



Universidade Federal  
de Campina Grande

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS – CTRN  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL – UAEC  
CAMPUS I CAMPINA GRANDE – CEP: 58109-970  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – APLICAÇÃO DA FILOSOFIA  
*LEAN CONSTRUCTION* EM UMA OBRA DE UM CONJUNTO  
HABITACIONAL**

AUTOR: YGHO RUFINO DE LUCENA

ORIENTADOR: PROF. DR. MILTON BEZERRA DAS CHAGAS FILHO

CAMPINA GRANDE – PB, 9 DE DEZEMBRO DE 2020

YGHO RUFINO DE LUCENA

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO – APLICAÇÃO DA FILOSOFIA  
*LEAN CONSTRUCTION* EM UMA OBRA DE UM CONJUNTO  
HABITACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
concernente à Unidade Acadêmica de  
Engenharia Civil do CTRN da Universidade  
Federal de Campina Grande como requisito  
final para obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GESTÃO DE OBRAS

ORIENTADOR: PROF. DR. MILTON BEZERRA DAS CHAGAS FILHO

CAMPINA GRANDE – PB, 26 DE DEZEMBRO DE 2020

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Autor: Ygho Rufino de Lucena**

**Título: APLICAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN CONSTRUCTION* EM UMA OBRA DE UM CONJUNTO HABITACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso julgado e aprovado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, em sua forma final e definitiva, pelo Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande.

*Campina Grande, 08 de dezembro de 2020*

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho – Orientador

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CTRN/UAEC)

---

Prof. Me. Rodrigo Mendes Patrício Chagas - Avaliador externo

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CTRN/UACTA)

---

Prof. Dra. Marília Marcy Cabral de Araujo – Avaliador interno

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CTRN/UAEC)

## ***DEDICATÓRIA***

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, à minha família e a todos os envolvidos diretamente e indiretamente na minha trajetória de crescimento profissional.*

## AGRADECIMENTOS

A obtenção dessa pesquisa não seria possível sem a ajuda e dedicação durante todos esses anos de graduação por parte das pessoas que estiveram presentes. A cada um deles apresento minha extrema dedicação. Entre eles:

- A Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, às Unidades Acadêmicas de Engenharia Civil e Engenharia de Produção;
- Aos membros da Comissão Examinadora, Professor Dr Milton Bezerra das Chagas Filho, da UFCG; Professor Rodrigo Mendes Patrício Chagas, da UFCG; vossas contribuições foram fundamentais para minha evolução profissional.
- Ao meu orientador professor Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho da UFCG que sempre se mostrou presente ao meu lado, guiando e orientando com respeito ao desenvolvimento da pesquisa, como também sendo uma referência como pessoa e profissional honesto e apaixonado pelo que faz.
- Ao meu pai, Bernardo Rufino Leite, que sempre me apoiou em todos os momentos sem medir esforços para que eu tivesse um ensino de qualidade e valorizasse sempre o conhecimento.
- À minha mãe, Rozália Maria de Lucena, por seu amor e conselhos nos momentos difíceis que me fizeram seguir adiante com meus sonhos.
- À minha avó, Maria de Lourdes de Lucena, por ser uma referência de humildade e honestidade
- Ao meu supervisor de estágio Raphael Campos, por ser uma inspiração futura de profissional que serei no futuro, tendo foco nos resultados e no trabalho em equipe.
- A Construtora Moura Ltda pelo apoio e investimento na minha pessoa como profissional.
- A todos os que estiveram presentes nesses longos anos de duas graduações na UFCG.

## RESUMO

A construção civil pode ser caracterizada por apresentar altos índices de indicadores de desperdício, produtos de baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos de construção enxuta. A metodologia de construção enxuta nasceu da necessidade de se obter um produto com custos menores e ao mesmo tempo de maior qualidade. Através de uma investigação *in loco*, observando o processo construtivo, a cadeia logística de entrega de insumos e o setor de produção de traços, é possível perceber paradas existentes, totalizando um valor de 60 horas paradas por atraso de material entre os meses de janeiro a março. Com os projetos de melhoria desenvolvidos com base na metodologia *Lean Construction* entre o período de abril a agosto, observou-se os impactos referentes a produtividade média, custos de mão de obra e matéria prima e os custos gerais de produção. Entre os meses de janeiro à março, os grupos apresentavam médias distintas de produção, chegando a um valor médio de entorno de 9,5 dias para fabricação de uma unidade habitacional pelo grupo Conquista, enquanto 9,8 dias pelo grupo Videira. Em contrapartida, com a implantação dos projetos de melhoria, os resultados de aumento de produtividade e padronização ficaram evidenciados nos meses de junho, julho e agosto, onde os grupos obtiveram uma produtividade uniforme de 8 dias. observa-se também a redução no custo real de mão de obra com relação ao orçado, chegando à faixa de diferença média de R\$ 5.029,90 no mês de agosto, ou seja, de 25% Com relação ao custo de matéria prima é possível analisar que o comportamento dos resultados não teve influência significativa, porém, a partir do mês de maio os resultados se apresentaram satisfatórios, apresentando uma redução com níveis acima de 5 %. Enquanto em março, a empresa teve um prejuízo no seu custo médio de produção em R\$ 7.600,63 reais, no mês de agosto a mesma teve uma recuperação com um ganho de R\$ 1968,98 reais no seu custo de produção médio.

**Palavras-chave:** *Lean Construction*, Gestão de Obras, Metodologia Enxuta

## ABSTRACT

Civil construction can be characterized by high levels of waste indicators, low quality products, high occurrence of construction pathologies, inefficient and ineffective processes and, therefore, shows itself as a promising field to the results that can be obtained through the application of the concepts of lean construction. The methodology of lean construction was born from the need to obtain a product with lower costs and at the same time of higher quality. Through an on-site investigation, observing the construction process, the supply chain and the trace production sector, it is possible to perceive existing stoppages, totaling a value of 60 hours stoppages for material delay between the months of January and March. With the improvement projects developed based on the Lean Construction methodology between the period of April and August, it was observed the impacts referring to average productivity, labor and raw material costs and general production costs. Between the months of January and March, the groups presented distinct averages of production, reaching an average surrounding value of 9.5 days for the manufacture of a housing unit by the Conquista group, while 9.8 days by the Videira group. On the other hand, with the implementation of the improvement projects, the results of increased productivity and standardization were evidenced in the months of June, July and August, where the groups obtained a uniform productivity of 8 days. It is also observed the reduction in the real cost of labor in relation to what was budgeted, reaching the range of average difference of R\$ 5.029,90 in August, that is, of 25%. In relation to the cost of raw material it is possible to analyze that the behavior of the results had no significant influence, however, from the month of May the results were satisfactory, presenting a reduction with levels above 5%. While in March, the company had a loss on its medium production cost of US\$ 7.600,63, in August it had a recuperation with a gain of US\$ 1968,98 on its medium production cost.

**Keyword:** Lean Construction, Construction Management, Lean Methodology

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de produção .....	20
Figura 2 – Interligação entre os conceitos .....	21
Figura 3 – Relacionamento entre os princípios de gestão da qualidade .....	26
Figura 4 – Sistema Toyota de Produção .....	30
Figura 5 – Modelo de processo de construção enxuta.....	34
Figura 6 – Fluxograma de atividades da pesquisa.....	42
Figura 7 – Localização de Altos de Campina.....	43
Figura 8 – Setor de betoneiras e vestirários.....	44
Figura 9 – Área de vivência e salas setoriais.....	45
Figura 10 – Planta arquitetônica da residência unifamiliar .....	46
Figura 11 – Setor de betoneiras .....	47
Figura 12– Peneira manual .....	48
Figura 13 – Quadro de gestão à vista Kanban .....	50
Figura 14– Peneira elétrica rotativa.....	50
Figura 15 – Produtividade média .....	51
Figura 16 – Execução de alvenaria com melhorias aplicadas .....	52
Figura 17 – Posicionamento dos blocos de concreto no radier .....	53
Figura 18 – Trinchos de placas cerâmicas cortadas .....	54
Figura 19– Paradas na produção.....	56
Figura 20– Custos médios de mão de obra direta.....	57
Figura 21– Custo médio de matéria prima .....	57
Figura 22– Perdas de mão de obra referente a paradas na produção.....	58
Figura 23– Tempo de execução do revestimento de piso com placas cerâmicas nas atividades de corte e assentamento .....	59



Figura 24– Tempo de execução do assentamento cerâmico.....	60
Figura 25 - Tempo de corte dos trinchos cerâmicos.....	60
Figura 26– Produtividade média por casa após as melhorias implantadas.....	61
Figura 27– Custo médio por casa de mão de obra ao longo do estudo .....	62
Figura 28– Custo médio por casa de matéria prima ao longo do estudo.....	63
Figura 29– Custo médio de produção por casa ao longo do estudo .....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Constituição do desdobramento da Qualidade .....	25
Tabela 2 – Os 7 desperdícios do Sistema Toyota de Produção .....	29
Tabela 3 – Sugestão de aplicação do <i>Lean Construction</i> .....	38
Tabela 4 – Ações de melhoria no setor de betoneiras .....	49

## **ABREVIATURAS**

STP – Sistema Toyota de Produção

PPA – Projeto de Pesquisa Aplicada

WCM – World Class Manufacturing

MFP – Mecanismo da Função Produção

APICS – Association for Operations Management

JIT – Just in Time

TQM – Total Quality Management

EWO – Emergency Work Order

PVC – Policloreto de Vinila

## SUMÁRIO

CAPÍTULO I .....	15
1.1 – Considerações iniciais .....	15
1.2 – Objetivos da pesquisa .....	17
1.2.1 – Objetivo geral .....	17
1.2.2 – Objetivos específicos .....	17
1.2.3 – Organização do trabalho .....	17
CAPÍTULO II .....	19
2 – Revisão bibliográfica .....	19
2.1 – Sistemas de produção .....	19
2.2 – Gestão da qualidade .....	21
2.2.1 – Histórico da qualidade .....	22
2.2.2 – Conceitos de Gestão da qualidade .....	24
2.3 – Sistema Toyota de Produção .....	26
2.4 – <i>Lean Construction</i> .....	31
2.4.1 – Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor .....	34
2.4.2 – Incremento o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes .....	35
2.4.3 – Redução da variabilidade .....	35
2.4.4 – Redução do tempo de ciclo .....	35
2.4.5 – Simplificação pela diminuição na quantidade de processos e partes .....	35
2.4.6 – Aumento da flexibilidade na produção .....	36
2.4.7 – Melhorias nas transparências no processo .....	36

2.4.8 – Foco no controle do processo .....	36
2.4.9 – Desenvolver melhoria contínua nos processos .....	37
2.4.10 – Melhoria no balanceamento de fluxo .....	37
2.4.11 – <i>Benchmarking</i> .....	37
2.4.12 – Aplicação da metodologia <i>Lean Construction</i> .....	37
CAPÍTULO III .....	40
3 – Materiais e métodos.....	40
3.1 – Materiais .....	40
3.2 – Equipamentos .....	40
3.3 – Métodos .....	40
3.3.1. – A organização .....	43
3.3.2. – O canteiro de obras .....	43
3.3.3. – Projeto residencial unifamiliar.....	45
3.3.4 – Projetos Kaizen implantados .....	46
3.3.4.1 – Gestão na central de betoneiras .....	47
3.3.4.2 – Padronização no serviço de alvenaria.....	51
3.3.4.3 – Central de corte de trinchos cerâmicos.....	53
CAPÍTULO IV .....	55
4 – Resultados e análises .....	55
4.1 – Diagnóstico atual da gestão .....	55
4.2 – Resultados alcançados .....	58
CAPÍTULO V .....	64
5 – Conclusão .....	64

5.1 – Com relação a situação da organização antes da implantação da metodologia <i>Lean Construction</i> .....	64
5.2 – Com relação aos projetos Kaizen de melhoria enxuta implantados .....	64
5.3 – Com relação aos resultados quantitativos e qualitativos observados .....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
ANEXOS .....	72

### 1. Introdução

#### 1.1. Considerações Iniciais

O cenário atual dos diferentes setores da economia, em especial nas empresas de construção civil, em meio à crise socioeconômica existente em nosso país, demonstra que a busca de redução de custos é um ponto crucial para se adquirir vantagem competitiva em relação aos concorrentes. A adoção de melhorias no canteiro de obras e a implantação de uma gestão adequada de toda a cadeia de suprimentos são de extrema importância para o sucesso da empresa.

Em se tratando desse assunto, Silva (1999)<sup>1</sup> afirma que:

“A construção civil tinha, (...), uma lógica de produção de grande empreendedora, em que o custo de produção não era determinante da competitividade da empresa. Portanto, não havia razão para o emprego de tecnologias novas, racionalizadoras, de alta produtividade, permanecendo-se, então, com a tecnologia tradicional. (...). No entanto, esse quadro mudou radicalmente, as empresas tiveram de procurar saídas alternativas; com a abertura do mercado, as pressões sobre os preços tornaram-se crescentes; com o Código de Defesa do Consumidor, o mercado se tornou mais exigente. Pressionadas por essa série de fatores que exigem ganhos contínuos de eficiência, as empresas passaram a ter que ser viáveis pelo lado da produção, e assim buscar novas tecnologias e criar as condições gerenciais para usá-las”.

De acordo com Moura<sup>2</sup> (2015, p.1, apud Formoso et al., 1999), a indústria da construção civil possui ainda características intrínsecas que levam à geração de incertezas no desenvolvimento do seu processo, como por exemplo sua grande cadeia de suprimentos, alta variabilidade de projetos e condições da natureza dos processos produtivos (ritmo controlado pelo homem), falta de domínio das empresas sobre os

---

<sup>1</sup> SILVA Maria Angela. **A Inevitável Lógica da Qualidade**. Revista Qualidade na Construção. 1999, pág 24-26.

<sup>2</sup> MOURA. Arthur. **Planejando com Lean Construction: Diretrizes para implementação da construção enxuta em obras**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.

processos, vulnerabilidade associada a fatores climáticos e alto lead time (tempo para execução de uma unidade de produto) existentes em seus produtos finais.

O modelo de construção predominante no Brasil, segundo Vendramini *et al.* (2011)<sup>3</sup>, gera um alto índice de desperdícios e apresenta diversos problemas e muitos desses problemas estão relacionados a mão-de-obra. A partir dessa conclusão, verificou-se a necessidade de instituir um modo de construção alternativo que gerasse vantagens consideráveis em relação a custos, flexibilidade, desperdícios, qualidade rapidez e inovação, tornando o processo produtivo mais sustentável.

Grande parte dessa filosofia de administração da produção está atrelada ao Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido por Shingeo Shingo e Taiichi Ohno no Japão, que utilizou diversas ferramentas capazes de eliminar perdas, garantindo uma melhor eficiência no processo de produção de bens e serviços. Para Shingo (2008)<sup>4</sup>, o objetivo principal do Sistema Toyota de Produção consiste na identificação e eliminação das perdas e na redução dos custos. Essa garantia de produtividade tem como consequência o aumento dos lucros das organizações.

Derivada do sistema Toyota, a filosofia *Lean Construction* é considerada um dos melhores modelos ou modelo referência para a construção civil, por apresentar resultados de otimização de desempenho, redução de atividades que não agregam valor, redução de custos e aumento da produtividade do setor. Seu principal propulsor, Lauri Loskela (1992)<sup>5</sup>, afirma que o *Lean Construction* é capaz adaptar a potencialidade do *Lean Production* usado nos sistemas industriais para o setor da construção civil.

No entanto, vale desatacar a importância da participação de todos os envolvidos no processo de implantação da metodologia, já que na construção civil quem opera são pessoas e não máquinas. A mão de obra do setor por ser racional possui capacidade crítica,

---

<sup>3</sup> VENDRAMINI, M. M.; COSTA, G. de; PINHEIRO, H. A. G; et al. **Sistema de fôrmas de alumínio para a indústria de formas de concreto: critérios competitivos na construção civil.** In: XXXI ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Belo Horizonte, MG: 2011.

<sup>4</sup> SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre: Artmed, Reimpressão 2008.

<sup>5</sup> KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.



vícios e metodologias trazidas de experiências anteriores, oferecendo resistência a mudanças.

## **1.2. Objetivos da Pesquisa**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Estudar e avaliar os benefícios da implantação da metodologia *Lean Construction* no setor da construção civil com base no estudo de caso na execução de uma obra de um conjunto habitacional na cidade de Campina Grande - PB.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Desenvolver projetos de melhorias que visem otimizar o processo produtivo através da metodologia *Lean Construction*
- Desenvolver melhoria de gestão no setor de betoneiras;
- Padronizar o serviço de execução da alvenaria;
- Desenvolver uma central de corte de trinchos de placas cerâmicas;
- Mensurar os resultados quantitativos e qualitativos após a implantação das melhorias desenvolvidas durante o estudo.

### **1.2.3. Organização do Trabalho**

O projeto de pesquisa aplicada será estruturado em três capítulos.

**Capítulo I** – Apresentação do contexto geral a respeito da importância de se adotar metodologias de gerenciamento com qualidade em obras, referindo-se ao *Lean Construction*

**Capítulo II** – Revisão bibliográfica: Apresentando os conceitos essenciais para o entendimento da pesquisa, com respeito ao gerenciamento de qualidade, Sistema Toyota de Produção, e finalmente *Lean Construction*.

**Capítulo III** – Materiais e Métodos: Descreve os métodos utilizados durante o estudo que será realizado, como também as etapas de pesquisa em campo e as principais ações para o atingimento dos objetivos, além da cronologia do estudo.

**Capítulo IV** – Resultados e análises com o diagnóstico anterior situacional com relação a gestão, a implantação das melhorias impostas após a proposição de ideias de otimização dos serviços com base na filosofia.

**Capítulo V** – Conclusões e recomendações para avanços futuros na implantação de uma gestão com visão *Lean*.

### 2. Revisão Bibliográfica

Este capítulo abordará as referências que servirão de base para a realização da pesquisa.

#### 2.1. Sistemas de Produção

Para Falconi (2004)<sup>6</sup> o processo de planejamento e controle de produção cumpre um papel importante nas organizações devido ao fato de empregarem forte impacto no desempenho na função produção. O planejamento de um sistema produtivo adequado consiste no estabelecimento de objetivos e a determinação dos processos para atingi-los, os quais são representados através dos planos.

De acordo com Ackoff (1966, apud GAITHER, 2002)<sup>7</sup>, considera-se um sistema de produção um conjunto de operações integradas de partes inter-relacionadas que tem como objetivo cumprir determinado propósito.

Para Chiavenato (2014)<sup>8</sup>, todo sistema é composto por vários subsistemas, e cada um é especializado por uma parte do sistema maior. Deste modo, o sistema de produção recebe insumos na forma de materiais, instalações, mão de obra, serviços públicos e informações. Estes insumos são modificados num subsistema de transformação para os produtos e serviços desejados, os chamados produtos. Uma parcela do produto é monitorada no subsistema de controle para determinar se o mesmo é aceitável no referente quantidade, custos e qualidade. Sendo o mesmo aceitável nenhuma mudança será necessária, caso contrário, será necessária uma ação corretiva por parte da gestão. O subsistema de controle irá assegurar o desempenho do sistema ao fornecer *feedback* aos gerentes para que se possa tomar as devidas providências.

