

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

ANYELLY CRISTINA CRUZ

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TELHAS POR
MEIO DA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN
MANUFACTURING
TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO**

Medianeira

2016

ANYELLY CRISTINA CRUZ

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TELHAS POR
MEIO DA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO 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 à disciplina de TCC 2.

Orientador: Prof. Me. Edson
Hermenegildo Pereira Junior

Medianeira

2016



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

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE TELHAS POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DO LEAN MANUFACTURING

Por

ANYELLY CRISTINA CRUZ

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 10h do dia 08 de dezembro de 2016 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, 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 projeto para realização de 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. Me. Luani Back
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

"If you want something you never had,
You must be willing to do something you have never done."

Thomas Jefferson

AGRADECIMENTOS

A minha melhor amiga, por ser uma pessoa forte, inteligente e guerreira, minha mãe.

Ao meu pai, por me levar na sua oficina desde criança e despertar a curiosidade e a vontade de ser engenheira.

A minha irmã, por ser meu maior exemplo, pessoa inteligente que me ensinou e me ajudou desde o início na escola.

A minha avó, que hoje é estrela e me guia nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Me. Orientador, Edson Hermenegildo, por me iluminar e guiar em todas as etapas deste trabalho.

Aos meus amigos, que sempre se fizeram presentes e me apoiaram.

A Prof. Dr. Carla, por sua paciência, conhecimento e vontade de nos ensinar.

A todos os professores que passaram por minha vida, pois sem eles eu não conseguiria chegar até esta etapa.

Aos colegas de Curso, que fizeram essa jornada valer a pena.

A empresa em questão, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

RESUMO

CRUZ, Anyelly Cristina. **Otimização do Processo de Produção de Telhas por meio da Utilização das Ferramentas do Lean Manufacturing**. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 64p.

Reduzir custos, aumentar lucros e otimizar recursos – sejam estes matéria-prima, mão-de-obra ou máquinas – são grandes desafios que as organizações tentam superar para se manter competitivas no mercado atual. Este trabalho mostra o *Lean Manufacturing* como uma abordagem sistemática que identifica e elimina os desperdícios através da melhoria contínua. Portanto, seu objetivo foi otimizar o processo de produção de telhas em uma cerâmica localizada no Oeste do Paraná, através da utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing*. Foi realizado o estudo do processo, o levantamento de dados, o mapeamento de fluxo de valor do estado atual, a identificação dos desperdícios, desenvolvimento de um plano de ação e o mapeamento de fluxo de valor do estado futuro da linha de produção. Com isso, espera-se eliminar os desperdícios encontrados no processo produtivo e reduzir o retrabalho dentro da produção de telhas.

Palavras-chave: *Lean Manufacturing*; Desperdícios; Mapeamento de Fluxo de Valor.

ABSTRACT

CRUZ, Anyelly Cristina. **Optimization of the Tiles Production Process by the Use of Lean Manufacturing Tools**. 2016. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 64p.

Reducing costs, increasing profits and optimizing resources - whether they be raw material, labor, or work machines - are key challenges that organizations try to overcome to remain competitive in the current market. This work shows the Lean Manufacturing as a systematic approach that identifies and eliminates waste through continuous improvement. Therefore, its goal was to optimize the tile production process in a ceramic located in the west of Paraná, using Lean Manufacturing tools. It was conducted the study of the process, data collection, value stream mapping of the current situation, identifying waste, developing an action plan, and then, making the value stream mapping of the future situation of the production line. Thus, it is expected to eliminate the waste encountered in the manufacturing process and reducing rework within the tiles production.

Key-words: Lean Manufacturing; Waste; Value Stream Mapping.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Elementos do sistema de Produção.....	13
Figura 2 – Dinâmica do sistema produtivo.	14
Figura 3 – Características básicas dos sistemas produtivos.	15
Figura 4 – Matriz Produto Processo.	17
Figura 5 – Diferença entre os sistemas empurrados e puxados.	24
Figura 6 – Layouts de Sistemas de Manufatura.	27
Figura 7 – Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor.	28
Figura 8 – Símbolos utilizados no MFV.....	30
Figura 9 – Etapas para realização da Pesquisa.	36
Figura 10 - Processo de Produção de Telhas.	42
Figura 11 - Mapa de Fluxo de Valor do Estado atual da Produção de Telhas.	47
Figura 12 – Gráfico de balanceamento das etapas do processo produtivo.....	49
Figura 13 – Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro.....	55
Figura 14 - Gráfico de balanceamento das etapas do processo produtivo – estado futuro.	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação quanto ao ambiente de produção.....	17
Quadro 2 – Os sete desperdícios.....	20
Quadro 3 – Funções e Regras de utilização do Kanban.....	20
Quadro 4 – Características de Manufatura Just in Time.....	25
Quadro 5 – Atividades que não agregam Valor.....	31
Quadro 6 – Empresas, Instituições, Sindicatos e Associações relacionadas a área de Cerâmicas.....	32
Quadro 7 – Classificação metodológica da Pesquisa.....	35
Quadro 8 - Comparativo dos tempos em cada atividade do processo.....	48
Quadro 9 – 5W2H do Processo de Produção de Telhas.....	52
Quadro 10 (Continuação) – 5W2H do Processo de Produção de Telhas.....	53
Quadro 11 - Comparativo dos resultados esperados.....	57

