos presentes na obra. A falta de planejamento para a destinação dos entulhos é exposta e o resultado disso são poucos contêineres cheios e grandes amontados no meio do canteiro, comprometendo o fluxo e mobilidade do pessoal e de maquinário dentro do canteiro.

O capítulo 5 é o desfecho do trabalho, apresentando a conclusão e considerações finais sobre a análise de custo a partir da metodologia do *Lean Construction*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema Toyota de Produção

Segundo Shingo (1996), o sistema de produção é como uma rede funcional de operações e processos. A base do STP é a exclusão total dos desperdícios, que é sustentado por alguns pilares essenciais, sendo eles: a Autonomia ou Jidoka e o Just-in-Time (OHNO, 1997). Segundo Hunter (2008), diferentemente de qualquer outro mecanismo de produção, o STP procura a menor utilização possível de tudo, diminuindo os defeitos e proporcionando uma melhora na qualidade.

O não-custo é o princípio principal defendido por Shingo, pois é necessário eliminar todos os custos desnecessários ao sistema de produção. Em seu livro, Shingo afirma que o STP é o sistema produtivo mais eficaz para lentos períodos de crescimento econômico. O STP é justamente a elevação da eficiência com base na eliminação total dos desperdícios (OHNO, 1997; SHINGO, 1996). Segundo Shingo (1996), o STP também pode ser apresentado como o vislumbramento do lucro como função do preço de venda estabelecido pelo mercado e dos custos. Shingo (1996) descreve ainda que é o princípio da subtração do custo, onde o preço de venda é dado por “Preço – Custo = Lucro” e não mais “Custo + Lucro = Preço de venda”.

A primeira equação traz a produção de um item específico somado com o lucro pretendido através do preço de venda estabelecido pelos custos da produção do mesmo. Sendo assim, significa dizer que as melhorias não são levadas em consideração uma vez que o custo gerado pela ineficiência do sistema de produção é unido ao valor do produto. A elevada concorrência entre os mercados consumidores é o principal fator para o preço do produto, e não mais o que ele realmente vale. Desta forma, o STP possui como princípio o fato de que o lucro nada mais é do que o preço (agora determinado pelo mercado) menos o custo.

Assim, para que uma empresa consiga se firmar no mercado firmando uma boa margem de lucro, ela deve utilizar-se de todas as maneiras para o corte de custos e eliminar todos os desperdícios. Os custos mitigados representam o conceito mais básico do STP, onde os esforços extremos são encarregados da eliminação das perdas. A meta do STP é o “zero defeitos”, cujos erros encontrados são corrigidos instantaneamente no local e momento da ocorrência (FURMAN; CAPLAN, 2007). Shingo (1996) destaca que para chegar a zero defeitos e reduzir as perdas, novas

maneiras de processos devem ser criadas, aumentando a qualidade dos produtos e reduzindo os custos.

Segundo Shingo (1996), o STP traz como características essenciais: a produção por pedido, ocasionando a redução de grandes lotes e evitando a superprodução; a flexibilidade e controle do processo através do método Kanban; a redução da mão-de-obra a partir de maquinário independente; o corte de custos decorrentes de desperdícios, eliminando-os terminantemente. O principal objetivo da Toyota passou a ser a produção de modelos variados de automóveis em pequenas quantidades, prevenindo os gastos antecipados e, também, evitando a produção de produtos que os clientes poderiam não se interessar. Desta forma, aumentar a eficiência da produção foi necessário e, conseqüentemente, eliminar todo tipo de desperdício.

2.1.1 Just-in-Time (JIT)

Segundo Ghinato (1994), o JIT significa o suprimento com os itens e quantidades certas, lugar certo e tempo certo. Ghinato (1994, apud Motta, 1993), define JIT ainda como:

O Just-In-Time não é uma Ciência, uma vez que não tem por objetivo estabelecer hipóteses, teorias ou leis sobre a realidade organizacional. [...] o JIT se coloca no campo do Conhecimento Técnico, cujo objetivo é a transformação da realidade mediante uma relação de caráter normativo com os fenômenos que a compõem. o Just-in-Time é, única e exclusivamente, uma técnica que se utiliza de várias normas e regras para modificar o ambiente produtivo, isto é, uma técnica de gerenciamento, podendo ser aplicada tanto na área de produção como em outras áreas da empresa (GHINATO, 1994, apud MOTTA. 1993, p. 3).

O JIT, dentro de um processo de fluxo contínuo, são as etapas corretas das montagens, sendo aplicadas no seu devido tempo e necessidade. O estoque zero é previsível dentro de uma empresa que reproduz esse fluxo de maneira integral. As ordens de fabricação são dadas invertendo o sistema de produção, ou seja, a empresa produz a partir da demanda preexistente do cliente, garantindo o sucesso desse processo (OHNO, 1997).

2.1.2 Automação (“Jidoka”)

A automação não é um conceito restrito às máquinas, por mais que esteja associada à automação. A palavra tem como conceito a associação mais próxima com autonomia ao invés de automação. Para a interrupção de linha, a autonomia é condição essencial, enquanto que a automação apresenta um papel secundário, não estando sempre presente. No STP, a automação representa a aplicação em linhas de produção manuais, então, nesse caso, qualquer operador da linha pode parar a produção em casos de anormalidades. A ideia central é diminuir a propagação dos erros e eliminar as anormalidades no fluxo de produção. O problema torna-se visível a partir da interrupção da produção, seja pela máquina ou pelo operador, comunicando seus colegas e encarregados diretos. Desta forma, isso permite uma identificação que gera um esforço em conjunto para eliminar o problema, evitando a reincidência, reduzindo as paradas da linha. A Toyota tem tais procedimentos como chave para obtenção dos índices qualitativos em relação a outras fábricas montadoras de veículos, paralisando todos veículos e maquinários para os devidos levantamentos e correções (GHINATO, 1994).

Assim, o STP foi traduzido para as demais culturas ocidentais, criando o pensamento *lean*, popularizado e divulgado entre pesquisadores. De acordo com Schonberger (2007), o *lean* baseou-se no JIS, que foi uma técnica de produção originada em uma fábrica automotiva da Toyota, sendo classificado como um sistema de produção perfeito, dando início ao STP. Outro princípio do STP, é não trabalhar com estoque ou reduzir os estoques ao máximo. Segundo Shingo, grandes estoques significam dinheiro parado, sendo mais adequado ter trabalhadores ociosos do que ter excesso de produção. Segundo Kull et al. (2014), as práticas do STP bem sucedidas significam uma mudança de pensamento, e não somente a aplicação de técnicas e ferramentas, existindo uma mudança cultural dentro da empresa que deseja implementar as práticas do STP e do *lean*.

2.1.3 Classificação das perdas

Ohno (1997), engenheiro de produção da Toyota e um dos criadores do STP, se baseava no princípio de eliminação ou redução drástica de todo tipo de desperdício durante a produção, identificando sete tipos de perdas:

- **Desperdício pela superprodução:** são as perdas recorrentes a produção em massa sem que haja a real necessidade de produção;
- **Desperdício por tempo de espera:** refere-se a sincronização e o nivelamento das atividades dos trabalhadores e dos fluxos de materiais. Podem envolver tanto perdas de equipamentos quanto de mão de obra;
- **Desperdício com transportes desnecessários:** o transporte é visto como atividade que não agrega valor, sendo assim, é uma perda que deve sempre ser reduzida. A otimização máxima do transporte seria a sua completa eliminação. A eliminação ou redução do transporte pode ser vista como uma das prioridades na redução de custos, pois, de maneira genérica, o transporte ocupa 45% do tempo total da fabricação de um item;
- **Desperdício do processo resultante de procedimentos desnecessários na cadeia de valor:** são ocasionados pela falta de padronização de procedimentos e ineficiências nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão de obra ou de deficiências nas especificações e execução dos projetos;
- **Desperdício por estoques:** estão associadas à existência demasiada de estoques, em função da falta de programação coerente na entrega dos materiais ou de possíveis erros na orçamentação, gerando situações de escassez de locais para o armazenamento. Também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem propiciar a perda de capital e de materiais;
- **Desperdício de movimentos:** são os desperdícios dos movimentos de cada trabalhador durante as etapas do processo de produção, podendo ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso, falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc;
- **Desperdício de produtos com defeitos:** a redução excessiva de perdas e sua busca incansável podem gerar produtos defeituosos, portanto, é necessária a redução desse tipo de produto, uma vez que não existem clientes para produtos defeituosos.

2.2 Produção Enxuta

Produção Enxuta (PE), Mentalidade Enxuta (ME) e STP são de certa forma, termos utilizados complementares, onde estão sempre relacionados. Para Womack, Jones e Ross (1992), Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, da Toyota do Japão, foram os pioneiros no conceito da PE. Eles introduziram o STP, que é chamado pelos autores acima citados de PE. O sistema de produção se baseia nos conceitos, princípios e técnicas do STP. Ao mencionar o STP, a PE sempre estará associada, e vice-versa. Essa maneira de pensar, a partir do conjunto de princípios, conceitos e técnicas no âmbito da administração da produção, é referida como ME.

A PE, é vista como um novo paradigma de produção, ou seja, um conjunto de técnicas e ferramentas que podem ser aplicadas em qualquer empresa com questões agravantes de desperdícios, falta de eficiência, redução do processo produtivo de empresas, proporcionando mais variedade, velocidade e qualidade, diminuindo custos e capacitando-as para competir em mercados acirrados. Para tanto, o foco principal é a total eliminação de desperdícios, pois, recebendo recursos que não agregam valor ao produto final, aumentam consideravelmente os custos de produção, “mascarando” os problemas do sistema produtivo, se tornando ineficiente (HENDERSON; LARCO, 2000). Segundo Koskela (1992), o termo PE, utiliza um uso intensivo de ideias de uma nova filosofia de produção e não apenas uma definição de um conjunto específico de métodos. Womack e Jones (1998), afirmam:

O Pensamento Enxuto é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz (WOMACK; JONES, 1998, p. 3).

2.3 *Lean Construction* – Construção Enxuta

2.3.1 Origem e conceito

O novo conceito acerca dos sistemas de produção foi estudado e aplicado por Koskela (1992), uma vez que não existiam materiais e estudos suficientes sobre a filosofia *Lean* na construção civil. Desta forma, a PE deu origem a construção

enxuta, quebrando os antigos paradigmas de produção e ocasionando um novo impulso dentro da construção civil.

Segundo Formoso (2002), o gerenciamento tradicional traz os insumos como sendo transformados em produtos intermediários ou finais, sendo chamada de filosofia de conversão. Desta forma, os subprocessos de conversão são subdivididos, como mostram os orçamentos tradicionais dos empreendimentos, possuindo etapas e serviços que agregam valor ao produto final. Os custos de conversão são reduzidos ao máximo de maneira que, conseqüentemente, diminuem os custos globais de um determinado processo. O valor final do produto é gerado a partir do custo dos insumos de sua produção. Muitas atividades são desconsideradas nessa mitigação de custos, se tornando uma estratégia desvantajosa. Para Koskela (1992), as atividades de conversão analisadas aos moldes da construção enxuta são compostas por etapas de transporte, espera, processamento e inspeção, como apresenta a figura 1.

Figura 1 - Modelo de processamento da Construção Enxuta.



Fonte: Koskela (1992).

Koskela (1992), evidencia que além das atividades que agregam valor ao produto final, existem as atividades que não agregam valor ao produto. De acordo com Isatto et al. (2000), aproximadamente dois terços do tempo gasto pelos funcionários são através de atividades que não agregam valor ao produto final, como a espera por material, transporte de materiais e ferramentas, retrabalhos e outros. Sendo assim, fica evidente que o controle da produção deve estar nas atividades que agreguem valor ao produto e não no sistema produtivo de maneira geral, melhorando a eficiência dos fluxos. Um fator agravante para a produção de produtos inadequados, é não consideração das necessidades dos clientes internos e finais, também merecendo destaque.

2.3.2 Princípios

Os princípios do *Lean Construction* contemplam medidas que possam reduzir ao máximo a quantidade de desperdícios dentro da obra. Segundo Koskela (1992), dentre os princípios para a gestão de processos estão:

➤ **Redução da parcela de atividades que não agregam valor**

Princípio essencial dessa técnica, onde os processos poderão ser ainda mais eficientes e as perdas reduzidas através de uma eliminação de etapas que não agreguem valor ao produto, como serviços de transporte de materiais, entre outros.

Tomando o bombeamento de concreto como exemplo, o mangote poderá ficar apoiado sobre o suporte, enquanto que o auxiliar que se encarregaria de apoiar poderá realizar outras atividades além de segurar o equipamento (sarrafeando o concreto e outras atividades). Outro exemplo é na utilização de apenas um servente, dependendo da área de aplicação do concreto, para realizar o adensamento do concreto com o vibrador portátil, ao invés de dois funcionários como no método convencional.