---

<sup>6</sup> FALCONI, V. **Gerenciamento de Rotina do Trabalho do dia a dia**. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2004.

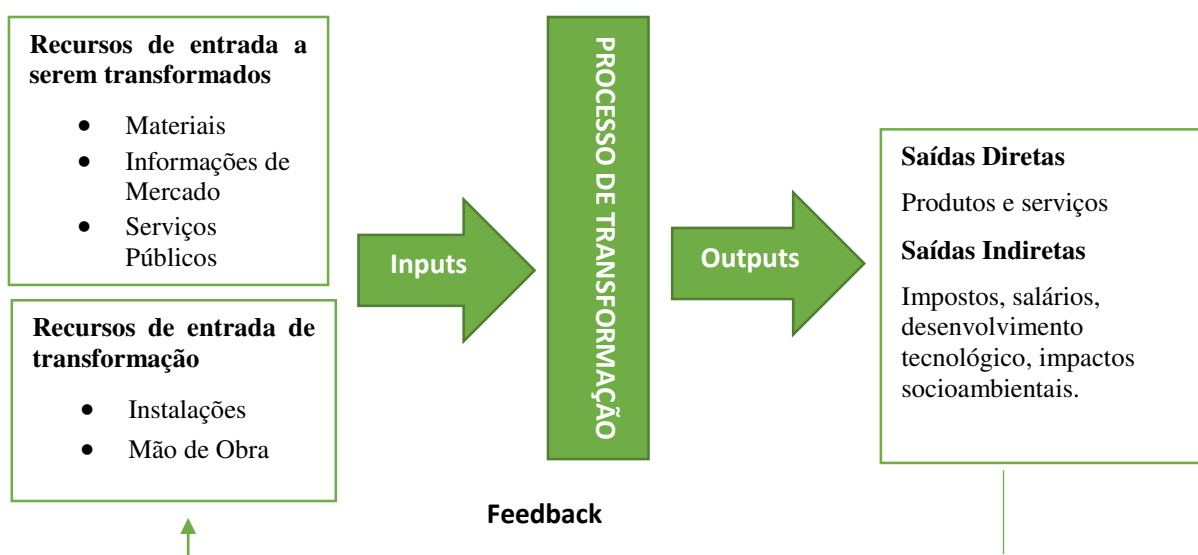
<sup>7</sup> GAITHER, N.; FRAZIER, G. (2002). **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

<sup>8</sup> CHIAVENATO, I. **Gestão Produção: uma abordagem introdutória**. Barueri: Manole, 2014.

No que se refere a complexidade de um sistema produtivo, Moreira (2011)<sup>9</sup> afirma que os seus elementos constituintes são: os insumos, processo de conversão, produtos e ou serviços, subsistemas de controle e influências e restrições. Os insumos são os recursos a serem transformados, seja bens tangíveis ou os próprios serviços, além de todos os recursos que serão utilizados nessa transformação; O processo de conversão se trata do próprio processo de transformação; O subsistema de controle que representa toda a parte de monitoramento com o intuito de se executar conforme o planejado; As influências e restrições que representam os fatores que possam impactar o sistema; e os bens ou serviços, que são os outputs do processo.

A Figura 1 ilustra um modelo geral de sistema de produção, demonstrando de forma clara que qualquer produção envolverá o processo de entradas - processamento – saídas.

Figura 1 - Sistema de Produção



Fonte: Adaptado Slack (2009)

Apesar de todas as operações compreenderem essa mesma linha de processo de transformação dos bens e serviços, existe aspectos relevantes que os diferenciam quanto

<sup>9</sup> MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. 2 edição, 2011. São Paulo. Editora Cengage Learning.

ao método de transformação de seus recursos. Slack (2009)<sup>10</sup> apresenta as quatro vertentes principais: O volume, a variedade, a variação de demanda e o grau de visibilidade que os consumidores possuem.

O volume de *outputs* está relacionado ao grau quantitativo de produtos que são transformados em determinada empresa. Quando se investiga esses aspectos, leva-se em consideração o grau de repetição das atividades que estão sendo executadas como também a sistematização do trabalho. A partir disso, consegue-se chegar a um denominador de que quanto maior a sistematização do trabalho, menor serão os custos unitários dos produtos ou serviços desenvolvidos.

A variedade é referente quando se fala em flexibilidade dos *outputs*, visto que dependendo da situação, os custos de transformação se tornarão mais caros. A alternativa sugerida seria a padronização para assegurar uma variabilidade a custos baixos.

A visibilidade que os consumidores possuem está condizente com o nível de exposição que a empresa tem com seus consumidores. Esse é um fator de extrema importância por tratar-se de agregação de valores dentro da empresa, sendo a habilidade de contato com o consumidor um fator que resultará na sobrevivência da organização.

## **2.2.Gestão da Qualidade**

Segundo Carpinetti (2010)<sup>11</sup>, a gestão de qualidade é considerada nos dias atuais, como sendo fator estratégico para melhoria de competitividade e produtividade. Quanto maior a produtividade de uma empresa, mais útil ela é para sociedade, pois está atendendo às necessidades dos seus clientes a um baixo custo. Sendo assim, ela terá maior competitividade em relação aos seus concorrentes. (FALCONI 2004, pag. 3).

Falconi (2004)<sup>12</sup> afirma que, para ser competitivo é preciso ser produtivo, o que consequentemente depende da qualidade. Essa interligação é mostrada na Figura 2.

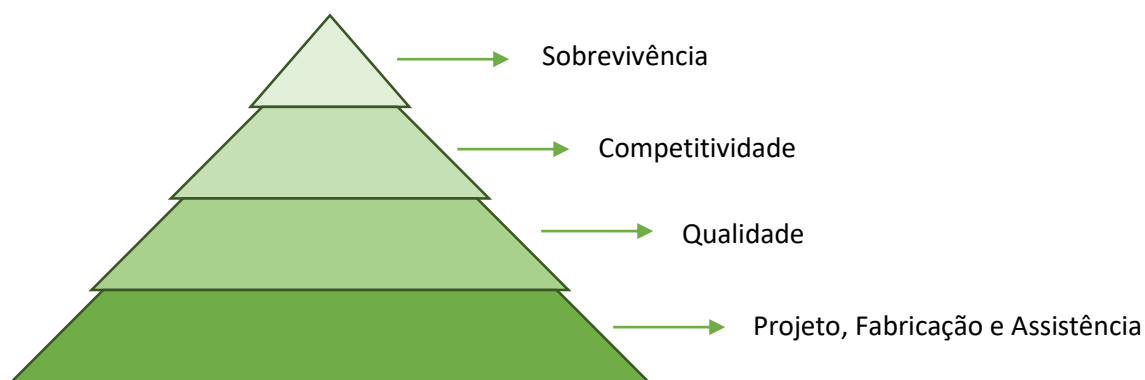
---

<sup>10</sup> SLACK, N. **Administração da Produção**. 3 edição, 2009. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>11</sup> CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2010. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>12</sup> FALCONI, V. **TQC – Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. Minas Gerais. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2004.

Figura 2 - Interligação entre os conceitos



Fonte: Adaptado Falconi (2004)

Além disso, para se gerir com qualidade, se torna necessário realizar acompanhamento e medições de desempenho. Essas análises fornecem aos gestores informações cruciais para tomada de decisão e o desenvolvimento de ações que sejam assertivas para mitigar os problemas existentes na causa raiz.

Essas concepções vão além do objetivo estratégico da conquista de mercado, mas também relaciona a eficiência da produção, através da redução de desperdícios e os custos onerosos nas operações.

### 2.2.1. Histórico da qualidade

A qualidade em uma forma estruturada surgiu por volta do ano de 1920, quando Walter Shewhart desenvolveu um sistema de medição de variação no processo produtivo conhecido como Controle Estatístico do Processo (CEP). Esse sistema, ainda usado nos dias atuais, é capaz de monitorar a estabilidade dos processos. (BAUER *et al.*, 2002)<sup>13</sup>.

Para Bauer (2002), os conceitos de qualidade passaram a tomar forma científica a partir dos trabalhos realizados por Edwards Deming, que envolviam a disseminação dos conceitos de CEP e qualidade. Segundo Slack (2009, p.627.)<sup>14</sup>, a qualidade começa com a alta administração e a mesma aumenta a medida que a variabilidade do processo diminui. Ainda outra contribuição fundamental de Deming foi ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), que tratava em solucionar os problemas existentes que foram encontrados no processo.

<sup>13</sup> BAUER, J. E; DUFFY. The **Quality Improvement Handbook**. EUA. ASQ, 2002

<sup>14</sup> SLACK, N. **Administração da Produção**. 3 edição, 2009. São Paulo. Editora Atlas.

A satisfação ao cliente e o atendimento às especificações era uma ênfase abordada por Joseph Juran e Armand Feigenbaum. De acordo com Gaither (2002)<sup>15</sup>, Juran defendia o compromisso com melhoria de qualidade do produto, no planejamento da qualidade, nas estatísticas para identificar as discrepâncias e a melhoria contínua em todos os aspectos. Feigenbaum desenvolveu o controle de qualidade total (TQC) e argumentou que a responsabilidade pela qualidade é dever das pessoas que executam o trabalho. (GAITHER, 2002, p.493).

Posteriormente a esses trabalhos, o japonês Kaoru Ishikawa adotou o conceito mais amplo da qualidade. Segundo Carpinetti (2010)<sup>16</sup>, Ishikawa afirmava que a qualidade total implica em participação de todos os envolvidos e no trabalho em grupos ao invés do individual.

Esses conceitos foram suficientes para criação dos círculos de controle da qualidade, que eram pequenos times de gerentes, supervisores e operadores treinados em conceitos estatísticos e solução de problemas. Ele também desenvolveu ferramentas de qualidade para auxiliarem essas equipes na tomada de decisão. Através dessas técnicas, foi criado um fluxo de novas ideias de melhoria de cada um e, conseqüentemente, um desempenho melhor da companhia. (FLEMMING, 2005 apud TERNER; 2003 pag. 22)<sup>17</sup>. A partir de então, por volta dos anos 70, à maioria das empresas japonesas haviam adotado os conceitos que Ishikawa denominou de *Total Quality Control* (TQC).

Esse conjunto de medidas adotadas no Japão foi suficiente para criar um modelo mundial com relação ao gerenciamento de processos, despertando interesse no ocidente. A partir da década de 80, organizações ocidentais passaram a dotar os conceitos e técnicas japonesas em relação ao desenvolvimento de produtos. (FLEMMING, 2005)<sup>18</sup>.

---

<sup>15</sup> GAITHER, N.; FRAZIER, G. (2002). **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

<sup>16</sup> CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2010. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>17</sup> FLEMMING, D. A. **Seis sigma: um estudo aplicado ao setor eletrônico**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. 2005.

<sup>18</sup> FLEMMING, D. A. **Seis sigma: um estudo aplicado ao setor eletrônico**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. 2005.

### 2.2.2. Os conceitos da Gestão de Qualidade

A Gestão da Qualidade é uma filosofia integrada de gerência e um conjunto de práticas que enfatiza a melhoria contínua, a busca pelo atendimento das necessidades do cliente, o pensamento de longo prazo, a eliminação de refugo e retrabalho, envolvimento do trabalhador, trabalho em equipe, novos projetos do processo, benchmarking, análise e solução de problemas e relacionamento forte com os fornecedores (MOREIRA 2011, pag. 554)<sup>19</sup>.

Para Paladini (2012)<sup>20</sup>, a definição de qualidade dependerá de referenciais considerados naquele momento em específico, que devem ser levados em conta no processo gerencial das organizações. Assim, a qualidade será considerada a partir dos conceitos abordados na cultura organizacional.

O entendimento predominante nas últimas décadas e que certamente representa a tendência futura é a conceituação de qualidade como satisfação dos clientes. De acordo com Carpinetti (2010)<sup>21</sup>, essa definição contempla adequação ao uso ao mesmo tempo em que contempla conformidade com as especificações do produto.

Para que isso ocorra, deve-se levar em conta que o projeto do produto deve garantir totalmente a satisfação do consumidor. Para Falconi (2004)<sup>22</sup>, métodos de análise de qualidade como pesquisas de mercado, revisão de projeto, revisão da estrutura organizacional e as condições do processo, são de extrema importância para atingir esse conceito. A Tabela 1 mostra a constituição desse “Desdobramento da qualidade”.

---

<sup>19</sup> MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. 2 edição, 2011. São Paulo. Editora Cengage Learning.



<sup>20</sup> PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade – Teoria e Prática**. 3 edição, São Paulo. Editora Atlas. 2012.

<sup>21</sup> CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2010. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>22</sup> FALCONI, V. **Gerenciamento de Rotina do Trabalho do dia a dia**. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2004.



Tabela 1- Constituição do Desdobramento da Qualidade

<i>DESDROBAMENTO DA QUALIDADE</i>	<i>DESDROBAMENTO DO CONCEITO QUALIDADE</i>	<b>Necessidade do cliente (QUALIDADE)</b>  <b>Especificação do produto (FUNÇÃO QUALIDADE)</b>	<b>Inicia-se pela qualidade que representa as necessidades do cliente. Quando desdobradas, serão as especificações do produto.</b>
	<i>DESDROBAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE</i>	Especificação do produto (FUNÇÃO QUALIDADE)  Especificação do processo	Inicia-se pelas funções qualidade, desdobra estas funções até se terem especificações do processo.

Fonte: Adaptado Falconi (2004)

A Gestão de Qualidade como estratégia competitiva parte do princípio de que a conquista e manutenção de mercados dependem do foco no cliente, para se identificarem requisitos e expectativas e oferecer valor o mercado. Para isso, as empresas não só necessitam identificar requisitos, mas também precisam organizar esses requisitos para que sejam transmitidos por todo o ciclo do produto (CARPINETTI, 2010, pag.32)<sup>23</sup>.

Para tanto, deve-se levar em conta um conjunto de princípios para se implementar de forma planejada uma gestão da qualidade baseada em melhoria contínua. A Figura 3 ilustra o relacionamento entre esses princípios e a gestão de qualidade.

<sup>23</sup> CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2010. São Paulo. Editora Atlas.

Figura 3 - Relacionamento entre princípios de gestão de qualidade



Fonte Adaptado Carpinetti (2010)

Como forma de incentivo as organizações em adotarem medidas de qualidade, a norma ISO 9001:2015 foi desenvolvida para estabelecer requisitos de gestão da qualidade com base em um modelo de gestão da qualidade. Desta maneira, ela estabelece um conjunto de atividades interdependentes, que interagem formando um sistema de atividades de gestão da qualidade, com o objetivo de gerenciamento de requisitos com foco no cliente (ISO 9001, 2015)<sup>24</sup>.

Sua certificação se consolidou como um importante instrumento qualificador para as empresas interessadas em fornecer bens e serviços, por aumentarem sua eficiência como também à satisfação dos clientes.

### 2.3.Sistema Toyota de Produção

De acordo com Ohno (1997)<sup>25</sup>, a economia japonesa resistiu com êxito à crise de 1974, sem sofrer impactos, para a surpresa de outros países. O grande segredo para tal feito foi à utilização do modelo do Sistema Toyota de Produção (STP). Tal modelo foi desenvolvido por Shigeo Shingo e Taiichi Ohno, e apresenta diversos mecanismos e ferramentas que auxiliam nos aspectos ligados desde a Economia Industrial até a Engenharia de Produção.

<sup>24</sup> ISO 9001-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=345041>, Acesso em 01 de Novembro de 2019.

<sup>25</sup> OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. 1997. Porto Alegre: Editora Bookman.

Desde 1947, a Toyota vem implantando em suas fábricas de automóveis um elemento chamado “autonomação”, mecanismo desenvolvido originalmente na divisão têxtil da companhia por Kiichiro Toyoda, seu fundador. “Autonomação” é um neologismo criado a partir das palavras “autonomia” e “automação”, pois se trata de um processo pelo qual se acoplam às máquinas um mecanismo de parada automática ao detectar-se algum defeito no transcorrer da fabricação; permitindo-as assim funcionar autonomamente (independente da supervisão humana direta) sem que se produzissem peças defeituosas. (CORIAT 1994 apud SILVA 2010, p. 23)<sup>26</sup>.

O STP procura otimizar organizações através do aumento dos lucros, reduzindo os custos. O principal alicerce do STP é a eliminação total dos desperdícios. O STP é amparado por outros dois pilares fundamentais: o *just-in-time* e a autonomação e baseia-se em três princípios essenciais: o Mecanismo da Função Produção (MFP); o princípio do não-custo; e análise das perdas nos sistemas produtivos (OHNO 1997 apud CADEO 2013)<sup>27</sup>.

A difusão dessa metodologia desencadeou na oportunidade de surgimento de inúmeros conceitos de gestão atrelados a ambientes produtivos e se incorporando em meio a competitividade. Esse fenômeno japonês baseia-se principalmente nos conceitos de produção enxuta, custo padrão, lead time de processos, “*kaizen*”, “*Poka yoke*” e *Just in time*.

De acordo com o dicionário da *Association for Operations Management* (APICS), o termo JIT é definido como sendo:

Uma filosofia de manufatura que se baseia na eliminação planejada de todo o desperdício e na melhoria contínua da produtividade. Ela envolve a execução bem-sucedida de todas as atividades de manufatura necessárias para produzir um produto final, da engenharia de projetos à entrega e inclusão de todos os estados de transformação da matéria prima em diante. Os elementos principais do JIT são a manutenção somente dos estoques necessários quando preciso; melhorar a qualidade até atingir o zero defeito; reduzir o lead times ao reduzir os tempos de preparação, comprimentos de fila e tamanho de lote; revisar

---

<sup>26</sup> CORIAT, Benjamin. Pensar pelo Avesso: **O Modelo Japonês de Trabalho e Organização**. Tradução Emerson S. da Silva, Rio de Janeiro: Revan; Ed. da UFRJ, 1994.

<sup>27</sup> OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. 1997. Porto Alegre: Editora Bookman.

incrementalmente as próprias operações; e realizar as coisas a custo mínimo. (APICS, 2010)<sup>28</sup>.

Para VOSS (1987 apud SLACK, 2009, p. 452)<sup>29</sup>, o Just-In-Time (JIT) é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produção global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade correta, no momento e local corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Slack (2009)<sup>30</sup> afirma que o JIT é dependente do equilíbrio entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado por meio da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. A filosofia chave do JIT é a simplificação.