LISTA DE SIGLAS

ABCERAM	Associação Brasileira De Cerâmica
ANFACER	Associação Nacional Dos Fabricantes De Cerâmica Para Revestimentos, Louças Sanitárias E Congêneres
ANICER	Associação Nacional Da Indústria Da Cerâmica
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JIT	<i>Just in Time</i>
PIB	Produto Interno Bruto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO LITERÁRIA	13
3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	13
3.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	18
3.3 JUST IN TIME	22
3.4 LEAN MANUFACTURING.....	25
3.5 CERÂMICAS	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	36
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
5.1 EMPRESA EM ESTUDO.....	38
5.2 PROCESSO PRODUTIVO DE TELHAS.....	38
5.2.1 AQUISIÇÃO DE MATÉRIA PRIMA	36
5.2.2 MOLDAGEM	36
5.2.3 SECAGEM E QUEIMA.....	40
5.2.4 PRODUTO FINAL	41
5.2.5 EXPEDIÇÃO	41
5.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO PROCESSO PRODUTIVO – ESTADO ATUAL	42
5.4 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS.....	48
5.3 PROPOSTAS DE MELHORIA	50
5.3 PLANO DE AÇÃO	51
5.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO PROCESSO PRODUTIVO – ESTADO FUTURO.....	54
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

A indústria de cerâmica brasileira evoluiu rapidamente devido a abundância de matérias-primas naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais, atingindo um nível de qualidade mundial com considerável quantidade exportada (ABCERAM, 2011).

O setor de cerâmica é responsável pela fabricação de pisos, azulejos e revestimento de larga aplicação na construção civil, bem como pela fabricação de tijolos, lajes, telhas, entre outros. A cerâmica possui algumas vantagens como alta resistência, durabilidade, diversidade, preços para todas as classes, versatilidade, ampla rede de fabricantes brasileiros com padrões internacionais de qualidade, além de disponibilidade, presente em mais de 60 mil pontos de venda produtiva (ANICER, 2016).

Segundo a ANFACER (2016), Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres, o Brasil é um dos principais protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos. Este setor é constituído por noventa e três empresas, localizadas em sua maioria nas regiões Sul e Sudeste e em expansão para o Nordeste. O país ocupa a segunda posição em produção e consumo, caracterizando-se como um setor de grande geração de empregos.

Em relação ao mercado internacional de revestimentos cerâmicos, Sezzi (2001), afirma que os principais países produtores são, China, Itália, Espanha e Brasil, que produziram, respectivamente, 32,5%, 12,2%, 12,2% e 9,1% da produção mundial.

Alguns aspectos favorecem este setor, como o contínuo desenvolvimento tecnológico da indústria cerâmica mundial, a crescente incorporação de conceitos de sustentabilidade e a disseminação do uso de cerâmica em diferentes aplicações e ambientes. Neste cenário, indústrias do mundo todo – de grande, médio e até mesmo as de pequeno porte – tem voltado sua atenção a necessidade de melhora constante no processo produtivo, aumentando a qualidade do produto, reduzindo custos de produção, melhorando a eficiência das máquinas e aumentando o lucro (ANFACER, 2016).

Diante das alternativas para alcançar os resultados almejados pelas indústrias está o *Lean Manufacturing*, ou Produção Enxuta. O *Lean Manufacturing* se caracteriza como conjunto de técnicas e ferramentas desenvolvidas pelo Sistema Toyota de Produção nos anos de 1970, que visam a eliminação de desperdícios, aumento de produtividade e eficiência dos sistemas que adotam esta prática (OHNO, 1997).

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo otimizar o processo de produção de telhas em uma cerâmica localizada no Oeste do Paraná através da utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing*. Para isso, a princípio mapeou-se o fluxo de valor da organização, buscou-se eliminar os desperdícios encontrados no processo produtivo, desenvolveu-se um plano de ação e o mapa de fluxo de valor do estado futuro para reduzir o retrabalho dentro da produção de telhas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Otimizar o processo de produção de telhas em uma cerâmica localizada no Oeste do Paraná, utilizando as ferramentas do *Lean Manufacturing*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mapear o fluxo de valor da organização;
- b) Estudar os desperdícios a serem encontrados no processo produtivo;
- c) Reduzir o retrabalho dentro da produção de telhas.