Uma orientação importante, é a redução das distâncias entre os locais de estocagem de materiais e os locais onde os mesmos serão aplicados, aprimorando o canteiro.

➤ **Aumento do valor do produto mediante considerações das necessidades dos clientes**

Esse conceito é baseado na clara identificação das necessidades dos clientes, sendo assim, todos os seus desejos e o que precisam são levados em consideração. Os projetistas envolvidos deverão ser comunicados acerca dessas informações.

Um exemplo bem evidente está presente no dimensionamento de peças estruturais e na elaboração das plantas, tendo em vista que projetos com erros crassos podem dificultar a realização de serviços posteriores, como na execução de revestimentos internos.

Além disso, os dados relativos a todas as preferências e requisitos dos clientes devem ser recolhidos através de pesquisas e avaliações pós-ocupações dos edifícios, de maneira sistemática.

➤ **Redução da variabilidade**

A redução da variabilidade no fluxo do processo e na transformação do bem primário em produto final, são fatores essenciais para a padronização dos procedimentos. A variabilidade possui tipos variados, como a aquisição de materiais, a duração das atividades, a relacionada ao sistema de qualidade e a utilização de recursos para a produção de um determinado material específico.

A primeira se refere a aquisição de materiais que possuem padrões não necessários, como blocos de alvenaria com grandes dimensões, e a diferença entre o consumo dos materiais nos ciclos da produção. O segundo corresponde ao redimensionamento das equipes e o seu devido remanejamento para outra frente de trabalho por ocasião da falta de material em estoque ou de atrasos decorrentes de serviços de outros funcionários, como por exemplo, no deslocamento de uma equipe responsável pelo chapisco, uma vez que a equipe de execução do concreto armado não realizou as tarefas iniciais. Por fim, os serviços que se apresentam fora dos padrões desejados não devem ser aceitos, podendo gerar repetição ou até mesmo a rejeição dos mesmos.

Essa redução da variabilidade é, de fato, muito importante, uma vez que torna o empreendimento uniforme e garante maior grau de satisfação para o cliente, além de evitar grandes desperdícios com as equipes de trabalho.

➤ **Redução do tempo de ciclo**

O tempo de ciclo é a soma de todos os tempos necessários para a execução de tarefas determinadas, como no tempo de transporte, de espera, de processamento e de inspeção.

Para a aplicabilidade dessa ideia, os benefícios que incentivam são:

- A entrega mais rápida para o cliente, pois as equipes são estimuladas a entregarem uma série de lotes de produção, como na execução por parte dos pedreiros das alvenarias de determinado pavimento de uma edificação;

- A gestão torna-se resumida e simplificada, pois os produtos inacabados serão reduzidos;
- A aprendizagem é aumentada. Por se destacarem em serviços específicos, os funcionários terão menor incidência nos índices de erros em sobreposição de atividades distintas;
- As obras serão mais precisas. A empresa trabalhará com dados mais específicos e precisos, pois os lotes terão dimensões reduzidas, garantindo uma produção mais estável;
- Menores índices de mudanças no sistema de produção, pois o grau de flexibilidade torna-se mais confiável a partir de lotes menos complexos;
- Simplificação da redução do número de partes ou passos;
- Os sistemas construtivos racionalizados são regidos por esse princípio, focando em reduções dentro de um serviço específico. Essa redução é evidente em tarefas de preparação e conclusão, como na limpeza, inspeções corriqueiras, montagem de andaimes e outros.

Para a simplificação dos processos, vale-se destacar:

- Utilização de peças e elementos pré-fabricados, como vergas, paredes de concreto e escadas;
- Equipes com funcionários que desempenham diversas funções, diminuindo o quadro de funcionários especializados;
- Produção com planejamento eficaz, sempre atendendo problemas eventuais (falta de ferramentas, por exemplo), de forma a reduzir atrasos e deslocamentos que não venham a agregar valor.

➤ **Aumento da flexibilidade de saída**

O aumento de flexibilidade na criação do produto está interligado com a geração de valor. Este método permite a alteração de características e especificações dos produtos que serão entregues para os clientes, sem aumentar de maneira demasiada os custos de produção. Pode-se citar:

- Diminuição do tempo de ciclo, através da redução de lotes;
- Produto personalizado posteriormente;
- Flexibilidade através de métodos construtivos, como por exemplo, em lajes planas que proporcionam alterações no layout sem a preocupação

com as divisórias internas com drywall (possuem espessuras menores que os blocos cerâmicos convencionais e são demolidos sem necessitar de custos elevados) e vigas.

➤ **Aumento da transparência dos processos**

Os erros de execução se tornam evidentes com o aumento da transparência dos processos, identificando os erros de execução através de vários tipos de informações. Algumas aplicações:

- Retirada de obstáculos visuais, como divisórias e tapumes;
- Programa 5S, focando na melhoria da limpeza, organização, segurança e etc;
- Indicadores de produtividade, índices de produtos não conformes e demais indicadores de desempenho;
- Dispositivos visuais que agregam informações importantes para a produção.

2.3.3 Planejamento de curto, médio e longo prazo

De acordo com Mattos (2010), a complexidade do planejamento de uma obra durante todo o seu decorrer pode ter duração de meses a anos. Assim sendo, o cronograma global é insuficiente para a obtenção de dados que determinam todas as metas de produção e organização dos serviços. Metodologias de planejamento de obra são necessárias para a representação de cada etapa da obra, desmembrando o planejamento em curto, médio e longo prazo.

Esse desmembramento origina um filtro capaz de mostrar somente as atividades de um espaço de tempo específico, se tornando um roteiro direcionado para as equipes de campo. Todos os encarregados e funcionários conseguem, desta maneira, executar suas tarefas a partir de uma sequência de construção compatível com o cronograma global de obra, com ênfase nos prazos do empreendimento.

O planejamento a curto prazo possui metas bem curtas e imediatas. É um cronograma em nível operacional, feito pela própria equipe de obra com um detalhamento avançado, se tornando ideal para a detecção de atrasos ou não conformidades. Por ser imediato e claro, possui alcance quinzenal ou semanal.

Segundo Mattos (2010), esse planejamento também possui a denominação de last planner system, onde o encarregado da equipe da obra adequa para os demais o planejamento de médio e longo prazo, de forma que chegue a realidade da obra.

Segundo Ballard e Howell (1997), a eficácia do plano de curto prazo é proporcionada a partir do comprometimento dos responsáveis. Os planejadores devem ser cientes da escolha dos pacotes de trabalho, uma vez que tal escolha deve ser feita baseada na certeza da sua execução. Além disso, a equipe escolhida para a realização dos respectivos trabalhos deve se apresentar disponível para a execução dos mesmos.

Para Ballard e Howell (1997), tal planejamento sugere ao gerente a identificação dos trabalhos que serão executados posteriormente. Portanto, cabe ao gerente responsável diagnosticar se as atividades são exequíveis no determinado momento ou se deverão ser reprogramadas.

O planejamento a médio prazo não serve para o acompanhamento diário dos serviços, tendo duração aproximada de 5 semanas a 3 meses (atualizado mensalmente). É de suma importância para identificar restrições que afetam a produção, analisando os fatores que possam ser considerados verdadeiros gargalos para o planejamento. O planejamento também permite a simultaneidade de execução de serviços diferentes sob uma mesma supervisão e trabalhos “reservas” para o caso de problemas no trabalho atual designado à equipe. Mattos (2010) acrescenta a denominação look-ahead planning ao também denominado de planejamento de nível tático.

O planejamento a longo prazo é o mais genérico dos planejamentos, adequado aos gerentes das empresas. Para Mattos (2010), o planejamento a longo prazo é composto por poucos itens e possui funcionalidade de visualizar as etapas da obra, definição de datas e identificação dos recursos.

Ballard e Howel (1997) tratam o planejamento a longo prazo como uma ferramenta capaz de programar as atividades do início ao fim da obra. O fluxo de caixa e a supervisão geral são os objetivos principais deste planejamento. Não possui um grande detalhamento em decorrência da falta de dados relativos a duração de cada atividade, sendo inadequado para o acompanhamento diário em uma obra. A compra de materiais com aquisição mais demorada é feita a partir da análise do momento ideal através da previsão proporcionada.

2.4 Construção Civil no Brasil

Para Dacol (1996), o Brasil possui um processo produtivo composto pela divisão do trabalho e pela mistura de procedimentos artesanais e parcialmente mecanizados (em atividades mais pesadas). Essas características estimulam cada vez mais as improvisações, onde, conseqüentemente, aumentam as atividades que não agregam valor ao produto. Por conta disso, perdas referentes a transporte, estoque, armazenamento, retrabalho e outras são muito frequentes.

Atualmente, a construção civil no Brasil agrega uma significativa parcela no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, fortalecendo a economia do país. Isso é decorrente dos grandes custos de produção (mão de obra e materiais, especificamente) que o setor necessita para a geração do seu produto final.

O ambiente empresarial se tornou mais acirrado, uma vez que grandes programas ao decorrer dos últimos dez anos trouxeram um crescimento econômico considerável em comparação ao início do século, muito por conta de grandes eventos, como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas Rio 2016. Outros programas impulsionaram o setor da construção civil, como o Programa Minha Casa Minha Vida, do governo federal.

O cenário da construção civil foi forçado a mudar, pois as empresas cada vez mais reduzem seus custos dentro da produção, eliminando os desperdícios. Para atender melhor às necessidades dos seus clientes e apresentarem produtos inovadores, algumas dessas empresas aderiram ao *Lean Construction* (Produção Enxuta), implementando novas filosofias desde a concepção dos projetos e planejamentos, até na execução.

3 METODOLOGIA

Para atender ao objetivo de avaliar a metodologia do *Lean Construction* em um canteiro de obras de um empreendimento vertical multifamiliar, foi levado em consideração os custos necessários para a realização de 4 etapas de serviços, visando a redução do custo através da minimização ou eliminação de serviços que não agregam valor ao produto final. Outro fator estudado, foi a análise dos resíduos de materiais, uma vez que comprometem o fluxo dentro do canteiro. Essa pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, dividido em: fase de diagnóstico, controle e análise de dados, e análise de resultados (elaboração de orçamentos e análise de resíduos).

3.1 Fase de Diagnóstico

A obra em questão apresentou falhas dentre os seus mais diversos serviços, afetando diretamente na produtividade e na realização dos mesmos em tempo previsto pelo planejamento. As falhas serão explicitadas a partir da elaboração de orçamentos que permitem a comparação de preços entre planilhas que apresentam serviços desnecessários e outras sem eles.

O autor do trabalho, a princípio, resolveu realizar uma curva ABC para a identificação das etapas de serviços mais críticas dentro da obra, ou seja, aquelas que os custos foram elevados em decorrência dos grandes desperdícios. Todavia, essa possibilidade foi descartada durante a tentativa de obtenção de dados referentes aos custos e orçamentos da empresa, pois a administração da obra vetou por questões de sigilo. Os serviços foram escolhidos com base na observação diária do autor para a execução dos mesmos e por serem as pautas frequentes dentro de reuniões semanais do corpo administrativo da obra, uma vez que problemas de atraso de cronograma se fizeram presentes demasiadamente. Assim sendo, as etapas de serviços escolhidos que apresentaram os maiores transtornos e desperdícios na obra são:

- Colocação de caixilhos – Instalação de jogo de caixilhos;
- Revestimento Externo – Preenchimento e sarrafeamento de reboco externo;
- Cobertura – Confeção de empena, madeiramento e telhamento;

- Instalação de peitoril, janelas e confecção de molduras.

Durante o item de análise de resultados, cada serviço apresentará o seu procedimento de aplicação, as composições das equipes pré-estabelecidas pelo engenheiro da obra e as dificuldades geradoras de desperdícios, bem como soluções para a redução das perdas geradas.

