

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

THAIS MINOSSO SILVA

**MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TELHAS POR MEIO  
DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE *LEAN MANUFACTURING*  
TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Medianeira

2017

THAIS MINOSSO SILVA

**MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TELHAS POR MEIO  
DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE *LEAN MANUFACTURING***

**TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial de aprovação à disciplina de TCC 2.

Orientador: Prof. Me. Edson  
Hermenegildo Pereira Junior

Medianeira

2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO  
PARANÁ  
CAMPUS MEDIANEIRA

Diretoria de Graduação  
Departamento Acadêmico de Produção e Administração  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TELHAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE *LEAN MANUFACTURING*

Por

THAIS MINOSSO SILVA

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 9h10min do dia 13 de junho de 2017 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC 2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho de diplomação aprovado.

---

Prof. Me. Edson Hermenegildo Pereira Junior  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Me. Neron Alipio Cortes Berghauser  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Vania Lionço  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

“Não sede conformados com este mundo, mas sede transformados pela renovação do vosso entendimento, para que experimenteis qual seja a boa, agradável, e perfeita vontade de Deus.”

Romanos 12:2

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer em primeiro lugar a Deus, pela vida que me proporcionou e por guiar constantemente os meus passos.

Agradeço a minha família, pelo apoio incondicional, amor e torcida para o meu sucesso.

Agradeço ao Prof. Me. Orientador, Edson Hermenegildo, por guiar o trabalho e pela paciência e conhecimento demonstrados.

Agradeço aos meus amigos e colegas, pelo companheirismo e apoio e a todos que colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

## RESUMO

SILVA, Thais Minosso. **Melhoria do processo de produção de telhas por meio da aplicação de ferramentas de *Lean Manufacturing***. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

A busca contínua por melhorias é a principal chave para a redução de custos e otimização de recursos de um processo produtivo. Empresas estagnadas são constantemente ultrapassadas por seus concorrentes, que buscam um diferencial competitivo através do esforço contínuo de vender um produto de qualidade e que é fabricado de maneira eficiente. Visando contribuir com a eficiência empresarial, propõe-se o presente estudo, cujo objetivo principal foi aumentar a produtividade do processo produtivo de telhas em uma cerâmica localizada no Oeste do Paraná, por meio da análise do fluxo de valor do produto e implementação efetiva de ferramentas de *Lean Manufacturing*. Dessa maneira, foram mapeados os desperdícios mais significantes da linha produtiva da cerâmica e propôs-se, através de estudo detalhado, métodos de redução das perdas buscando mais eficiência e qualidade no processo produtivo.

**Palavras-chave:** *Lean Manufacturing*; Melhoria contínua; Desperdícios; Cerâmica.

## ABSTRACT

SILVA, Thais Minosso. **Improvement of tiles production process through the application of Lean Manufacturing tools**. 2017. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The continuous search for improvement is the key to reducing costs and optimizing resources in a production process. Stagnated companies are constantly surpassed by its competitors, which seek a competitive edge through continuous effort to sell a quality product that is manufactured efficiently. In order to contribute to business efficiency, the present study is proposed with the main objective of increasing the productivity of a tile production process in a ceramic located in the west of Paraná, by analyzing the product value stream and effective implementation of Lean Manufacturing tools. Thus, the most significant losses of the ceramic production line were addressed and, through a detailed analysis, methods of reducing wastes aiming for more quality and an efficient production process were proposed.

**Key-words:** Lean Manufacturing; Continuous improvement; Waste; Ceramic.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Dinâmica do sistema produtivo.....	16
Figura 2 - Dinâmica da programação empurrada. ....	21
Figura 3 - Dinâmica da programação puxada. ....	22
Figura 4 - Os cinco princípios da mentalidade enxuta. ....	25
Figura 5 - Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	31
Figura 6 - Símbolos utilizados no Mapeamento do Fluxo de Valor.....	32
Figura 7 - Exemplo de mapa de fluxo de valor do estado atual. ....	33
Figura 8 - Etapas para realização da pesquisa.....	38
Figura 9 - Fluxograma do processo de produção de telhas.....	44
Figura 10 - Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual .....	45
Figura 11 - Gráfico de Gantt do Processo Produtivo de Telhas.....	50
Figura 12 - Programação da produção dos fornos 1 e 2.....	51
Figura 13 - Programação da produção dos fornos 3, 4, 5 e 6.....	52
Figura 14 - Calendário com atividades de melhoria propostas. ....	53

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Desperdícios da produção. ....	23
Quadro 2 - Classificação metodológica da pesquisa. ....	37
Quadro 3 - Descrição das atividades do processo produtivo de telhas. ....	47
Tabela 1 - Comparação da previsão dos desperdícios após a implementação da proposta.....	55

## LISTA DE SIGLAS

ABCERAM	Associação Brasileira De Cerâmica
ANFACER	Associação Nacional Dos Fabricantes De Cerâmica Para Revestimentos, Louças Sanitárias E Congêneres
JIT	<i>Just in Time</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
STP	Sistema Toyota de Produção
FIFO	<i>First in, first out</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....	16
3.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO .....	19
3.2.1 Desperdícios da Produção .....	23
3.3 <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	24
3.3.1 Mentalidade Enxuta .....	25
3.3.1.1 Valor .....	26
3.3.1.2 Fluxo de Valor .....	26
3.3.1.3 Fluxo .....	26
3.3.1.4 Puxar .....	27
3.3.1.5 Perfeição .....	27
3.3.2 Mapa do Fluxo de Valor .....	28
3.3.2.1 <i>Lead time</i> .....	29
3.3.2.2 <i>Takt time</i> .....	29
3.3.2.3 Etapas do mapeamento .....	30
3.3.2.4 Mapa atual .....	31
3.3.2.5 Mapa futuro .....	33
3.4 CERÂMICAS .....	34
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>36</b>
4.1 ETAPAS DA PESQUISA .....	37
<b>5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	40
5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO .....	40
5.2.1 Aquisição de matéria prima .....	40
5.2.2 Moldagem .....	41
5.2.3 Secagem e queima .....	42
5.2.4 Produto final .....	43
5.2.5 Expedição .....	43
5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS .....	44
5.4 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE MELHORIA .....	47
5.5 PROPOSTA DE MELHORIA .....	54
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>58</b>
<b>APÊNDICE (A)</b> .....	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em cerâmica é comum a associação de características como durabilidade, resistência e versatilidade. De acordo com a ANFACER (2016), “a cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem”, e é utilizada tanto em peças decorativas como no revestimento de obras. Dentre os vários produtos extraídos da argila, matéria prima da cerâmica, a linha vermelha se destaca pela representatividade na indústria brasileira de construção civil, demonstrando maior desempenho perante às outras vertentes do produto (SEBRAE, 2015).

A indústria de cerâmica vermelha abrange a fabricação de revestimentos e materiais para construção, como telhas, lajotas e tijolos. A produção de telhas, analisada no presente trabalho, se destaca pela sustentabilidade do processo: utiliza fontes de energia renováveis e consome 72% a menos de água em relação às telhas feitas de concreto (SEBRAE, 2015). No entanto, processos produtivos podem, e devem ser sempre aperfeiçoados por meio do controle de suas tarefas. Segundo Goldratt e Cox (1993), este controle se faz necessário pois é um modo de antecipar mudanças, fazendo com que a empresa esteja preparada para imprevistos e, assim, manter-se estável no mercado em que atua.

As ferramentas da manufatura enxuta (*lean manufacturing*) são constantemente utilizadas no controle de processos. Lustosa *et al* (2008), lista os quatro princípios em que este método é baseado: trabalho em equipe, eliminação de desperdícios, comunicação e uso eficiente de recursos. A aplicação de tais princípios é feita por meio de um processo de melhoria contínua, de modo que tal otimização resulte na entrega de produtos de alta qualidade, produzidos de maneira eficiente e econômica.

Neste contexto situa-se a proposta contida no presente estudo, realizado em uma cerâmica localizada na cidade de Medianeira, Paraná, fundada no ano de 1965. Ao longo dos seus 52 anos de existência algumas melhorias, como a expansão da infraestrutura e a compra de novos equipamentos, foram realizadas principalmente devido ao aumento da demanda e a necessidade de permanência no mercado. No entanto, para a implementação de políticas de melhoria contínua, é necessário uma nova visão e melhoramento dos processos que faça com que a empresa atenda a demanda do cliente enquanto otimiza sua produção.

Em virtude da recente crise econômica, gerada pela expansão do crédito e consequente inflação e inadimplência, a empresa sofre com uma baixa demanda do seu produto. Diante deste motivo, percebeu-se a oportunidade de dar continuidade ao trabalho feito por CRUZ (2016), que iniciou a análise do processo através da coleta de tempos e confecção dos mapas de fluxo de valor do estado atual e futuro. Dessa maneira, foi possível estudar este material e aplicar ferramentas de produção enxuta a fim de reduzir desperdícios e conquistar mudanças positivas para a empresa.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Melhorar a produtividade do processo de produção de telhas em uma cerâmica através da aplicação de ferramentas de *Lean Manufacturing*.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o mapa de fluxo de valor da organização;
- b) Reduzir os desperdícios identificados por meio da análise do processo produtivo;
- c) Tornar o processo produtivo mais eficiente.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção será realizada uma revisão de literatura abordando alguns tópicos importantes para a realização do estudo.

#### 3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Um sistema de produção é reconhecido quando vários elementos passam por um processo de transformação que agregue valor aos mesmos. Segundo Fernandes e Godinho Filho (2010), tais elementos são diferenciados em humanos, físicos e procedimentos gerenciais que se inter-relacionam e geram produtos ou serviços cujos valores sejam maiores que os custos gerados para obtê-los. De forma geral, de acordo com Lustosa *et al.* (2008), os sistemas de produção englobam recursos de entrada (*input*) que passam por uma ou mais operações de produção que os transformam em recursos de saída (*output*), como é observado na Figura 1.



**Figura 1 – Dinâmica do sistema produtivo.**  
**Fonte: Lustosa *et al.* (2008).**

Desenvolver e gerenciar sistemas de produção são tarefas que se tornam mais complexas ao decorrer do tempo. Além disso, os desafios são ainda maiores quando há alterações nos produtos, processos, tecnologias de gestão, conceitos e culturas (FERNANDES; GODINHO FILHO, 2010). Com o intuito de facilitar a compreensão das características dos diferentes tipos de sistemas de produção, Lustosa *et al.* (2008), classifica os mesmos em cinco categorias:

a) Classificação quanto ao fluxo dos processos

i. Processos em linha: segundo Moreira (2011), o sistema de produção em linha

leva esse nome pois a produção do seu produto apresenta uma sequência linear, fluindo de um posto de trabalho ao outro através de uma sequência prevista. Os produtos são altamente padronizados e as etapas do processo devem ser balanceadas, de modo que o processo não sofra retardo. Os sistemas de produção em linha são ainda classificados em dois tipos, em massa e contínua. A produção em massa é para linhas de montagem de produtos variados, enquanto a produção contínua serve para processos altamente automatizados, que produzam produtos com elevado grau de padronização. Com elevada presença de máquinas, os sistemas de fluxo em linha têm alta eficiência e baixa flexibilidade, dificultando a alteração da linha de produtos e do volume da produção.