3 REVISÃO LITERÁRIA

3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Um sistema de produção é definido como um conjunto de operações e atividades conectadas para o desenvolvimento de bens e serviços. Todo sistema de produção possui quatro elementos principais, sendo eles os insumos, o processo de criação ou conversão, os produtos ou serviços e o subsistema de controle (MOREIRA, 2011).

Segundo Gaither e Frazier (2006), o sistema de produção nada mais é do que o processo de transformação de insumos, matérias-primas, tecnologia, capital financeiro e intelectual, entre outros, em saídas, que podem ser produtos e/ou serviços, como visto na Figura 1.

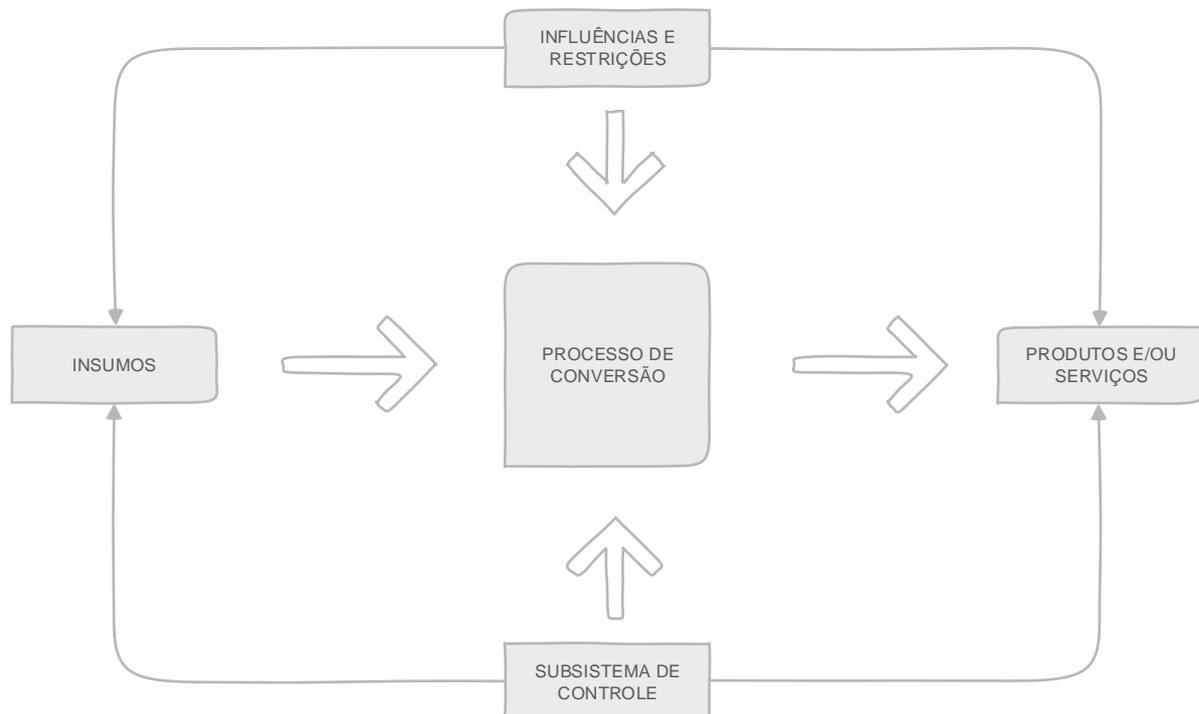


Figura 1 – Elementos do sistema de Produção.
Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

De acordo com Moreira (2011), os insumos são as matérias-primas, instalações, equipamentos, máquinas, mão-de-obra e conhecimento a serem transformadas em produtos. Em seguida, tem-se o processo de conversão que

transforma a matéria-prima ou muda a forma dos recursos. Todavia, em serviços não há uma mudança, pois, o serviço é criado, portanto o processo de conversão acontece baseado no conhecimento. A próxima etapa consiste no sistema de controle, onde o mesmo garante que as programações e padrões sejam cumpridos e que a qualidade seja obtida. Esse sistema tem o intuito de monitorar os três elementos – insumos, processo de conversão e o produto e/ou serviço – da produção.

Lustosa et al. (2008), destaca que o sistema de produção consiste em uma transformação, isto é, o processo modifica as entradas (*inputs*) em saídas (*outputs*), observados na Figura 2.



Figura 2 – Dinâmica do sistema produtivo.
Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008).