De acordo com Slack (2009)<sup>31</sup>, a abordagem tradicional assume que cada estágio apresenta uma característica individual entre eles. É possível observar a presença de estoques em cada etapa do processo, dificultando o fluxo contínuo do processo. A abordagem JIT apresenta uma relação direta entre os estágios, evitando o acúmulo de estoques e aumentando a relação e o fluxo do processo.

O foco da abordagem tradicional está na alta utilização de sua capacidade, ocorrendo uma maior produção em cada estágio. As consequências disso são maiores níveis de estoque devido às contínuas paradas nos estágios; com altos estoques as chances de expor e resolver os problemas se torna menores, ocorrendo um maior número de paradas devido aos problemas encontrados.

Segundo Chiavenato (2014)<sup>32</sup>, três razões-chaves definem a filosofia enxuta, que apoiam as técnicas de JIT. A primeira delas refere-se à eliminação de desperdícios, ou seja, atividades que não agregam valor, através de técnicas simplificadas. A Toyota

---

<sup>28</sup> APICS. **Dicionário da Association for Operations Management**, 2010. Disponível em <[www.apics.org](http://www.apics.org)> acesso em 26 de outubro de 2019.

<sup>29</sup> VOSS, C. A. *Just –In – Time manufacture*, IFS, Springer/ Verlag, London. 1987.

<sup>30</sup> SLACK, N. **Administração da Produção**. 3ª edição, 2009. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>31</sup> SLACK, N. **Administração da Produção**. 3ª edição, 2009. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>32</sup> CHIAVENATO, I. **Gestão Produção: uma abordagem introdutória**. Barueri: Manole, 2014.

identificou sete tipos de desperdícios principais aplicáveis em vários tipos de operações diferentes. A Tabela 2 apresenta cada tipo e sua respectiva definição.

Tabela 2 - Os sete desperdícios do Sistema Toyota de Produção

<b>Desperdícios</b>	<b>Definição</b>
<b>Superprodução</b>	Produzir mais do que o necessário.
<b>Espera</b>	Espera de máquina, mão de obra e matéria prima reduz a eficiência.
<b>Transporte</b>	Movimentação desnecessária de materiais dentro da fábrica
<b>Processo</b>	No próprio processo pode haver fontes de desperdício
<b>Estoque</b>	Todo estoque deve torna-se um alvo para eliminação
<b>Movimentação</b>	Movimentação desnecessária da mão de obra
<b>Produtos Defeituosos</b>	Desperdício de qualidade é bastante significativo em operações

Fonte Elaborada pelo autor (2020).

A eliminação deles, através do JIT, irá trazer diversos benefícios para as organizações, desde redução de custos até a melhoria de qualidade dos seus produtos e serviços. E Para isso, se faz necessário entender o tempo que esses produtos passam no processo produtivo, desde a entrada dos insumos até a chegada do consumidor final, e essa somatória de tempo pode ser classificada como sendo o *Lead Time* do processo. É através dele que qualquer organização saberá qual sua capacidade produtiva e conseqüentemente saberá planejar melhor seu ciclo produtivo.

A redução do *Lead time* está associada a eliminação de atividades que não agreguem valor, e para isso se faz necessário uso do conceito de *Kaizen*. Esse termo é usado pelos japoneses para indicar pequenas melhorias no processo, por meio de montantes incrementais em vez de grandes inovações. Ou seja, *Kaizen* significa ganhos contínuos de melhoria da qualidade.

Para Barros (2005)<sup>33</sup>, como nova filosofia de trabalho nas empresas, *Kaizen* é uma metodologia que visa constantemente o melhoramento do indivíduo nas suas atividades cotidianas, procurando facilitar a resolução de problemas. Seu objetivo é estimular e capacitar os colaboradores das organizações a trabalharem como equipes, desenvolvendo

---

<sup>33</sup> BARROS, Emerson Souza. **Aplicação da Lean Construction no Setor de Edificações: Um Estudo Multicaso**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pernambuco. 2005

soluções para otimizar os processos, podendo assim haver uma melhoria na produção e consequentemente no produto final, de forma sistemática e contínua.

O princípio de Pareto trata da priorização das atividades, possibilitando a concentração dos esforços de melhoria nas causas significativas. De forma geral, é frequente que 80% dos problemas sejam provocados por cerca de somente 20% das causas potenciais (FLEMMING, 2005).

Segundo Carpinetti (2010, pag.82), esse princípio afirma que “entre todas as causas de um problema, o poucas são grandes responsáveis pelos efeitos indesejáveis do problema. Logo, se forem identificadas as poucas causas vitais dos poucos problemas vitais enfrentados pela empresa, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de um pequeno número de ações [...]”.

A metodologia 5S (separar, organizar, limpar, padronizar e sustentar), “podem ser pensados como um simples método de arrumação de casa para organizar áreas de trabalho que enfatizem ordem visual, organização, limpeza e padronização. Isso ajuda a eliminar todos os tipos de desperdício relacionados a incerteza, à espera, à busca por informações relevantes e assim por diante [...]”. (SLACK, 2009, pag. 457).<sup>34</sup>

O conceito de melhoria contínua, abordagem trazida pelo método *Kaizen*, traz em seus conceitos a abordagem de que as empresas devem estar sempre em constante aprimoramento, buscando melhorias no processo, na mão de obra, nos materiais e no inter-relacionamento entre fornecedores, empresa e clientes. Moreira (2011)<sup>35</sup> afirma que, a melhoria contínua aplica-se em todos os aspectos da filosofia JIT, sendo em parte, muito importante para o sucesso da produção enxuta.

Essa melhoria contínua está muitas vezes atrelada a ações que possam detectar anormalidades, ou *Poka Yoke*. Trata-se de dispositivos que detectam anormalidades, que inclusos em uma operação, impedem a execução irregular de uma atividade. Esses dispositivos podem ser adaptados a máquinas e equipamentos com o objetivo de parar o funcionamento caso haja alguma anormalidade que a afete a produtividade.

---

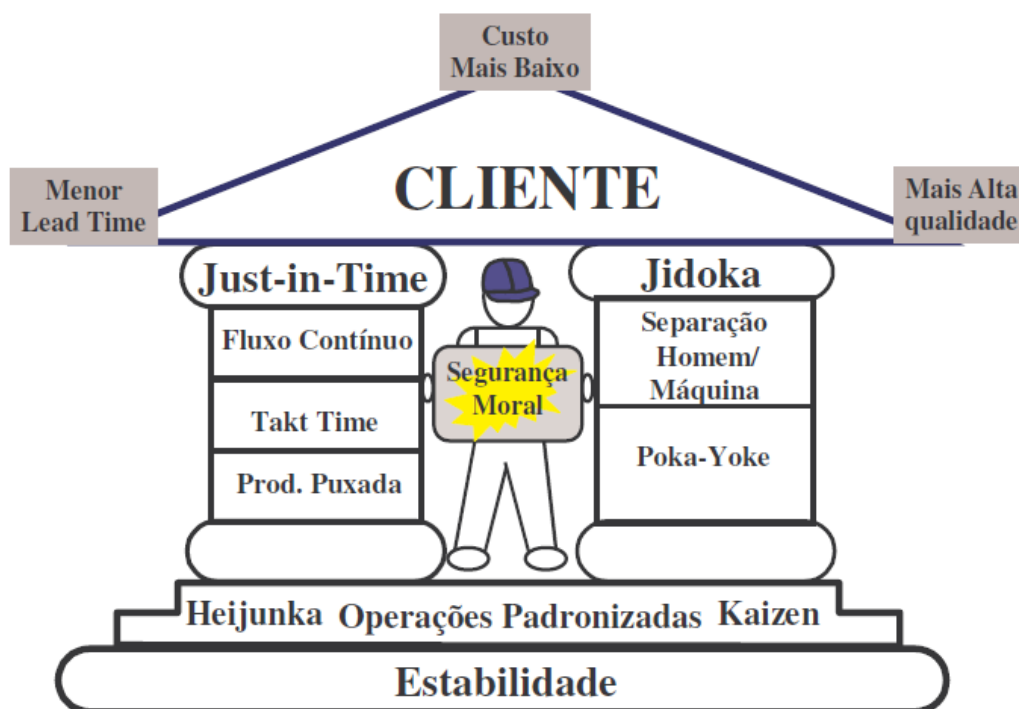
<sup>34</sup> SLACK, N. **Administração da Produção**. 3 edição, 2009. São Paulo. Editora Atlas.

<sup>35</sup> MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. 2 edição, 2011. São Paulo. Editora Cengage Learning.

Este conceito se relaciona ao processo de automação, que se trata da denominação de um estágio entre homem e máquina, onde se busca impedir a propagação de defeitos ou anormalidades no processo.

Portanto, de forma resumida, pode-se enxergar a seguir a Figura 4, que fornece a estrutura completa do Sistema Toyota de Produção ou Sistema de Produção Enxuta.

Figura 4 - Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ohno (1997)

#### 2.4. Lean Construction

Para Barros (2005,p.11)<sup>36</sup>, a construção civil pode ser caracterizada por apresentar altos índices de indicadores de desperdício, produtos de baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos de construção enxuta.

Tomando como premissa o Sistema Toyota de Produção, a metodologia de construção enxuta nasceu da necessidade de se obter um produto com custos menores e

<sup>36</sup> BARROS, Emerson Souza. Aplicação da Lean Construction no Setor de Edificações: Um Estudo Multiccaso. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pernambuco. 2005

ao mesmo tempo de maior qualidade. Sendo assim, tornou-se de grande importância a redução de quantidade de material usado, tempo, esforço, estoque, movimentação e ao mesmo tempo atender todas as necessidades dos demandados.

Sendo assim, a definição de *lean construction* pode ser apresentada como sendo:

“(...) a *lean construction* é uma filosofia de produção para a construção civil, originária dos esforços desse grupo internacional de pesquisadores para aplicar os conceitos, princípios e práticas do novo paradigma de gestão da produção na construção civil. Esses conceitos, princípios e práticas foram inicialmente propostos por Koskela (1992)<sup>37</sup>, baseados na discussão do trabalho de diversos pesquisadores da área de gerenciamento da produção e construção civil.” (Bernardes,2001, p. 4)<sup>38</sup>

A principal divergência entre o modelo de construção básico e o *Lean Construction* é que para o primeiro, a produção está atrelada a um conjunto de atividades de conversão que transforma os insumos em um produto final. Para construção enxuta, a definição vai além da transformação, mas sim enxergando o processo de construção como um fluxo, que deve ser controlado e que apresente resultados eficientes durante todo o caminho percorrido até o objetivo final.

Segundo Gehbauer (2004)<sup>39</sup>, se torna importante analisar metodicamente as estruturas e processos existentes, com a finalidade de descobrir pontos fracos, como exemplo, tempos de espera desnecessários, falhas na preparação e transmissão de informações, estoques intermediários evitáveis e percursos de transporte demasiadamente longos, depois, é perceber as possibilidades de melhoria, analisá-las e introduzi-las para

---

<sup>37</sup> KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.

<sup>38</sup> BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. Tese Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFRS, Porto Alegre, 2001.

<sup>39</sup> GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil**. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.



assim testa-las e serem aceitas pelos envolvidos. A melhoria no sistema é a principal evolução da racionalização implantada.

No contexto de limitações de recursos, aumento destes e a concorrência, é que, para um empreendimento ter sucesso é necessário usar como fonte de sobrevivência o raciocínio, e utilizar fatores simples dentro da empresa como estratégias marcantes para o sucesso. Para isso, se é necessário o máximo de racionalidade na realização de projetos ou das atividades produtivas, com o menor desperdício de trabalho visando os custos mais favoráveis possíveis, com maior produtividade e um máximo de segurança no ambiente de trabalho. A união do planejamento, aquisição, administração, marketing e postura orientada ao cliente é o caminho para o sucesso almejado (GEHBAUER, 2004).

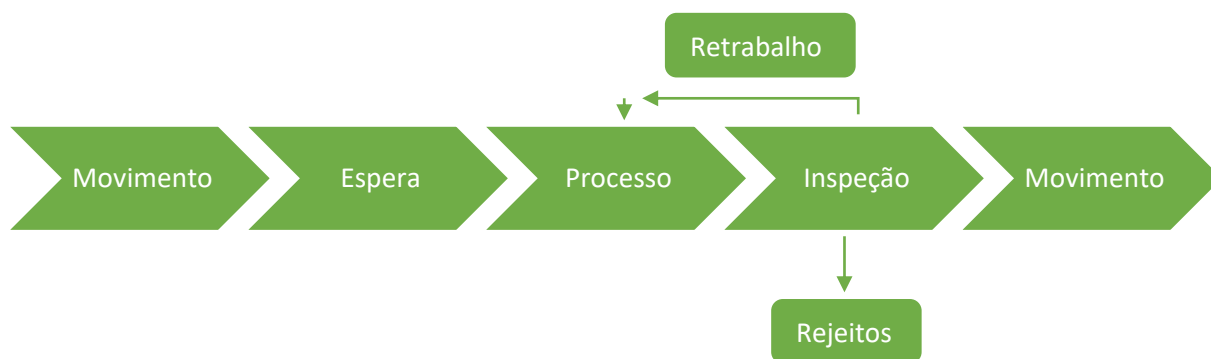
Essa revolução no modo de gerir obras, apesar da complexidade existente em sua aplicação, tem como base três premissas principais: A primeira refere-se ao abandono do conceito de processo, como a transformação de *inputs* em *outputs*, passando a designar como sendo um fluxo não só de materiais mas principalmente de informações; a segunda conceitua a análise do processo de produção, um representando o fluxo de materiais e o outro representando o fluxo de pessoas; a terceira está em consideração do valor agregado sob o ponto de vista dos clientes internos e externos, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passam a incluir as atividades que não agregam valor ao produto por exemplo, transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho. (BARROS, 2005, p.12 apud KOSKELA,1992; SHINGO,1996)<sup>40</sup>.

O modelo de processo funciona da seguinte forma: Deve-se considerar primeiramente o processo como um fluxo de materiais desde a matéria prima, até o consumidor final, sendo o mesmo constituído de atividades tais como mostrado na Figura 5 abaixo.

---

<sup>40</sup> BARROS, Emerson Souza. Aplicação da Lean Construction no Setor de Edificações: Um Estudo Multiccaso. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pernambuco. 2005

Figura 5 - Modelo de Processo de Construção Enxuta



Fonte: Adaptado Koskela (1992)

Os processos na construção enxuta também são caracterizados pela geração de valor, e isso está intrinsecamente ligado ao nível de satisfação do cliente, sejam eles internos ou externos, e para isso ocorrer, as atividades inerentes ao processo precisam transformar a matéria prima em componentes requeridos para o atendimento dos mesmos.

A metodologia é baseada na aplicação de 12 princípios básicos, abordados por Lauri Koskela, que servem de norte para construção enxuta. Tais Princípios são:

#### 2.4.1. Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor

Segundo Koskela (1992)<sup>41</sup>, deve-se determinar e posteriormente mitigar toda e qualquer atividade que não agregue valor. As formas de eliminação dessas atividades dão:

- A redução de perdas na inspeção, movimentação e espera. Estas três são as atividades que não agregam valor consideradas as mais críticas na construção civil pela identificação realizada por Koskela;
- Mitigação refere-se à falta de informação sobre a medição de desempenho das atividades realizadas no canteiro de obras.
- Eliminação atividades que não agregam valor refere-se aquelas atividades que mesmo não agregando valor, fazem parte do processo produtivo. Essas atividades são perdas por retrabalho, falta de segurança que gerem acidentes, e defeitos nos produtos.

<sup>41</sup> KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.

#### **2.4.2. Incremento o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente.**

Para Koskela (1992), existem dois tipos de clientes, o interno e o externo. O interno é responsável pela próxima atividade do sistema produtivo e o externo é o cliente final. A adição de valor ao cliente, interno ou externo, ocorre quando existe conhecimento dos requisitos que levam a satisfação do cliente.

#### **2.4.3. Redução da variabilidade**

A importância de se obter informações e medições dos problemas de forma sistemática, fornece meios para solucionar os problemas com maior velocidade e consequentemente com maior qualidade. Isso tudo se torna mais fácil com a padronização dos processos. Isso possibilitará no aumento da produtividade e um planejamento mais coeso das ações também será desenvolvido.

Esse é um dos fatores que mais devem ser trabalhados no setor da construção civil, tendo em vista que em torno de todo o processo, a dependência do fator humano se torna quase que indiscutível. Sendo assim o desafio da gestão em padronizar se torna bastante desafiador, e o *Lean Construction* oferece os meios necessários para se tornar concreto todas essas ações.

#### **2.4.4. Redução no tempo de ciclo**

Para Koskela (1992)<sup>42</sup>, o tempo de ciclo é importante para o controle da produção pois qualquer acréscimo nele representa um sinal de alerta, indicando que algo não está conforme. Reduzir o tempo de ciclo melhora a produtividade, pois com isso se elimina o desperdício do processo produtivo.

#### **2.4.5. Simplificação pela diminuição na quantidade de passos e partes.**

A simplificação de um processo é expressa com a redução dos componentes ou do número de atividades existentes no fluxo de materiais. Sendo assim, quanto menor esse número, menor será as atividades que não agregam valor ao produto e consequentemente as perdas por movimentações desnecessárias. (KOSKELA, 2002).

---

<sup>42</sup> KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.

#### **2.4.6. Aumento de flexibilidade na produção.**

Esse princípio está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor, sendo assim, implica-se que se deve oferecer uma demanda maior de variabilidades na construção para atender uma demanda maior de clientes sem o aumento do preço do produto. O aumento da flexibilidade de saída, para Koskela (1992), pode ser alcançado através da redução de lotes até que se iguale à demanda, reduzindo a dificuldade de *setups* e mudanças.

#### **2.4.7. Melhoria nas transparências do processo**

Para Koskela (1992)<sup>43</sup>, tornar o processo diretamente visível por meio sinalização e um *layout* organizado, utilização controles visuais e estabelecimento de uma manutenção preventiva.

A implantação desse princípio tende a exibir para toda a equipe de colaboradores da obra em execução dos pontos a serem melhorados durante o processo, facilitando a busca por soluções mitigadores e melhorias que levem ao sucesso do empreendimento.

#### **2.4.8. Foco no controle do processo**

O processo, segundo Koskela (1992), deve ser controlado e mensurado de maneira que alcance a melhoria contínua da empresa. A medição fornecerá meios de tomada de decisão, através da integração dos diferentes níveis de planejamento.

Para Isatto et al (2000)<sup>44</sup>, um grande risco nos esforços de melhorar um subprocesso é sub-otimizar essa atividade específica, dentro de um processo, com um impacto reduzido (ou até negativo de desempenho global). Esse princípio pode ser aplicado na medida em que haja mudança de postura, por parte dos envolvidos na produção, no que tange à preocupação sistêmica dos problemas. Nesse caso, a integração entre os diferentes níveis de planejamento pode facilitar a implantação desse princípio.

---

<sup>43</sup> KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.