- ii. Processos em lote: este sistema de produção caracteriza-se por uma produção feita por lotes, de modo que, ao término da fabricação de um lote, produtos diferentes podem ser fabricados nas mesmas máquinas (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Desse modo, a produção é intermitente e a mão-de-obra e os equipamentos são organizados por tipo de habilidades, operação ou equipamentos, o que caracteriza um sistema de produção onde o produto flui de um centro de trabalho para o outro de maneira irregular. Os equipamentos são adaptáveis, permitindo mudanças em suas ferramentas e acessórios para que funcionem de forma a atender as particularidades de cada operação. Sendo assim, este tipo de processo é relativamente ineficiente devido ao tempo gasto para os constantes rearranjos das máquinas e, além disso, o fluxo desordenado de produtos gera uma dificuldade de controle, repercutindo negativamente sobre estoques e qualidade. É recomendável que o sistema de produção por lotes seja utilizado por empresas que trabalham por encomenda ou que atuam em mercados menores, onde o volume de produção é mais baixo (MOREIRA, 2011).
- iii. Processos por projetos: segundo Tubino (2009), são caracterizados pela produção de um produto único, onde a sequência de tarefas do processo tem uma longa duração. A fim de satisfazer as especificidades do cliente, os recursos produtivos possuem alta flexibilidade, e, além disso, o projeto deste tipo de produto caracteriza-se pelo alto custo e maior complexidade no planejamento e no controle. Os projetos incluem a produção de navios, plataformas de petróleo, gasodutos, oleodutos, etc.

b) Classificação quanto ao grau de padronização dos produtos

O grau de padronização dos produtos diferencia-se por sistemas que fabricam produtos padronizados e sistemas que fabricam produtos sob medida. Produtos padronizados são produzidos em larga escala e apresentam alto grau de uniformidade. Produtos sob medida utilizam um sistema que possui grande capacidade ociosa, dificuldade em ser padronizado e pouca aplicação de automação, gerando produtos mais caros. Quanto maior o grau de padronização do produto, menor é a sua flexibilidade.

c) Classificação quanto ao tipo de operação

- i. Processos contínuos: englobam a produção de produtos que apresentam alta uniformidade e pouca flexibilidade. Os processos são automatizados e interdependentes.
- ii. Processos discretos: podem ser isolados em lotes ou unidades. São ainda classificados em processo repetitivo em massa, para produção em larga escala de produtos altamente padronizados; processo repetitivo em lote, para um volume médio de produtos padronizados, com relativa flexibilidade em relação aos pedidos dos clientes e à flutuação da demanda; processo por projeto, para produtos que atendam à uma necessidade específica do cliente, sendo assim, altamente flexíveis.

d) Classificação quanto ao ambiente de produção

É utilizada para informar a complexidade do fluxo de materiais e caracterizar o posicionamento dos estoques no processo produtivo. Existem quatro sistemas de produção para classificar o ambiente de produção:

- i. MTS (*Make to Stock*): em português “produzir para estoque”, este tipo de processo possui produtos padronizados que estão rapidamente ao alcance do cliente, fabricados com base nas previsões de demanda.
- ii. ATO (*Assemble to Order*): significa “montagem sob encomenda”. São produtos caracterizados pela possibilidade de fabricação de subconjuntos que, posteriormente, são montados de acordo com a encomenda do cliente. Essa característica eleva a variabilidade e a diferenciação do produto.
- iii. MTO (*Make to Order*): significa “produzir sob encomenda”, onde a produção só inicia após o pedido finalizado do cliente. Os estoques se encontram na entrada do processo.
- iv. ETO (*Engineer to Order*): em português “engenharia por encomenda”, é o

sistema utilizado para projetos em que o cliente participa desde a concepção do mesmo. O fluxo de materiais é complexo pois a variabilidade é alta e o volume é baixo, e ainda, não há estoque de matérias-primas antecipado pois a definição das mesmas é feita durante o projeto.

e) Classificação quanto à natureza dos produtos

O resultado de um sistema de produção pode ser tangível, caracterizando uma manufatura de bens, ou intangível, quando é prestador de serviços. A diferença entre os sistemas de bens e serviços se dá apenas no que o mesmo resulta, um produto ou uma ação. Ambos possuem o mesmo processo de projetar seu produto, prever sua demanda, balancear seu sistema produtivo, treinar sua mão-de-obra, vender seus produtos, alocar seus recursos, planejar e controlar suas operações.

### 3.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema de produção criado a partir da necessidade de eliminar desperdícios. Para alcançar esse objetivo, a produção em massa, sistema de produção americano bem-sucedido e eficaz por muito tempo, não era uma boa opção para os japoneses da fábrica de automóveis Toyota. A produção em massa consiste em produzir muito uma pouca variedade de produtos, reduzindo os custos da produção. No entanto, os japoneses queriam cortar custos produzindo pequenas quantidades de muitos tipos de produtos (OHNO, 1997).

Após a crise do petróleo de 1973 e a chegada da recessão, produzir em massa era o mesmo que produzir vários tipos de desperdício. Segundo Ohno (1997), foi nesse período, em que a economia japonesa havia um nível zero de crescimento, que a fábrica de automóveis Toyota começou a ter visibilidade pelo sistema de produção que havia adotado.

Em 1890, Sakichi Toyoda, fundador do grupo Toyota, criou o primeiro tear mecânico, o qual não parava de funcionar até que um fio se rompesse. Esse procedimento fazia com que, no caso de rompimento, não houvesse desperdício de matéria-prima (LEAN TI, 2016). Esse mecanismo foi o ponto de partida para Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, então engenheiros da Toyota Motor Company, criarem o

Sistema Toyota de Produção (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

O mecanismo de rompimento automático revelou aos engenheiros a eliminação de dois desperdícios: matéria-prima e mão de obra. Uma máquina que detecta seu próprio erro não necessita de um trabalhador observando-a a todo tempo e, desse modo, um único operador poderia observar várias máquinas trabalhando ao mesmo tempo. Assim foi criado o conceito chamado *Jidoka* – “autonomação”, ou automação com um toque humano (LEAN TI, 2016).

Para eliminar totalmente os desperdícios, base do STP, a simples automação das máquinas não garante o cumprimento do objetivo. De acordo com Ohno (1997), pequenas anormalidades, como ferramentas quebradas ou a queda de um fragmento no interior da máquina, produzem vários componentes defeituosos, resultando em desperdício de matéria-prima e tempo. A automação com um toque humano resolve o problema com um simples dispositivo de parada automática, fruto da inteligência humana.

Quando a máquina parar, devido à ocorrência de um problema, todos os envolvidos na produção tomarão conhecimento do fato, e podem, juntos, compreender o erro e implementar melhorias no processo. Dessa maneira, os próprios operários podem interromper o funcionamento de uma máquina caso haja o surgimento de qualquer anormalidade, estimulando a participação ativa na produção, melhorando a produtividade e das condições gerais de trabalho dos mesmos (RIBEIRO, 1984). Dessa forma, a autonomação é o pilar do Sistema Toyota de Produção correspondente à habilidade e talento individual do trabalhador (OHNO, 1997).

Em contrapartida, o sistema *Just in Time* (JIT) é o pilar que se caracteriza pelo trabalho de uma equipe unida para atingir um objetivo preestabelecido. Segundo Hutchins (1993), o objetivo é o atingimento de “estoque zero”, e a equipe são todas as pessoas envolvidas na cadeia de suprimentos do processo. O acúmulo de estoques nas indústrias se dá por motivos variados: imprevisibilidade dos fornecedores, erros na quantidade de matéria-prima fornecida, falta ou erro na previsão de demanda, quebra de equipamento, entre outros. Dessa maneira, é necessário que não só a empresa em si trabalhe para a melhoria do processo, como também seus fornecedores (RIBEIRO, 1984).

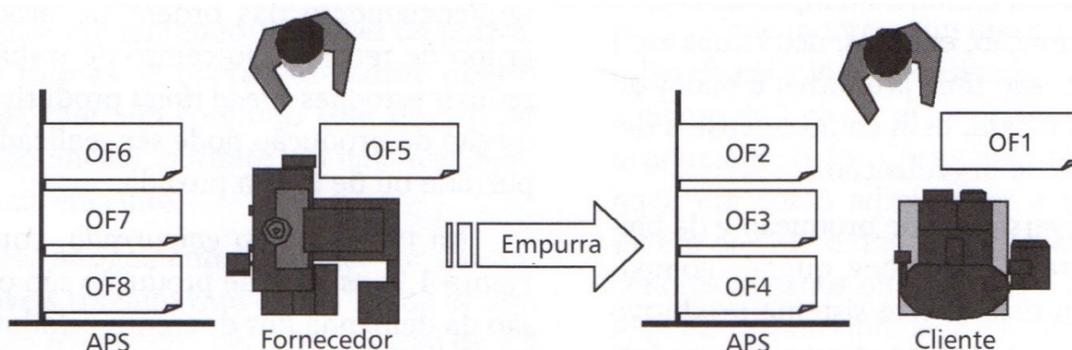
*Just in time* significa, em inglês, “em tempo”, ou seja, produzir no momento certo, sendo necessária uma sincronia entre os envolvidos no processo. A

filosofia *just in time* não é facilmente aplicada, porém, com a efetiva implementação de técnicas de melhoria, é possível atingir redução nos níveis de estoque, estoque de produtos acabados e material em processo (HUTCHINS, 1993). Tal sincronia é descrita por Ohno (1997, p. 26):

*Just in time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero.

Para produzir segundo tal sequenciamento, é necessário um método que controle a quantidade de materiais e o tempo correto em que devem ser processados. Para isso foi criado o sistema *kanban*, um método de sinalização essencial para a implementação do *just in time* (SHINGO, 1996). Sendo a redução de desperdícios o maior objetivo do STP e a autonomia e o *just in time* seus pilares, o sistema *kanban* é o modo no qual o processo para o atingimento do objetivo flui suavemente (OHNO, 1997).

Sistemas de produção tradicionais utilizam o método de “empurrar” a produção, ou seja, a programação da produção emite ordens de serviço ao início do processo, iniciando a fabricação de peças que integram o produto até o processo final (RIBEIRO, 1984). Segundo Tubino (2009), a programação é chamada de empurrada pois, assim que o posto de trabalho conclui uma ordem, pode “empurrar” o produto para o posto subsequente, independente do que está acontecendo nos postos seguintes, até que o produto esteja acabado, como observa-se na Figura 2.

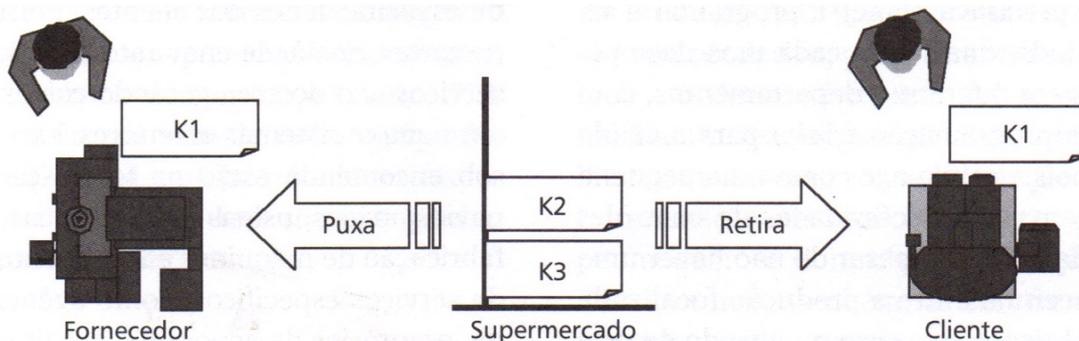


**Figura 2 – Dinâmica da programação empurrada.**  
**Fonte: Adaptado de Tubino (2009).**

De maneira oposta, a programação puxada funciona de modo que os postos de trabalho só produzam aquilo que o cartão *kanban* ordena. O cartão emite

a ordem de retirada de peças em processamento de um posto de trabalho, de modo que estas sejam “puxadas” para o próximo posto de trabalho (MARTINS; LAUGENI, 2005).

O *kanban* é um sistema de operação por lotes, ou seja, um lote só deve ser produzido após o término do antecedente (RIBEIRO, 1984). Quando um posto de trabalho termina um lote, um cartão *kanban* é emitido ao processo anterior, para que este fabrique as peças necessárias para o próximo lote. De acordo com Tubino (2009), cada posto de trabalho possui um supermercado, no qual ficam os itens a serem processados. A retirada do produto do supermercado para o seu processamento é a ordem de autorização para o fornecedor deste supermercado fabricar mais do mesmo produto, como é possível observar na Figura 3.



**Figura 3 - Dinâmica da programação puxada.**  
**Fonte: Adaptado de Tubino (2009).**

No sistema puxado, caso ocorra um problema de qualidade ou quebra de máquina, os equipamentos em funcionamento também param após o término do lote em processo, evitando desperdícios por superprodução. A exigência do método empurrado de manter as máquinas sempre trabalhando acaba por produzir peças não solicitadas, ocupando espaço e ocasionando desperdício (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Existem quatro regras que guiam implicitamente o Sistema Toyota de Produção a fim de alcançar a melhoria contínua do processo, como demonstram Martins e Laugeni (2005, p. 461):

- a) Todo trabalho deve ser altamente especificado no seu conteúdo, sequência, tempo e resultado;
- b) Toda relação cliente-fornecedor (interno e externo) deve ser direta, com um canal definido e claro para enviar pedidos e receber respostas;

- c) O fluxo de trabalho e processo para todos os produtos e serviços deve ser simples e direto;
- d) Qualquer melhoria deve ser feita pelo método científico, sob a coordenação de um orientador, e no nível mais baixo da organização.

### 3.2.1 Desperdícios da Produção

A filosofia gerencial JIT prega, sobretudo, o combate ao desperdício, ou seja, segundo Martins e Laugeni (2005, p. 404), “toda atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto”. De acordo com Corrêa e Corrêa (2012), eliminar desperdícios é o mesmo que observar as atividades que a fábrica realiza e suspender aquelas que não agregam valor à produção.

Seguindo os passos para a aplicação do Sistema Toyota de Produção, Shingo (1996), classifica os desperdícios da produção em sete categorias:

<b>Desperdícios da Produção</b>	<b>Descrição</b>
1. Superprodução	Produzir mais do que o necessário ou produzir antes que seja necessário, resultando em acúmulo de estoque.
2. Espera	Tempo ocioso gerado pela falta de materiais, troca de ferramentas, manutenção de máquinas e espera por informações.
3. Transporte	Movimento de peças e produtos semiacabados de um posto de trabalho ao outro.
4. Processamento	Étapas e métodos do processo que não agregam valor ao produto.
5. Estoque	Prazo de entrega substancialmente maior que o ciclo de produção, ou seja, produtos, materiais e informações processados além da necessidade da demanda.
6. Desperdício nos movimentos	Operações não padronizadas, peças desorganizadas e fora do alcance do operador, gerando movimentos desnecessários e ocasionando atrasos.
7. Produtos defeituosos	Perda de produtos devido à não inspeção dos mesmos durante o processo produtivo, gerando perda por retrabalho e desperdício de material e tempo.