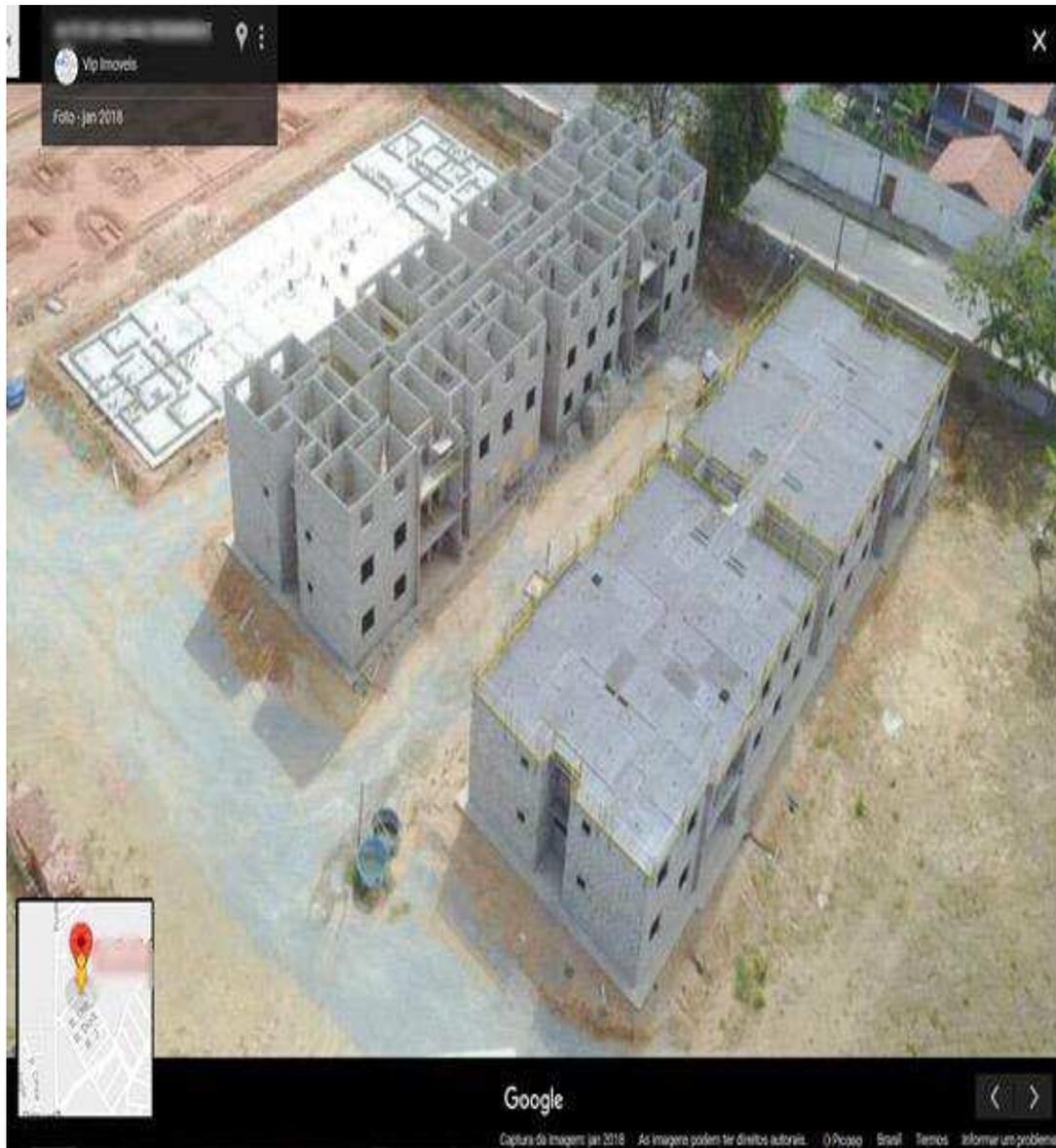
3.2 Controle e Análise de Dados

Durante esta etapa foram coletados os rendimentos das equipes de cada serviço, a quantidade de material necessária para suprir a demanda e as metas das equipes determinadas pelo engenheiro e os encarregados.

Para os desperdícios encontrados na colocação de caixilhos e reboco externo, além do cronograma, fichas de apropriações da empresa auxiliaram na estimativa desses custos. Para a colocação dos jogos de caixilhos, a empresa estabeleceu através de cronograma a colocação completa em 8 apartamentos por semana. Os dados de produtividade das equipes de reboco externo foram coletados a partir de fichas de apropriação da empresa, preenchidas diariamente por encarregados a partir de medições realizadas dentro da própria obra. As fichas de apropriações de reboco externo, consistem em informações resultantes da medição com trena da área executada ou com o auxílio das cotas presentes na planta baixa.

A etapa de cobertura e a de instalação de peitoril, janelas e confecção de molduras, tiveram seus dados levantados com base no cronograma inicial para a execução dessas etapas, sendo possível a elaboração dos orçamentos com base na quantidade de material e de horas de cada profissional.

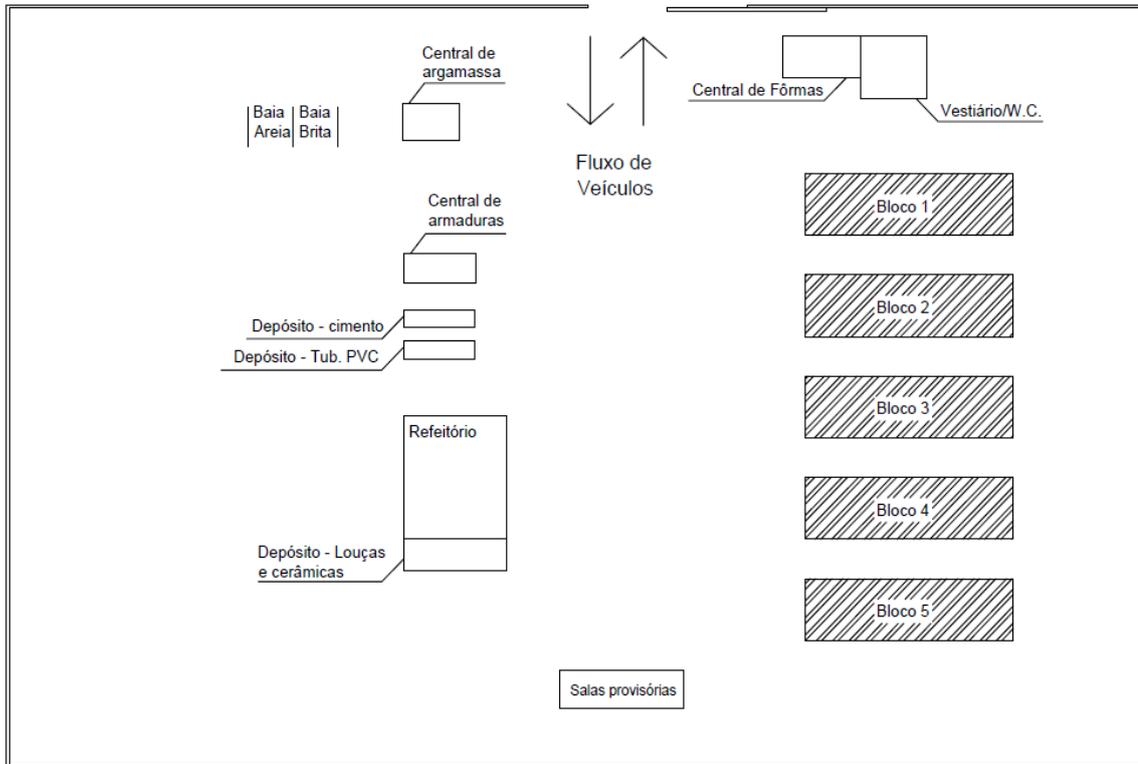
Figura 3 - Foto aérea tirada por Drone em janeiro de 2018.



Fonte: Google (2018).

O canteiro de obras é composto pela central de marcenaria, central de armadura, central de argamassa, refeitório, depósito de cimento, depósito de tubulação PVC, depósito de louças e cerâmicas, almoxarifado, escritório administrativo e cinco edificações. A figura 4 representa o layout do canteiro de obra.

Figura 4 - Layout do Canteiro de Obra.



Fonte: Autor (2018).

O espaço do canteiro é também utilizado como estacionamento para os veículos de funcionários da empresa, contudo, por determinação da administração da obra, os veículos não podem estar dentro do canteiro caso comprometam a mobilidade do pessoal. A administração da obra é formada por:

- 1 almoxarife;
- 1 apontador;
- 1 fiscal de obra;
- 1 mestre de obra;
- 1 mestre carpinteiro;
- 1 técnico de segurança do trabalho;
- 1 técnico de eletrotécnica;
- 1 técnico de edificações;

- 1 motorista;
- 1 operador de BobCat;
- 2 estagiários.

Os apartamentos do térreo receberam revestimento com argamassa de reboco nos demais cômodos e emboço nos banheiros e cozinha, enquanto os dos andares superiores foram revestidos em gesso e emboço. Esquadrias de madeira (caixilhos e portas) e de alumínio (janelas) foram instaladas juntamente com peitoris de granito. Cerâmicas de cor branca fazem o revestimento final do piso e paredes dos banheiros, enquanto que nos demais cômodos utilizou-se tinta branca em duas demãos. Todos os apartamentos possuem shafts de concreto pré-moldado para tubulações e forro de gesso. Nas coberturas de cada prédio encontram-se platibandas, calhas, estrutura de madeira para telhas em fibrocimento e reservatórios de água. As calhas, reservatórios e banheiros foram impermeabilizadas com manta asfáltica, enquanto que as varandas e cozinhas foram com argamassa polimérica e véu de poliéster.

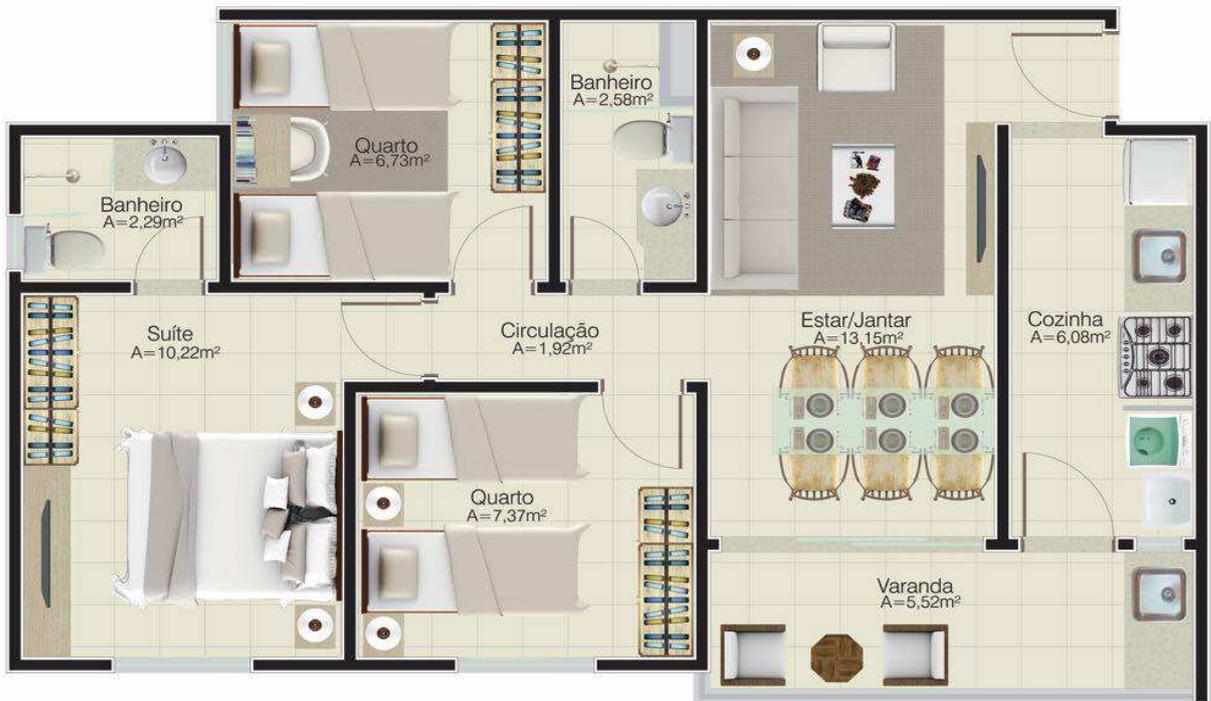
A obra fora realizada de maneira gradativa, onde no primeiro momento, teve seus trabalhos realizados com equipes reduzidas. Tal fato desencadeou um atraso no cronograma, proveniente da falta de recursos para um dimensionamento de equipe mais eficiente e maiores quantidades de materiais. Em janeiro de 2018, todas as equipes foram reajustadas e um novo cronograma passou a ser seguido rigorosamente para atender a data de entrega do empreendimento, marcada para o mês de dezembro do mesmo ano. Sendo assim, um amplo campo de serviços passou a ser realizados, desde fundações até a fase final de urbanização. Para o trabalho em questão, o enfoque maior nos serviços de acabamentos, estruturas e serviços complementares, relacionando as seguintes atividades:

- Chapisco;
- Emboço;
- Reboco interno e externo;
- Gesso liso desempenado em teto e parede;
- Colocação de caixilhos;
- Colocação de esquadrias de alumínio;
- Confecção de molduras para janelas;

- Regularização de piso para impermeabilização;
- Chumbamento de ralos;
- Impermeabilização com manta asfáltica em banheiros, calhas e caixas d'águas;
- Impermeabilização com argamassa polimérica e véu de poliéster em cozinhas e varandas;
- Contrapiso em áreas secas e molhadas;
- Revestimento com piso cerâmico;
- Tubulações sanitária, hidráulica, elétrica e telefônica;
- Madeiramento e telhamento de coberturas;
- Shafts em peças pré-moldadas de concreto.