<sup>44</sup> ISATTO, E. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

#### **2.4.9. Desenvolver melhoria contínua nos processos**

Um dos componentes fundamentais da filosofia TQM (Gestão da Qualidade Total) e da técnica JIT, visando a redução de perdas e o aumento de valor na gestão de processos com o envolvimento de todos os colaboradores da organização. Sendo assim, a gestão participativa e o trabalho em equipe são essenciais para desenvolver continuamente melhorias nos processos construtivos. (BARROS,2005)<sup>45</sup>.

#### **2.4.10. Melhoria em balanceamento de fluxo**

De acordo com Koskela (1992)<sup>46</sup>, quanto mais um processo é complexo, maior será seu impacto econômico no seu fluxo. E quanto maior os desperdícios dentro do processo produtivo, maiores serão os resultados alcançados utilizando as melhorias de conversão.

Sendo assim, o balanceamento de fluxos com a melhoria das conversões se trata da observação dos processos e análise do que pode ser melhorado, independentemente de serem fluxos ou conversões.

#### **2.4.11. Benchmarking**

Segundo Martins (2011)<sup>47</sup>, trata-se de um processo de estudo e comparação de operação e organização incorporadas em outras empresas, que normalmente são líderes de mercado e concorrentes diretos ou indiretos. Portanto, devem ser encontrados os melhores processos existentes, e realizar alterações necessárias que são particulares de cada processo, e executá-los com o intuito de buscar níveis equiparáveis.

#### **2.4.12. Aplicação da Metodologia *Lean Construction***

De acordo com (JUNQUEIRA, 2006, P. 14 apud SANTOS, 1999)<sup>48</sup>, a aplicação de algumas ferramentas lean, em canteiro de obras, apresenta-se de maneira isolada e

---

<sup>45</sup> BARROS, Emerson Souza. Aplicação da Lean Construction no Setor de Edificações: Um Estudo Multiccaso. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pernambuco. 2005

<sup>46</sup> KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.

<sup>47</sup> MARTINS, J. R. M. **Lean Construction na Construção e Engenharia Portuguesa – Oportunidades e Desafios Para os Donos de Obra**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2011.

<sup>48</sup> JUNQUEIRA, E. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0**. Especialização em engenharia de produção para construção civil. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

fragmentada, mas argumenta que o primeiro passo para disseminação da metodologia de construção enxuta em canteiros de obras é a iniciativa. O fato é que se essas ações são desenvolvidas de maneira integrada, a percepção de resultados mais satisfatórios ocorre de maneira mais rápida.

Ainda segundo Junqueira (2006), as aplicações da mentalidade enxuta em fluxos de obras demonstram aplicabilidade, apesar das características específicas do setor. O grande desafio para empresas e profissionais que busquem a aplicação da prática *Lean Thinking* no setor de construção, é a busca de metodologias que traduzam formas de implementação dos princípios para o ambiente da construção, sendo a aplicação específica de ferramentas uma decorrência.

Esses fatos enfatizam que essa aplicação deverá ocorrer no fluxo de matéria prima, desde a chegada do fornecedor, até o cliente final; na movimentação de materiais e pessoas dentro de toda a cadeia; nas informações inerentes ao processo e toda a unidade estudada, com objetivo de se obter uma visão sistêmica.

Na Tabela 03 apresentam-se as sugestões de Picchi (2004)<sup>49</sup> para aplicação dos conceitos de *lean thinking* ao fluxo de obra, de maneira mais ampla e integrada. Essas sugestões tomam como base as recomendações e experiências de implementação, acumuladas em diversos setores industriais, registradas na literatura ou acompanhadas pelo autor.

Tabela 3 - Sugestão de aplicação do *Lean Construction*

<b>Princípio</b>	<b>Exemplos de Ferramentas já aplicadas</b>	<b>Sugestão de Ferramentas mais amplas</b>
<b>Valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iniciativas de racionalização construtiva em geral visando redução de custos sem partir de uma identificação sistemática do que é valor para o cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificação do que é valor para o cliente;</li> <li>• Revisão sistemática dos processos construtivos visando aumentar o valor oferecido para o cliente, reduzindo desperdícios e</li> </ul>

<sup>49</sup> PICCHI, F. A. *Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): avaliação sistemática de potencial de aplicação do setor da construção*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO

		melhorando ou oferecendo novas características desejadas
<b>Fluxo de valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de mapeamento de processos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapeamento do fluxo de valor, considerando informações e materiais;</li> <li>• Desenho de um estudo futuro do fluxo de valor identificando melhorias necessárias e ferramentas decorrentes.</li> </ul>
<b>Fluxo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de ferramentas específicas, tais como controles visuais e poka-yoke, em aspectos de segurança;</li> <li>• Uso do Work Structuring para identificação e diminuição dos desperdícios nos processos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de fluxo entre as atividades, revendo a estrutura e a divisão de trabalhos entre equipes e entre operadores de forma a minimizar interrupção e espera entre as atividades;</li> <li>• Adoção de trabalho padronizado, definindo seqüência, ritmo e estoque</li> </ul>
<b>Produção puxada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação de Just-in-time entre serviços ou fornecimento de materiais específicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização extensiva de formas de comunicação direta para puxar no momento que sejam necessários, serviços, componentes e manuais.</li> </ul>
<b>Perfeição</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de sistemas de qualidade com foco prioritário em padronização de aspectos do processo que afetam o produto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoção de processos que possibilitem a rápida exposição dos problemas;</li> <li>• Estabelecimento na base da hierarquia funcional, procedimentos sistêmicos de melhoria e aprendizados contínuos, acionados que ocorra sempre qualquer variação no trabalho padronizado.</li> </ul>

Fonte Picchi 2004

## CAPÍTULO III

**3. Materiais e Métodos**

Neste capítulo serão discutidos os materiais e equipamentos utilizados para realização da pesquisa, como também todos os procedimentos utilizados com o intuito de se obter os resultados desejados.

**3.1. Materiais**

- Cimento Portland CP II – 32;
- Brita (19mm);
- Brita (12mm);
- Areia média (>1/4mm e <1mm);
- Quadro *Kanban*;
- Cartões *Kanban*.

**3.2. Equipamentos**

- Betoneira CS 600 litros com motovibrador e cuba acoplada;
- Betoneira CS 200 litros;
- Peneira elétrica rotativa 100 RPM;
- Caminhão Dumper articulado de capacidade de 300 litros;
- Riscadeira Manual
- Serra mármore Bosh a seco 1500w.

**3.3. Métodos**

Com o objetivo de se alcançar os resultados esperados no estudo, foi desenvolvido em primeira instância um embasamento teórico com respeito ao tema estudado. Esse estudo serviu para a elaboração de uma sistemática de implantação da metodologia em uma empresa de Construção Civil no setor de produção de casas unifamiliares na cidade de Campina Grande Paraíba.

Serão realizadas quatro etapas: Planejamento, Execução, Monitoramento e Sistematização.



Coletando dados *in loco* referentes a construtora analisada, ao projeto executivo, modelo construtivo, as etapas e como se dá os métodos de construção atuais do empreendimento, além de coletar os custos envolvidos no processo (mão de obra, matéria prima, custos totais de produção) como também os índices de produtividade existentes. Além disso foram coletados os tempos de paradas na execução dos serviços, no Anexo A apresenta as fichas de coleta de horas paradas.

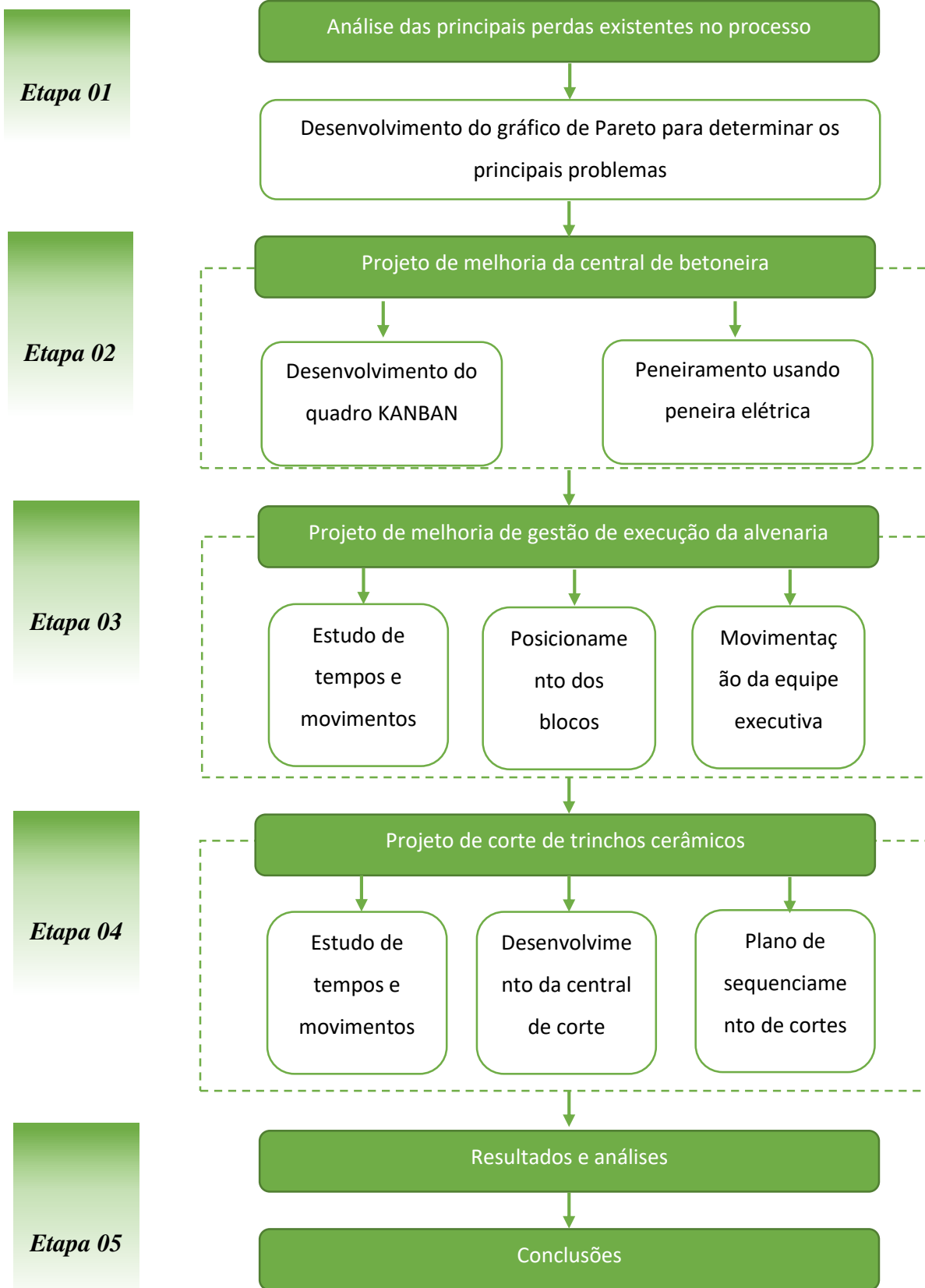
Após a coleta, no Planejamento desenvolveu-se uma análise das principais atividades que não agregam valor, como também das principais perdas existentes no processo, onde posteriormente se desenvolveu um plano de ação com melhorias enxutas, com o intuito de se reduzir custos e aumentar a produtividade, onde foi colocado em prática as ações planejadas de acordo com a metodologia *Lean Construction*. A execução, desenvolvendo treinamento das equipes de produção e um estudo de tempos com o intuito de se encontrar melhores modos construtivos para o projeto em estudo.

O monitoramento, onde se avaliou os indicadores de desempenho após a implantação das ações, observando os impactos existentes entre o modelo antigo e o novo modelo de produção, mensurando produtividade, custos, critérios de balanceamento e acompanhamento de variações existentes.

A sistematização, onde se replicou as ações que mostraram ser importantes para melhoria do processo, disseminando a importância da metodologia e apresentando os resultados alcançados com o estudo como também possíveis novos projetos de otimização que possam trazer resultados satisfatórios a médio e longo prazo.

Foram desenvolvidos na pesquisa três projetos de melhoria de gestão com base na metodologia referente. O processo metodológico está disposto na Figura 6 a seguir.

Figura 6 - Fluxograma de atividades da pesquisa



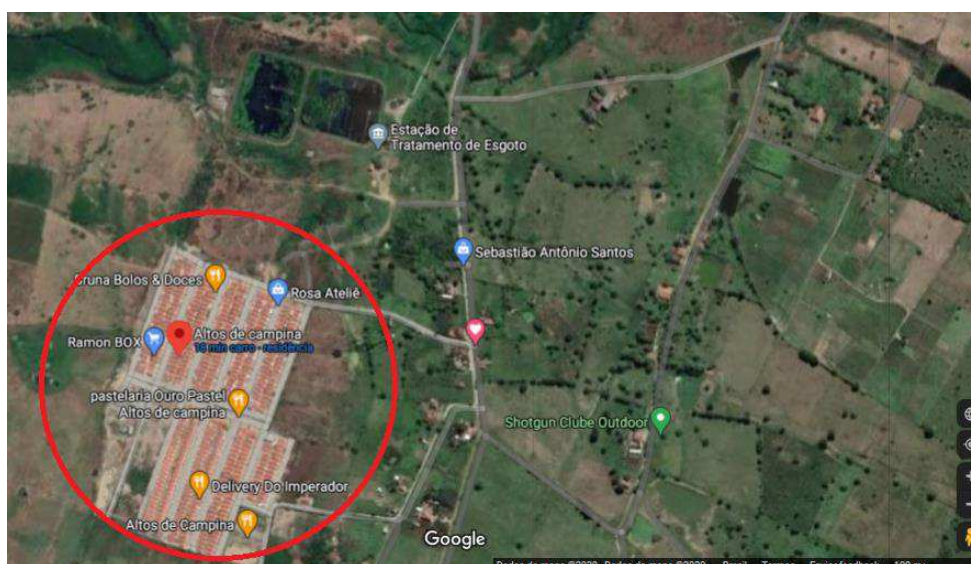
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 3.3.1. A Organização

A empresa está a 4 anos na cidade de Campina Grande. Existem dois empreendimentos desenvolvidos na cidade, o primeiro deles é localizado na Zona Sudoeste da cidade, no bairro Portal Sudoeste, onde foram construídas 134 residências unifamiliares que se encaixam no programa Casa Verde Amarela, do Governo Federal.

O segundo empreendimento, fonte de realização do estudo, está localizado no bairro da Catingueira, e conta com uma estrutura de 532 residências unifamiliares. O mesmo está em etapa de finalização, com mais de 75% das casas construídas. A Figura 7 apresenta a sua localização.

Figura 7 - Localização Altos de Campina



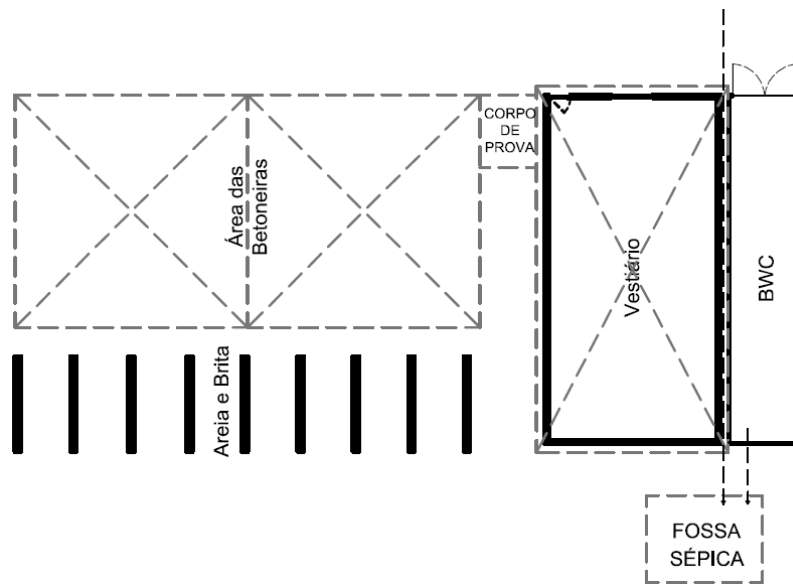
Fonte: Google Maps (2020)

### 3.3.2. O Canteiro de Obras

O empreendimento conta com uma estrutura de canteiro de obras completa, contemplando uma área de betoneiras, setor de suprimentos, salas de gestão, refeitório, banheiros e vestiário. O mesmo está disposto no Anexo E.

O setor de betoneiras tem como objetivo a produção dos traços utilizados na obra, contendo nela espaços reservados para o estoque de agregados e água, além de um estoque intermediário de cimento. Próximo ao setor, existe os vestiários e banheiros, com capacidade para acomodar até 80 colaboradores. A Figura 8 a seguir apresenta o setor de betoneiras e vestiários.

Figura 8 - Setor de betoneiras e vestiários

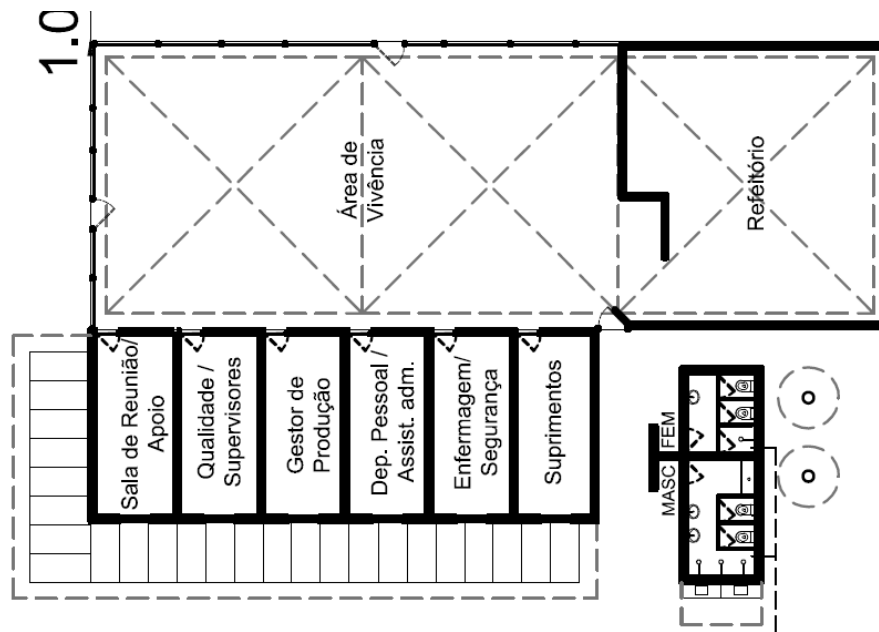


Fonte: Empresa Estudada (2020)

O setor de suprimentos conta com uma área para armazenamento de todos os materiais e ferramentas utilizadas na obra, os mesmos são armazenados em *containers* e organizados de acordo com sua funcionalidade e dimensão. Existe ainda uma área de entrada e saída de veículos, destinado ao recebimento e armazenamento das cargas.