**Quadro 1 – Desperdícios da produção.**  
**Fonte: Shingo (1996).**

### 3.3 LEAN MANUFACTURING

*Lean manufacturing* ou manufatura enxuta é o sistema de produção por meio do qual se tenta fazer mais com menos. Womack e Jones (2004) definem como “organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com os clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção” de uma maneira otimizada, utilizando menos recursos humanos, equipamentos e tempo.

O emprego da manufatura enxuta se dá através da aplicação de técnicas do Sistema Toyota de Produção, com o objetivo de otimizar a produção através da eliminação de desperdícios (TUBINO, 2009). Sua principal referência de aplicação é a montadora Toyota, pioneira na implantação desse sistema de produção. O sistema enxuto torna a produção flexível e adaptável, mesmo que haja rigidez quanto à especificação do produto, fluxo de material e atividades de produção (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Segundo Lustosa *et al* (2008), o conceito de produção *lean* se baseia em quatro princípios: comunicação, trabalho em equipe, uso eficiente de recursos e eliminação de desperdícios, utilizando o método japonês *kaizen*, ou melhoria contínua do processo. Para que se alcance tal melhoria até a eliminação total de desperdícios, é necessária a implantação de técnicas como o já mencionado *kanban* e o mapeamento do fluxo de valor (LUSTOSA *et al*, 2008), que será melhor detalhado durante este trabalho.

Originalmente descrita por Womack, Jones e Ross (1992), a manufatura enxuta é um conjunto de práticas operacionais e comportamentais que interagem entre si de forma dinâmica, a fim de alcançar a obtenção dos seguintes itens:

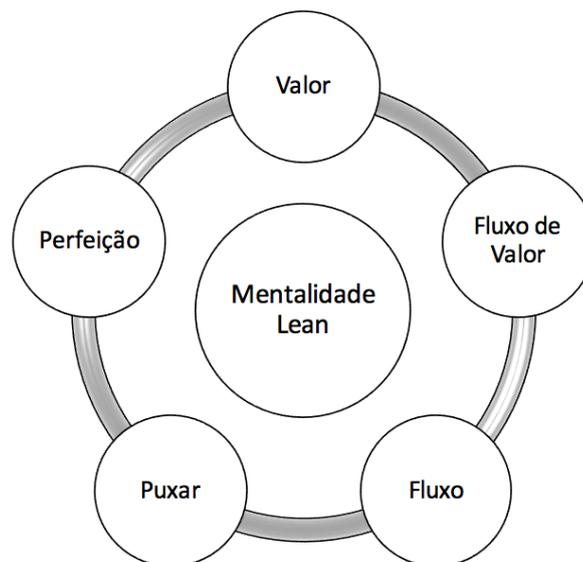
- a) Lotes pequenos, baixíssimo nível de estoque e fluxo integrado de produção;
- b) Prevenção de defeitos;
- c) Produção puxada, com demanda suavizada;
- d) Mão de obra multiespecializada e flexível, com a organização do trabalho baseada em times;
- e) Solução das causas fundamentais (causas raiz) dos problemas;
- f) Parcerias que complementem desde a matéria-prima até o cliente final;

- g) Redução da carga de trabalho sobre a mão de obra indireta, devido à simplificação do fluxo.

A fim de entender o sistema de gestão japonês e a maneira de aplicação das práticas de redução de desperdícios, James Womack, Daniel Jones e Daniel Ross iniciaram estudos no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), denominando o Sistema de Produção Toyota de Mentalidade Enxuta (LUZ; BUIAR, 2004).

### 3.3.1 Mentalidade Enxuta

A mentalidade *lean* ou enxuta é o antídoto para o maior problema encontrado na implementação da manufatura enxuta: o desperdício. O pensamento enxuto é a forma pela qual o processo produtivo gera valor ao produto e realiza atividades eficazes que respondam rapidamente às solicitações (WOMACK; JONES, 2004). De modo geral, a mentalidade enxuta é a maneira na qual as necessidades dos clientes são atendidas no momento adequado, com qualidade e custo baixo, eliminando os desperdícios ao longo do processo produtivo. Womack e Jones (2004) classificam a mentalidade *lean* segundo os seguintes princípios, observados na Figura 4:



**Figura 4 - Os cinco princípios da mentalidade enxuta.**  
Fonte: Adaptado Womack e Jones (2004).

### 3.3.1.1 Valor

É o ponto de partida do pensamento enxuto, pois é definido pelo cliente final como um produto ou serviço que atenda suas necessidades, no momento em que deseja, por um preço específico. Para as empresas, é o produto que é vendido à um cliente específico por um preço adequado que a mantém nos negócios (WOMACK; JONES, 2004).

O pensamento enxuto nas empresas deve começar com a definição do valor de um produto perante o processo possibilitando a delegação de capacidades, preços, fornecedores e clientes específicos para o mesmo (LUSTOSA *et al.*, 2008).

### 3.3.1.2 Fluxo de Valor

De acordo com Womack e Jones (2004), o segundo princípio para a adoção da mentalidade enxuta, o fluxo de valor, são todas as ações necessárias para a produção de um produto, levando-o a passar por três tarefas gerenciais:

- a) Solução de problemas: desde a concepção do produto até o seu lançamento;
- b) Gerenciamento da informação: do recebimento do pedido até a entrega;
- c) Transformação física: da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente.

Esse fluxo contém tanto atividades que agregam valor ao produto como atividades que não agregam valor. A análise do fluxo de valor é importante pois é possível identificar atividades que não criam valor ao produto, sendo que essas podem ser inevitáveis, como o tempo para inspeção, ou atividades que não criam valor e devem ser evitadas de imediato (WOMACK; JONES, 2004).

### 3.3.1.3 Fluxo de Produção

Com a eliminação de desperdícios e alinhamento dos processos que

criam valor, é possível fazer com que o produto flua através de uma sequência de atividades organizadas que não sofram interrupções. Este método é conhecido como fluxo contínuo, em que se produz uma peça de cada vez que passa de um estágio ao outro do processo sem qualquer interrupção (ROTHER; SHOOK, 1999). Dessa maneira, é possível entregar ao cliente o produto desejado no momento exato, pois o risco de que o processo seja interrompido é evitado. Assim, além da redução do risco de atraso de entrega ao cliente, há também a redução do tempo que poderia ser desperdiçado caso o processo fosse interrompido (ZAWISLAK; MARODIN; GERBER, 2003).

#### 3.3.1.4 Puxar a Produção

A dinâmica da produção puxada consiste em produzir somente o que o cliente desejar, quando ele desejar (ROTHER; SHOOK, 1999). Para produzir em fluxo contínuo de maneira puxada, o processo deve conter apenas as atividades necessárias para atender o pedido do cliente, no momento em que ele quiser, sem interrupções (ZAWISLAK; MARODIN; GERBER, 2003).

A programação puxada é usada quando não é possível implementar um fluxo contínuo entre os processos, como por exemplo, quando os mesmos ficam distantes uns dos outros e o deslocamento de uma peça de cada vez não é viável (ROTHER; SHOOK, 1999). Sendo assim, o fluxo contínuo de valor deve ser flexível, de modo a ser utilizado de maneira puxada, quando a demanda é imprevisível, ou de maneira empurrada, quando a demanda é previsível (ZAWISLAK; MARODIN; GERBER, 2003).

#### 3.3.1.5 Perfeição do Produto

A perfeição é definida por Womack e Jones (2004) como o quinto e último princípio, aquele que guia às ações para a melhoria. No pensamento enxuto, a perfeição tem um cunho dinâmico, já que, evidentemente, é um valor utópico e

inalcançável. O objetivo é que este valor sirva como um guia a cada estágio do processo para que o mesmo melhore continuamente.

### 3.3.2 Mapa do Fluxo de Valor

O fluxo de valor é toda a atividade, que agrega valor ou não, necessária para que o produto percorra o fluxo de produção, desde a matéria-prima até o consumidor, e o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento. Mapear o fluxo de valor é uma prática na qual, ao observar o fluxo do produto, é possível enxergar e entender o deslocamento de material e informação do mesmo (ROTHER; SHOOK, 1999).

O mapeamento do fluxo de valor, de acordo com Rother e Shook (1999), se dá por meio de uma observação do fluxo do produto desde o fornecedor até o consumidor. O objetivo, segundo Lustosa *et al* (2008), é “obter uma visualização clara dos processos de manufatura e de alguns de seus desperdícios, bem como diretrizes eficazes de análise que auxiliem no projeto de otimização do fluxo e eliminação desses desperdícios”.

Rother e Shook (1999) apontam as principais vantagens do mapeamento do fluxo de valor, uma ferramenta de estruturação essencial para a implementação da manufatura enxuta (LUSTOSA *et al*, 2008):

- a) Auxilia a visualização além dos processos individuais;
- b) Auxilia na identificação de desperdícios e de suas fontes;
- c) Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura;
- d) Facilita a tomada de decisões sobre o fluxo, tornando-as mais visíveis;
- e) Une conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de ferramentas de forma isolada;
- f) Constrói uma base para a implementação da mentalidade enxuta;
- g) Exibe a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- h) Mostra o caminho para a unidade produtiva operar em fluxo.

O fluxo de informação é tão importante quando o de material, pois informa a cada processo o que fabricar ou o que fazer em seguida. O mapeamento do fluxo de valor é uma técnica que ajuda a enxergar o fluxo para que seja possível

implementar um estado ideal, ou seja, um fluxo que agregue valor à produção (ROTHER; SHOOK, 1999).

### 3.3.2.1 *Lead time*

O *lead time* é o tempo total que uma peça leva para mover-se desde o início até o fim de um processo ou um fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 1999). O *lead time* de processos em lotes é formado por uma sequência de quatro etapas distintas: tempo de espera, tempo de processamento, tempo de inspeção e tempo de transporte (TUBINO, 2009).

O tempo em que o lote espera para ser trabalhado em um recurso corresponde, geralmente, a 80% do *lead time* (CORRÊA; CORRÊA, 2012), sendo considerado o maior gerador de desperdícios da manufatura enxuta (TUBINO, 2009).

A redução do *lead time* está atrelada à flexibilidade do sistema produtivo. Quanto menor o *lead time*, mais fácil é a adaptação da produção às flutuações de curto prazo na demanda, além de mais rápida a resposta às solicitações dos clientes (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

### 3.3.2.2 *Takt time*

*Takt time*, ou ritmo da produção, é definido por Rother e Harris (2002) como “a velocidade na qual os clientes solicitam os produtos acabados”. De acordo com Rother e Shook (1999), é a frequência na qual se produz para atender a demanda dos clientes, e é usado para sincronizar o ritmo da produção com o ritmo das vendas. O *takt time* é calculado através da Equação 1:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ de\ trabalho\ disponível\ por\ turno}{Demanda\ do\ cliente\ por\ turno} \quad (1)$$

Com o fornecimento do ritmo no qual o processo deveria estar produzindo, é possível enxergar a situação do processo produtivo e implementar melhorias no mesmo (ROTHER; SHOOK, 1999). Como não é possível alterar a demanda do cliente, as melhorias podem ser implementadas através da mudança da divisão do tempo de trabalho disponível. O número ou a duração dos turnos, o número de produtos acabados em uma célula e o número de células fabricando um mesmo produto são alguns ajustes que podem ser feitos para que o ritmo da produção se torne ideal (ROTHER; HARRIS, 2002).