Como padrão, o condomínio adota apartamentos com dois quartos e uma suíte e outro com um quarto e uma suíte, onde o primeiro tipo apresenta varanda. Os demais ambientes como banheiro, cozinha, sala de estar/jantar e área de serviço também estão contidos. Apartamentos com adaptações para pessoas com necessidades especiais se fazem presentes no térreo do quinto bloco. As figuras 5 e 6 ilustram os apartamentos com três quartos e dois quartos, respectivamente, enquanto que a figura 7 apresenta o apartamento adaptado para pessoa com deficiência (PcD).

Figura 5 - Apartamento de 3 quartos.



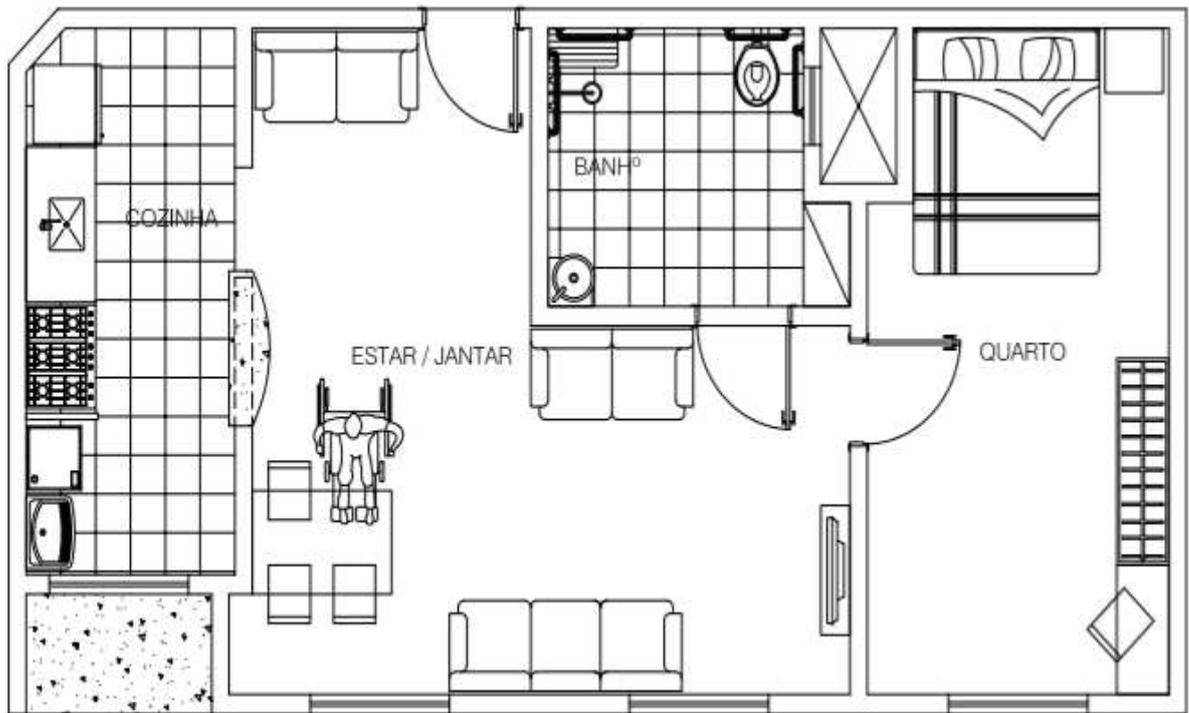
Fonte: Obra Estudada (2018).

Figura 6 - Apartamento de 2 quartos.



Fonte: Obra Estudada (2018).

Figura 7 - Apartamento adaptado no térreo - Bloco 5.



Fonte: Obra Estudada (2018).

4.2 Comparação de Orçamentos

Ohno (1997) classificou as perdas que se apresentam dentro de um processo de produção, relatadas no subitem “Classificação das perdas”. A partir delas, os serviços apresentados a seguir terão suas deficiências expostas de acordo com os seus custos. Sendo assim, uma análise completa foi realizada a partir de um novo orçamento com modificações pontuais capazes de mitigar as perdas ou eliminá-las, melhorando o sistema produtivo. Desta forma, quatro etapas de serviços tiveram seus orçamentos realizados, dividindo-se em orçamento analítico convencional e orçamento analítico *Lean*, para cada uma.

Todos os serviços tiveram composições próprias (reitera-se o não fornecimento dos custos por parte da empresa), nas quais foram elaboradas pelo autor com valores de mão de obra fornecidos a partir da tabela da convenção coletiva de trabalho do Sindicato das Indústrias da Construção Civil (SINDUSCON) do Maranhão de 2018/2019, como mostra o quadro 1.

Quadro 1 - Piso salarial estabelecido pela Convenção Coletiva de Trabalho.

FUNÇÃO	SALÁRIO (MÊS)	SALÁRIO (HORA)
Oficial	R\$ 1.463,00	R\$ 6,65
Meio-Oficial / Auxiliar	R\$ 1.089,00	R\$ 4,95
Servente	R\$ 1.029,60	R\$ 4,68

Fonte: SINDUSCON – MA (2018).

Foram utilizados os encargos sociais sem desoneração dos horistas, fornecidos pela tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL) com vigência a partir de 08/2017, conforme a figura 8. Os insumos utilizados (mão de obra e material) possuem fontes de preços provenientes do SINAPI (referência de agosto de 2018) e valores encontrados no mercado. As composições unitárias da mão de obra com seus encargos complementares encontram-se no ANEXO A, enquanto que as composições unitárias dos serviços serão expostas no desenvolvimento deste trabalho para uma melhor análise dos resultados.

Figura 8 - Composição de Encargos Sociais.

SINAPI - Composição de Encargos Sociais					
MARANHÃO		VIGÊNCIA A PARTIR DE 08/2017			
ENCARGOS SOCIAIS SOBRE A MÃO DE OBRA					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	COM DESONERAÇÃO		SEM DESONERAÇÃO	
		HORISTA %	MENSALISTA %	HORISTA %	MENSALISTA %
GRUPO A					
A1	INSS	0,00%	0,00%	20,00%	20,00%
A2	SESI	1,50%	1,50%	1,50%	1,50%
A3	SENAI	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
A4	INCRA	0,20%	0,20%	0,20%	0,20%
A5	SEBRAE	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%
A6	Salário Educação	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
A7	Seguro Contra Acidentes de Trabalho	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
A8	FGTS	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
A9	SECONCI	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
A	Total	16,80%	16,80%	36,80%	36,80%
GRUPO B					
B1	Repouso Semanal Remunerado	17,91%	Não incide	17,91%	Não incide
B2	Ferjados	3,96%	Não incide	3,96%	Não incide
B3	Auxílio - Enfermidade	0,91%	0,70%	0,91%	0,70%
B4	13º Salário	10,91%	8,33%	10,91%	8,33%
B5	Licença Paternidade	0,07%	0,05%	0,07%	0,05%
B6	Faltas Justificadas	0,73%	0,56%	0,73%	0,56%
B7	Dias de Chuvas	1,64%	Não incide	1,64%	Não incide
B8	Auxílio Acidente de Trabalho	0,11%	0,08%	0,11%	0,08%
B9	Férias Gozadas	9,99%	7,63%	9,99%	7,63%
B10	Salário Maternidade	0,03%	0,03%	0,03%	0,03%
B	Total	46,26%	17,37%	46,26%	17,37%
GRUPO C					
C1	Aviso Prévio Indenizado	6,50%	4,97%	6,50%	4,97%
C2	Aviso Prévio Trabalhado	0,15%	0,12%	0,15%	0,12%
C3	Férias Indenizadas	3,65%	2,79%	3,65%	2,79%
C4	Depósito Rescisão Sem Justa Causa	5,17%	3,95%	5,17%	3,95%
C5	Indenização Adicional	0,55%	0,42%	0,55%	0,42%
C	Total	16,02%	12,25%	16,02%	12,25%
GRUPO D					
D1	Reincidência de Grupo A sobre Grupo B	7,77%	2,92%	17,02%	6,39%
D2	Reincidência de Grupo A sobre Aviso Prévio Trabalhado e Reincidência do FGTS sobre Aviso Prévio Indenizado	0,55%	0,42%	0,58%	0,44%
D	Total	8,32%	3,34%	17,60%	6,83%
TOTAL(A+B+C+D)		87,40%	49,76%	116,68%	73,25%

Fonte: Informação Dias de Chuva - INMET

Fonte: SINAPI (CEF).

4.2.1 Colocação de caixilhos

Os caixilhos são insumos que estão presentes na instalação completa do kit de portas. Todavia, a instalação do jogo de caixilhos fora um serviço independente, apresentando um total de 880 jogos em todos os apartamentos de todos os blocos do condomínio. Para cada apartamento de 3 quartos são necessários 6 jogos de caixilhos, enquanto que no de 2 quartos são apenas 5 jogos.

A equipe estabelecida para a instalação dos caixilhos é composta por:

- 2 carpinteiros oficiais;
- 2 serventes.

A empresa estabeleceu através do cronograma da obra a colocação de caixilhos em 8 apartamentos completos por semana. O estoque dos jogos de caixilhos nos depósitos do canteiro foi insuficiente para o perfeito andamento do serviço. Portanto, o grande gargalo desse serviço ficou evidente na paralisação das atividades pela quantidade insuficiente em estoque, sendo necessário novo pedido para que os quantitativos pudessem ser supridos. O fornecedor do material levou um mês para fabricar e realizar a entrega do produto.

Após a retomada das atividades, a equipe conseguiu concluir o serviço e entregar os 160 apartamentos com caixilhos instalados. O tempo total para a conclusão foi de 6 meses corridos (considerando o atraso da chegada de mercadoria).

O quadro 2 apresenta a orçamentação analítica da situação convencional.

Quadro 2 - Orçamento Analítico Convencional (Colocação de Caixilhos).

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
COLOCAÇÃO DE CAIXILHOS							R\$
							69.104,00
		CP06	INSTALAÇÃO DE JOGO DE CAIXILHOS				R\$
							69.104,00
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP02	CARPINTEIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1600	R\$ 8,82	R\$ 14.112,00
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1600	R\$ 6,87	R\$ 10.992,00
MERCADO	I	-	JOGO DE CAIXILHO	UND.	880	R\$50,00	R\$ 44.000,00

Fonte: Autor (2018).

A figura 9 mostra o caixilho instalado para o recebimento da porta de madeira do apartamento.

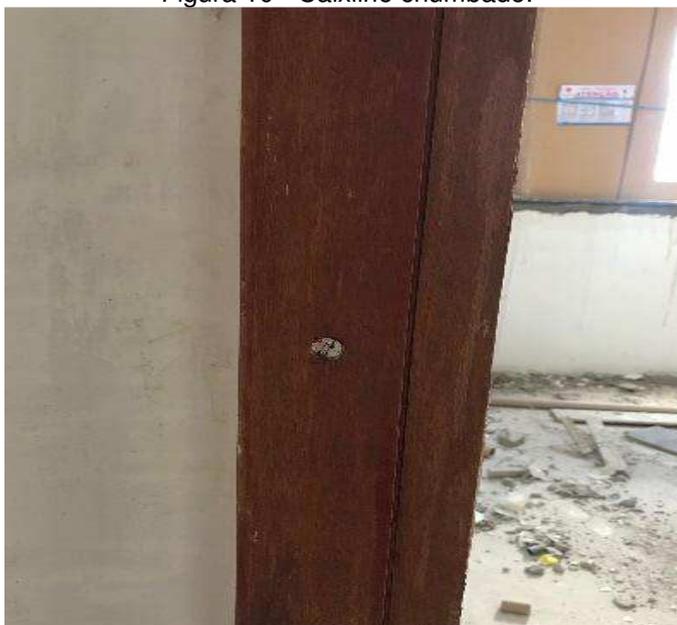
Figura 9 - Caixilho Instalado.



Fonte: Autor (2018).

A figura 10 mostra o chumbamento dos caixilhos com parafusos para garantir a sua fixação.

Figura 10 - Caixilho chumbado.



Fonte: Autor (2018).