A área de vivência conta com o espaço das salas setoriais, onde localiza-se os setores de Qualidade, Segurança do Trabalho, Administrativo, Coordenação da Produção e a Sala de Reuniões. Além disso, ainda contempla banheiros para mão de obra indireta e o refeitório para os colaboradores. A Figura 9 a seguir apresenta a área descrita.

Figura 9 - Área de Vivência e salas setoriais



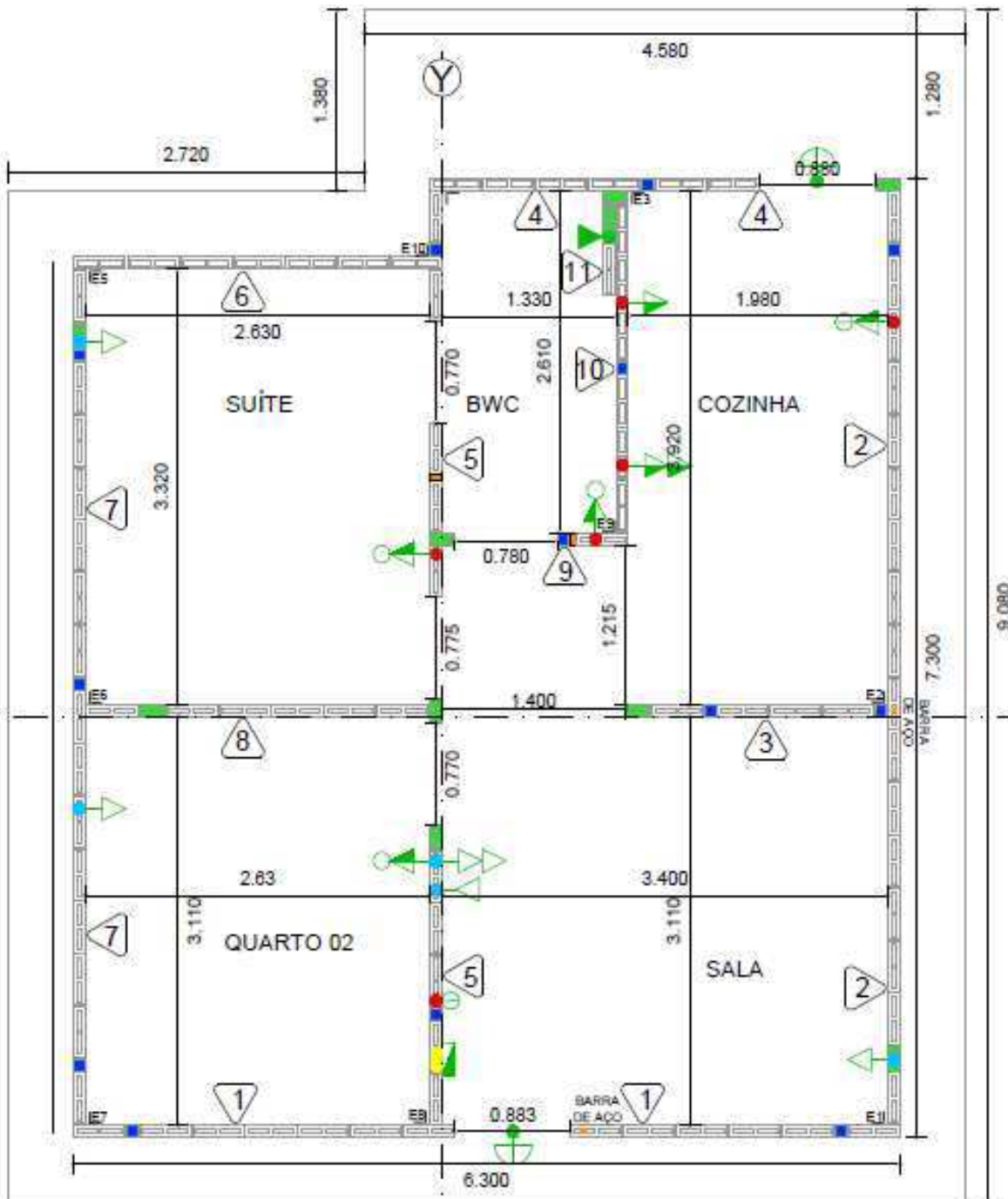
Fonte: Empresa Estudada (2020)

### 3.3.3. Projeto residencial unifamiliar

O terreno possui dimensões de 7,80 metros de largura e 19 metros de comprimento, totalizando em uma área de 148,2 metros quadrados. A área construída possui uma sala, dois quartos, uma cozinha, um banheiro reversível, área de serviço e a torre de caixa d'água, totalizando 50 m<sup>2</sup>.

Vale ressaltar que a residência possui dois recuos laterais, favorecendo as condições do terreno, e sua caixa d'água está localizada fora da casa, acoplada à uma torre próxima a área de serviço, isso facilita no processo construtivo e oferece mais segurança estrutural e estabilidade global. A seguir, é apresentado na Figura 10 a planta baixa da edificação habitacional em estudo.

Figura 10 - Planta arquitetônica da residência unifamiliar



Fonte: Empresa Estudada (2020)

### 3.3.4. Projetos Kaizen: Implantação de melhorias de Gestão e Execução

O projeto em estudo refere-se à unidade unifamiliar que se encaixa na faixa 1 do programa Casa Verde Amarela do Governo Federal, destinado a famílias com renda média de R\$1800,00 mensais. As condições de construção estão embasadas na NBR 15575 – Norma de Desempenho de edificações habitacionais e também está certificada no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) do Governo

Federal, regido pela Caixa Econômica Federal. Os projetos elaborados foram baseados na análise dos serviços executados.

#### **3.3.4.1. Gestão na central da betoneira**

Com o intuito de se reduzir as paradas na produção por atraso de material, em especial dos traços produzidos na central de betoneira, buscou-se elaborar um *Kaizen* com o intuito de se gerir melhor o processo produtivo de traços utilizados na obra.

Em princípio, a produção utiliza 6 tipos de traços diferentes: Concreto gordo, concreto magro, chapisco, reboco, contrapiso interno, contrapiso externo. Cada um dos tipos exigem uma especificação de produção como também uma ordem de prioridades dependendo da etapa de produção em que cada grupo se encontra. Além disso, a central conta com duas betoneiras, porém apenas uma betoneira é utilizada em 100% da sua capacidade, sendo a segunda utilizada para possíveis quebras da betoneira 1 ou superprodução no setor. A Figura 11 apresenta a disposição das betoneiras contidas na central.

Figura 11 - Setor de betoneiras



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

É possível observar que não existe um planejamento de produção para o dia seguinte, fazendo com que o setor perca tempo para organizar a fabricação de traços e consequentemente a entrega na produção.

Outro ponto importante está relacionado aos agregados. Existe 5 tipos: areia grossa (entre 1mm e 2 mm), areia média (entre 0,25mm e 1mm), areia fina (1/16 mm e 1/4mm), brita 19mm e brita 16mm. As areias, antes de entrarem em produção, precisam de ser peneiradas para garantir as especificações de projetos. A execução desse serviço é realizada de maneira manual, gerando um tempo de execução elevado e causando perda de produtividade no setor, além de ser uma atividade desgastante para os colaboradores. A Figura 12 a seguir mostra o procedimento de peneiramento dos agregados.

Figura 12 - Peneira manual



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Dessa maneira, para se obter melhores resultados de performance de produção, realizou-se um planejamento de ações mitigadoras juntamente com a equipe de gestores, com o objetivo de aprimorar a gestão de produção e entrega de materiais e que reduzisse



o tempo de peneiramento dos agregados. Os planos de ação *lean* estão dispostos na Tabela 4 a seguir.

**Tabela 4** - Ações de melhoria no setor de betoneiras

<b>Causa</b>	<b>O que fazer</b>	<b>Como Fazer</b>	<b>Resposável</b>	<b>Onde</b>	<b>Quando</b>
<b>Falta de gestão</b>	Elaboração de um planejamento de execução de traços	Quadro de planejamento e gestão (Kanban)	Ygho Rufino	Central de betoneiras	Até Abril de 2020
<b>Peneiramento manual</b>	Peneiramento mecânico	Compra de uma peneira elétrica	Thiago Freitas	Central de betoneiras	Até Abril de 2020

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Levando em consideração uma melhor gestão de produção, considerou-se implantar um quadro de gestão à vista que contivesse informações claras para o betoneiro sobre o que ele iria fabricar, quando ele iria fabricar, e para quem ele iria fabricar. Sendo assim, se foi desenvolvido um quadro de sinalização, mais conhecido como *Kanban*, onde o mesmo estaria informado os horários de entrega dos traços e para que grupo eles iriam. Além disso, os traços são representados por cartões coloridos (cada tipo de traço recebeu uma cor), e nele está contida a informação da quantidade a ser fabricada (1 traço ou 0,5 traço).

O quadro recebe alimentação do setor de suprimentos no dia anterior a produção, de acordo com o planejamento da obra para o dia seguinte. Quando o betoneiro inicia seu serviço, no quadro estarão todas as informações precisas para o mesmo iniciar rapidamente sua atividade de maneira rápida. A Figura 13 a seguir apresenta o quadro *kanban* desenvolvido.

Figura 13 - Quadro de gestão à vista KANBAN



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com o intuito de otimizar o processo de peneiramento dos agregados, buscou-se no mercado a solução de compra de uma peneira elétrica. Essa alternativa trouxe velocidade e organização do setor. A Figura 14 a seguir apresenta a peneira elétrica adquirida.

Figura 14 - Peneira elétrica rotativa

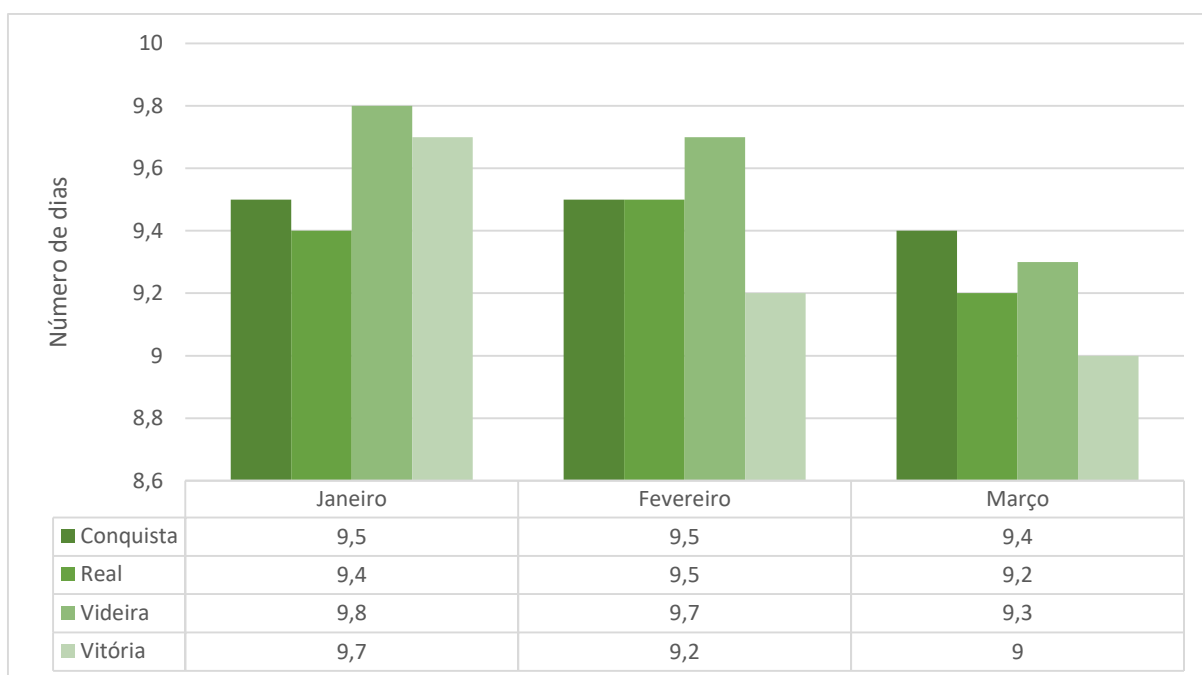


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

### 3.3.4.2. Padronização do serviço de alvenaria

Durante a execução da etapa de alvenaria realizados entre os grupos autônomos (formados por 3 pedreiros e 2 serventes), é possível observar que existe uma falta de padronização de execução, ou seja, cada grupo de colaboradores responsável pela construção de uma unidade habitacional realiza as atividades de uma maneira diferente. O resultado disso é a ineficiência do processo, gerando produtividades distintas, perdas por movimentação e qualidade do produto final. A Figura 15 a seguir apresenta a produtividade média entre os meses de janeiro a março dos grupos de produção.

Figura 15 - Produtividade média



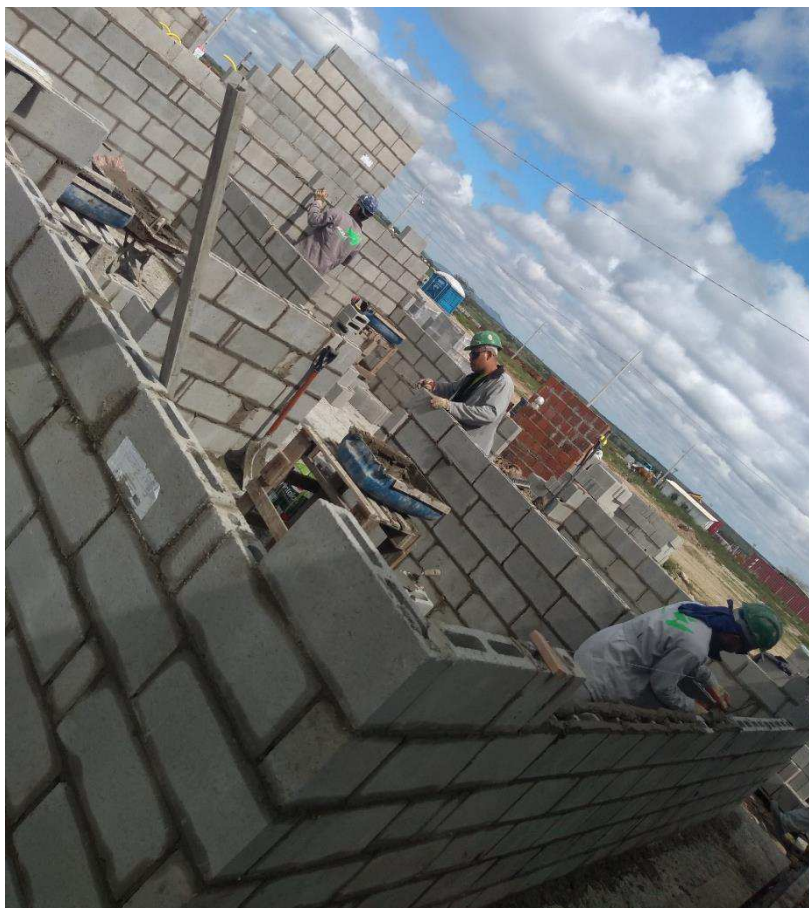
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

É possível perceber que os grupos possuem produtividades distintas, afetando o planejamento de entregas, aumentando a produtividade e consequentemente o ritmo das equipes. Pensando nesse quesito, elaborou-se um projeto de desenvolvimento de um mapa fluxograma de execução das atividades de alvenaria e reboco, com o intuito de se buscar o melhor método de execução através das experiências praticadas.

A execução do serviço se inicia com a marcação da primeira fiada. Posteriormente, se posiciona 3 pedreiros nos vértices da casa para “soltar as cabeças da alvenaria”, ganhando velocidade na execução dos planos. Posteriormente, dois pedreiros assumem os planos maiores de execução enquanto o terceiro pedreiro constrói o quarto

vértice. Após os planos maiores serem construídos, os pedreiros executam os planos internos (quartos e banheiro). A Figura 16 mostra o processo de execução.

Figura 16 - Execução de alvenaria com as melhorias aplicadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Outro ponto importante foi a localização dos blocos de concreto, que foram realocados em pontos estratégicos no radier para facilitar o seu manuseio e movimentação durante a execução do serviço. A Figura 17 a seguir apresenta a localização dos blocos de concreto.

Figura 17- Posicionamento dos blocos de concreto no radier



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

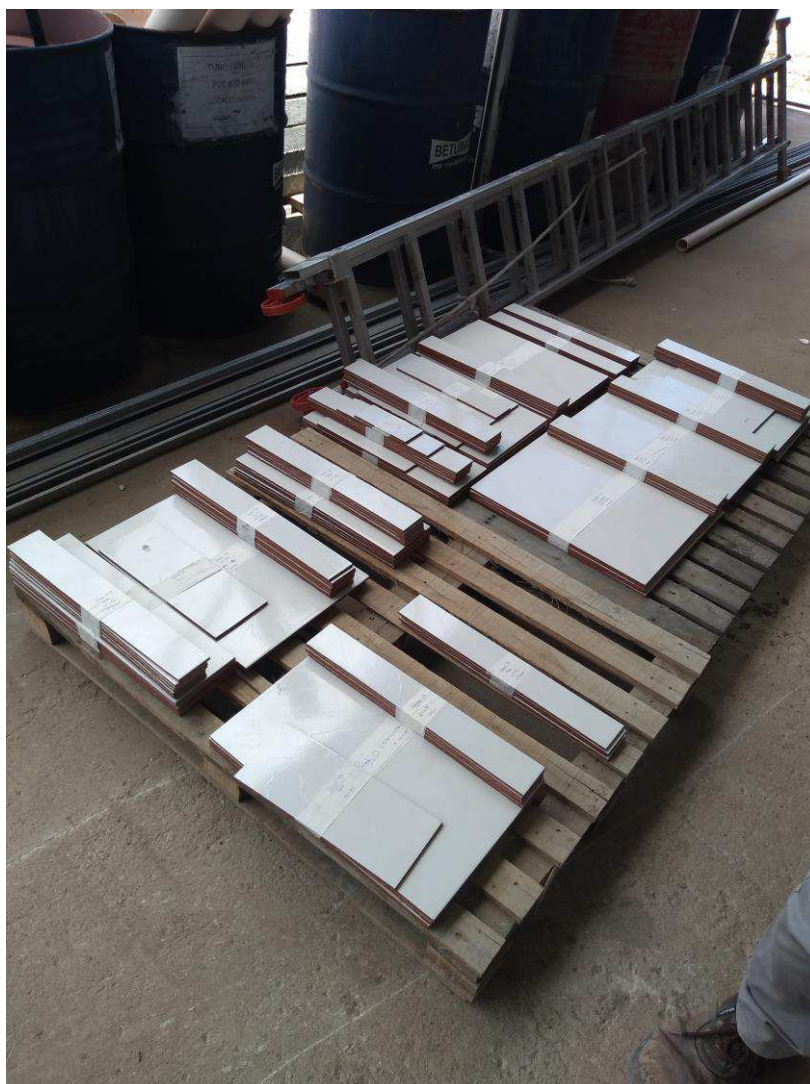
#### 3.3.4.3. Central de cortes de trinchos de cerâmica

O processo de assentamento cerâmico é replicado para todas as unidades habitacionais construídas no empreendimento, obedecendo-se um projeto padrão que contempla o dimensionamento e posição dos trinchos utilizados no serviço. O Anexo B contempla o projeto executivo desta etapa.