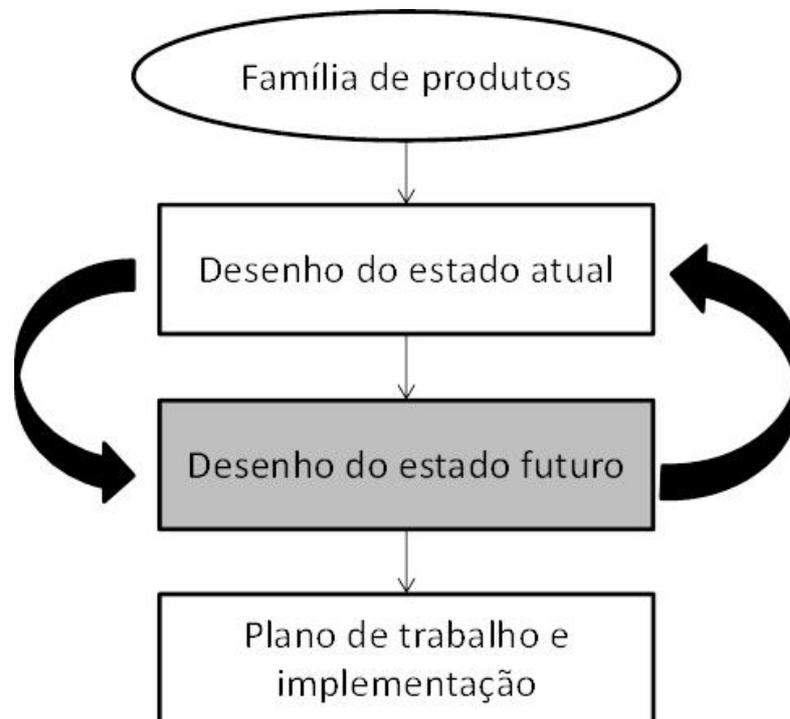
### 3.3.2.3 Etapas do mapeamento

Moreira e Fernandes (2001, p. 3) dividem o mapeamento do fluxo de valor em 4 etapas:

- 1) Escolher uma família de produtos, pois mapear todos os produtos de uma só vez pode ser muito demorado e cansativo. A escolha deve ser feita pensando-se na importância e no valor para o consumidor: os produtos mais vendidos, mais caros, etc.;
- 2) Desenhar o estado atual, ou seja, como a empresa encontra-se no momento. A primeira representação a ser feita é a do cliente, no canto superior direito da folha. O próximo passo é adicionar os processos, inclusive a expedição. O terceiro passo é incluir o fornecedor, representando apenas uma ou duas matérias-primas principais. O quarto passo trata do fluxo de informação. No último passo acrescentam-se os respectivos *lead times* de cada etapa na parte inferior da folha;
- 3) Desenhar o estado futuro, uma idealização de como a empresa pode ser com a eliminação de todos os desperdícios encontrados.
- 4) Escrever o Plano de Trabalho, dividido em etapas, as quais devem ter objetivos, metas e datas necessários para se atingir ao máximo possível o estado determinado na etapa anterior.

Os estados atual e futuro atuam como uma via de mão dupla. O estado futuro só pode ser implementado após a análise do estado atual. Em contrapartida, o estado futuro aponta informações importantes sobre o estado atual que muitas vezes não são identificadas (ROTHER; SHOOK, 1999). É possível observar na

Figura 5 como o desenvolvimento do estado atual e futuro são esforços complementares:



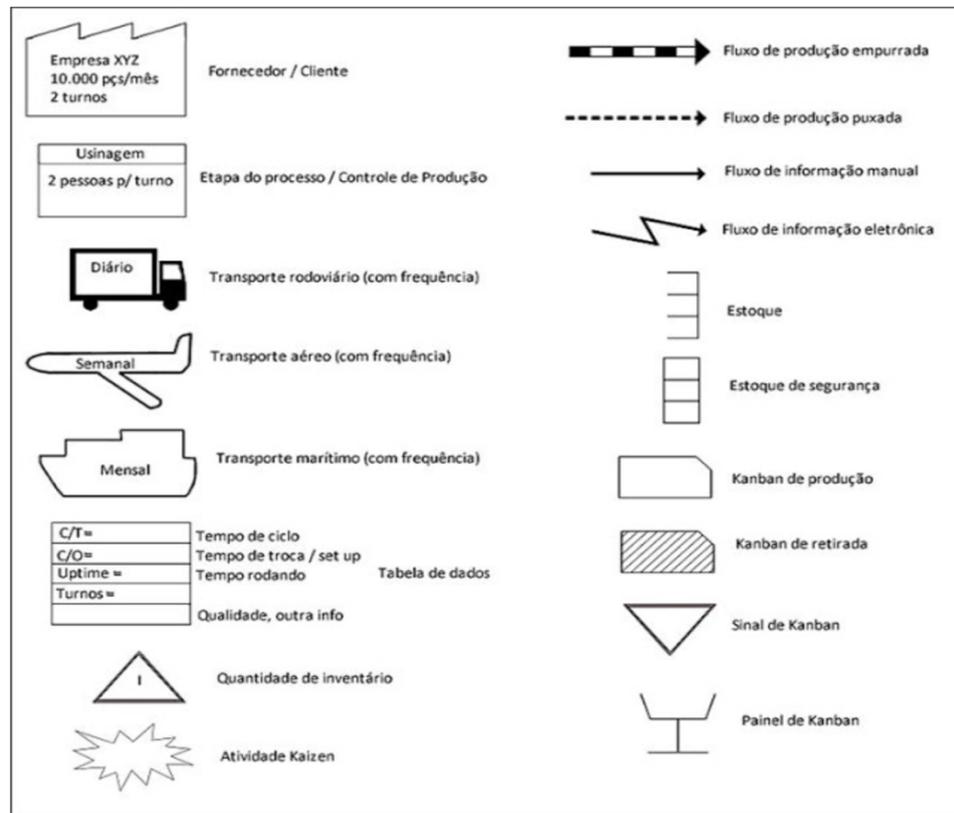
**Figura 5 - Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor.**  
 Fonte: Rother e Shook (1999).

#### 3.3.2.4 Mapa atual

Segundo Rother e Shook (1999), o desenvolvimento do mapa do estado futuro da empresa começa pela análise do seu estado atual. O mapa do estado atual é baseado nas informações da família de produtos escolhida, através da observação do fluxo de materiais e informações necessários para o processamento dos mesmos.

De acordo com Moreira e Fernandes (2001), o mapeamento do estado atual deve ser feito de forma simples e de fácil compreensão. A realização do mapa deve começar pela identificação do cliente, especificando as necessidades do mesmo. Em seguida, deve-se analisar os processos, equipamentos e recursos necessários, estoques, fornecedores, fluxos internos e externos de materiais e de informações e os *lead times* de produção (VARGAS, 2016). As etapas do processo devem ser representadas na sequência em que ocorrem e não da forma em que

estão dispostas fisicamente (TOLEDO, 2015). Os símbolos comumente utilizados no mapeamento do fluxo de valor estão ilustrados na Figura 6:



**Figura 6 - Símbolos utilizados no Mapeamento do Fluxo de Valor.**  
Fonte: Vargas (2016).

A representação dos processos é feita por meio de caixas de processo, sendo que cada caixa de processo indica uma área do fluxo de material. A separação das caixas é feita pelas diferentes áreas do fluxo, quando entre as mesmas há estoque parado e movimentação feita por lotes (ROTHER; SHOOK, 1999). De acordo com Vieira (2006), o mapa também contém algumas informações necessárias para a análise do processo, sendo elas:

- a) Tempo de ciclo - T/C;
- b) Tempo de troca - TR;
- c) Tamanho dos lotes de produção - TPT;
- d) Disponibilidade real da máquina;
- e) Número de operadores;
- f) Número de variações do produto;
- g) Tempo de trabalho (menos os intervalos);
- h) Taxa de refugo.

Após o mapeamento é possível identificar os gargalos e desperdícios do

processo atual (MOREIRA; FERNANDES, 2001). Dessa maneira, as melhorias podem ser identificadas e implementadas na elaboração do mapa futuro do processo. Um exemplo de mapa de fluxo de valor do estado atual pode ser observado na Figura 7.

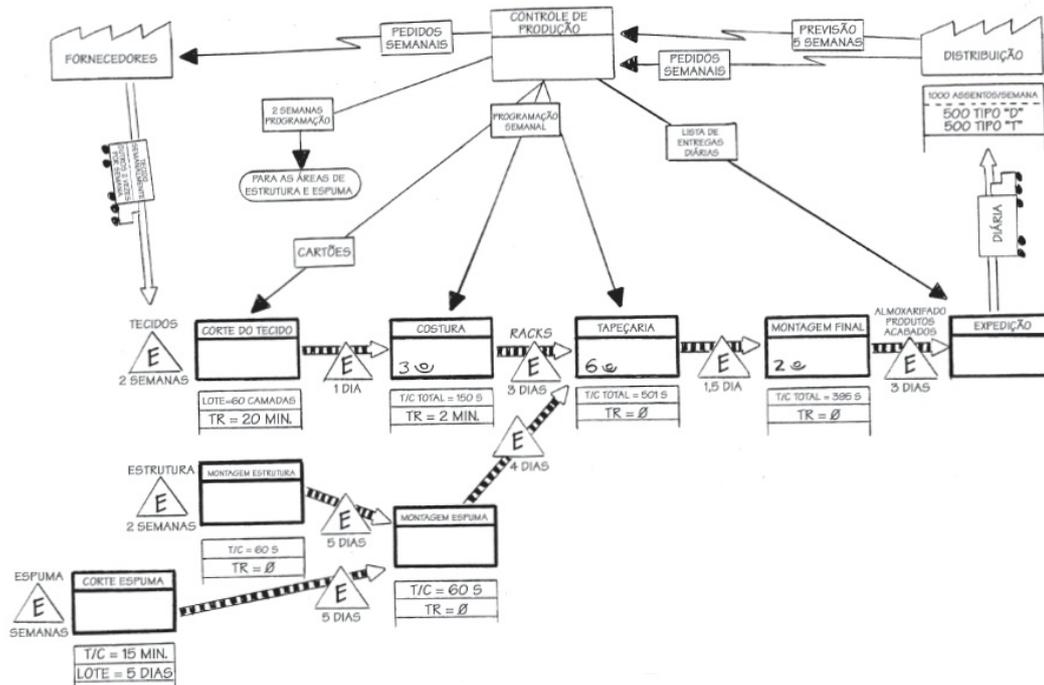


Figura 7 - Exemplo de mapa de fluxo de valor do estado atual.  
Fonte: Lean TI (2016).

### 3.3.2.5 Mapa futuro

O mapa do estado futuro corresponde o estágio de melhoria que empresa deseja alcançar. A aplicação da mentalidade enxuta no desenvolvimento do mapa do estado futuro está totalmente relacionada à aplicação de métodos de melhoria que façam com que cada processo produza apenas o que os clientes precisam e quando precisam (ROTHER; SHOOK, 1999).

A redução dos desperdícios que aumentam o *lead time* é o primeiro passo para o aperfeiçoamento do processo. Com a redução da linha do tempo do produto, o tempo de matéria prima no estoque e o tempo de retorno financeiro para a empresa são reduzidos, além de, indiretamente, reduzir as taxas de refugo e

aumentar a produtividade, reduzindo assim o custo do produto (VIEIRA, 2006).

Rother e Shook (1999) listam alguns pontos que auxiliam na elaboração do estado futuro:

- a) Produzir de acordo com o *takt time*: o *takt time*, como visto anteriormente, dita o ritmo da produção através da demanda do cliente. Sendo assim, produzir de acordo com o *takt time* é evitar o desperdício de superprodução, pois só é produzida a quantidade de produtos desejada pelo cliente (VIEIRA, 2006).
- b) Definição da produção (para supermercado de produtos acabados ou para expedição): informações como a característica do produto, a confiabilidade do processo e o padrão de compra dos clientes são necessárias para definir a produção. O supermercado de produtos acabados não é viável para produção de produtos de alto valor e/ou sob encomenda (ROTHER; SHOOK, 1999).
- c) Desenvolver fluxos contínuos onde for possível: o fluxo contínuo está diretamente ligado à eliminação de desperdícios. Segundo Vieira (2006), quanto mais contínuo o fluxo for, menor os estoques entre os processos, os lotes de fabricação e de compra reduzindo assim o estoque de matéria prima.
- d) Utilizar supermercado para regular o fluxo entre processos que não são contínuos: Vieira (2006) afirma que quando não é possível implementar o fluxo contínuo devido ao tipo do processo, ferramentas como os supermercados e os cartões *kanban* são utilizados para regular o fluxo.
- e) Definição do ponto de programação da produção (processo puxador): a escolha de um processo puxador torna possível nivelar e programar os processos responsáveis pelo seu abastecimento (VIEIRA, 2006).

### 3.4 CERÂMICAS

Cerâmica, do grego *kéramos*, significa “terra queimada”. Acredita-se que os primeiros povos a utilizarem cerâmica deixavam objetos de argila, a matéria prima deste produto, queimarem ao sol. Posteriormente descobriu-se que, se colocada no fogo, a cerâmica se tornava muito mais resistente (MENDA, 2016).

O processo de produção da cerâmica acontece através da umidificação da argila, que se torna muito maleável e fácil de moldar. Após a moldagem, é

submetida à secagem para a retirada da água e colocada em fornos de alta temperatura que lhe conferem rigidez e resistência. Tais propriedades permitem o uso da cerâmica tanto na construção de casas como na composição de recipientes para armazenamento de alimentos (ANFACER, 2016).

A cerâmica é o material mais antigo produzido pelo homem, com pesquisas apontando que sua produção já existe há cerca de 10 mil anos. Muito utilizada por diversos povos de diferentes maneiras, a cerâmica atualmente faz parte de uma indústria que é subdividida em setores conforme as características do produto final: cerâmica vermelha, cerâmica branca, materiais refratários, abrasivos, cerâmica de alta tecnologia e revestimentos cerâmicos (ANFACER, 2016).

No Brasil, a indústria cerâmica tem seus principais pólos nas regiões Sul e Sudeste, devido à maior densidade demográfica, maior atividade industrial e agropecuária e melhor infraestrutura associados à facilidade de obtenção de matéria prima e energia (ABCERAM, 2016).