Moreira (2011), apresenta duas classificações de sistemas de produção, a primeira denominada Classificação Tradicional e a segunda Classificação Cruzada de Schroeder. A Classificação Tradicional, em função do fluxo do produto, agrupa os sistemas de produção em três categorias:

a) Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha: apresentam sequência linear de fluxo e trabalham com produtos padronizados. A produção contínua propriamente dita refere-se ao caso das indústrias de processo, onde a produção tende a ter um alto grau de automatização e a fabricar produtos altamente padronizados. Enquanto a produção em massa diz respeito as linhas de montagem de produtos, sejam eles os mais diversos possíveis.

b) Sistemas de produção intermitente (fluxo intermitente): são organizados em centros de trabalho divididos em tipo de habilidades, equipamento ou operação. Sendo estes por lotes – um produto será fabricado e posteriormente outro tomará seu lugar nas máquinas – e por encomenda, onde o projeto do produto é apresentado pelo cliente, portanto suas especificações devem ser seguidas.

c) Sistemas de produção para grandes projetos: designado a projetos que geram um produto único, onde não há um fluxo do produto, apenas existe uma

sequência predeterminada de atividades a serem seguidas, com pouca ou nenhuma repetitividade.

Tubino (2009), classifica os sistemas de produção de uma maneira mais ampla, pois sua classificação diferencia os sistemas de acordo com a forma em que os mesmos atendem à demanda e não de acordo com o tipo de produto. Os sistemas produtivos são divididos em quatro tipos, sendo eles o sistema contínuo, em massa, em lotes e sob encomenda. A maior diferença se encontra entre a produção em massa e a produção sob encomenda, que pode ser observada na Figura 3.

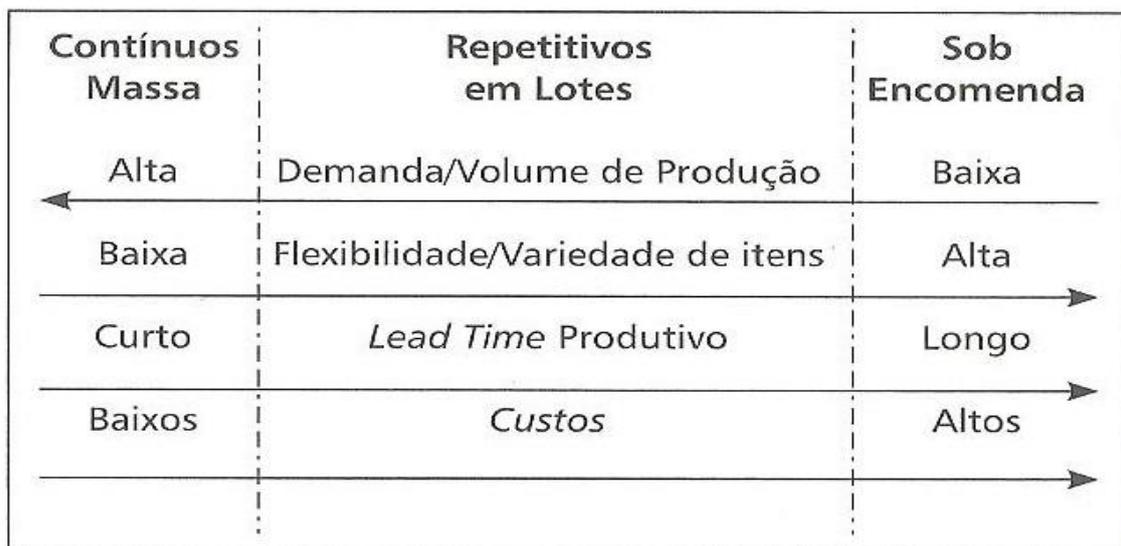


Figura 3 – Características básicas dos sistemas produtivos.
Fonte: Tubino (2009).

A Classificação Cruzada de Schroeder é mais completa, preenchendo a lacuna onde o tipo de fluxo de produto e/ou serviço não pode ser considerado. Essa classificação considera duas dimensões. De um lado, a dimensão que diz respeito ao tipo de fluxo de produto de maneira semelhante à classificação tradicional. De outro, a dimensão relacionada ao tipo de atendimento ao consumidor, em que existem duas classes, sistemas orientados para estoque e sistemas orientados para encomenda (MOREIRA, 2011).

a) Sistemas orientados para estoque: garante um serviço rápido e barato, pois o produto é fabricado e estocado antes da demanda efetiva do consumidor. O consumidor não tem flexibilidade no momento de escolha, pois esse sistema não é direcionado a encomenda do mesmo.

b) Sistemas orientados para a encomenda: as intervenções são ligadas a um cliente em particular, discutindo-se preço e prazo de entrega.