O projeto *kaizen* é referente para a criação de uma central de corte de trinchos de cerâmica com base no projeto executivo existente. Os cortes seriam realizados de forma antecipada por um profissional específico, com base em uma linha de produção que aproveitasse ao máximo as cerâmicas. O Anexo C a seguir apresenta o sequenciamento de cortes de trinchos desenvolvido.

As cerâmicas cortadas são identificadas com relação à vista e a quantidade específica da dimensão, para facilitar sua organização quando a produção recebesse as peças. A Figura 18 apresenta a representação dos trinchos de placas cerâmicas cortadas.

Figura 18 - Trinchos de placas cerâmicas cortadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

## CAPÍTULO IV

**4. Resultados e Análises**

Neste capítulo serão abordados o diagnóstico da empresa antes da implantação da metodologia *Lean Construction*, e posteriormente os resultados alcançados após a implantação das melhorias.

**4.1. Diagnóstico atual de Gestão**

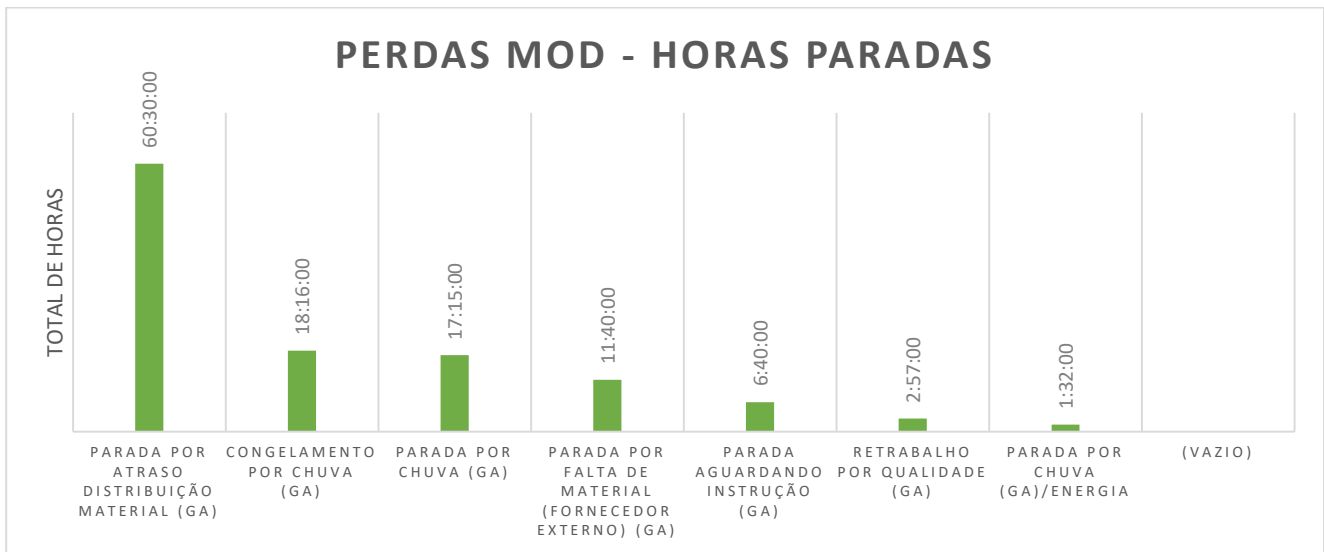
Através de uma investigação *in loco*, observando o processo construtivo, a cadeia logística de entrega de insumos e o setor de produção de traços, é possível perceber perdas existentes referente a atividades que não agregam valor.

A primeira delas é referente a paradas na produção por atraso na entrega de matérias primas para início das atividades diárias, ocasionando em perdas de produtividade e aumento de custos. Isso ocorre principalmente por dois fatores.

O primeiro está relacionado ao planejamento produtivo no setor de betoneiras, onde a produção diária é entregue ao setor apenas no dia de produção, fazendo com que o betoneiro perca tempo realizando o seu planejamento produtivo de acordo com as necessidades mais importantes na obra; o segundo está relacionado a entrega de matéria prima nos pontos da obra, tendo em vista que não se possui um meio de transporte adequado para realização da atividade, fazendo com que os próprios colaboradores de produção façam o percurso de coleta e materiais no setor de suprimentos.

Através de uma coleta de dados nos meses de janeiro a março, foi possível perceber o impacto na produção por atraso de matéria prima. Veja no Figura 19 a seguir.

Figura 19 - Paradas na produção



Fonte: Empresa estudada (2020)

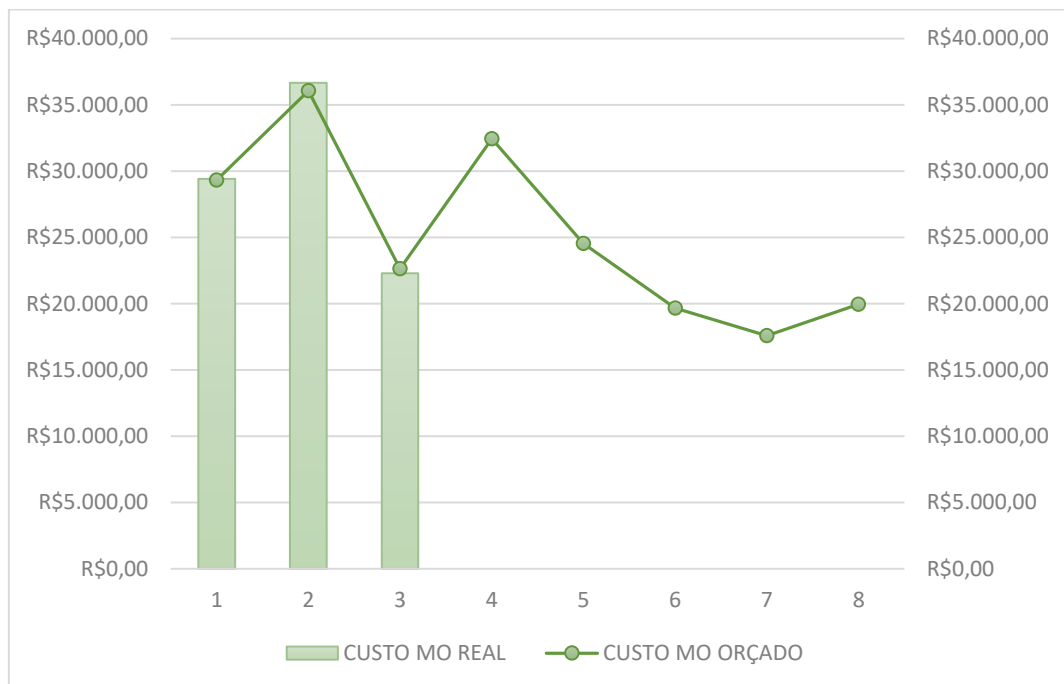
É possível observar através de um gráfico de Pareto que as paradas nos grupos de produção devido ao atraso de mão de obra chegaram na faixa de 60 horas somadas nos meses de janeiro a março. Isso afeta diretamente na produtividade do empreendimento.

A existência de atividades que não agregam valor são perceptíveis em cada etapa executiva, através de execução de retrabalhos durante a execução de alvenaria por falha de prumada, assentamento desnivelado de pisos, movimentações excessivas para realizações de cortes de trinchos de blocos no processo de alvenaria ou trinchos cerâmicos no processo de assentamento, quebra de soleiras e perda de matérias primas. Todas essas atividades, além de gerarem aumento de custos de mão de obra direta, também aumentam o consumo de materiais e consequentemente os custos dos mesmos.

Levando em consideração o custo de mão de obra, observado através da Figura 20 a seguir, pode-se observar os custos de mão de obra reais em relação à curva de orçamento elaborada pela diretoria no início do ano.



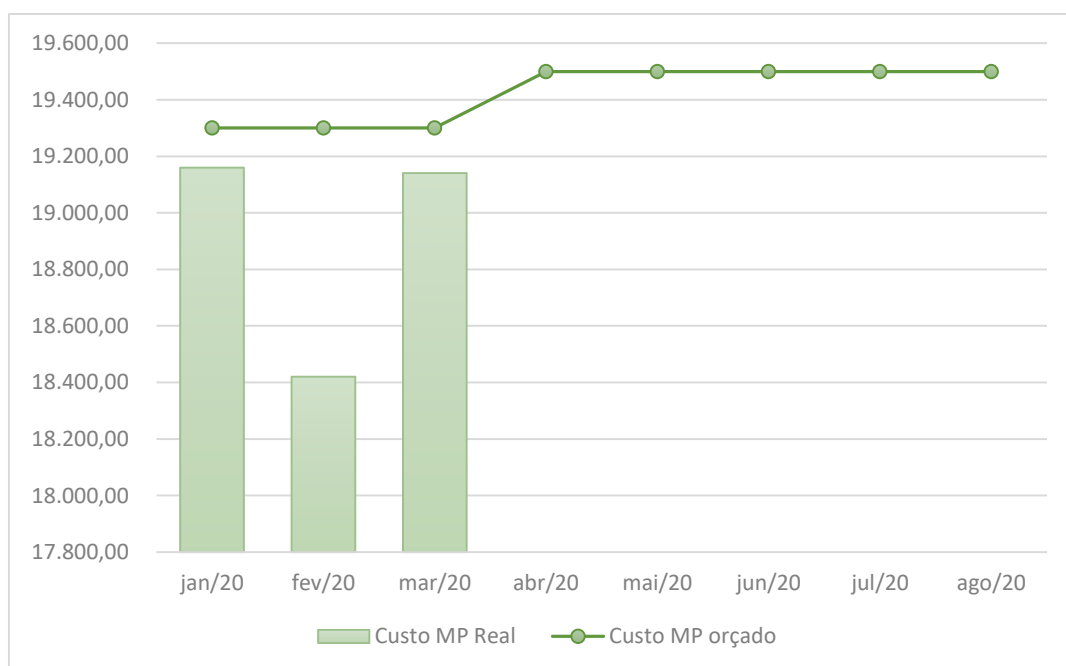
Figura 20 – Custos médios de Mão de obra direta



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Os custos de matéria prima são dispostos na Figura 21. Observa-se os custos de matéria prima reais em relação à curva de orçamento elaborada pela diretoria no início do ano.

Figura 21 - Custos médio de matéria prima



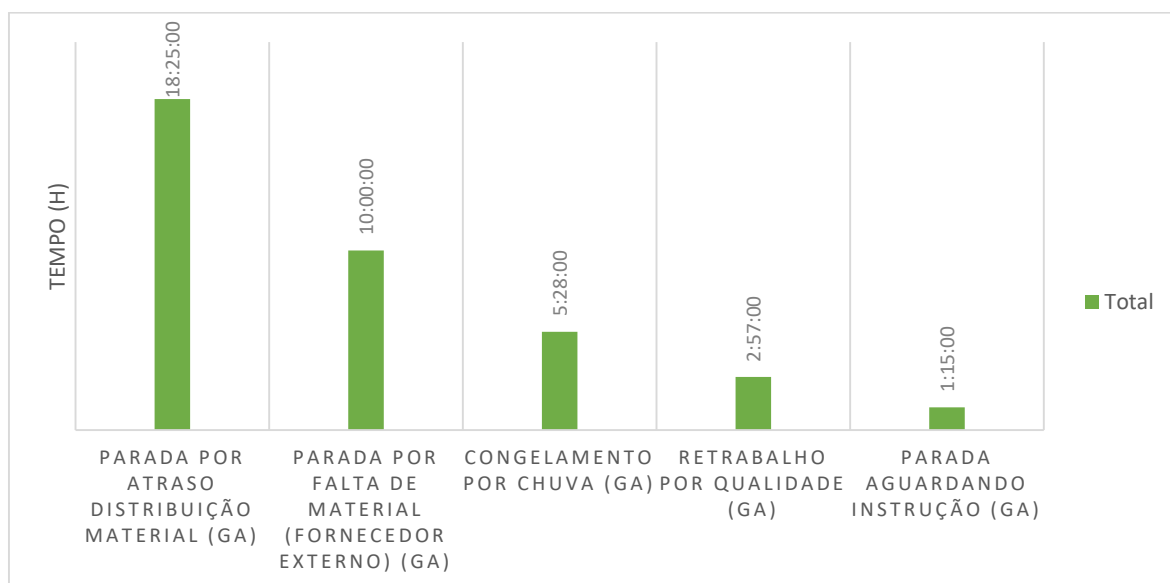
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

## 4.2. Resultados alcançados

Com os projetos de melhoria desenvolvidos com base na metodologia *Lean Construction* entre o período de janeiro a agosto, observou-se os impactos referentes a produtividade média, custos de mão de obra e matéria prima e os custos gerais de produção.

Primeiramente, observou-se os tempos de parada de produção nos meses de abril, maio e junho, dispostos na Figura 22. É possível perceber uma redução para de 60 horas nos meses de janeiro, março e abril para 18 horas nos meses subsequentes a implantação do *kaizen*. Isso ocorreu devido ao fato de que o quadro *kanban* conseguiu organizar a linha de produção de traços e facilidade de entrega dos materiais, e a peneira elétrica fez com que o tempo de execução do serviço fosse menor e consequentemente, o tempo de fabricação fosse reduzido.

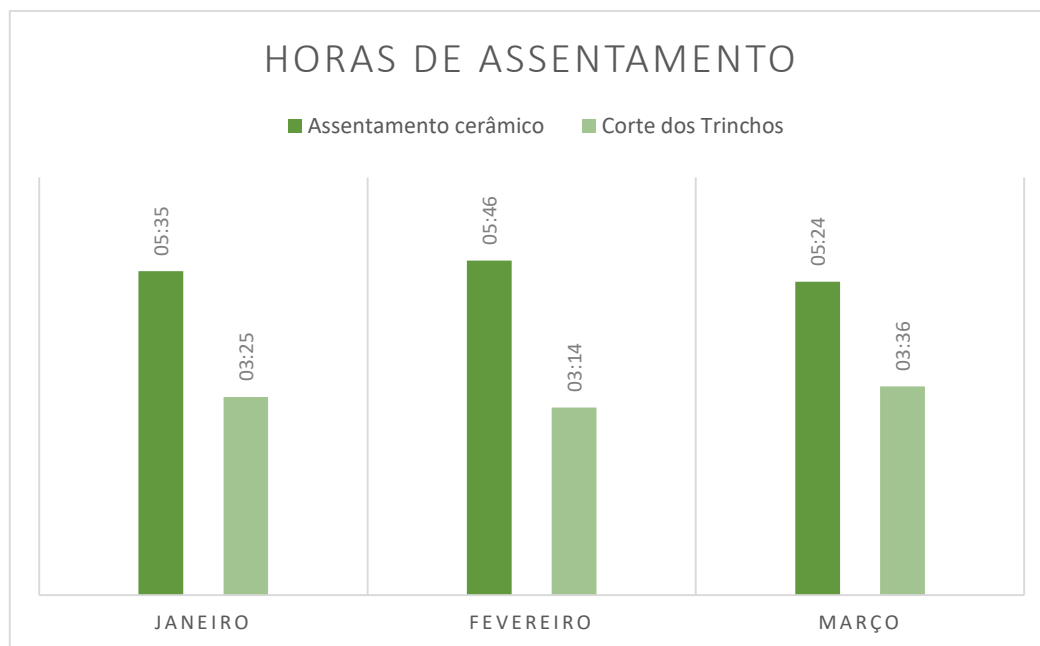
Figura 22 - Perdas de mão de obra referente a paradas na produção



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com relação à atividade de assentamento cerâmico percebeu-se que as equipes perdiam muito tempo durante a atividade para realização dos cortes, diminuindo produtividade. A Figura 23 a seguir apresenta o resultado médio de dois grupos autônomos com relação ao uso do tempo para execução dos serviços.

Figura 23 - Tempo de execução do revestimento de piso com placas cerâmicas nas atividades de corte e assentamento

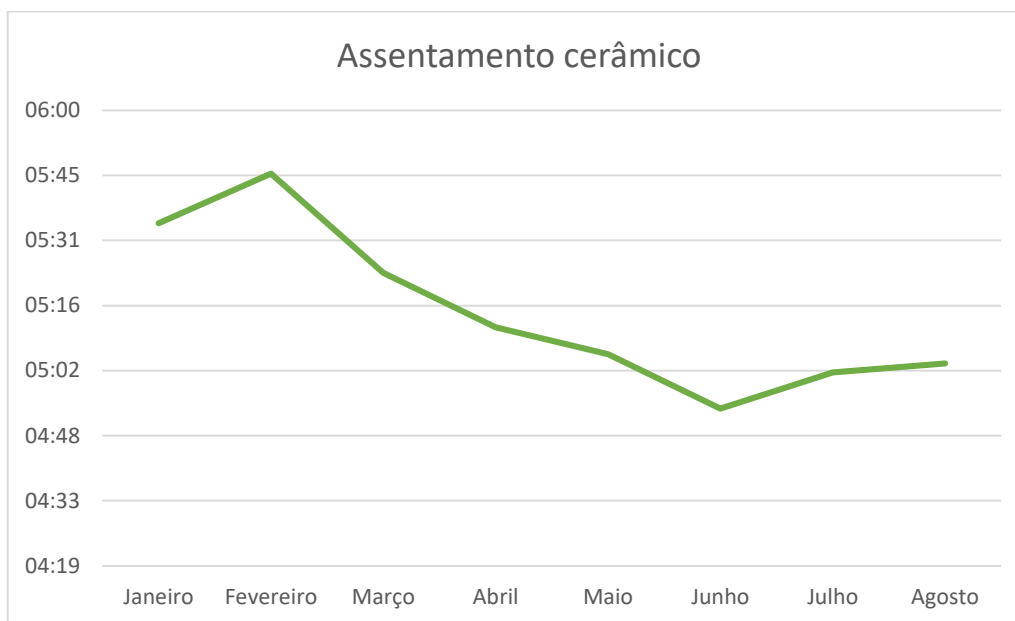


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

É possível perceber que de 9 horas em média (somatório do tempo de assentamento e corte dos trinchos durante o serviço) utilizadas na execução da atividade, cerca de 35% são desperdiçadas em uma atividade que não agregam valor ao produto, ou seja, o corte dos trinchos.