Considerando todos os jogos de caixilhos em estoque (capazes de atender a instalação de todos os apartamentos quando solicitados) e substituindo um dos carpinteiros por um meio oficial de carpintaria, é possível reduzir os gastos

relacionados ao tempo de serviço, uma vez que um dos carpinteiros apenas auxiliava no chumbamento dos caixilhos nos vãos das portas. A nova equipe é composta por:

- 1 carpinteiro oficial;
- 1 meio oficial;
- 2 serventes.

A partir desse redimensionamento de equipes e com a demanda de jogos de caixilhos atendida em estoque, foi elaborado um novo orçamento.

O quadro 3 apresenta a orçamentação analítica da situação *lean*.

Quadro 3 - Orçamento Analítico Lean (Colocação de Caixilhos).

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
COLOCAÇÃO DE CAIXILHOS							R\$ 67.624,00
		CP18	INSTALAÇÃO DE JOGO DE CAIXILHOS				R\$ 67.624,00
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP02	CARPINTEIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	800	R\$ 8,82	R\$ 7.056,00
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP05	MEIO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	800	R\$ 6,97	R\$ 5.576,00
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1600	R\$ 6,87	R\$ 10.992,00
MERCADO	I	-	JOGO DE CAIXILHO	UND.	880	R\$50,00	R\$ 44.000,00

Fonte: Autor (2018).

Assim, instalando-se caixilhos em 8 apartamentos por semana, por mês seriam 32 apartamentos e, em 5 meses corridos, finalizariam os 160 apartamentos, desconsiderando o atraso de 1 mês para a chegada dos jogos de caixilhos. O serviço tem seu valor reduzido em R\$ 1.480,00, fator decorrente da substituição de uma mão de obra por outra capaz de executar as mesmas atividades.

4.2.2 Revestimento externo – reboco

O revestimento externo dos blocos do condomínio começa a partir da aplicação do reboco nas fachadas (a argamassa possui aditivo que permite a dispensa de uma camada primária de chapisco), sendo uma preparação para uma etapa posterior de pintura. A NR 35 (MTE, 2014), exige o treinamento em altura, portanto, foi realizado o taliscamento da superfície e a definição do pano de fachada que seria trabalhado por profissionais habilitados.

Para a elaboração do orçamento de reboco, levou-se em consideração as etapas preliminares, como a montagem de andaimes, e o abastecimento de argamassa de cada equipe para o trabalho em um bloco. O serviço de montagem de andaimes levou 3 dias intermitentes para a completa instalação e a fachada finalizada (sarrafeada e desempenada) durou 7 dias, totalizando 10 dias. A equipe era composta por:

- 3 serventes (montadores de andaimes);
- 10 pedreiros;
- 5 serventes (ajudantes de pedreiros).

A composição unitária convencional faz referência ao quantitativo de mão de obra e da argamassa necessária para a aplicação completa em toda a fachada de um bloco (reboco aplicado e sarrafeado), com área total de 1.253,48 m². Desta forma, foram estabelecidas 5 equipes, sendo cada equipe composta por 2 pedreiros e 1 servente, para que o reboco no pano de fachada pudesse ser executado.

O fator agravante para a realização desse serviço foi a grande dificuldade de um abastecimento imediato de argamassa para todas as equipes de pedreiros e serventes. O transporte de argamassa é realizado por um motorista em uma mini pá carregadeira Bob Cat, na qual percorre o trajeto da entrada do canteiro (onde a baia de madeira está fixada para o estoque da argamassa usinada) até os respectivos blocos. Para esta composição foi escolhido o bloco 5, uma vez que o mesmo estava sendo executado no período estudado por este trabalho.

Constatou-se que uma Bob Cat estava insuficiente para atender toda a demanda exigida dentro da obra, pois além de fornecer o material para a execução do reboco, também atendia atividades para outros serviços que acontecem no mesmo período de tempo, como o transporte de areia, tijolos cerâmicos, blocos de concreto,

pré-moldados, pisos cerâmicos, sacos de gesso e cimento, retirada de entulhos e outros. Sendo assim, o tempo médio cronometrado foi de 20 minutos até o abastecimento com argamassa para cada equipe.

Para as considerações de produtividade foram utilizados dados referentes a documentos de medição da própria empresa como base de cálculo, uma vez que a TCPO não possui as reais especificações do item de reboco em parede externa com argamassa já fabricada (dispensando misturador de argamassa elétrico) na seção “Acabamentos” da mesma. Portanto, o memorial de cálculo e a ficha de apropriação da empresa, que mede a produtividade dos serviços, encontram-se nos ANEXOS B e C.

Considerações:

- Para 1 dia – 1 equipe: 2,93 conchas da Bob Cat → 41,21 m²;
- Para 7 dias – 1 equipe: 20,53 conchas da Bob Cat → 288,47 m²;
- Para 7 dias – 5 equipes: 102,65 conchas da Bob Cat → 1.442,35 m²;

Sendo assim, somente no sétimo dia de serviço as equipes conseguiram atender a área total de reboco do bloco 5(1.253,48 m²), antes mesmo do fim do dia. O quadro 4 apresenta a orçamentação analítica da situação convencional. As figuras 11, 12 e 13, representam a montagem de andaimes e execução do reboco externo do bloco 5.

Quadro 4 - Orçamento Analítico Convencional (Reboco).

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
REVESTIMENTO EXTERNO - REBOCO							R\$ 14.237,60
		CP07	MONTAGEM DE ANDAIMES				R\$ 494,64
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	72	R\$ 6,87	R\$ 494,64
		CP08	PREENCHIMENTO E SARRAFEAMENTO DE REBOCO EXTERNO				R\$ 13.413,20
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	560	R\$ 8,91	R\$ 4.989,60
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	280	R\$ 6,87	R\$ 1.923,60

Continuação do quadro 4

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
MERCADO	I	-	ARGAMASSA USINADA - POLIMIX	M ³	26	R\$250,00	R\$ 6.500,00
		CP09	DESMONTAGEM DE ANDAIMES				R\$ 329,76
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	I	-	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	48	R\$ 6,87	R\$ 329,76

Fonte: Autor (2018).

Figura 11 - Montagem de Andaimes.



Fonte: Autor (2018).

Figura 12 - Execução de Reboco Externo do bloco 5.



Fonte: Autor (2018).

Figura 13 - Execução de Reboco Externo do bloco 5.



Fonte: Autor (2018).

Para a redução orçamentária, geração de maior produtividade e melhor planejamento, alguns fatores preponderantes devem ser modificados:

- Os andaimes não precisavam ser desmontados, uma vez que seriam necessários para o serviço de confecção de molduras posteriormente, sendo necessária a montagem novamente;
- A utilização de outra mini pá carregadeira Bob Cat da empresa que encontrava-se parada, como uso exclusivo para o abastecimento das equipes do serviço de reboco externo;
- Redimensionamento das equipes. A demanda é atendida nos mesmos 7 dias por:
 - 3 serventes(montadores de andaimes);
 - 8 pedreiros;
 - 4 serventes(ajudantes de pedreiros).

Considerações:

- Para 1 dia – 1 equipe: 3,2 conchas da Bob Cat → 44,96 m²;
- Para 7 dias – 1 equipe: 22,4 conchas da Bob Cat → 314,72 m²;
- Para 7 dias – 4 equipes: 89,6 conchas da Bob Cat → 1.258,88 m².

Nos mesmos 7 dias de serviço, os 8 pedreiros e 4 serventes conseguem atender a demanda no final do último dia. Portanto, a partir desse redimensionamento de equipes e com o uso de uma Bob Cat exclusiva para esse serviço, um novo orçamento foi elaborado. O quadro 5 apresenta a orçamentação analítica da situação *lean*.

Quadro 5 - Orçamento Analítico Lean (Reboco).

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
REVESTIMENTO EXTERNO - REBOCO							R\$ 12.525,20
		CP19	MONTAGEM DE ANDAIMES				R\$ 494,64
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	72	R\$ 6,87	R\$ 494,64

Continuação do quadro 5

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
		CP20	PREENCHIMENTO E SARRAFEAMENTO DE REBOCO EXTERNO				R\$ 12.030,56
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	448	R\$ 8,91	R\$ 3.991,68
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	224	R\$ 6,87	R\$ 1.538,88
MERCADO	I	-	ARGAMASSA USINADA - POLIMIX	M ³	26	R\$250,00	R\$ 6.500,00

Fonte: Autor (2018).

Desta maneira, nos 10 dias de serviço de reboco externo, os custos se reduziriam em R\$1.712,40. Rebatendo os mesmos desperdícios para os outros 4 blocos e a proposta de intervenção *Lean* apresentada, a economia seria de R\$ 8.562,00.

4.2.3 Cobertura: empena, madeiramento e telhamento

A etapa de cobertura divide-se em 3 serviços primordiais e consecutivos: confecção de empena, madeiramento (estrutura suporte) e telhamento. Para este estudo de caso, o orçamento fora elaborado a partir da cobertura completa de uma torre, o bloco 1.

Confecção de Empena

A execução das empenas da cobertura fora realizada com o assentamento de tijolos cerâmicos e de blocos de concreto com argamassa (cimento, areia e água) 1:3 fabricada no canteiro pela betoneira e pelo reboco interno das mesmas. O serviço teve duração de 3 semanas seguidas. A equipe era composta por:

➤ 4 pedreiros;

➤ 2 serventes.

O quadro 6 apresenta o orçamento do serviço de confecção de empena convencional.

Quadro 6 - Orçamento Analítico Convencional (Confecção de Empena).

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
COBERTURA: EMPENA, MADEIRAMENTO E TELHAMENTO							R\$
							26.817,90
		CP10	CONFECÇÃO DE EMPENA				R\$
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	480	R\$ 8,91	R\$ 4.276,80
SINDUSCON-MA	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 6,87	R\$ 1.648,80
SINAPI	I	34566	BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 29 CM, FBK 6 MPA (NBR 6136)	UND.	208	R\$ 2,54	R\$ 528,32
SINAPI	I	7267	BLOCO CERAMICO (ALVENARIA VEDACAO), 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 CM	UND.	831	R\$ 0,26	R\$ 216,06
SINAPI	I	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE BLOCOS DIVERSOS	KG	2314,2	R\$ 0,47	R\$ 1.087,67

Fonte: Autor (2018).

Madeiramento

Para a montagem da estrutura de madeira que suporta as telhas, um dos carpinteiros fabricou as peças pré-dimensionadas na central de carpintaria, enquanto que o outro carpinteiro e os serventes realizavam o transporte e a execução sobre a laje de cobertura, fixando as peças. O serviço teve duração de 5 semanas seguidas, pois houve um atraso de 2 semanas por conta de andaimes instalados para o reboco

da caixa d'água que estava sendo finalizado, paralisando o madeiramento. A equipe de carpintaria era formada por:

- 2 carpinteiros;
- 2 serventes.

O quadro 7 apresenta o orçamento do serviço de madeiramento convencional.

Quadro 7 - Orçamento Analítico Convencional (Madeiramento).

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
COBERTURA: EMPENA, MADEIRAMENTO E TELHAMENTO							R\$
		CP11	MADEIRAMENTO				R\$
							8.262,16
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP02	CARPINTEIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 8,82	R\$ 2.116,80
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 6,87	R\$ 1.648,80
SINAPI	CP	4425	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA 6 X 12 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	71,78	R\$ 12,12	R\$ 869,97
SINAPI	I	4430	CAIBRO DE MADEIRA NAO APARELHADA *5 X 6* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	287,508	R\$ 6,26	R\$ 1.799,80
SINAPI	I	4472	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	50,44	R\$ 16,50	R\$ 832,26
SINAPI	I	5075	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 30 (2 3/4 X 10)	KG	93,12	R\$ 10,68	R\$ 994,52

Fonte: Autor (2018)

Telhamento

Não houve empecilhos de outras atividades para o serviço de telhamento como no serviço predecessor. O transporte das telhas de fibrocimento foi realizado em 3 dias por dois telhadistas através de carro de mão, sendo as telhas guinchadas até a cobertura com guincho elétrico de coluna. Ao final de duas semanas, todas as telhas foram fixadas e chumbadas entre si na estrutura de madeira. Para o telhamento, a equipe responsável foi composta por:

- 2 telhadistas.

O quadro 8 apresenta o orçamento do serviço de telhamento convencional.

Quadro 8 - Orçamento Analítico Convencional (Telhamento).