Segundo Lustosa et al. (2008), a classificação dos sistemas de produção é dividida em subclassificações. A primeira é relacionada ao fluxo dos processos, processos em linha, processos em lote e processos por projetos. Esse tipo de classificação também conhecida por Classificação Tradicional, utilizada por Moreira (2011), como citado anteriormente.

Em sequência, a segunda classificação de Lustosa et al. (2008) diz respeito ao grau de padronização dos produtos, produtos padronizados e sob medida. Tubino (2009), também caracteriza os sistemas de produção da mesma forma, onde os produtos padronizados são caracterizados como produtos em massa e os produtos sob medida são conhecidos por produção sob encomenda.

A terceira classificação se dá quanto ao tipo de operação, isto é, processos contínuos e discretos (em massa, em lote e por projeto). Neste caso, Lustosa et al. (2008) mostra que processos contínuos são aqueles que envolvem bens e serviços com alta uniformidade de produção, porém não podem ser identificados individualmente, pois são interdependentes e possuem pouca flexibilidade. É o caso da energia elétrica e o petróleo. A partir disso, a Matriz Produto Processo diferencia os tipos de processo de acordo com a flexibilidade e o volume, observados na Figura 4.

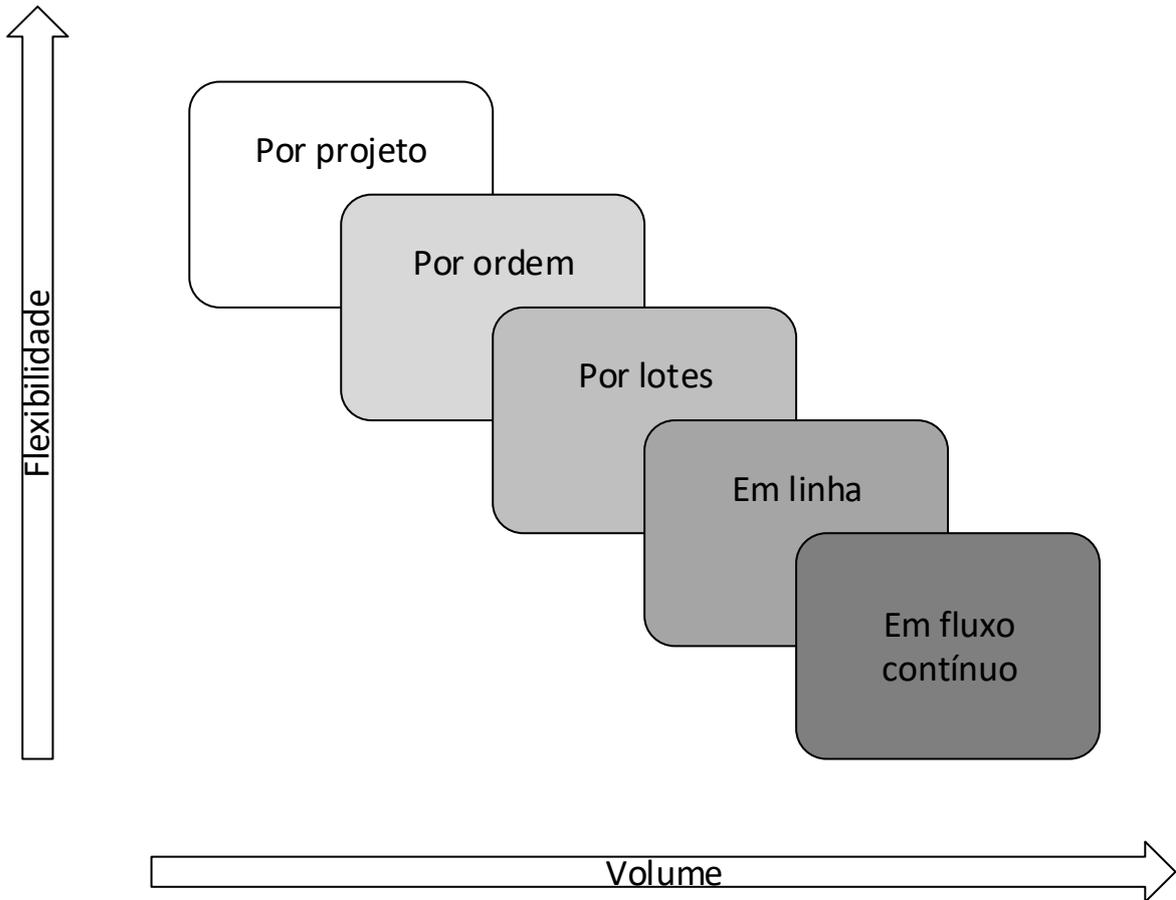


Figura 4 – Matriz Produto Processo.
 Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008).