Segundo a ANFACER (2016), o país é o segundo maior produtor e consumidor mundial de revestimentos cerâmicos. O segmento estrutural da indústria cerâmica movimentava cerca de 60 milhões de toneladas ao ano, com um valor de produção anual de 2,5 bilhões de dólares. Com a permanência da renda nos locais de produção, o número de empregos chega a 300.000, gerando alto impacto social nas regiões onde as indústrias estão instaladas (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Pesquisa é o caminho para se chegar ao conhecimento (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Silva e Menezes (2001), descrevem pesquisa como uma atividade voltada para a solução de problemas, que procura “respostas para indagações propostas”. Segundo Gil (2010), uma pesquisa é requisitada quando não há informações suficientes ou quando a informação disponível não é adequada para a solução do problema.

A pesquisa é subdividida em tipos, de forma a definir os instrumentos e procedimentos utilizados no planejamento da mesma. Os tipos de pesquisa são classificados de acordo com diferentes pontos de vista. Gil (2010), classifica a pesquisa, sob o ponto de vista da sua natureza, em básica e aplicada. A pesquisa básica gera conhecimentos úteis para o avanço da ciência, sem aplicação prática, envolvendo interesses universais. A pesquisa aplicada, por outro lado, procura gerar conhecimentos para aplicação prática, de modo a solucionar problemas específicos, de interesse local (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Quanto ao objetivo, a classificação é dividida em três grupos: pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. A pesquisa exploratória objetiva explicitar um problema, torna-lo familiar. O levantamento de dados envolve pesquisas bibliográficas, entrevistas com pessoas que tiveram experiências com o problema e estudo de exemplos que promovam a compreensão (GIL, 2010). A pesquisa descritiva tem a finalidade de delinear as características de uma determinada população ou fenômeno, envolvendo dados quantitativos coletados através de entrevistas, questionários, formulários, etc (MARCONI; LAKATOS, 2010). Por fim, a pesquisa explicativa objetiva definir fatores que determinam ou contribuem com o acontecimento de fenômenos (GIL, 2010).

Kauark, Manhães e Medeiros (2010), classificam a pesquisa quanto à abordagem em qualitativa e quantitativa. A pesquisa qualitativa se faz a partir de dados que não podem ser traduzidos em números, onde a compreensão de fenômenos e a atribuição de significados são elementos básicos. Em contrapartida, a pesquisa quantitativa lida com fatos, dados que podem ser quantificáveis e traduzidos em informações mensuráveis.

Quanto aos procedimentos metodológicos, Gil (2010), segmenta a

pesquisa em categorias como bibliográfica, experimental e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é implementada quando é feita uma análise de materiais já publicados, como livros, artigos e materiais disponíveis na internet. A pesquisa experimental é feita através de um experimento de um objeto de estudo, submetendo-o a variáveis que podem influenciá-lo e fazendo o controle de seus efeitos. O estudo de caso envolve um estudo aprofundado de poucos objetos, permitindo maior detalhamento e amplitude de seu conhecimento (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

Com base na definição de pesquisa e seus diferentes tipos, é possível observar as características do presente trabalho no Quadro 2:

<b>Classificação</b>	<b>Descrição</b>
Natureza	Aplicada
Objetivo	Exploratória
Abordagem	Qualitativa
Procedimentos metodológicos	Estudo de Caso

**Quadro 2 - Classificação metodológica da pesquisa.**

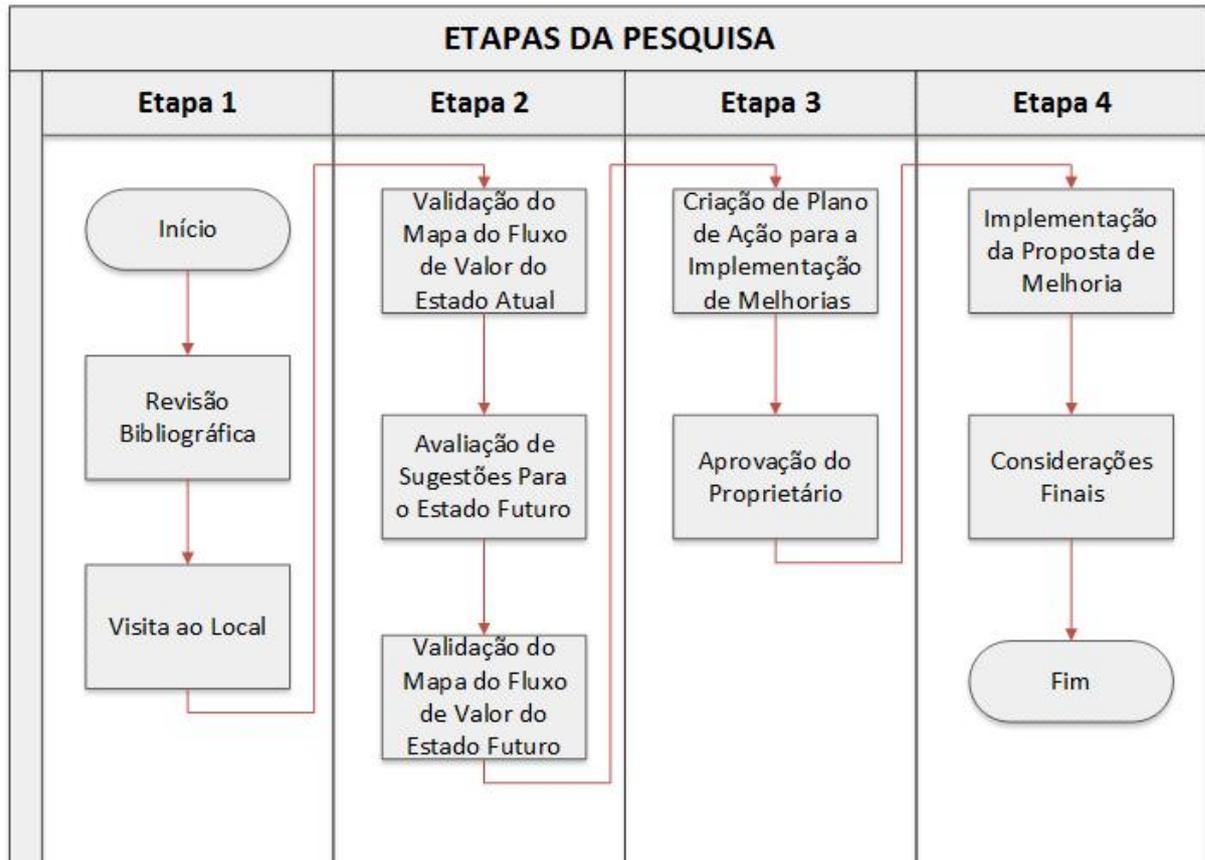
Fonte: Autoria própria.

A natureza da presente pesquisa é classificada como aplicada, pois tem como objetivo contribuir com soluções para os problemas encontrados na empresa estudada. A abordagem é definida como qualitativa pois os dados necessários para o estudo não são quantificáveis e serão coletados através da observação do processo.

Do ponto de vista do objetivo e dos procedimentos metodológicos, esta pesquisa se caracteriza, respectivamente, como exploratória e estudo de caso. O levantamento bibliográfico realizado visa proporcionar um conhecimento mais aprofundado sobre o assunto, de modo a facilitar a familiarização com o problema estudado.

#### 4.1 ETAPAS DA PESQUISA

A realização da pesquisa foi dividida em quatro etapas, conforme pode ser visto na Figura 8:



**Figura 8 - Etapas para realização da pesquisa.**  
**Fonte: Autoria própria (2017).**

A primeira etapa consiste na construção de uma revisão bibliográfica, abordando publicações de temas relacionados aos objetivos do trabalho. A função do trabalho exploratório, segundo Quivy e Campenhoudt (1995), é “ter certa qualidade de informações sobre o objeto em estudo e encontrar a melhor forma de abordá-lo”. A base teórica de publicações auxilia na identificação de teorias e modelos que dão suporte aos métodos que serão futuramente aplicados. Em seguida, foi necessário conhecer a empresa, a fim de compreender e familiarizar-se com o processo produtivo da mesma.

A segunda etapa representa a avaliação e validação das sugestões de melhorias previamente feitas. O objetivo foi analisar o mapa do fluxo de valor do estado atual, as sugestões de melhoria para o estado futuro e o mapa do fluxo de valor do estado futuro. A análise foi feita por meio da observação do processo e da validação dos dados apresentados de modo que estes pudessem ser utilizados de forma satisfatória nas etapas seguintes. A observação evidencia ao pesquisador questões que o mesmo não pôde identificar através da leitura, estimulando o surgimento de novas ideias que complementam a pesquisa desenvolvida (QUIVY;

CAMPENHOUDT, 1995). É importante que a observação seja exata, imparcial, completa, metódica e sucessiva para que a mesma propicie um conhecimento claro e preciso do objeto estudado (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

A terceira etapa da pesquisa teve como objetivo elaborar um plano de ação que solucionasse os problemas e otimizasse as etapas do processo produtivo. Para esta elaboração, foi necessário evidenciar as características dos problemas encontrados e adotar uma orientação teórica que melhor auxiliasse na solução da problemática (QUIVY; CAMPENHOUDT, 1995). O plano de ação foi apresentado ao proprietário da empresa e só pôde ser implementado mediante aprovação do mesmo.

Após a aprovação do plano de ação, foi feita a implementação das propostas de melhoria e a análise do impacto das mesmas no processo produtivo. Sendo assim, foi possível abordar nas considerações finais o alcance dos objetivos propostos e o aprendizado adquirido durante a execução do trabalho.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em estudo é uma indústria cerâmica que atua no segmento de produção de telhas. A empresa teve início no ano de 1965, após a migração dos quatro sócios que vieram de Santa Catarina para a cidade de Medianeira, Paraná. (BALTHAZAR, 2016).

Nos primeiros anos de funcionamento a cerâmica possuía processos totalmente manuais e uma produção mensal de 40.000 telhas. Atualmente (2017) a empresa pode produzir até 170.000 telhas mensalmente, conta com um processo produtivo mais automatizado e tem em seu quadro vinte e um funcionários trabalhando nas áreas de transporte e processos de produção.

Recentemente a cerâmica está sofrendo com a queda da oferta de matéria prima nas cidades mais próximas, assim como com o elevado custo de transporte referente à busca de argila de melhor qualidade em outras cidades. Além disso, a empresa lida com a baixa demanda por seu produto, efeito da estagnação que o mercado da construção civil sofreu em 2015, ano em que o setor teve uma taxa de variação negativa de 7,6% do PIB comparado ao de 2014 (IBGE, 2015).

### 5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

#### 5.2.1 Aquisição de Matéria Prima

A argila é a principal matéria prima para a produção de telhas. A aquisição da argila acontece em cidades próximas à empresa, pois, se a distância ultrapassar quarenta quilômetros, a viagem se torna inviável, onde o custo do transporte excede o preço final das telhas.

Inicialmente a argila passa por um processo de sazonalidade, por meio do

qual ela é estocada por um longo período de tempo a céu aberto nos terrenos da empresa. Esse processo faz com que a argila obtenha características adequadas para seu processamento. Existem diferentes tipos de argila que são separadas em montes de acordo com suas características, e, portanto, para que se consiga um produto ideal, é feita uma mistura específica das mesmas. Cada empresa utiliza um tipo de mistura, de acordo com seus padrões e especificações. Apenas um funcionário é responsável pelo processo de preparo da matéria prima.

A preparação da massa da argila tem por objetivo obter uma mistura homogênea, com características e umidade adequadas para o tipo de telha esperado. Por fim, a argila é transferida para o interior do barracão, quando a mesma já possui características necessárias para seu processamento. Nesse barracão a argila está úmida, misturada e homogênea, pronta para ser processada.

### 5.2.2 Moldagem

A moldagem das telhas inicia quando a argila é transportada até o caixão alimentador. O caixão alimentador, que é constantemente abastecido por um operador, tem a função de transportar a argila por meio de uma esteira, em que o seu escoamento é dosado. Um eixo de navalhas de corte auxilia a passagem da argila, cortando-a em torrões. Depois, a mistura passa pelo desintegrador, em que são separados os pequenos corpos estranhos eventualmente contidos na argila. Na próxima etapa, a argila passa pelo misturador, processo em que se pode misturar vários tipos de argila em uma só operação, promovendo o umedecimento e a homogeneização da massa. Essa mistura de argila segue para o laminador, que complementa o trabalho do misturador, triturando a argila. Com o laminador, os pedriscos são fracionados, laminados e misturados à massa cerâmica, melhorando a ação do vácuo.

Em seguida a massa vai para a extrusora, onde é comprimida e forçada a passar através de aberturas frontais. Posteriormente, este material passa por um caracol de lâminas, que é responsável pela segmentação da massa. Por fim, a massa segue para a prensa que dá o formato da telha.

A empresa possui duas prensas novas e duas mais antigas, no entanto,

apenas as novas são usadas atualmente. Quatro funcionários são responsáveis pela retirada da telha da prensa e pelo transporte até o secador. Além disso, um colaborador é responsável pela regulagem de todas as máquinas do processo.