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
COBERTURA: EMPENA, MADEIRAMENTO E TELHAMENTO							R\$
							26.817,90
		CP12	TELHAMENTO				R\$
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP03	TELHADISTA OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	160	R\$ 8,82	R\$ 1.411,20
SINAPI	I	7194	TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, DE 2,44 X 1,10 M (SEM AMIANTO)	M²	404	R\$ 22,31	R\$ 9.013,24
SINAPI	I	4318	PARAFUSO ZINCADO 5/16 " X 85 MM PARA FIXAÇÃO DE TELHA DE FIBROCIMENTO CANALETE 90, INCLUI BUCHA NYLON S-10	UND.	235	R\$ 1,59	R\$ 373,65

Fonte: Autor (2018).

A figura 14 mostra a cobertura no serviço de telhamento, após a confecção das empenas e do madeiramento do bloco 1.

Figura 14 - Cobertura do bloco 1.



Fonte: Autor (2018).

Todavia, gastos com a mão de obra se fizeram desnecessários, uma vez que muitas das atividades realizadas por alguns profissionais não exigiam perícias próprias do profissional da área. Assim, algumas medidas garantiriam um orçamento menos oneroso e evitariam grandes paralisações das atividades, seriam elas:

- A execução do serviço de madeiramento seria realizada por completo após o reboco da caixa d'água, não comprometendo o tempo dos profissionais e nem sobrecarregando a laje com peças de madeiras já transportadas, realocando-os para outras atividades;
- A argamassa utilizada para a confecção da empena pode ser substituída pela argamassa usinada, uma vez que possui qualidade igual ou superior e, sobretudo, traz uma economia considerável nesse item do orçamento;
- A substituição de 2 pedreiros e 1 carpinteiro por 3 meio-oficiais capazes de realizar as mesmas atividades desempenhadas por eles, seja na confecção de empena, no reboco dos blocos, seja no madeiramento, no transporte e fixação de peças.

Através do redimensionamento das equipes e a utilização de insumos com as mesmas propriedades e características, porém menos onerosos, foi elaborado um novo orçamento.

Confecção de Empena

O serviço de confecção de empena teve a argamassa feita em obra substituída pela argamassa usinada. A nova equipe era composta por:

- 2 pedreiros;
- 2 meio-oficiais;
- 2 serventes.

O quadro 9 mostra o orçamento analítico *lean* do serviço de confecção de empena.

Quadro 9 - Orçamento Analítico Lean (Confecção de Empena).

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
COBERTURA: EMPENA, MADEIRAMENTO E TELHAMENTO							R\$
							25.224,53
		CP21	CONFECÇÃO DE EMPENA				R\$
							6.479,88
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 8,91	R\$ 2.138,40
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP05	MEIO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 6,97	R\$ 1.672,80
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 6,87	R\$ 1.648,80
SINAPI	I	34566	BLOCO CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 29 CM, FBK 6 MPA (NBR 6136)	UND.	208	R\$ 2,54	R\$ 528,32
SINAPI	I	7267	BLOCO CERAMICO (ALVENARIA VEDACAO), 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 CM	UND.	831	R\$ 0,26	R\$ 216,06
SINAPI	I	371	ARGAMASSA USINADA - POLIMIX	M ³	1,102	R\$250,00	R\$ 275,50

Fonte: AUTOR (2018).

Madeiramento

O serviço de madeiramento teve sua equipe redimensionada para:

- 1 carpinteiro;
- 1 meio-oficial;
- 2 serventes.

O quadro 10 mostra o orçamento analítico *lean* do serviço de madeiramento.

Quadro 10 - Orçamento Analítico Lean (Madeiramento).

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
COBERTURA: EMPENA, MADEIRAMENTO E TELHAMENTO							R\$
		CP22	MADEIRAMENTO				R\$
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP02	CARPINTEIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	120	R\$ 8,82	R\$ 1.058,40
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP05	MEIO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	120	R\$ 6,97	R\$ 836,40
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	240	R\$ 6,87	R\$ 1.648,80
SINAPI	I	4425	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA 6 X 12 CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	71,78	R\$ 12,12	R\$ 869,97
SINAPI	I	4430	CAIBRO DE MADEIRA NAO APARELHADA *5 X 6* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	287,508	R\$ 6,26	R\$ 1.799,80
SINAPI	I	4472	VIGA DE MADEIRA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	50,44	R\$ 16,50	R\$ 832,26
SINAPI	I	5075	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 30 (2 3/4 X 10)	KG	93,12	R\$ 10,68	R\$ 994,52

Fonte: Autor (2018).

Telhamento

O serviço de telhamento teve sua equipe redimensionada para:

- 2 telhadistas;
- 2 serventes.

O quadro 11 mostra o orçamento analítico *lean* do serviço de telhamento.

Quadro 11 - Orçamento Analítico Lean (Telhamento).

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
COBERTURA: EMPENA, MADEIRAMENTO E TELHAMENTO							R\$
							25.224,53
		CP23	TELHAMENTO				R\$
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP03	TELHADISTA OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	112	R\$ 8,82	R\$ 987,84
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	48	R\$ 6,87	R\$ 329,76
SINAPI	I	7194	TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, DE 2,44 X 1,10 M (SEM AMIANTO)	M ²	404	R\$ 22,31	R\$ 9.013,24
SINAPI	I	4318	PARAFUSO ZINCADO 5/16 " X 85 MM PARA FIXAÇÃO DE TELHA DE FIBROCIMENTO CANALETE 90, INCLUI BUCHA NYLON S-10	UND.	235	R\$ 1,59	R\$ 373,65

Fonte: Autor (2018).

Elaborando um orçamento pautado nas metodologias do *Lean Construction*, evitando desperdícios, a etapa completa de cobertura seria realizada em 8 semanas seguidas (sem atrasos) e o orçamento seria reduzido em R\$ 1.593,37. Rebatendo os mesmos desperdícios para os outros 4 blocos e a proposta de intervenção *Lean* apresentada, a economia seria de R\$ 7.966,85.

4.2.4 Instalação de peitoris, janelas e confecção de molduras

A etapa a seguir sucede a etapa de revestimento externo (reboco) já analisada anteriormente neste trabalho. Para tal, no decorrer do estudo, serão notórios retrabalhos de serviços já realizados anteriormente para que pudessem dar andamento aos demais.

Os andaimes foram desmontados após o reboco externo da fachada do bloco 5, pois as esquadrias de alumínio não se encontravam em estoque. Contudo, após a chegada das mesmas, fora necessária a montagem dos andaimes novamente.

Os serviços de instalação de peitoris, janelas e confecção de molduras, foram realizados pelos mesmos profissionais, valendo a ressalva que somente serventes montadores e pedreiros habilitados pela NR-35 puderam trabalhar sobre os andaimes. Toda a etapa levou 25 dias para ser finalizada.

Instalação de peitoris

Inicialmente, partes da alvenaria em blocos de concreto precisaram ser demolidas para o perfeito encaixe das peças de granito cinza andorinha que seriam assentadas com argamassa no peitoril. Todo o procedimento de assentamento das pedras de granito foi realizado em 3 dias por todos os apartamentos do bloco 5. A equipe era composta por:

- 3 serventes (montadores de andaimes);
- 8 pedreiros;
- 4 serventes (ajudantes de pedreiros).

Instalação de janelas

As janelas de alumínio foram compradas em 3 tamanhos distintos e instaladas após o assentamento do peitoril, sendo necessário o auxílio de um pedreiro no andaime do lado externo e um dentro do apartamento para o perfeito alinhamento das esquadrias. O serviço de instalação das janelas teve duração de 8 dias consecutivos.

A equipe era composta por:

- 3 serventes (montadores de andaimes);
- 8 pedreiros;
- 4 serventes (ajudantes de pedreiros).

Confecção de molduras

A execução das molduras das esquadrias era realizada por pedreiros capacitados no treinamento em altura (NR 35). Para a completa execução, o tempo fora de 9 dias, preenchendo as fôrmas com argamassa cheia e sarrafeando a mesma.

A equipe era composta por:

- 3 serventes (montadores de andaimes);
- 8 pedreiros;
- 4 serventes (ajudantes de pedreiros).

Através da composição das equipes para a realização dos serviços dessa etapa, foi elaborado um orçamento. O quadro 12 apresenta a orçamentação analítica da situação convencional. As figuras 15, 16 e 17, mostram a instalação do peitoril, janela e confecção de molduras.

Quadro 12 - Orçamento Analítico Convencional (Instalações de peitoril, janelas e confecção de molduras).

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
INSTALAÇÃO DE PEITORIL, JANELAS E CONFECÇÃO DE MOLDURAS							R\$51.488,36
		CP13	MONTAGEM DE ANDAIMES				R\$
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	72	R\$ 6,87	R\$ 494,64

Continuação do quadro 11

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
		CP14	INSTALAÇÃO DE PEITORIL				R\$12.210,24
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	192	R\$ 8,91	R\$ 1.710,72
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	96	R\$ 6,87	R\$ 659,52
MERCADO	I	-	PEITORIL GRANITO CINZA ANDORINHA 1,25x0,25x0,02m	UND.	102	R\$ 80,00	R\$ 8.160,00
MERCADO	I	-	PEITORIL GRANITO CINZA ANDORINHA 0,95x0,25x0,02m	UND.	16	R\$ 60,00	R\$ 960,00
MERCADO	I	-	PEITORIL GRANITO CINZA ANDORINHA 0,65x0,25x0,02m	UND.	16	R\$ 45,00	R\$ 720,00
		CP15	INSTALAÇÃO DE JANELAS				R\$30.955,50
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	512	R\$ 8,91	R\$ 4.561,92
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	256	R\$ 6,87	R\$ 1.758,72
MERCADO	I	-	JANELA DE ALUMÍNIO 1,20x1,20m - SBA	UND.	102	R\$ 208,77	R\$ 21.294,54
MERCADO	I	-	JANELA DE ALUMÍNIO 0,90x1,20m - SBA	UND.	16	R\$ 156,58	R\$ 2.505,28
MERCADO	I	-	JANELA DE ALUMÍNIO 0,60x0,60m - SBA	UND.	16	R\$ 52,19	R\$ 835,04
		CP16	CONFECÇÃO DE MOLDURAS				R\$ 7.498,22
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	576	R\$ 8,91	R\$ 5.132,16
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	288	R\$ 6,87	R\$ 1.978,56
MERCADO	I	-	ARGAMASSA USINADA - POLIMIX	M³	1,55	R\$ 250,00	R\$ 387,50

Continuação do quadro 11

COMPOSIÇÃO UNITÁRIA - SIT. CONVENCIONAL							
		CP17	DESMONTAGEM DE ANDAIMES				R\$ 329,76
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON- MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	48	R\$ 6,87	R\$ 329,76

Fonte: Autor (2018).

Figura 15 - Peitoril e janela instalados.



Fonte: Autor (2018).

Figura 16 - Confeção de moldura de janela.



Fonte: Autor (2018).

Figura 17 - Moldura de janela finalizada.



Fonte: Autor (2018).

Contudo, gastos com a mão de obra se fizeram desnecessários, mais uma vez, onde muitas das atividades realizadas por certos profissionais não exigiam

perícias próprias do profissional da área. Assim, algumas medidas garantiriam um orçamento mais reduzido e evitariam atrasos no cronograma, sendo elas:

- Na etapa de reboco, que precede esta, os andaimes continuariam montados (não serviram pra serviços paralelos), evitando o retrabalho de uma nova montagem. O mesmo serve para o serviço de desmontagem, pois após essa etapa houve o serviço de pintura, necessitando dos andaimes novamente;
- A substituição pedreiros por meio oficiais capazes de realizar as mesmas atividades desempenhadas por eles, seja na instalação de peitoris ou na instalação de janelas. Redimensionando a equipe para:
 - Instalação de peitoris:
 - 8 meio-oficias;
 - 4 serventes;
 - Instalação de janelas:
 - 4 pedreiros;
 - 4 meio-oficiais;
 - 4 serventes;
 - Confecção de molduras:
 - 8 pedreiros;
 - 4 serventes.

O novo dimensionamento das equipes, e evitando o retrabalho de montagem e desmontagem de andaimes, um novo orçamento foi elaborado. O quadro 13 apresenta a orçamentação analítica da situação *Lean*.

Quadro 13 - Orçamento Analítico Lean (Instalações de peitoril, janelas e confecção de molduras).