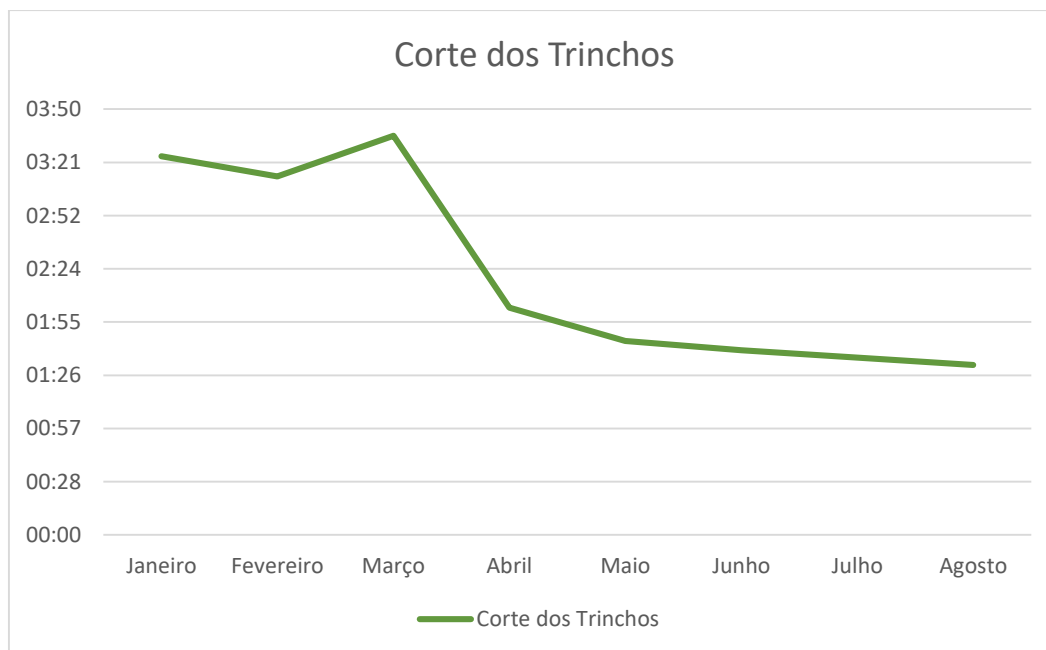
Após as ações implementadas, observou-se os tempos de execução do serviço utilizando os trinchos cerâmicos cortados nos dois grupos durante os meses de maio, julho, julho e agosto. Os resultados estão dispostos nas Figuras 24 e 25, apresentando os tempos de execução e de corte dos trinchos cerâmicos em função do período de tempo de janeiro a agosto.

Figura 24 - Tempo de execução do assentamento cerâmico



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Figura 25- Tempo de corte dos trinchos cerâmicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

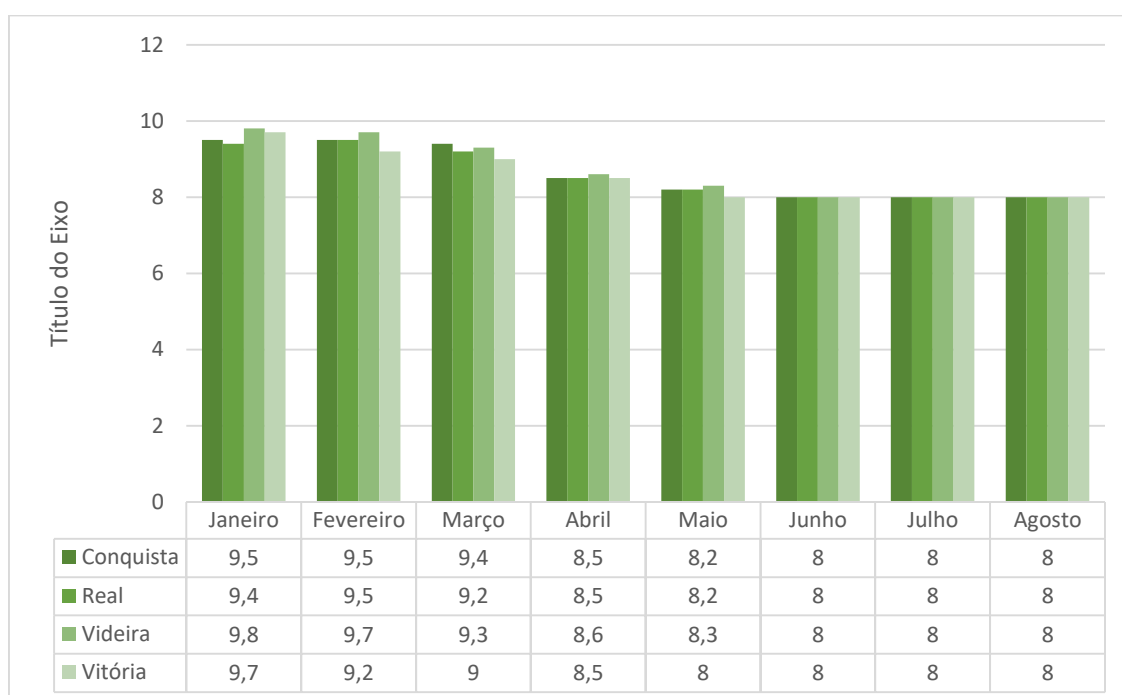
Percebe-se a ocorrência de redução nos tempos de assentamento e nos cortes de trinchos. O primeiro reduziu de 5 horas e 35 minutos para 5 horas e 6 minutos. Já o segundo apresentou um resultado ainda mais satisfatório, reduzindo de 03 horas e 21 minutos para 1 hora e 32 minutos, uma redução de 47% no tempo de execução.

Vale ressaltar que o tempo de corte dos trinchos após projeto desenvolvido não se inclui no tempo de produção, tendo em vista que o mesmo se tornou uma atividade externa ao processo de assentamento. Dessa forma, o tempo total de assentamento cerâmico foi reduzido cerca de 30%.

Inicialmente é possível observar na Figura 26 que apresenta os índices de produtividade por equipe dentre os meses de janeiro a agosto. Entre os meses de janeiro à março, os grupos apresentavam médias distintas de produção, chegando a um valor médio de entorno de 9,5 dias para fabricação de uma unidade habitacional pelo grupo Conquista, enquanto 9,8 dias pelo grupo Videira. Essa discrepância média entre as equipes enfatiza a falta de padronização e ritmo de trabalho, fato verificado ao perceber que as equipes executavam suas atividades de forma diferentes, gerando diferentes perdas de tempo.

Em contrapartida, com a implantação dos projetos de melhoria, principalmente no que se refere aos projetos de execução da alvenaria e cortes dos trinchos cerâmicos, os resultados de aumento de produtividade e padronização ficaram evidenciados nos meses de junho, julho e agosto, onde os grupos obtiveram uma produtividade uniforme de 8 dias, ou seja, além da padronização, ocorreu o aumento de produtividade em 1,5 dias.

Figura 26 - Produtividade média por casa após as melhorias implantadas

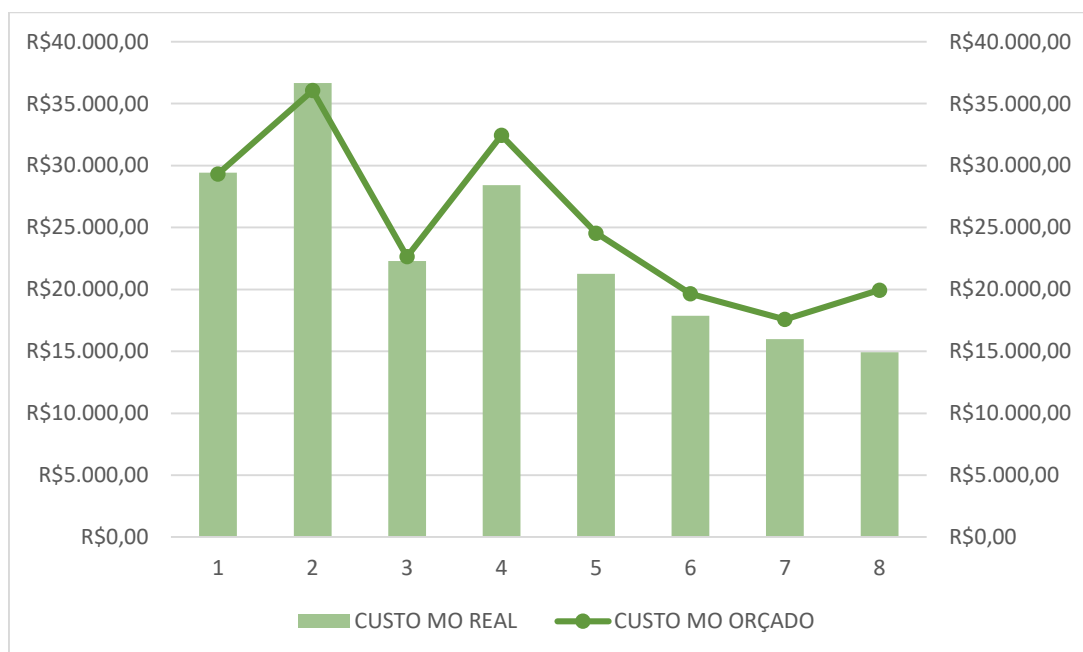


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A Figura 27 apresenta o resultado da curva de mão de obra referente ao orçamento e o realizado durante o período do estudo. É constatado que a curva do realizado apresenta valores acima da meta nos meses de janeiro e fevereiro, enfatizando que a empresa estava tendo prejuízo no custo de mão de obra. Os principais fatores referentes a essa perda estavam relacionados a discrepância de produtividade, o que fazia com que cada grupo entregasse um número de casas inferior ao da meta, e como os custos são baseados no rateio do número total de casas por mês, quanto menor o número entregue, maior o custo médio de MOD,

Após o início de implantação dos projetos de melhoria enxuta, observa-se a ocorrência de redução no custo real de mão de obra com relação ao orçamento, suavizando a curva real chegando em Abril com uma redução de 12,4%, 13,5% em Maio e atingindo uma diferença máxima à de R\$ 5.029,90 no mês de agosto, ou seja, de 25%. Essa redução no custo médio impactou diretamente para que a empresa mantivesse o seu quadro de funcionários como também o andamento da construção.

Figura 27 - Custos médio por casa de mão de obra ao longo do estudo

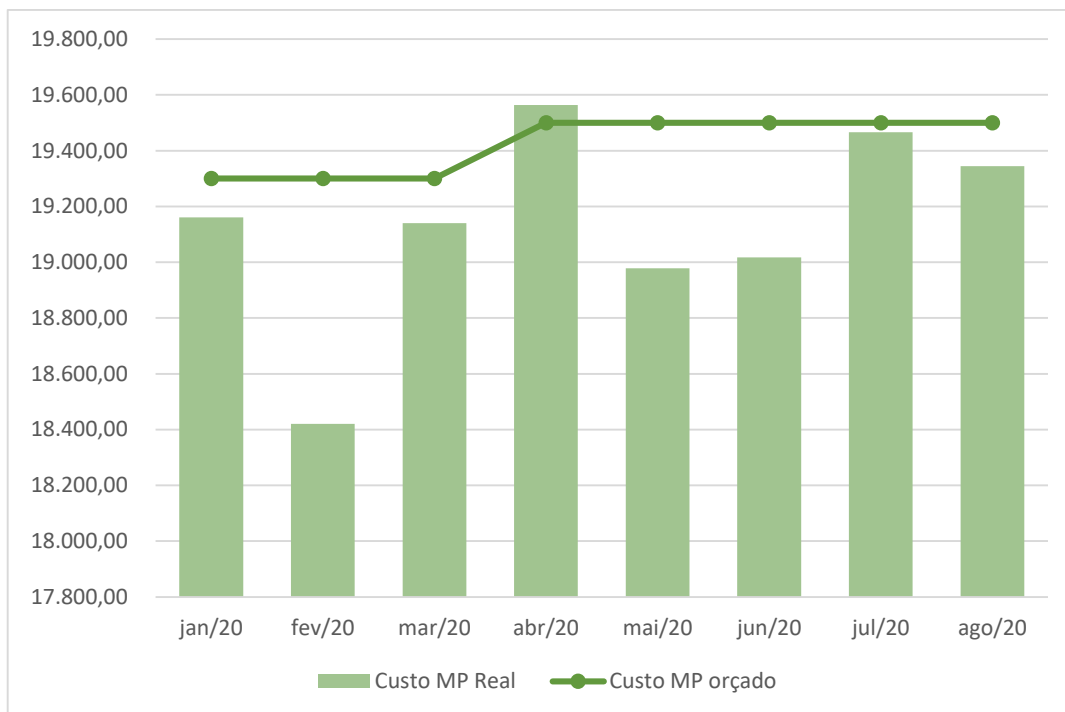


Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Com relação ao custo de matéria prima é possível analisar que o comportamento dos resultados não teve influência significativa, porém, a partir do mês de maio os resultados se apresentaram satisfatórios, sendo os mesmos abaixo da meta estipulada em

orçamento. Os valores de maio e junho apresentaram uma redução com níveis acima de 5 % no custo de matéria prima. A Figura 28 apresenta os valores obtidos.

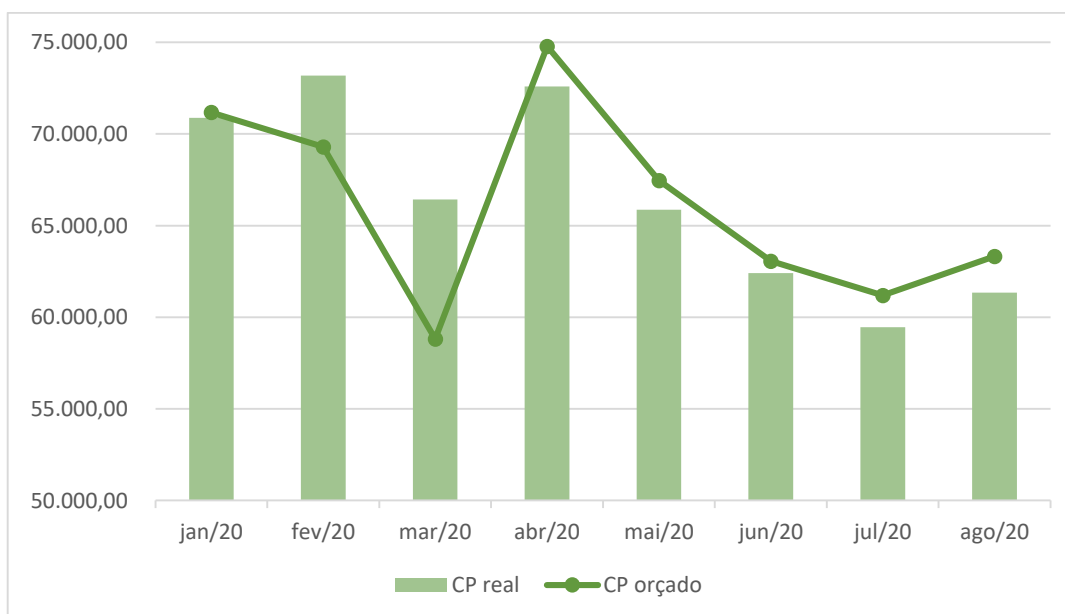
Figura 28 - Custo médio por casa de matéria prima ao longo do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Finalmente, é apresentado a curva do custo médio de produção na Figura 29 a seguir.

Figura 29 - Custo médio de produção por casa ao longo do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

É plausível observar que a organização vinha obtendo um prejuízo no seu custo médio de produção entre os meses de janeiro à março, chegando a um valor de em R\$ 7.600,63 reais. A partir do mês de abril, a curva real sofreu uma redução significativa, chegando a um valor de 3% a menor que o orçado e no mês de agosto a mesma teve uma recuperação com um ganho de R\$ 1968,98 reais no seu CP médio. Esse impacto foi preponderante para manutenção da organização e continuação das suas atividades.



## 5. Conclusão

Dos resultados obtidos com o estudo pode-se concluir que:

### **5.1. Com relação a situação da organização antes da implantação da metodologia *Lean Construction*.**

O modelo construtivo existente apresentava falta de padronização, tendo em vista que os grupos de construção das unidades habitacionais apresentaram variações de até 4 horas de diferença com relação a média mensal de produtividade. Além disso, existe perdas inerentes ao processo devido a excesso de movimentações e retrabalho por execução de serviços sem qualidade.

Outro ponto importante que se destaca é referente ao atraso de entrega de materiais na linha de construção, principalmente com relação aos traços de argamassa. Isso ocorre devido a falta de planejamento de execução de traços na central de betoneira, com perda de tempo no peneiramento dos agregados, tendo em vista que a atividade é realizada de maneira manual.

Existência de atividades que não agregam valor no processo de construção, desperdiçando tempo e energia dos colaboradores, além de dificultar o ritmo de trabalho. O corte de trinchos cerâmicos durante a execução do serviço de assentamento representa 30% do total do serviço, afetando a produtividade da etapa.

### **5.2. Com relação aos projetos *kaizen* de melhoria enxuta implantados**

O projeto de implantação do quadro *kanban* na central de betoneiras possibilitou o planejamento, programação e controle de produção dos traços utilizados na construção das unidades habitacionais, organizando o setor com uma gestão à vista, possibilitando uma entrega de materiais mais organizada, de acordo com a importância do tipo de traço na rotina diária de cada grupo autônomo, de acordo com a etapa de construção em que se encontram

Além disso, a mecanização do processo de peneiramento de agregados fez com que o *lead time* de produção de traços fosse reduzido, aumentando a capacidade de entrega deste *input*.

O *kaizen* referente a organização e padronização da execução da alvenaria conduziu à uma construção ritmada, trazendo um melhor padrão de qualidade no serviço, devido sua importância no modelo construtivo adotado.

A melhoria adquirida processo de assentamento cerâmico com a central de cortes de trinchos possibilitou em um melhor aproveitamento do material, organização do posto de trabalho e aproveitamento de tempo dos colaboradores diretos (pedreiros e serventes).

### **5.3.Com relação aos resultados quantitativos e qualitativos observados.**

Os resultados de produtividade apresentaram uma redução de 9,6 dias de média no mês de janeiro de 2020 para o número de 8 dias no mês de agosto de 2020. Essa redução de 16,7% na produtividade possibilitou para que o empreendimento obtivesse uma maior capacidade de entrega de casas no ano, além de ser responsável diretamente para a redução nos custos de mão de obra direta.

Os custos de MOD apresentaram em janeiro um valor orçado de R\$ 29.336,68 e realizado de R\$ 29.431,62 e em fevereiro com um orçado de R\$36.071,35 e realizado de R\$ 36.672,43, sendo, portanto, custos realizados maiores que o orçado, mostrando perdas no processo. Porém, nos meses de julho e agosto, obteve-se um saldo positivo de R\$ 1.588,69 e R\$ 5.029,90 respectivamente na média de MOD por unidade habitacional. Conclui-se que uma gestão *Lean Construction* foi significativa no maior aproveitamento dos colaboradores na execução das atividades que agregam valor.