### 5.2.3 Secagem e Queima

O processo de secagem serve para remover a umidade do material. A secadora utilizada foi desenvolvida na própria empresa e é abastecida a partir dos gases eliminados pelos fornos. Anteriormente esse ar quente era descartado no meio ambiente, mas atualmente é reaproveitado na secagem das telhas. A empresa conta com dois tipos de carrinhos que transportam as telhas, os de madeira que tem capacidade de 208 telhas e os de aço de 304 telhas. Além disso, existe um sistema de cartões que identifica os carrinhos para o secador de acordo com o sistema de armazenagem FIFO, do inglês "*First in, first out*", ou em português "primeiro que entra, primeiro que sai".

Três funcionários são responsáveis pelo secador. O processo de secagem dura 36 horas a uma temperatura de 45°C. O secador utilizado pela empresa é contínuo, ou seja, há um fluxo constante de telhas entrando e saindo do secador. Depois de secas, as telhas passam por um controle de qualidade, realizado por quatro colaboradores. As telhas trincadas, dependendo do seu estado, são moídas e as outras em melhor qualidade vão para o forno.

A etapa de queima das telhas é a mais importante do processo produtivo pois é nela que as telhas adquirem suas propriedades finais. Na queima as peças passam por um tratamento térmico a temperaturas elevadas, que variam de 800°C a 1700°C. A empresa utiliza 6 fornos que trabalham de forma intermitente, ou seja, o processo de queima consiste em carregar o forno, queimar até a temperatura de maturação ou estabilização, resfriar e, então, retirar as peças, processo este que tem uma duração de sete dias. Cinco colaboradores são responsáveis pelos fornos. A alimentação dos fornos é feita com serragem, sendo que cada forno consome cerca de 1 tonelada de serragem por ciclo de queima. Depois do processo de queima as telhas passam por um controle de qualidade chamado de classificação. As telhas que são aprovadas vão para o estoque.

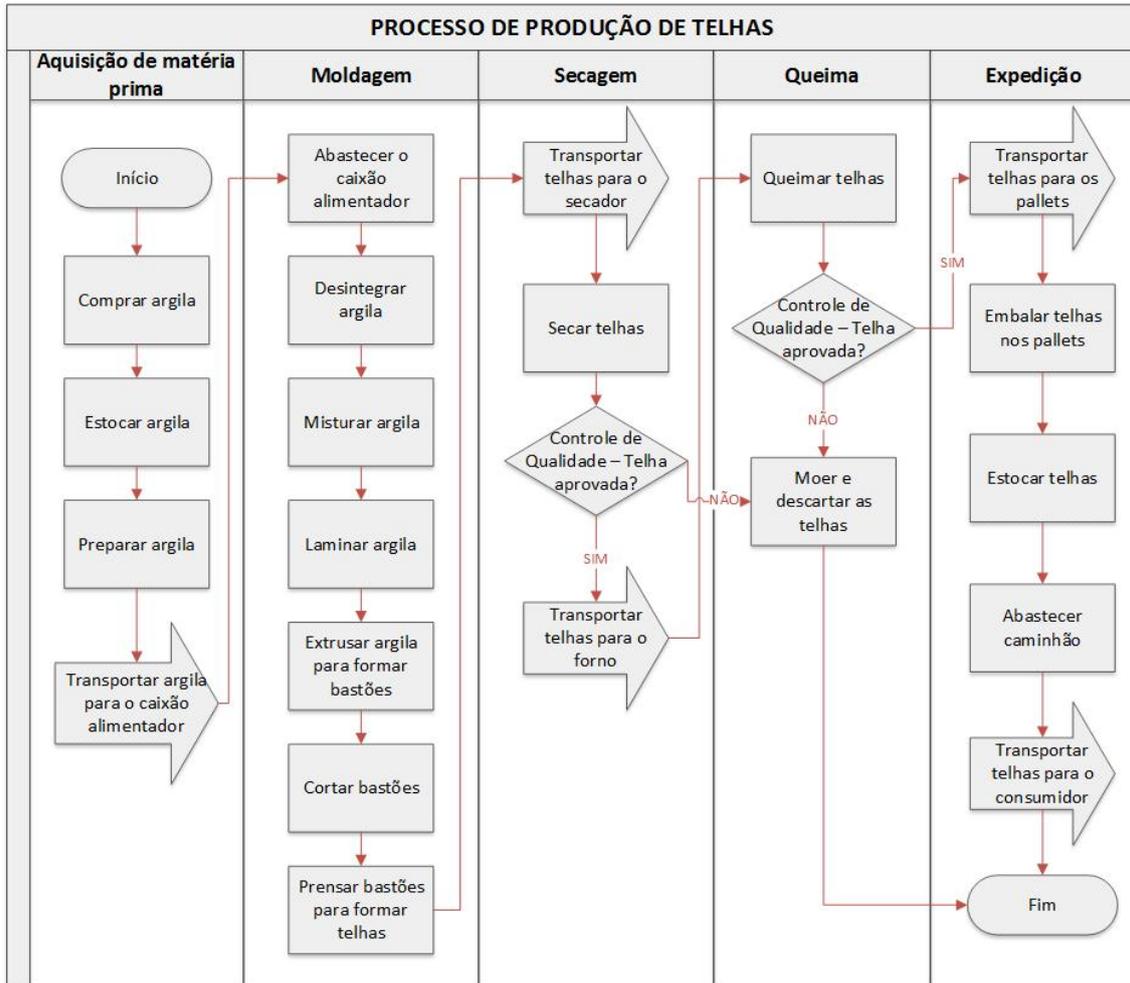
#### 5.2.4 Produto Final

Após as etapas de aquisição de matéria prima, moldagem, secagem e queima, obtém-se o produto final. A argila, após a sua queima ou cozimento, possui algumas características típicas, como: isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo e variação de volume. Além disso, as telhas adequadas devem apresentar impermeabilidade, baixa porosidade, resistência a flexão, superfície sem rugosidade, regularidade de forma, dimensão e coloração. O que caracteriza uma falha de qualidade nas telhas é a apresentação de esfoliação (escamação ou desagregação da massa cerâmica em partes da telha), fissura, rebarba ou partes quebradas.

#### 5.2.5 Expedição

As telhas são embaladas em pallets e colocadas no depósito da empresa. Posteriormente, com a ajuda de uma empilhadeira, um funcionário abastece o caminhão e outro colaborador é responsável pelo transporte do produto final até o cliente. A empresa possui dois veículos para entrega, um deles é utilizado para entregas no Brasil e outro apenas para entregas no Paraguai, que, por muitos anos, foi o maior destino dos produtos da cerâmica.

Por disponibilizar de um grande espaço físico para estoque de produto acabado, a empresa possui uma parceria com as lojas de materiais de construção da cidade, que utilizam o estoque da empresa. Assim, quando elas vendem os produtos, buscam os mesmos na cerâmica.



**Figura 9 - Fluxograma do processo de produção de telhas.**  
**Fonte: Autoria própria (2017)**

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

Para identificar os problemas do processo produtivo foi necessário conhecê-lo minuciosamente, por meio de observação e estudo. Além disso, levou-se em consideração as informações fornecidas pelas pessoas que trabalham diretamente com o processo, pois retratam a realidade da atividade estudada.

Com o mapa do fluxo de valor do estado atual já confeccionado, foi possível identificar as oportunidades de melhoria do processo produtivo. Atualmente a empresa possui um processo de produção totalmente empurrado, conforme ilustrado na Figura 10. Uma das consequências deste tipo de produção é a geração de estoques de produtos em processo e de produtos acabados.

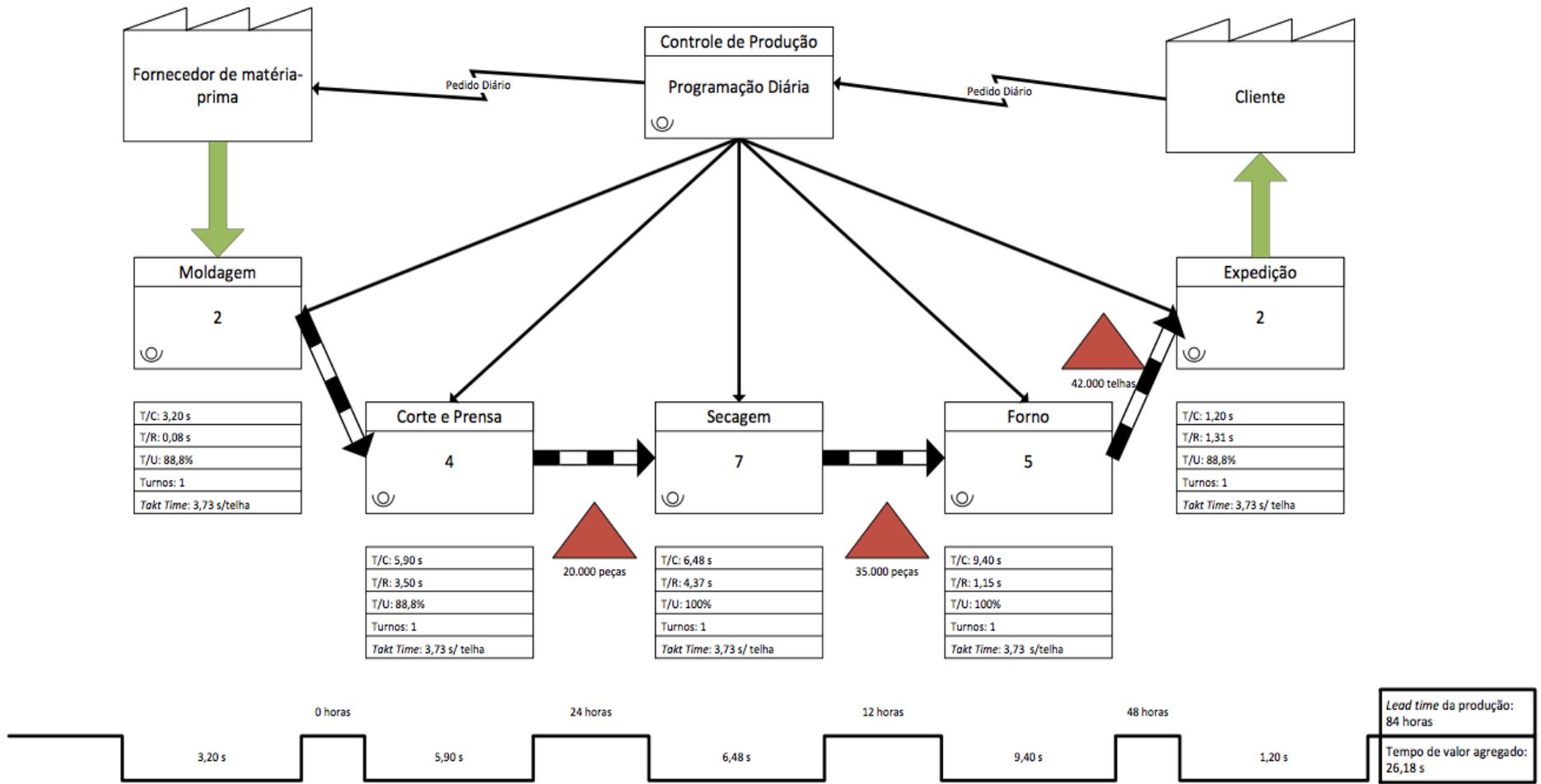


Figura 10 - Mapa do Fluxo de Valor do Estado Atual  
 Fonte: Cruz (2016).

Cada forno tem capacidade para 11000 telhas e existe um estoque intermediário entre o secador e os fornos de aproximadamente 35000 telhas. Um dos problemas que mais afeta a qualidade do produto final é o estoque intermediário, ou seja, a espera entre o processo de secagem e o processo de queima. A etapa de secagem serve para que o processo de retirada de umidade das telhas seja iniciado. Quando as telhas saem do secador suas propriedades ainda não estão definidas, sendo assim, passíveis de mutações.

As telhas são colocadas em um estoque intermediário à temperatura ambiente, antes de entrarem no forno. Isso faz com que a umidade do ambiente externo seja novamente incorporada à estrutura da telha, o que torna esta etapa prejudicial ao processo. Este regime de aquecimento e resfriamento pode provocar rachaduras nas telhas, ocasionando no descarte das mesmas para a etapa de queima. As telhas que não passam no controle de qualidade antes de entrarem no forno são descartadas, gerando um grande desperdício de tempo e de processamento.

As peças que passam no controle de qualidade entram no forno por não apresentarem irregularidades visíveis. As telhas permanecem no forno por um período de 7 dias, sendo que 3 dias são para aquecê-las, 1 dia para queimá-las e 3 dias para que resfriem e possam ser retiradas. Cerca de 500 das 11.000 telhas que saem do forno são descartadas após a queima, devido às imperfeições encontradas nas mesmas. Esses defeitos, segundo o proprietário da empresa, acontecem no período crítico do aquecimento das telhas dentro do forno.