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
INSTALAÇÃO DE PEITORIL, JANELAS E CONFECÇÃO DE MOLDURAS							R\$
							49.794,84
		CP24	INSTALAÇÃO DE PEITORIL				R\$
							11.837,76
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP05	MEIO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	192	R\$ 6,97	R\$ 1.338,24

Continuação do quadro 13

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN								
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL	
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	96	R\$ 6,87	R\$ 659,52	
MERCADO	I	-	PEITORIL GRANITO CINZA ANDORINHA 1,25x0,25x0,02m	UND.	102	R\$ 80,00	R\$ 8.160,00	
MERCADO	I	-	PEITORIL GRANITO CINZA ANDORINHA 0,95x0,25x0,02m	UND.	16	R\$ 60,00	R\$ 960,00	
MERCADO	I	-	PEITORIL GRANITO CINZA ANDORINHA 0,65x0,25x0,02m	UND.	16	R\$ 45,00	R\$ 720,00	
		CP25	INSTALAÇÃO DE JANELAS					R\$ 30.458,86
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL	
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	256	R\$ 8,91	R\$ 2.280,96	
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP05	MEIO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	256	R\$ 6,97	R\$ 1.784,32	
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	256	R\$ 6,87	R\$ 1.758,72	
MERCADO	I	-	JANELA DE ALUMÍNIO 1,20x1,20m - SBA	UND.	102	R\$208,77	R\$ 21.294,54	
MERCADO	I	-	JANELA DE ALUMÍNIO 0,90x1,20m - SBA	UND.	16	R\$156,58	R\$ 2.505,28	
MERCADO	I	-	JANELA DE ALUMÍNIO 0,60x0,60m - SBA	UND.	16	R\$ 52,19	R\$ 835,04	
		CP26	CONFECÇÃO DE MOLDURAS					R\$ 7.498,22
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL	
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP01	PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	576	R\$ 8,91	R\$ 5.132,16	

Continuação do quadro 13

COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS - SIT. LEAN							
FONTE DE PREÇOS	-	-	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA/SINAPI 08 2018	CP	CP04	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	288	R\$ 6,87	R\$ 1.978,56
MERCADO	I	-	ARGAMASSA USINADA - POLIMIX	M³	1,55	R\$250,00	R\$ 387,50

Fonte: Autor (2018).

Levando-se em consideração a montagem de andaimes (3 dias) e a desmontagem (2 dias), que não seriam necessárias, a etapa é finalizada em 20 dias corridos. Rebatendo os mesmos desperdícios para os outros 4 blocos e a proposta de intervenção *Lean* apresentada, a economia seria de R\$ 8.467,60.

Portanto, através da elaboração dos orçamentos com a aplicação da metodologia *Lean*, reduzindo desperdícios, redimensionando as equipes em trabalhos que não agregam valor ao produto final, utilizando equipamentos e materiais com as mesmas características e propriedades, diminuindo o tempo de execução de serviços ocasionados por atrasos de aquisições de materiais e outras medidas que venham a reduzir os custos sem comprometer a qualidade do produto, foi possível gerar uma economia considerável na execução dos serviços orçados. O quadro 14 apresenta o resumo com os custos totais.

Quadro 14 - Resumo de valores.

ETAPA	CONVENCIONAL		LEAN		ECONOMIA	
	VALOR TOTAL		VALOR TOTAL			
	1 BLOCO	5 BLOCOS	1 BLOCO	5 BLOCOS	1 BLOCO	5 BLOCOS
Colocação de Caixilhos	-	R\$ 69.104,00	-	R\$67.624,00	-	R\$1.480,00
Revestimento Externo - Reboco	R\$14.237,60	R\$71.188,00	R\$12.525,20	R\$62.626,00	R\$1.712,40	R\$8.562,00
Cobertura: Empena, madeiramento e telhamento	R\$26.817,90	R\$134.089,50	R\$25.224,53	R\$126.122,65	R\$1.593,37	R\$7.966,85

Continuação do quadro 14

ETAPA	CONVENCIONAL		LEAN		ECONOMIA	
	VALOR TOTAL		VALOR TOTAL			
	1 BLOCO	5 BLOCOS	1 BLOCO	5 BLOCOS	1 BLOCO	5 BLOCOS
Instalação de peitoris, janelas e confecção de molduras	R\$51.488,36	R\$257.441,80	R\$49.794,84	R\$248.974,20	R\$1.693,52	R\$8.467,60
TOTAL	R\$92.543,86	R\$531.823,30	R\$87.544,57	R\$505.346,85	R\$4.999,29	R\$26.476,45

Fonte: Autor (2018).

Quando a economia deixa de ser analisada apenas sob o ponto de vista de um bloco e se estende para todos os cinco blocos, o valor a ser reduzido se torna ainda mais elevado. Fica perceptível que, se feito através da metodologia *lean*, algumas etapas chegariam a economizar o equivalente do que é gasto em quase 1 bloco inteiro com a maneira convencional.

A economia em todos os blocos somente com as etapas de serviços consideradas chegaria a R\$26.476,45, na qual corresponde a aproximadamente 5% do que foi gasto. Portanto, se todas as etapas presentes na obra utilizassem as metodologias de redução de desperdícios do *Lean Construction*, essa porcentagem de economia aumentaria bastante.

4.3 Análise dos Resíduos da Obra

Durante todas as etapas da obra, verificou-se uma gama muito grande de serviços realizados em todos os blocos e em barracões do canteiro. Sendo assim, a quantidade de mão de obra e de material é muito grande, necessitando cada vez mais de um melhor aproveitamento dos materiais pelos profissionais específicos de cada serviço.

A obra apresentada possui fluxo de máquinas, carros e caminhões muito intenso, uma vez que são através deles que ocorre a mobilização de pessoas e outros insumos. Portanto, caminhos e espaços entre blocos devem ser desobstruídos afim de se evitar acidentes e melhorar o raio de giração dos veículos para a realização de manobras.

A quantidade de entulho produzida é inversamente proporcional ao espaço necessário para as manobras veiculares e o fluxo do pessoal, atrapalhando

diretamente no desenvolvimento de outros serviços em determinadas áreas do canteiro. Certos materiais aparecem com mais frequência entre os entulhos da obra, sendo eles:

- Tijolos cerâmicos e blocos de concreto quebrados;
- Sacos de gesso, de cimento e de argamassa;
- Pedacos de peças de cerâmica cortadas;
- Fôrmas de madeira inutilizáveis;
- Sobras de tubulações Policloreto de Polivinila (PVC);
- Caixas de papelão (embalagens de pisos cerâmicos e produtos impermeabilizantes);
- Ferragens;
- Sobras de argamassa, gesso e concreto;
- Aterro proveniente de escavações de solo, sem destinação futura.

Essas sobras são provenientes de inúmeros serviços, tais quais: execução de alvenaria, fabricação de fôrmas de madeira, montagem de armaduras, cortes e encaixes de tubulações, chapisco e reboco interno e externo, revestimento de gesso, revestimento cerâmico de paredes e piso e escavações em geral.

A administração da obra optou pelo estoque de entulhos em caçambas apropriadas, onde, são recolhidas por empresas terceirizadas uma vez por semana. Já os entulhos expostos diretamente no canteiro, eram amontoados com o auxílio de mini pá carregadeira Bob Cat e recolhidos para o descarte uma vez por semana, geralmente aos sábados, por um caminhão-caçamba. As figuras 18, 19 e 20, apresentam o tipo de caçamba utilizada e o armazenamento dos entulhos na mesma.

Figura 18 - Caçamba Modelo.



Fonte: Autor (2018).

Figura 19 - Estocagem de entulhos em caçamba.



Fonte: Autor (2018).

Figura 20 - Estocagem de entulhos em caçamba.



Fonte: Autor (2018).

A quantidade de resíduos da obra demanda espaços maiores para o seu armazenamento antes da destinação final, sendo assim, por não existirem caçambas suficientes na área, amontoados são formados em áreas dentro do próprio canteiro. As figuras 21, 21 e 23, mostram os amontoados de entulhos e de solo escavado.

Figura 21 - Amontoados de resíduos no canteiro.



Fonte: Autor (2018).

Figura 22 - Amontoado de resíduos no canteiro.



Fonte: Autor (2018).

Figura 23 - Amontado de material granular escavado.



Fonte: Autor (2018).

É fato que, o material originado através de escavações para a execução de cisternas, piscinas, rede de esgotamento sanitário, redução da inclinação de taludes

e outras atividades, será reaproveitado (em partes) no futuro para a etapa de urbanização. Porém, é um material que obstrui a passagem no canteiro de carros de grande porte, como no caso de caminhões-betoneira para a realização de concretagens, precisando também de um destino específico para uma posterior utilização.

Contudo, tal maneira de descarte é insuficiente para uma melhora considerável no fluxo dentro do canteiro, sendo necessárias melhorias. Com apenas uma caçamba (sendo trocada a cada semana), a obra carece de um local para o despejo das sobras de materiais, ocasionando o estoque em diversos pontos específicos no canteiro.

Desta forma, medidas para mitigar tais prejuízos de fluxo de pessoal e maquinário são necessárias. Seriam elas:

- A conscientização dos empregados através de treinamentos que possam visar a redução de entulhos, evidenciando a execução de suas atividades com o máximo de aproveitamento possível dos materiais;
- O deslocamento da central de argamassa para o centro do canteiro, evitando que a Bob Cat e serventes com carros de mão desperdicem argamassa ou concreto ao percorrerem grandes distâncias até os blocos de execução dos serviços;
- O material escavado pode ser transportado para área próxima ao canteiro de obra (fábrica de blocos da empresa) para mantê-lo em estoque e melhorar a mobilização;
- O aluguel de mais caçambas para a estocagem de material residual;
- Maior frequência de retirada dos entulhos da obra da caçamba e dos amontoados para uma futura destinação de descarte (através de caminhões caçambas), podendo ser de duas a três vezes na semana.

5 CONCLUSÃO

O método convencional de construção ainda é muito utilizado na construção civil no Brasil. Nem sempre mecanizado e sem o cumprimento de um cronograma fielmente, muitas técnicas e serviços geram inúmeras perdas no processo produtivo, seja de transporte, de tempo de espera dos funcionários, de atividades desnecessárias e outros fatores que não agregam valor ao produto final.

A grande tendência do mercado de construção civil, é a eficiência das construtoras em entregar o produto com os custos reduzidos dentro do prazo estipulado e com qualidade. O estudo de caso trabalhado apresentou inúmeras alternativas aplicadas no que se refere à redução de desperdícios, favorecendo na redução dos custos para cada etapa de serviços, bem como a redução do tempo de execução.

O dimensionamento das equipes para a execução dos serviços foi um fator a ser analisado. Muitos dos funcionários direcionados para a execução de serviços de transporte ou de apoio, eram especializados em determinadas áreas, demandando um custo adicional na hora trabalhada por eles. Portanto, foi realizado um redimensionamento para que houvesse uma substituição desses funcionários por outros que fossem capazes de desempenhar as mesmas atividades, mas que tivessem um custo menor, como caso de serventes e meio-oficiais de pedreiro e carpinteiro.

Segundo Ohno (1997), muitos produtos em estoque podem ser considerados um tipo de desperdício. Todavia, a pouca quantidade de materiais durante a execução de determinadas atividades ocasionou na paralisação das mesmas. A partir disso, foi detectada uma falha do planejamento durante a aquisição dos materiais, tendo em vista que os mesmos deveriam suprir o rendimento de produção das equipes. Sendo assim, ficou constatado que, a situação cuja os serviços com a saída de material do estoque são maiores do que a de entrada, deve ser revertida, ou seja, a quantidade em estoque deve atender a demanda.

O superdimensionamento de equipes gerou um aumento considerável nos custos. É fato que, possuir mais pedreiros dentro da obra nem sempre é garantia de mais produtividade, uma vez que o abastecimento com o material necessário para a execução de suas atividades é demorado. Em situações ideais, ou seja, com o abastecimento imediato de materiais, é possível alcançar a produção desejada para

atender a demanda com equipes mais reduzidas. O abastecimento imediato pode ser dado através do auxílio de maquinário ou ter seu tempo de espera mais reduzido, encurtando a distância entre o local de estocagem do material até o de execução do serviço.

Os retrabalhos foram frequentes dentro dos serviços neste estudo de caso. A falta de planejamento e de produtos em estoque, geraram desorganização na execução de determinadas atividades sequenciais. A montagem e desmontagem de andaimes durante os serviços foram frequentes, sendo muitas das vezes desnecessárias.

Todos os serviços da obra contribuíram para a geração de resíduos de materiais dentro da obra. A falta de local para o armazenamento desses entulhos ocasionou na utilização de grande parte do espaço do canteiro, formando amontados dos mais diversos tipos. A logística da obra para uma melhor estocagem desses entulhos para uma futura destinação final deve ser melhor trabalhada, aumentando-se a quantidade de caçambas na obra, a maior frequência de recolhimento dos entulhos por caminhões e o próprio treinamento de seus funcionários para evitar os desperdícios.