Salienta-se ainda uma quarta classificação, onde a mesma é relacionada ao ambiente de produção, *make to Stock* (produzir estoque), *Assemble to Order* (montagem sob encomenda), *Make to Order* (produzir sob encomenda) e *Engineer to Order* (engenharia por encomenda), observados no Quadro 1 (LUSTOSA et al., 2008).

CLASSIFICAÇÃO	ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO			
	MTS - <i>Make-to-stock</i>	-	Fabricação	Estoque
ATO - <i>Assemble-to-order</i>	Fabricação	Estoque	Montagem	Entrega
MTO - <i>Make-to-order</i>	Estoque	Fabricação	Montagem	Entrega
ETO - <i>Engineer-to-order</i>	Projeto	Aquisição da matéria-prima	Fabricação	Entrega

Quadro 1 – Classificação quanto ao ambiente de produção.
 Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008).

Na Classificação Cruzada de Schroeder, definida por Moreira (2011), também há duas dessas classificações. A classificação de sistemas orientados para estoque e a classificação de seus sistemas orientados para encomenda. Além de

Moreira (2011), Tubino (2009) também caracteriza um de seus sistemas como sistemas sob encomenda.

A quinta e última classificação é relacionada à natureza dos produtos, isto é, Lustosa et al. (2008), classifica os sistemas quando um sistema fabrica algo tangível (manufatura de bens), ou quando o sistema presta serviços.

3.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Muitas empresas, governos e sociedades ao redor do mundo foram afetadas após a crise do petróleo de 1973. No ano seguinte, a economia japonesa chegou ao nível zero de crescimento, de acordo com Ohno (1997). Porém, uma das empresas japonesas, conhecida mundialmente como *Toyota Motor Company*, conseguiu manter parte dos lucros nos anos de 1975, 1976 e 1977.

O Sistema Toyota foi criado por Toyoda Kiichiro (1894-1952), presidente da companhia na época, e por membros de sua família. Baseado nas técnicas de Henry Ford e Frederick Taylor, o sistema Toyota tinha dois princípios mais importantes: eliminação de desperdícios e fabricação com qualidade (MAXIMIANO, 2000).

Com isso, o intuito do sistema Toyota era iniciar um modo enxuto de produção, reduzindo lotes, eliminando custos financeiros dos estoques, produzindo com variedade, ampliando a qualidade, evitando retrabalho, buscando aprender com os sistemas americanos, porém eliminando todo o desperdício possível (OHNO, 1997).

Segundo Shingo (1996), o sistema Toyota possui alguns princípios básicos. O primeiro deles, diz respeito a superprodução (quantitativa e antecipada), onde a produção antecipada ou a produção em grande quantidade não é tolerada no sistema Toyota. Para eliminar a superprodução, seja ela antecipada ou quantitativa, o sistema Toyota utiliza a filosofia *Just-in-time*, que significa produzir no momento estabelecido. Além disso, para o aumento da eficiência da produção, é necessário o princípio de separação do trabalhador da máquina, que promove o uso eficiente dos recursos humanos. Neste sentido, o sistema Toyota possui baixas taxas de utilização das máquinas, resultado da separação do trabalhador, onde o mesmo é

capaz de operar, em média, 5 máquinas. Por fim, o planejamento dos equipamentos da Toyota faz com que as máquinas sejam aperfeiçoadas e adaptadas às necessidades da empresa.

Atualmente, o sistema de produção da Toyota é uma referência internacional, que leva a montadora a ser reconhecida mundialmente por ter criado seu próprio sistema de produção. Esse sistema é baseado em quatro regras que conduzem a compreensão de qualquer atividade dentro da empresa e a sua operação envolvida, além de dirigir o fluxo de bens e serviços. Essas quatro regras são: trabalho especificado, considerando os fatores de conteúdo, sequencia, tempo e resultado; relação cliente-fornecedor bem estabelecida e clara; fluxo de trabalho simples e direto; e por último, melhorias pelo método científico, desde a cúpula estratégica até o nível mais baixo da empresa (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Shingo (1996) defende que o primeiro conceito desenvolvido como alicerce para gerenciamento da produção é o princípio de minimização de custos. Entretanto, é o mercado quem determina o preço, visto na Equação 1.

$$\textit{Preço de Venda} - \textit{Custo} = \textit{Lucro} \quad (1)$$

E não como representado na Equação 2.

$$\textit{Custo} + \textit{Lucro} = \textit{Preço de Venda} \quad (2)$$

Logo, a única forma de se obter grandes lucros, se dá através da redução dos custos. E para se reduzir os custos, é necessário eliminar totalmente os desperdícios.