O período inicial de aquecimento (período crítico) é crucial para a qualidade da telha pois toda sua estrutura deve ser aquecida uniformemente. Esse período ocorre até que o forno atinja a temperatura de 400°C, geralmente no término do segundo dia de aquecimento. É nesse tempo que todo o material orgânico (água, sujeira) presente na argila é expelido.

As telhas que entram no forno precisam de mais tempo para esse processo de evaporação pois estão à uma temperatura ambiente. Como esse tempo adicional não existe, quando o forno atinge os 400°C as telhas não estão homogeneamente aquecidas. A medida que a temperatura aumenta, há uma brusca diferença de temperatura entre a telha e o forno, fazendo com que o material sofra rupturas em sua estrutura e seja descartado após o término desta etapa.

Uma vez que as telhas foram queimadas, não podem mais ser

reaproveitadas. A espera do produto entre a secagem e a queima, e o período crítico no aquecimento do forno são as duas grandes causas de defeitos nas telhas, que têm como razão comum a temperatura.

#### 5.4 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DE MELHORIA

Para que o processo fosse otimizado, foi necessário um estudo detalhado dos tempos e etapas do processo produtivo. Dessa maneira, foi possível programar a produção para que se produza na quantidade e no tempo correto. Além disso, a programação foi feita com a retirada de atividades que são prejudiciais ao processo e que já foram explicadas anteriormente neste trabalho.

Para facilitar a programação, as atividades da produção de telhas foram separadas da seguinte forma, ilustrada no Quadro 3.

<b>Atividade</b>	<b>Descrição</b>	<b>Duração</b>
Mistura da argila	Preparo da argila de acordo com as características que a mesma deve possuir.	0,5 horas
Alimentação + Corte + Moldagem	Processo de moldagem da telha, conforme descrito no item 5.2.2.	1,5 horas
Espera para entrada no secador	Estoque entre a produção (moldagem) e o secador.	24 horas
Secador	Processo de retirada da umidade das telhas.	36 horas
Organização das telhas no forno	Distribuição das telhas secas dentro do forno.	3,5 horas
Forno	Processo de queima das telhas.	7 dias
Retirada do forno	Retirada e alocação das telhas no estoque de produtos acabados.	3,5 horas

**Quadro 3 - Descrição das atividades do processo produtivo de telhas.**

Fonte: Autoria própria (2017).

Os funcionários que trabalham na produção das telhas possuem uma jornada de trabalho que inicia às 7h30 e finaliza às 18h, com pausa de 1h30 para almoço. Existe uma outra escala de trabalho, com início às 5h30 e término às 11h30 dos funcionários que retiram as telhas dos fornos após a queima.

A mistura da argila é a primeira atividade do processo de produção de telhas. Ela pode ser feita dias ou minutos antes do início da moldagem do produto. A argila usada para a mistura deve passar por um processo de sazonalidade para que tenha as características necessárias para propiciar qualidade ao produto final. O processo de mistura da argila dura cerca de trinta minutos.

Para alimentar o caixão alimentador são necessárias cinco conchas (de uma escavadeira) de argila. Todo o processo de moldagem da argila dura cerca de 1 hora e 30 minutos e nesse período são produzidos em torno de 1875 bastões, nomeado a telha antes de ser prensada. No entanto, observou-se que a cada 10 bastões 1 é reprocessado devido à ocupação da prensa, fazendo com que o bastão retorne ao processo de mistura e gere retrabalho. Sendo assim, a quantidade produzida em um ciclo de alimentação é de aproximadamente 1688 bastões.

Após a prensagem, os funcionários organizam as telhas em vagonetas. As vagonetas têm capacidade para 208 telhas. A cada alimentação são preenchidas cerca de 8 vagonetas. A medida que as vagonetas são totalmente preenchidas os funcionários as transportam para o estoque entre a moldagem e o secador. Neste estoque as telhas devem permanecer pelo menos 24 horas pois nesse período elas adquirem características essenciais para a qualidade do produto.

Em seguida as telhas são locomovidas para o secador. A empresa possui um secador que trabalha de maneira contínua, ou seja, só é alimentado quando uma vagoneta que está preenchida com telhas secas está saindo do secador, liberando espaço no mesmo. Em média três vagonetas são retiradas do secador para que então, mais 3 possam entrar. Sendo assim, as telhas que terminaram o período de repouso podem ir para a etapa de secagem.

A etapa de secagem dura 36 horas. As telhas entram em uma extremidade do secador e ao longo das 36 horas são movimentadas linearmente até saírem na outra extremidade. Com a produção acontecendo durante todo o dia, algumas telhas ficarão mais de 36 horas dentro do secador. Isso acontece devido à jornada de trabalho que se encerra às 18 horas, impossibilitando a retirada dessas telhas e o transporte até o forno após esse horário. De acordo com o proprietário da cerâmica, a permanência dessas telhas dentro do secador não as danifica, pelo contrário, é mais adequado do que mantê-las à temperatura ambiente.

Ao sair do secador as telhas devem ser diretamente levadas ao forno. Mesmo que não esteja aquecido, o forno que receberá tais telhas é o local mais adequado para armazenagem das mesmas. Ali as telhas dividem e mantêm o calor que receberam na secagem e não ficam totalmente expostas à circulação de ar do ambiente externo ao forno.

A fim de solucionar o problema de temperatura das telhas, a falha na uniformidade do aquecimento, foram adicionadas 12 horas para esta etapa. Essa

quantidade de tempo foi determinada pelo proprietário da empresa e testada no presente trabalho, cujo resultado será apresentado no tópico 5.5. Um maior tempo de aquecimento possibilita que esse processo ocorra mais lentamente, aquecendo de forma gradual não só as telhas como também as paredes internas do forno. Dessa maneira cria-se uma espécie de estufa que propicia o aquecimento homogêneo do produto e aumenta a probabilidade de o mesmo estar em perfeitas condições no estágio final do processo.

Nas condições atuais, o período de resfriamento das telhas após a queima é de 3 dias. No entanto, o proprietário da empresa, que está habituado com o processo, afirmou que o tempo necessário é de, efetivamente, 2 dias e meio. Sendo assim, de modo a reduzir todos os desperdícios, o tempo desta operação utilizado para o desenvolvimento da programação da produção foi de 2 dias e meio. Com o aumento de 12 horas no processo de aquecimento, o período total em que as telhas permanecem no forno continua o mesmo, 7 dias (3 dias e 12 horas para aquecimento, 1 dia para queima e 2 dias e 12 horas para resfriamento).

Posteriormente, um grupo de funcionários retira as telhas de dentro do forno, fazendo o controle de qualidade simultaneamente. As telhas com características adequadas para comercialização são armazenadas no estoque de produtos acabados da empresa e as que possuem defeitos são quebradas e descartadas por não possuírem mais utilidade.

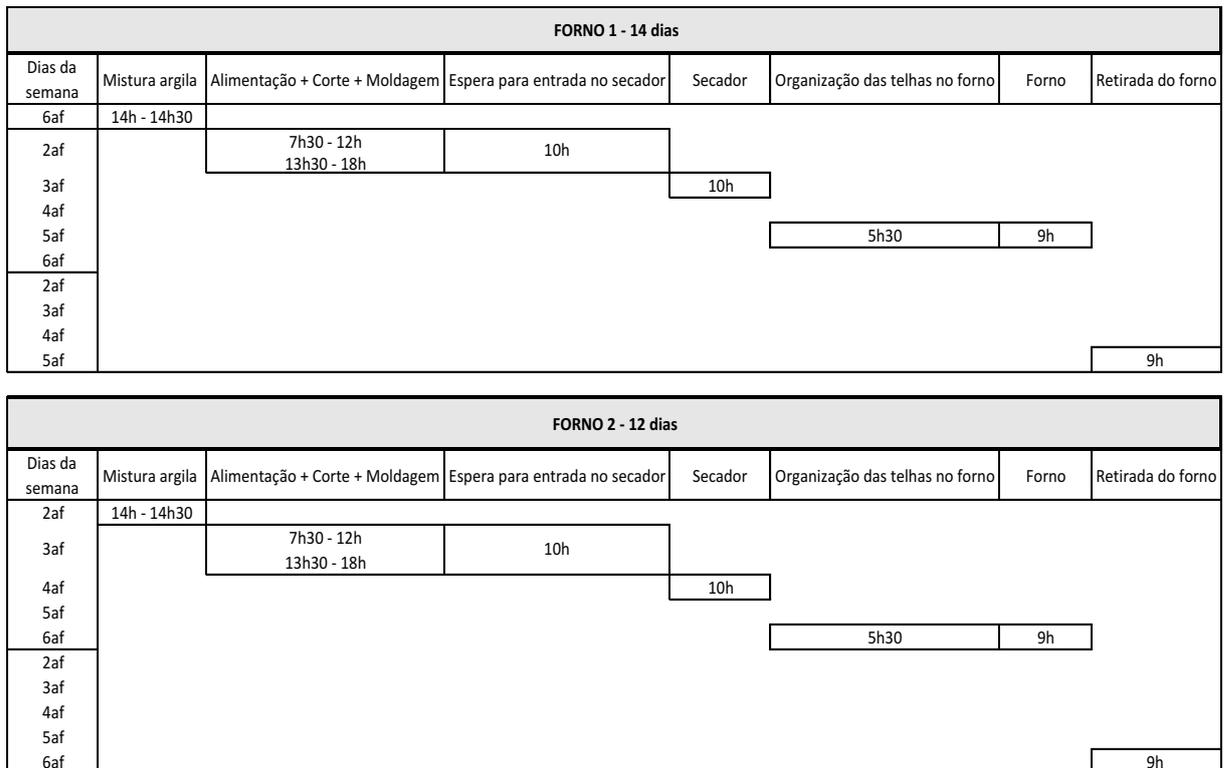
A programação da produção foi realizada de acordo com a sequência e a duração das etapas do processo. Ela foi feita através de um Gráfico de Gantt, ilustrando a produção dos seis fornos utilizados pela empresa, onde as etapas do processo foram representadas através de cores diversas e os fornos, através de numeração.

O gráfico apresenta apenas um exemplo da produção dos seis fornos para que seja possível observar todas as etapas do processo (Figura 11). O mesmo foi originalmente confeccionado para uma produção mensal, sendo possível observar a quantidade de fornos que seriam produzidos semanalmente, considerando um ritmo normal de trabalho. A representação mensal do gráfico fica ilegível para ser apresentada no presente trabalho, impossibilitando a observação de suas características. No entanto, o gráfico pode ser examinado através das cores que representam cada etapa no Apêndice A.



A etapa “Espera para entrar no secador” do Forno 5 e a etapa “Secador” dos fornos 3 e 4 estão representadas no gráfico com um tempo maior do que o necessário para as mesmas. Essa adição se deve ao fato de que não há jornada de trabalho nos finais de semana, impossibilitando a movimentação do produto entre uma etapa e outra. O produto do Forno 4 permanece dentro do secador até mesmo na segunda-feira devido à coincidente retirada do produto do Forno 3 no mesmo dia. O produto dos dois fornos não pode ser transportado no mesmo dia devido à quantidade de mão de obra disponível, insuficiente para realizar este trabalho na jornada de trabalho de um dia.

A elaboração da programação da produção através do Gráfico de Gantt auxilia na visualização de todas as atividades desempenhadas durante dias, semanas e meses. Além disso, é possível mensurar os tempos de início e término de ciclo de cada forno produzido. As Figuras 12 e 13 mostram um compilado das programações individuais de cada forno, com as durações dos seus ciclos de acordo com a data em que a primeira etapa, “Mistura da argila”, é iniciada.



**Figura 12 - Programação da produção dos fornos 1 e 2.**  
**Fonte: Autoria própria (2017).**

FORNO 3 - 14 dias							
Dias da semana	Mistura argila	Alimentação + Corte + Moldagem	Espera para entrada no secador	Secador	Organização das telhas no forno	Forno	Retirada do forno
3af	14h - 14h30						
4af		7h30 - 12h 13h30 - 18h	10h				
5af				10h			
6af							
2af					5h30	9h	
3af							
4af							
5af							
6af							
2af							9h

FORNO 4 - 14 dias							
Dias da semana	Mistura argila	Alimentação + Corte + Moldagem	Espera para entrada no secador	Secador	Organização das telhas no forno	Forno	Retirada do forno
4af	14h - 14h30						
5af		7h30 - 12h 13h30 - 18h	10h				
6af				10h			
2af							
3af					5h30	9h	
4af							
5af							
6af							
2af							
3af							9h

FORNO 5 - 14 dias							
Dias da semana	Mistura argila	Alimentação + Corte + Moldagem	Espera para entrada no secador	Secador	Organização das telhas no forno	Forno	Retirada do forno
5af	14h - 14h30						
6af		7h30 - 12h 13h30 - 18h	10h				
2af				7h30			
3af							
4af					5h30	9h	
5af							
6af							
2af							
3af							
4af							9h

FORNO 6 - 14 dias							
Dias da semana	Mistura argila	Alimentação + Corte + Moldagem	Espera para entrada no secador	Secador	Organização das telhas no forno	Forno	Retirada do forno
6af	14h - 14h30						
2af		7h30 - 12h 13h30 - 18h	10h				
3af				7h30			
4af							
5af					5h30	9h	
6af							
2af							
3af							
4af							
5af							9h

**Figura 13 - Programação da produção dos fornos 3, 4, 5 e 6.**  
**Fonte: Autoria própria (2017).**

É possível perceber que a maioria dos ciclos dura um total de 14 dias, salvo uma exceção. O ciclo do forno no qual a primeira etapa tem início na segunda-feira (Forno 2) é “interrompido” por apenas um final de semana, fazendo com que o produto fique pronto em 12 dias.