Os resíduos da obra comprometem no fluxo e mobilidade de veículos e pessoas que trafegam com materiais durante a execução dos seus serviços, uma vez que manobras possuem espaços reduzidos para serem realizadas, ocasionando acidentes que comprometem a infraestrutura do empreendimento e a própria saúde de seus colaboradores. Além disso, a problemática atrapalha o cronograma de desenvolvimento das atividades, tendo em vista que muitas das passagens entre os blocos passam a ser bloqueadas.

Koskela (1992), permitiu que a filosofia do STP pudesse ser aplicada no setor de construção civil, adaptando os seus princípios e tornando a técnica palpável nos tempos atuais, onde o mercado acirrou a disputa entre empresas que querem se manter estáveis. Assim sendo, a filosofia *Lean* e seus princípios se fizeram presentes no decorrer deste estudo, cujo o enfoque principal foi a análise dos custos (redução) através da eliminação das perdas classificadas por Taiichi Ohno.

Portanto, as vantagens que a metodologia do *Lean Construction* proporciona na construção civil são incontáveis. A redução de desperdícios presentes nas etapas de serviços nas obras gera uma economia considerável, proporcionando a aplicação dos custos economizados em outros itens e etapas que agregam valor ao

produto final. O ambiente quando organizado e planejado, torna possível o aumento da produtividade de seus funcionários e a eliminação dos desperdícios.

REFERÊNCIAS

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: An Essential Step in Production Control**. Technical Report No. 97, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering. California, University of California, 1997.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 35 – Trabalho em Altura**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR35.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2018.

DACOL, S. **O potencial tecnológico da indústria da construção civil: uma proposta de modelo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 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.

FURMAN, C.; CAPLAN, R. Applying the Toyota production system: Using a patient alert system to reduce error. **Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety**, v.33, n.7, p.376-386, 2007.

GHINATO, P. **Elementos para a compreensão de princípios fundamentais do Sistema Toyota de Produção: Automação e Zero Defeitos**. Tese de Doutorado. (Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

HENDERSON, B. A., LARCO, J. L.: **Lean transformation: how to change your business into a lean enterprise**. Richmond, Virginia: The Oaklea Press, 2000.

HUNTER, S. L. The Toyota production system applied to the upholstery furniture manufacturing industry. **Materials and Manufacturing Processes**, v.23, n.7, p.629-634, 2008.

ISATTO, E. L. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. 1ª Ed. Porto Alegre: Sebrae, 2000.shi

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report n.72. Center of Integrated Facility Engineering, Departament of Civil Engineering, Stanford University, 1992.

KULL, T.J. et al. The Moderation of Lean Manufacturing Effectiveness by Dimensions of National Culture: Testing Practice-culture Congruence Hypotheses. **International Journal of Production Economics**, v.153, p.1-12, 2014.

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

MOTTA, P. C. D. Ambigüidades metodológicas do jus-in-time. In: Encontro Anual da ANPAD, 17. ANPAD, **Salvador**, 1993. 10 v. v.3, p. 46-57.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, Bookman, 1997.

ROSENBLUM, Anna. et al. **Avaliação da mentalidade enxuta (LeanThinking) na construção civil: uma visão estratégica de implantação**. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 4., 2007, Resende-RJ. Anais, Resende-RJ, 2007. Disponível em: <
http://professores.aedb.br/seget/artigos07/1341_Vanessa_Ana.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

SCHONBERGER, R.J. Japanese production management: An evolution-With mixed success. **Journal of Operations Management**, v.25, n.2, p.403-419, 2007.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1996.

SINAPI – **Índices da Construção Civil**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 27 set.2018.

SINDUSCON-MA – **Convenção Coletiva de Trabalho**. Disponível em: <<http://www.sindusconma.com.br/wpcontent/uploads/2018/06/CCT20182019RETIFICADA.pdf>>. Acesso em 27 set.2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 408p. 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que mudou o mundo**. Editora Campus Ltda, 1992.

ANEXOS

ANEXO A – COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DA MÃO DE OBRA

O quadro 1A mostra a composição unitária da mão de obra utilizada em outras composições deste trabalho.

Quadro 1A - Composição Unitária da Mão de Obra

FONTE DE PREÇOS	TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QTD.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
CP01			PEDREIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,00	-	R\$ 8,91
SINDUSCON-MA	I	-	PEDREIRO OFICIAL	H	1,00	R\$6,65	R\$ 6,65
SINAPI 08/2018	I	37370	ALIMENTACAO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,01	R\$ 0,01
SINAPI 08/2018	I	37371	TRANSPORTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,43	R\$ 0,43
SINAPI 08/2018	I	37372	EXAMES - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,37	R\$ 0,37
SINAPI 08/2018	I	37373	SEGURO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,02	R\$ 0,02
SINAPI 08/2018	CP	88236	FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,39	R\$ 0,39
SINAPI 08/2018	CP	88237	EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,80	R\$ 0,80
SINAPI 08/2018	CP	95371	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA PEDREIRO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,24	R\$ 0,24
CP02			CARPINTEIRO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,00	-	R\$ 8,82
SINDUSCON-MA	I		CARPINTEIRO OFICIAL	H	1,00	R\$6,65	R\$ 6,65
SINAPI 08/2018	I	37370	ALIMENTACAO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,01	R\$ 0,01
SINAPI 08/2018	I	37371	TRANSPORTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,43	R\$ 0,43

Continuação do quadro 1A

FONTES DE PREÇOS	TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QTD.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINAPI 08/2018	I	37372	EXAMES - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,37	R\$ 0,37
SINAPI 08/2018	I	37373	SEGURO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,02	R\$ 0,02
SINAPI 08/2018	CP	88236	FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,39	R\$ 0,39
SINAPI 08/2018	CP	88237	EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,80	R\$ 0,80
SINAPI 08/2018	CP	95329	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA CARPINTEIRO DE ESQUADRIA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,15	R\$ 0,15
CP03			TELHADISTA OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,00	-	R\$ 8,82
SINDUSCON-MA	I		TELHADADOR OFICIAL	H	1,00	R\$6,65	R\$ 6,65
SINAPI 08/2018	I	37370	ALIMENTACAO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,01	R\$ 0,01
SINAPI 08/2018	I	37371	TRANSPORTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,43	R\$ 0,43
SINAPI 08/2018	I	37372	EXAMES - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,37	R\$ 0,37
SINAPI 08/2018	I	37373	SEGURO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,02	R\$ 0,02
SINAPI 08/2018	CP	88236	FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,39	R\$ 0,39
SINAPI 08/2018	CP	88237	EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,80	R\$ 0,80
SINAPI 08/2018	CP	95385	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA TELHADISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,15	R\$ 0,15
CP04			SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,00		R\$ 6,87

Continuação do quadro 1A

FONTE DE PREÇOS	TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QTD.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINDUSCON-MA	I		SERVENTE	H	1,00	R\$4,68	R\$ 4,68
SINAPI 08/2018	I	37370	ALIMENTACAO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,01	R\$ 0,01
SINAPI 08/2018	I	37371	TRANSPORTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,43	R\$ 0,43
SINAPI 08/2018	I	37372	EXAMES - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,37	R\$ 0,37
SINAPI 08/2018	I	37373	SEGURO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,02	R\$ 0,02
SINAPI 08/2018	CP	88236	FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,39	R\$ 0,39
SINAPI 08/2018	CP	88237	EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,80	R\$ 0,80
SINAPI 08/2018	CP	95378	CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA SERVENTE (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,17	R\$ 0,17
CP05			MEIO OFICIAL COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	1,00	-	R\$ 6,97
SINDUSCON-MA	I	-	MEIO OFICIAL	H	1,00	R\$4,95	R\$ 4,95
SINAPI 08/2018	I	37370	ALIMENTACAO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,01	R\$ 0,01
SINAPI 08/2018	I	37371	TRANSPORTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,43	R\$ 0,43
SINAPI 08/2018	I	37372	EXAMES - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,37	R\$ 0,37
SINAPI 08/2018	I	37373	SEGURO - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) (COLETADO CAIXA)	H	1,00	R\$0,02	R\$ 0,02
SINAPI 08/2018	CP	88236	FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,39	R\$ 0,39

Continuação do quadro 1A

FONTE DE PREÇOS	TIPO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND.	QTD.	CUSTO UNT.	CUSTO TOTAL
SINAPI 08/2018	CP	88237	EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	1,00	R\$0,80	R\$ 0,80

Fonte: Autor (2018)

ANEXO B – CÁLCULO AUXILIAR PARA O REBOCO EXTERNO (SITUAÇÃO CONVENCIONAL)

Ficha técnica mini pá carregadeira Bob Cat S130:

Capacidade: 590 kg

- Densidade de argamassa Cimento/Areia: 2100 kg/m³

Calculando o volume:

$$d = \frac{m}{v} \rightarrow v = \frac{m}{d} = \frac{590}{2100} = 0,281 \text{ m}^3 = 281 \text{ L}$$

Logo, para 1 concha: 281 L de argamassa.

A seguir, a figura 1 representa a foto da ficha de apropriação para a medição de produtividade (documento produzido semanalmente por encarregados da empresa para fins de fiscalização da produtividade dos serviços).

Figura 1B - Ficha de Apropriação

FICHA DE APROPRIAÇÃO				
ITEM	DATA	SERVIÇO / RESUMO	PRODUÇÃO / QUANTIDADE	UNIDADE
1	21/08/2018			
2	07:30-08:42	Revestimentos Externos	-	-
3		1- Reboco Externo	8,631	m ²
4	Bloco 5	1.1- Argamassa	172,62	L
5		2- Mão de obra	-	-
6	Balizamento e	2.1- Pedreiro	2	Homem
7	aplicação de	2.2- Servente	1	Homem
8	massa cheia			
9				
10	Sarrafamento			
11	e desempenho			
12				
13	Uso de an-			
14	daines			
15				
16	e = 2 cm			
17				
18				
19				
20				

Fonte: Autor (2018)

Se 172,62 L → 8,631 m²(retirado da ficha de apropriação), então, por regra de 3:
281 L → 14,05 m²: Produção de 1 equipe por concha de Bob Cat

Situação Convencional

- Reabastecimento de argamassa por equipe de 20 min (cronometrado);

HORÁRIO	ÁREA EXECUTADA
Abastecimento	
07:30 - 10:00	14,05 m ²
Reabastecimento	
10:20 - 11:30	20,61 m ²
11:30 - 13:00	Almoço
13:00 - 14:20	28,10 m ²
Reabastecimento	
14:40 - 17:00	41,21 m ²

Em 1 dia, 1 equipe: 2,93 conchas e 41,21 m² de reboco sarrafeado e desempenado;

$$7 \text{ dias, } 1 \text{ equipe: } 7 \times 2,93 \text{ conchas} = 20,53 \text{ conchas}$$

$$7 \times 41,21 \text{ m}^2 = 288,47 \text{ m}^2$$

Em 7 dias, 1 equipe: 20,53 conchas e 288,47 m² de reboco sarrafeado e desempenado;

$$7 \text{ dias, } 5 \text{ equipes: } 5 \times 20,53 \text{ conchas} = 102,65 \text{ conchas}$$

$$5 \times 288,47 \text{ m}^2 = 1.442,35 \text{ m}^2$$

Em 7 dias, 5 equipes: 102,65 conchas e 1.442,35 m² de reboco sarrafeado e desempenado;

ANEXO C – CÁLCULO AUXILIAR PARA O REBOCO EXTERNO (SITUAÇÃO *LEAN*)

Situação *Lean*

Para a situação *Lean*, foram utilizados os dados de produção do ANEXO B.

- Reabastecimento sem tempo de espera (Bob Cat exclusiva);

HORÁRIO	ÁREA EXECUTADA
Abastecimento	
07:30 - 10:00	14,05 m ²
Reabastecimento	
10:00 - 11:30	22,48 m ²
11:30 - 13:00	Almoço
13:00 - 14:00	28,10 m ²
Reabastecimento	
14:00 - 16:30	42,15 m ²
Reabastecimento	
16:30 - 17:00	44,96 m ²

Em 1 dia, 1 equipe: 3,2 conchas e 44,96 m² de reboco sarrafeado e desempenado;

$$7 \text{ dias, } 1 \text{ equipe: } 7 \times 3,2 \text{ conchas} = 22,4 \text{ conchas}$$

$$7 \times 44,96 \text{ m}^2 = 314,72 \text{ m}^2$$

Em 7 dias, 1 equipe: 22,4 conchas e 314,72 m² de reboco sarrafeado e desempenado;

$$7 \text{ dias, } 4 \text{ equipes: } 4 \times 22,4 \text{ conchas} = 89,6 \text{ conchas}$$

$$4 \times 314,72 \text{ m}^2 = 1.258,88 \text{ m}^2$$

Em 7 dias, 4 equipes: 89,6 conchas e 1.258,88 m² de reboco sarrafeado e desempenado;