Ohno (1997), também acredita que a aplicação do sistema Toyota de produção se baseia na identificação e eliminação dos desperdícios, originando ganhos no sistema produtivo e, conseqüentemente, maior competitividade. Existem sete tipos de desperdícios que foram identificados por Shingeo Shingo e devem ser controlados para o sistema de produção Toyota (LUSTOSA et al., 2008), sendo estes identificados no Quadro 2.

Item	Descrição
Superprodução	Produzir em excesso ou cedo demais, gerando fluxo pobre de peças e informações, além de inventários em excesso;
Espera	Longos períodos de ociosidade (pessoas, peças e informação).
Transporte excessivo	Grande movimentação de pessoas, informação e peças, causando desperdício de energia, tempo e capital;
Processos inadequados	Ferramentas, sistemas e procedimentos utilizados incorretamente;
Estoque desnecessário	Excesso de armazenamento e falta de controle dos produtos, provocando custos extras;
Movimentação desnecessária	Ambiente de trabalho desorganizado, resultando em baixa produtividade e perda de itens;
Produtos defeituosos	Má qualidade do produto e/ou na entrega, além de problemas nas cartas de processo.

Quadro 2 – Os sete desperdícios.

Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2009).

Após o estabelecimento do programa mestre de produção, foi necessário encontrar um método para operar e “puxar” o sistema Toyota. O *kanban*, que significa *cartão* em japonês, age como disparador de produção, além de coordenar a produção de acordo com a demanda (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Segundo Ohno (1997), o *kanban* é um pedaço de papel que contém informações divididas em categorias: informação de coleta, informação de transferência e informação de produção. Esse “papel”, tem o intuito de movimentar informações vertical e lateralmente dentro da Toyota e entre a Toyota e seus colaboradores. O *Kanban* possui algumas funções dentro do sistema Toyota, além de regras de utilização, listados no Quadro 3.

Funções Do <i>Kanban</i>	Regras para Utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.	O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.
2. Fornecer informação sobre a produção.	O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo <i>kanban</i> .
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i> .
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	Serve para afixar um <i>kanban</i> às mercadorias .
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.	Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
6. Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques.	Reduzir o número de <i>kanbans</i> aumenta sua sensibilidade aos problemas.

Quadro 3 – Funções e Regras de utilização do Kanban.

Fonte: Adaptado de Ohno (1997).

Corrêa e Corrêa (2012), denominam que o sistema necessita de dois cartões *kanban*, o primeiro é o *kanban* de produção e o segundo o *kanban* de transporte. O *kanban* de produção dispara a produção de um lote de peças em um centro de produção da fábrica. Na maioria das vezes, o lote disparado é pequeno e se estabelece próximo à unidade. O segundo (*kanban* de transporte) é responsável por autorizar a movimentação da peça ou do material pela fábrica. As informações contidas nos cartões são: o número da peça, a descrição, o tamanho do lote, e o centro de produção. Entretanto, no *kanban* de produção é necessário a informação do local de armazenagem, enquanto no *kanban* de transporte é necessário o centro de produção de origem e o de destino.

A evolução das ideias do sistema de produção Toyota ocasionou a separação do trabalhador das máquinas e, posteriormente, a automação, também conhecida como “automação com toque humano”. Foi necessário transferir as funções dos operadores para as máquinas, como por exemplo as funções de fixação, remoção e acionamento de chaves. Entretanto, ainda era necessário um operador trabalhando próximo às máquinas, em um nível mais alto, utilizando funções mentais e não braçais (SHINGO, 1996).

A automação, também descrito como “automação com toque humano”, concede ao operador ou a máquina a autonomia de bloquear o processo sempre que necessário, portanto este é um conceito que está mais vinculado com a autonomia do que com a automação (GHINATO, 1996).

A participação do operador é essencial para a ampliação das oportunidades e manutenção da aplicação da automação (GHINATO, 1996; MONDEN, 1984; OHNO, 1997).

Alguns efeitos importantes definidos com a automação, segundo Monden (1984), são: a redução de custo através da redução da força de trabalho; flexibilidade na produção para alterações na demanda; qualidade assegurada; aumento do respeito à condição humana.

Além de eliminar desperdícios, uma das bases do sistema Toyota de produção é atingir zero defeitos. Para isso é necessário um método preciso de inspeção. Shingo (1996) classifica três tipos de inspeção como inspeção sucessiva, auto-inspeção e inspeção na fonte. Na primeira, inspeção sucessiva, o próprio operador é quem inspeciona os produtos ou atividades realizadas na operação anterior, antes mesmo de iniciarem o próprio processamento. No entanto, a auto-

inspeção se difere, pois, o próprio operador é quem inspeciona seu trabalho, assim o *feedback* dessa inspeção é imediato. A inspeção na fonte possui duas vertentes, onde a primeira é chamada de inspeção vertical na fonte e rastreia o problema ao longo do fluxo do processo e a segunda, inspeção horizontal na fonte, inspeciona as condições que afetam a qualidade do produto e/ou serviço dentro de uma operação única. Todos os tipos de inspeção são alcançados utilizando métodos *Poka-yoke*.