Com o auxílio da programação individual de cada forno, foi elaborado um calendário do mês atual (maio de 2017) a fim de servir como uma ferramenta que proporciona uma melhor visualização da aplicação do método proposto. A etapa de alimentação, corte e moldagem foi renomeada para “produção”, a fim de facilitar a visualização do calendário. O mesmo pode ser visto na Figura 13:

dom	seg	ter	qua	qui	sex	sáb
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12 Mistura Argila (14h - 14h30)	13
14	15 Produção (7h30 - 18h) Mistura Argila (14h - 14h30)	16 Produção (7h30 - 18h) Mistura Argila (14h - 14h30)	17 Produção (7h30 - 18h) Mistura Argila (14h - 14h30)	18 Organização das telhas no forno (5h30 - 9h) Produção (7h30 - 18h) Forno (9h) Secador (10h) Mistura Argila (14h - 14h30)	19 Organização das telhas no forno (5h30 - 9h) Produção (7h30 - 18h) Forno (9h) Secador (10h) Mistura Argila (14h - 14h30)	20
21	22 Organização das telhas no forno (5h30 - 9h) Produção (7h30 - 18h) Forno (9h) Secador (10h)	23 Organização das telhas no forno (5h30 - 9h) Forno (9h) Secador (10h)	24 Organização das telhas no forno (5h30 - 9h) Forno (9h)	25 Organização das telhas no forno (5h30 - 9h) Forno (9h) Retirada do forno (9h - 12h30)	26 Retirada do forno (9h - 12h30)	27
28	29 Retirada do forno (5h30 - 9h)	30 Retirada do forno (9h - 12h30)	31 Retirada do forno (9h - 12h30)	1 Retirada do forno (9h - 12h30)	LEGENDA: FORNO 1 FORNO 2 FORNO 3 FORNO 4 FORNO 5 FORNO 6	

**Figura 14 - Calendário com atividades de melhoria propostas.**

Fonte: Autoria própria (2017).

Com o uso da programação diária foi possível mensurar diferentes informações sobre o processo otimizado:

- A cada abastecimento do caixão alimentador, 1.688 telhas são moldadas. Sendo assim, como o forno tem capacidade para 11.000 telhas, para cada forno são necessárias 6 alimentações, que resultam em uma produção diária de 10.128 telhas;

- b) Se a produção for feita de acordo com a capacidade da cerâmica, cerca de 50.000 telhas serão fabricadas semanalmente e 200.000 mensalmente.

## 5.5 PROPOSTA DE MELHORIA

As principais diferenças entre o processo atual e as propostas de otimização é a redução de desperdícios de espera, processamento, transporte e produtos defeituosos. A primeira proposta foi mudar a programação da produção para um sistema puxado, ou seja, produzir no dia certo e na quantidade certa as telhas que serão colocadas em um determinado forno. Essa mudança requer uma melhor organização da produção, identificando as vagonetas de acordo com a etapa do processo em que o produto se encontra. Dessa maneira evita-se que produtos em diferentes etapas sejam misturados e atrapalhem todo o processo produtivo.

A segunda proposta foi de eliminar o estoque intermediário entre o secador e o forno, que, como já foi explicado, é prejudicial à qualidade do produto. Assim, a mudança ocorre no trabalho dos funcionários que, ao invés de tirarem as telhas do secador e colocá-las no estoque intermediário, eles devem tirá-las do secador e alocá-las dentro do forno.

A terceira proposta foi de aumentar o tempo de aquecimento das telhas dentro do forno. Após uma conversa com o proprietário da empresa, foi decidido aumentar 12 horas nessa etapa para que o aquecimento fosse feito mais lentamente, aumentando as chances de manter a estrutura da telha intacta e diminuindo assim os desperdícios.

Duas das propostas não puderam ser implementadas. Como a primeira e a segunda proposta requerem uma mudança na rotina da empresa e dos funcionários, houve dificuldade quanto à execução das mesmas durante a elaboração do trabalho. Todavia, o trabalho será entregue à empresa para que a mesma possa implementá-lo no futuro, caso haja interesse.

A terceira proposta, mudança do tempo de aquecimento das telhas dentro dos fornos, foi aceita e testada na cerâmica. Os resultados da implementação provêm de quatro testes, feitos em quatro fornos da cerâmica. Com o aumento de 12 horas no processo de aquecimento das telhas, houve em média uma diminuição de

10% na quebra das telhas. Sendo assim, a quantidade de telhas descartadas por defeitos diminuiu de 500 para 450 por forno. É importante ressaltar que para aumentar 12 horas no processo de aquecimento foram consumidos apenas 0,5% a mais de serragem (combustível do forno), custo esse que é considerado irrelevante para a empresa.

Mesmo que aparentemente insignificante (a porcentagem de telhas desperdiçadas variou de 4,5% para 4%) essa melhoria pode ser expressiva ao final de um grande período. Atualmente, sem a implementação das propostas 1 e 2, a empresa produz cerca de 3 fornos por semana. Em média, 500 das 11000 telhas de cada forno são descartadas por haverem defeitos. Sendo assim, são descartadas 1500 telhas por semana e 6000 telhas por mês. O preço de venda de cada telha é de R\$ 1,10. A Tabela 1 mostra uma comparação entre os desperdícios antes e depois da implementação da proposta 3, em um período de 6 meses:

Meses	Quantidade de telhas descartadas	
	Antes	Depois
1	6000	5400
2	6000	5400
3	6000	5400
4	6000	5400
5	6000	5400
6	6000	5400
Total (quantidade)	36000	32400
Total (R\$)	R\$ 39.600,00	R\$ 35.640,00

**Tabela 1 - Comparação da previsão dos desperdícios após a implementação da proposta.**  
**Fonte: Autoria própria (2017).**

Como é possível notar, depois da implementação da melhoria no processo, a empresa não só produz mais telhas de qualidade como também deixa de perder cerca de R\$ 4.000,00 semestralmente. Além disso, essa diferença prova que uma das causas para os defeitos das telhas é a temperatura, fato que pode servir de incentivo para a aplicação das outras propostas de melhoria no futuro.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação de ferramentas de *Lean Manufacturing* é vista como um desafio. A fim de garantir o sucesso da implantação, são necessárias mudanças no processo produtivo e na mentalidade de toda a organização,

Pretendeu-se com o presente trabalho estudar a produção enxuta e analisar o processo produtivo de telhas para então propor soluções práticas para os problemas encontrados. Com este estudo foi possível cumprir com o objetivo inicial do trabalho, que foi avaliar o mapa de fluxo de valor atual da empresa, propor uma solução para a redução dos desperdícios identificados através da análise do processo produtivo e então, tornar o mesmo mais eficiente.

Para alcançar tais objetivos foram realizadas algumas atividades. Primeiramente foi desenvolvido um fluxograma do processo produtivo das telhas, a fim de compreender o fluxo do produto. A segunda atividade foi a identificação dos desperdícios através da análise do mapa do fluxo de valor do estado atual e de informações fornecidas pelo proprietário da empresa.

Em seguida, foi feito o Gráfico de Gantt com os tempos e sequência das etapas do processo. O desenvolvimento do gráfico foi feito com a retirada de etapas prejudiciais ao processo, identificadas anteriormente. Com o auxílio do gráfico foi possível desenvolver uma programação da produção individual de cada forno, assim como um calendário para auxiliar a visualização da cronologia das atividades do processo.

Por fim foram apresentadas as propostas de melhoria do processo que combatem principalmente o desperdício de produtos em processo e produtos acabados. A mudança mais significativa para a empresa seria a eliminação do estoque intermediário entre o processo de secagem e queima das telhas. A espera das telhas que permanecem nesse estoque é prejudicial à qualidade das mesmas, resultando em desperdícios para a empresa.

Mesmo com a implementação de apenas uma das propostas sugeridas, o resultado foi satisfatório para o processo produtivo. Os resultados positivos derivados do aumento do tempo de aquecimento das telhas no forno podem representar uma importante mudança na forma de pensar dos responsáveis da empresa estudada.

Eventualmente, com o presente trabalho em mãos, a empresa pode implementar as outras propostas sugeridas e fazer com que seu processo seja analisado e melhorado continuamente. Seguindo esse pensamento, uma sugestão para trabalhos futuros é a aplicação das propostas e desenvolvimento de um novo mapa de fluxo de valor do estado atual. Além disso, uma análise mais profunda de processos pouco examinados neste trabalho poderia revelar outras causas do desperdício do produto. Dessa maneira, é possível eliminá-los e então, avaliar o benefício da implementação de melhorias no processo.

## REFERÊNCIAS

ABCERAM - Associação Brasileira De Cerâmica (Brasil). **Cerâmica no Brasil - Considerações Gerais**. Disponível em:

<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=2>. Acesso em: 30/09/2016.

ANFACER - Associação Nacional Dos Fabricantes De Cerâmica Para Revestimentos, Louças Sanitárias E Congêneres. **História da Cerâmica**. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/#!/historia-ceramica/c207w/>. Acesso em 30/09/2016.

BALTHAZAR, Alexandre. **CERAMICA SIMONATTO - Medianeira, PR**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=tcvZos3n9RA>. Acesso em 24/10/2016.

BUSTAMANTE, Gladstone Motta; BRESSIANI, José Carlos. **A indústria cerâmica brasileira**. São Paulo, 2000. Disponível em:

<[http://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3\\_5.pdf](http://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3_5.pdf)>. Acesso em: 30/09/2016.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2012.

CRUZ, Anyelly Cristina. **Otimização do processo de produção de telhas por meio da utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing***. Medianeira, 2016.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. São Paulo: Educator, 1993.

HUTCHINS, David. **Just in time**. São Paulo: Atlas, 1993.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto interno Bruto. 2015. Disponível em:

<[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa\\_resultados.php?id\\_pesquisa=46](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=46)>. Acesso em: 20/03/17.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LEAN TI. **Sistema Toyota de Produção**. Disponível em: <<http://www.leanti.com.br/conceitos/1/sistema-toyota-de-producao.aspx>>. Acesso em: 09/09/2016.

LEAN TI. **O que é Mapeamento do Fluxo de Valor**. Disponível em: <<http://www.leanti.com.br/conceitos/6/Mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>>. Acesso em: 18/11/2016.

LUSTOSA, Leonardo *et al.* **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

LUZ, C, A, A; BUIAR, D, R. **Mapeamento do Fluxo de Valor – Uma ferramenta do Sistema de Produção Enxuta**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MENDA, Mari. **Cerâmicas**. Disponível em: <<http://www.crq4.org.br/ceramicasquimicaviva>>. Acesso em: 30/09/2016.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MOREIRA, M. P.; FERNANDES, F. C. F. **Avaliação do mapeamento do fluxo de valor como ferramenta da produção enxuta por meio de um estudo de caso**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), 2001.

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

QUIVY, R.; CAMPENHOUDT, L. V. **Manual de Investigação em Ciências Sociais**. Lisboa: Gradiva, 1995.

RIBEIRO, Paulo Décio. **Kanban - Resultados de uma implantação bem sucedida**. Rio de Janeiro: Cop Editora, 1984.

ROTHER, Mike; HARRIS, Rick. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. Massachusetts: Brookline, 2002.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. Massachusetts: Brookline, 1999.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Construção civil: cerâmica vermelha**. 2015. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/\\$File/5846.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/b877f9b38e787b32594c8b6e5c39b244/$File/5846.pdf). Acesso em: 17/10/2016.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2001.

TOLEDO, Marcelo de. **Mapeamento de Fluxo de Valor**. 2015. Disponível em: <http://lean6sigmainprovements.blogspot.com.br/2015/09/mapeamento-de-fluxo-de-valor.html>. Acesso em: 25/09/2016.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2009.

VARGAS, Rodrigo. **Lean Manufacturing: reduzindo desperdícios e aumentando a qualidade**. Disponível em: <http://www.gestaoindustrial.com/index.php/industrial/manufatura/lean-manufacturing>. Acesso em: 25/09/2016.

VIEIRA, M. G. **Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor para Avaliação de um Sistema de Produção**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROSS, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ZAWISLAK, P; MARODIN, G; GERBER, C. **A Produção Enxuta Aplicada ao McDonald's**. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI). FGV-EAESP, São Paulo, 2003.

**APÊNDICE A** - Gráfico de Gantt mensal do processo produtivo de telhas.