Os custos de matéria prima realizados em detrimento do que se foi orçado apresentou resultados satisfatórios de janeiro a agosto, sendo assim, os projetos implantados não foram significativos para esse quesito. Porém, a existência de projetos de melhoria *lean* que afetem os *inputs* utilizados na produção e que reduzam o consumo de matéria prima poderão ser aplicados após estudos mais detalhados no decorrer do tempo.

Por fim, é perceptível observar que a metodologia *lean construction* se mostra bastante importante para garantia de uma melhor gestão das construções, possibilitando eliminar e mitigar perdas, reduzir custos, padronizar processos e aumento contínuo da produtividade. Isso se confirma através dos custos de produção, tendo em vista que no mês de fevereiro a empresa se encontrava com um prejuízo médio por casa de R\$3886,21

e após as implantações de melhoria, se chegou a um saldo positivo médio no CP de R\$ 1.968,98, cerca de 4%. O aumento de receita foi significativo levando em consideração o volume de produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 13245. **Execução de pinturas em edificações não industriais**. 6 páginas. Norma brasileira. 2011.
- ABNT. NBR 13573. **Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante**. 19 páginas. Norma Brasileira. 1995.
- ABNT. NBR 15575:2013. **Desempenho de Edificações Habitacionais**. Norma Brasileira. 2013.
- ABNT. NBR 16868-2. **Alvenaria Estrutural – Parte 2 Execução e Controle de Obras**. Norma Brasileira, 23 páginas. 2020.
- ABNT. NBR 5410. **Instalações elétricas de baixa tensão**. 217 páginas. Norma Brasileira. 2005.
- ABNT. NBR 6118. **Projetos de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Norma Brasileira, 221 páginas. 2004.
- ABNT. NBR 7200. **Revestimento de paredes e tetos em argamassa inorgânica**. Norma Brasileira, 1998.
- AGUIAR L. F. **Aplicação da Metodologia World Class Manufacturing em um processo de fabricação de amortecedores automotivos**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Joinville – SC, 2017.
- APICS. **Dicionário da Association for Operations Management**, 2010. Disponível em < [www.apics.org](http://www.apics.org) > acesso em 26 de outubro de 2019.
- BARROS, Emerson Souza. **Aplicação da Lean Construction no Setor de Edificações: Um Estudo Multicase**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pernambuco. 2005
- BAUER, J. E; DUFFY. **The Quality Improvement Handbook**. EUA. ASQ, 2002
- BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. Tese Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFRS, Porto Alegre, 2001.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2010. São Paulo. Editora Atlas.

- CHIAVENATO, I. **Gestão Produção: uma abordagem introdutória**. Barueri: Manole, 2014.
- CONTE, A.S.I. **Lean Construction: From Theory to Practice**. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8, 2002, Anais. Gramado, 2002.
- CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo Avesso: O Modelo Japonês de Trabalho e Organização**. Tradução Emerson S. da Silva, Rio de Janeiro: Revan; Ed. da UFRJ, 1994.
- DE FELICE, F.; PETRILLO, A.; MONFREDA, S. **Operations Management. A improving operations performance with World Class Manufacturing technique: a case in automotive industry**. Roma: Ed. Massimiano M. Schiraldi, 2015.
- FALCONI, V. **Gerenciamento de Rotina do Trabalho do dia a dia**. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2004.
- FALCONI, V. **TQC – Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. Minas Gerais. INDG Tecnologia e Serviços LTDA. 2004.
- FLEMMING, D. A. **Seis sigma: um estudo aplicado ao setor eletrônico**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. 2005.
- FORMOSO, C. T. **Planejamento e Controle da Produção em Empresas de Construção**. Tese Doutorado NORIES - UFRS, Porto Alegre, 2001.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. (2002). **Administração da Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil**. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.
- IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994. 235p.
- ISATTO, E. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.
- ISO 9001 -Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=345041>, Acesso em 01 de Novembro de 2019.

- ISO 9001-Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2015. Disponível em <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=345041>, Acesso em 01 de Novembro de 2019.
- JUNQUEIRA, E. **Aplicação da Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0**. Especialização em engenharia de produção para construção civil. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report n. 72. Stanford University. 1992.
- LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. **Processos de construção enxuta: Definições e parâmetros para uma análise *in loco***. 5ª edição. Cambridge, MA, EUA: Lean Enterprise Institute, 2016.
- MARTINS, J. R. M. **Lean Construction na Construção e Engenharia Portuguesas – Oportunidades e Desafios Para os Donos de Obra**. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2011.
- MOREIRA, D. **Administração da Produção e Operações**. 2ª edição, 2011. São Paulo. Editora Cengage Learning.
- MOURA, Arthur. **Planejando com Lean Construction: Diretrizes para implementação da construção enxuta em obras**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. 5. ed. 1997. Porto Alegre: Editora Bookman.
- PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade – Teoria e Prática**. 3ª edição, São Paulo. Editora Atlas. 2012.
- PICCHI, F. A. **Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): avaliação sistemática de potencial de aplicação do setor da construção**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO
- PINTO, Geraldo Augusto. **A Organização do Trabalho no Século XX**. São Paulo, Expressão Popular, 2007.

- RESENDE R. **O Kaizen Como Sistema De Melhoria Contínua Dos Processos: Um Estudo De Caso Na Mercedesbenz Do Brasil Ltda Planta Juiz De Fora.** São Paulo. 2009.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção.** Porto Alegre: Artmed, Reimpressão 2008.
- SILVA Maria Angela. **A Inevitável Lógica da Qualidade.** Revista Qualidade na Construção. 1999, pág 24-26.
- SLACK, N. **Administração da Produção.** 3 edição, 2009. São Paulo. Editora Atlas.
- TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO -SIBRAGEC, 2, 2001, Fortaleza. Anais. Fortaleza: 2001.
- VENDRAMINI, M. M.; COSTA, G. de; PINHEIRO, H. A. G; et al. **Sistema de fôrmas de alumínio para a indústria de formas de concreto: critérios competitivos na construção civil.** In: XXXI ENEGEP - ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. **Anais...** Belo Horizonte, MG: 2011.
- VOSS, C. A. **Just –In – Time manufacture,** IFS, Springer/ Verlag, London. 1987.
- YAMASHINA, H. Challenge to World Class Manufacturing. **International Journal of Quality & Reliability Management,** v. 17, n. 2, p. 132-143. 2005.
- YAMASHINA, H. **World Class Manufacturing – Guia de implantação no sistema FIAT/FCA.** São Paulo – SP, p. 98 – 204, 2005.

## GLOSSÁRIO

*Act* – Agir sistematicamente

*Benchmarking* – Melhores práticas de Gestão

*Check* – Checar

*Do* – Fazer

*Feedback* – Informações de retorno

Heijunka – Sistematização

*In Loco* – No local

*Inputs* – Entradas

Jidoka – Padronização

*Just – in – Time* – No tempo certo, na hora certa

*Kaizen* – Melhoria Contínua

*Lead Time* – Tempo disponível sob demanda

*Lean* – Enxuto

*Lean Construction* – Construção Enxuta

*Lean Thinking* – Pensamento Enxuto

*Outputs* – Saídas

*Plan* – Planejamento

*Poka yoke* – A prova de erros

Tack -time – Tempo de execução

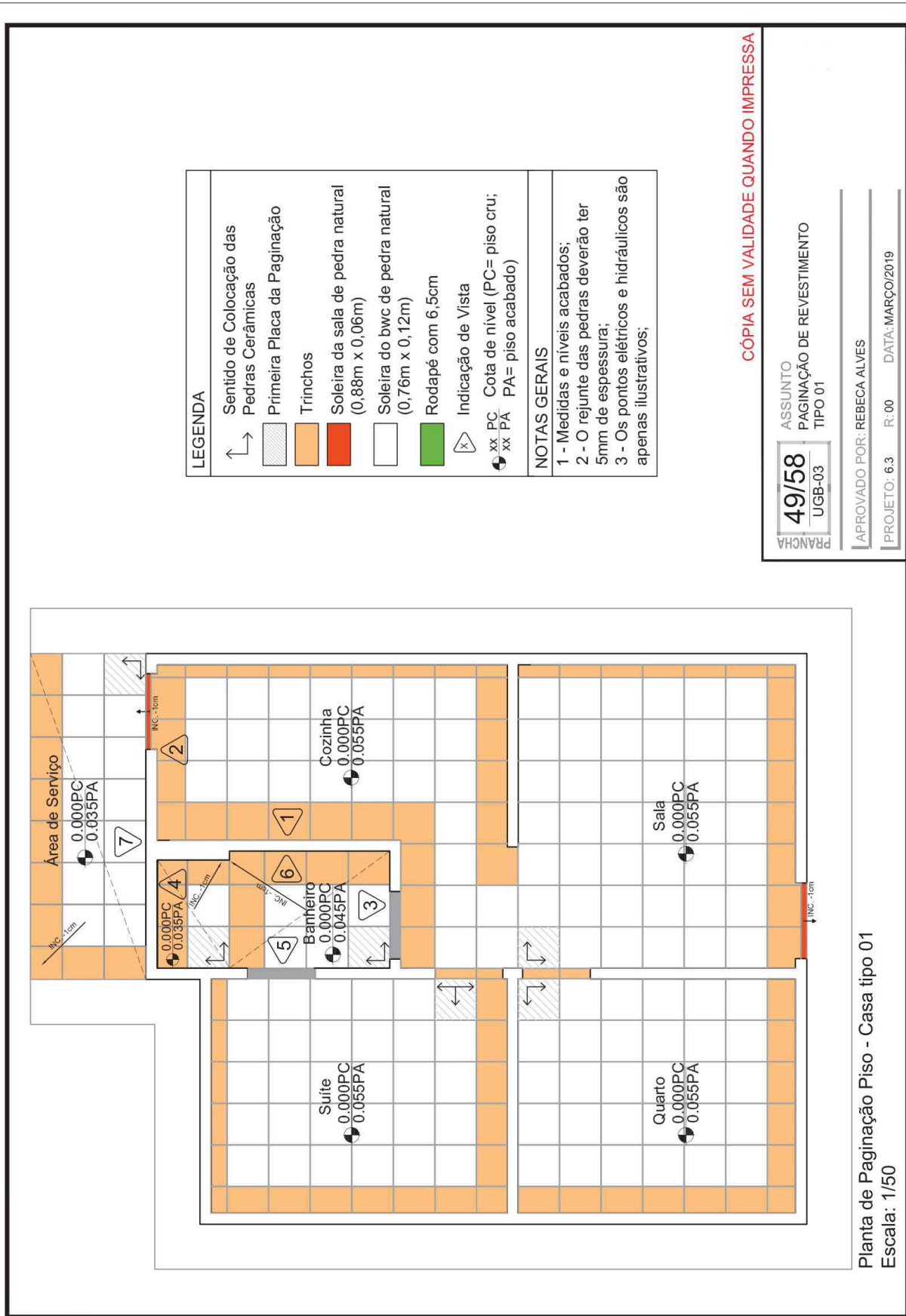
*Total Quality Control* – Controle Total da Qualidade



## ANEXO A – Ficha de controle de paradas

UGB: CASA/QUADRA: SUPERVISOR: GA:		MOTIVOS DE PARADA DE MÃO DE OBRA											
DATA		TIPO	Início da Parada	Fim da Parada	TIPO	Início da Parada	Fim da Parada	TIPO	Início da Parada	Fim da Parada	TIPO	Início da Parada	Fim da Parada
1	Parada por falta de material (fornecedor externo) (GA)	( )			( )			( )			( )		
2	Parada por atraso distribuição material (GA)	( )			( )			( )			( )		
3	Parada aguardando instrução (GA)	( )			( )			( )			( )		
4	Parada para ajuste no cronograma da casa (GA)	( )			( )			( )			( )		
5	Parada por chuva (GA)	( )			( )			( )			( )		
6	Congelamento por absenteísmo (GA)	( )			( )			( )			( )		
7	Congelamento por chuva (GA)	( )			( )			( )			( )		
8	Congelamento por vistoria (GA)	( )			( )			( )			( )		
9	Congelamento por infra interna (GA)	( )			( )			( )			( )		
10	Retrabalho por qualidade (GA)	( )			( )			( )			( )		
11	Tempo de deslocamento para a casa(GA)	( )			( )			( )			( )		
DATA		TIPO	Início da Parada	Fim da Parada	TIPO	Início da Parada	Fim da Parada	TIPO	Início da Parada	Fim da Parada	TIPO	Início da Parada	Fim da Parada
1	Parada por falta de material (fornecedor externo) (GA)	( )			( )			( )			( )		
2	Parada por atraso distribuição material (GA)	( )			( )			( )			( )		
3	Parada aguardando instrução (GA)	( )			( )			( )			( )		
4	Parada para ajuste no cronograma da casa (GA)	( )			( )			( )			( )		
5	Parada por chuva (GA)	( )			( )			( )			( )		
6	Congelamento por absenteísmo (GA)	( )			( )			( )			( )		
7	Congelamento por chuva (GA)	( )			( )			( )			( )		
8	Congelamento por vistoria (GA)	( )			( )			( )			( )		
9	Congelamento por infra interna (GA)	( )			( )			( )			( )		
10	Retrabalho por qualidade (GA)	( )			( )			( )			( )		
11	Tempo de deslocamento para a casa(GA)	( )			( )			( )			( )		

**ANEXO B – Projeto Executivo de assentamento cerâmico**



**LEGENDA**

- ↑ Sentido de Colocação das Pedras Cerâmicas
- ▨ Primeira Placa da Paginação
- ▨ Trinchos
- ▨ Soleira da sala de pedra natural (0,88m x 0,06m)
- ▨ Soleira do bwc de pedra natural (0,76m x 0,12m)
- ▨ Rodapé com 6,5cm
- △ Indicação de Vista
- xx PC Cota de nível (PC= piso cru; xx PA PA= piso acabado)

**NOTAS GERAIS**

- 1 - Medidas e níveis acabados;
- 2 - O rejunte das pedras deverão ter 5mm de espessura;
- 3 - Os pontos elétricos e hidráulicos são apenas ilustrativos;

**CÓPIA SEM VALIDADE QUANDO IMPRESSA**

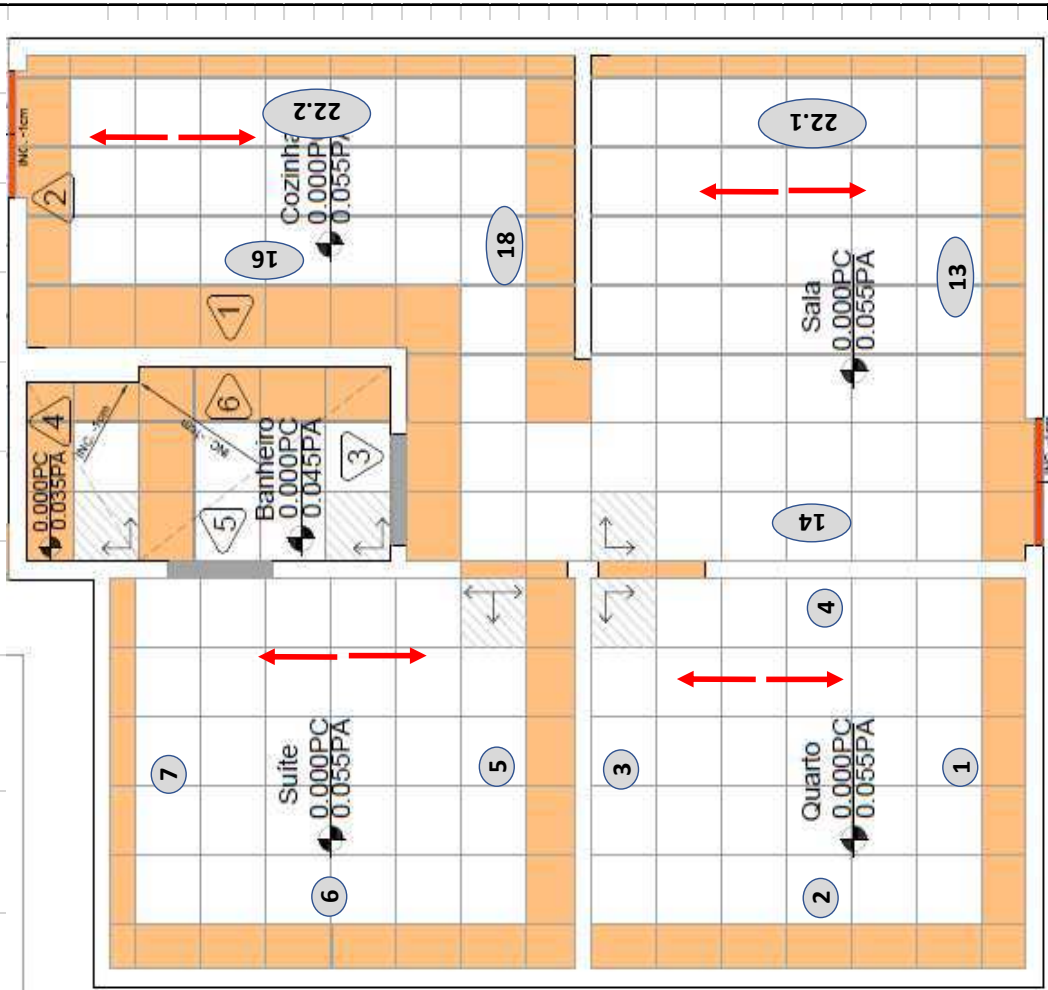
PRANCHA **49/58** ASSUNTO PAGINAÇÃO DE REVESTIMENTO TIPO 01  
 UGB-03

APROVADO POR: REBECA ALVES  
 PROJETO: 6.3 R: 00 DATA: MARÇO/2019

Planta de Paginação Piso - Casa tipo 01  
 Escala: 1/50

ANEXO C – SEQUENCIAMENTO DE CORTE DE TRINCHOS

SEQUENCIAMENTO BRODUÇÃO DE TRINCHOS



PAREDE	TAMANHO	TOTAL	QUANTIDADE
16	42 X 46	5	5
18	33 X 46	9	4
5	33 X 46	9	5
13	30 X 46	10	5
1	30 X 46	10	5
2	28 X 46	12	6
6	28 X 46	12	6
7	16 X 46	5	5
22.1	13 X 46	13	6
22.2	13 X 46	13	7
6	28 X 33	1	1
2	28 X 30	1	1
7	16 X 28	1	1
13	30 X 13	1	1
18	13 X 33	1	1
22.1	6,5 X 46	71	6
13	6,5 X 46	71	5
14	6,5 X 46	71	4
18	6,5 X 46	71	8
22.2	6,5 X 46	71	7
16	6,5 X 46	71	5
1	6,5 X 46	71	5
2	6,5 X 46	71	6
3	6,5 X 46	71	5
4	6,5 X 46	71	4
5	6,5 X 46	71	5
6	6,5 X 46	71	6
7	6,5 X 46	71	5
6	6,5 X 33	1	1
7	6,5 X 28	1	1
7	6,5 X 16	1	1