O *Poka-Yoke* – termo japonês que significa à prova de erros (*error proofing* ou *mistake proofing*) – consiste em um conjunto de procedimentos e/ou dispositivos cujo objetivo é detectar e corrigir erros em um processo antes que esses erros se transformem em defeitos percebidos pelos clientes (internos ou externos). Um dispositivo *Poka-Yoke* é qualquer mecanismo que evite que o erro seja cometido ou que faça com que o erro seja óbvio à primeira vista, para que seja facilmente detectado e corrigido. Alguns exemplos de erros que podem ser evitados por meio do *Poka-Yoke* são a montagem incorreta de um componente, o esquecimento da fixação de uma peça em uma montagem, o não preenchimento de um campo em uma ficha de cadastro e a digitação de caracteres alfabéticos ao invés de caracteres numéricos em um campo de um formulário (WERKEMA, 2006 pág. 1).

No sistema Toyota de produção, a padronização e o sequenciamento das atividades são feitos em primeiro lugar. Assim, o sistema precisa ser praticado e treinado para se atingir a meta de fazer intuitivamente, eliminando problemas e desperdícios (OHNO, 1997).

3.3 JUST IN TIME

O *Just in Time* (JIT), que significa no momento exato, surgiu no Japão juntamente com o Sistema Toyota de Produção. Afirma-se que o *Just in Time* é a filosofia deste sistema. Algumas expressões como produção sem estoques, produção enxuta (*lean production*), eliminação de desperdícios, manufatura de fluxo contínuo e esforço contínuo na resolução de problemas, são utilizadas para revelar os aspectos dessa filosofia (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

De acordo com Moreira (2011), *Just in Time*, criado por Taiichi Ohno, é uma filosofia de manufatura que aborda, entende e conduz as atividades de uma organização. Tem como base a eliminação de desperdícios, melhorando paralelamente a produtividade. Ele também afirma que a filosofia *Just in Time* está totalmente ligada ao Sistema Toyota de Produção.

Ohno (1997) define que em um fluxo de processo, aplicar a filosofia *Just in time* significa que as partes necessárias e adequadas da parte final do processo alcançariam a linha apenas no momento e quantidade necessários. Assim, a empresa alcançaria uma das metas, estoque zero.

A filosofia *Just in Time* tem como objetivos fundamentais de operação a qualidade e a flexibilidade, buscando como meta a melhoria contínua e eliminação total de desperdícios (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Moreira (2011), separa a filosofia JIT em *Big Just in Time* e *Little Just in Time*. A primeira dá nome à filosofia de larga escala, abrangendo toda a organização e direcionando os esforços de cada colaborador para identificar e extinguir desperdícios. Assim todos na organização têm a responsabilidade de servir o cliente. Já *Little* JIT tem o objetivo de focar primeiramente aos processos repetitivos da empresa, onde os materiais são produzidos repetidamente, zerando estoques e chegando a lotes ideais.

Uma das diferenças entre a filosofia JIT (ou ainda, sistema Toyota de Produção) e sistemas tradicionais é que o primeiro tem a característica de puxar a produção de acordo com a demanda. Isso significa que o material só é processado se for requerido pela operação seguinte, que envia uma ordem de produção utilizando o cartão *kanban*. Enquanto os sistemas tradicionais se caracterizam por empurrar a produção, ou seja, começam a produzir antes da demanda ser solicitada (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

De acordo com Moreira (2011), os sistemas empurrados baseiam-se na ideia de que antecipar a produção é a melhor ação a ser realizada. Assim, os produtos serão estocados e estarão à disposição quando a demanda ocorrer. O resultado desse sistema, muitas vezes, é a demanda não acontecer e os produtos não serem consumidos. Observando esse problema, o JIT tem o intuito de puxar a produção de tal forma que a última estação de trabalho da linha é quem começa a produção.

Corrêa e Corrêa (2012), denomina que os sistemas tradicionais, os que empurram a produção, necessitam de três condições para disparar a produção:

- a. Disponibilidade de material e componentes a processar;
- b. Disponibilidade de recursos necessários; e
- c. Existência de uma ordem de produção que foi elaborada a partir de previsões de demanda.

Enquanto o sistema puxado possui três diferentes condições:

- Sinal da demanda (cartão *kanban*, por exemplo),
- Disponibilidade de equipamento; e
- Disponibilidade de material.

Ambos os sistemas são demonstrados na Figura 5.

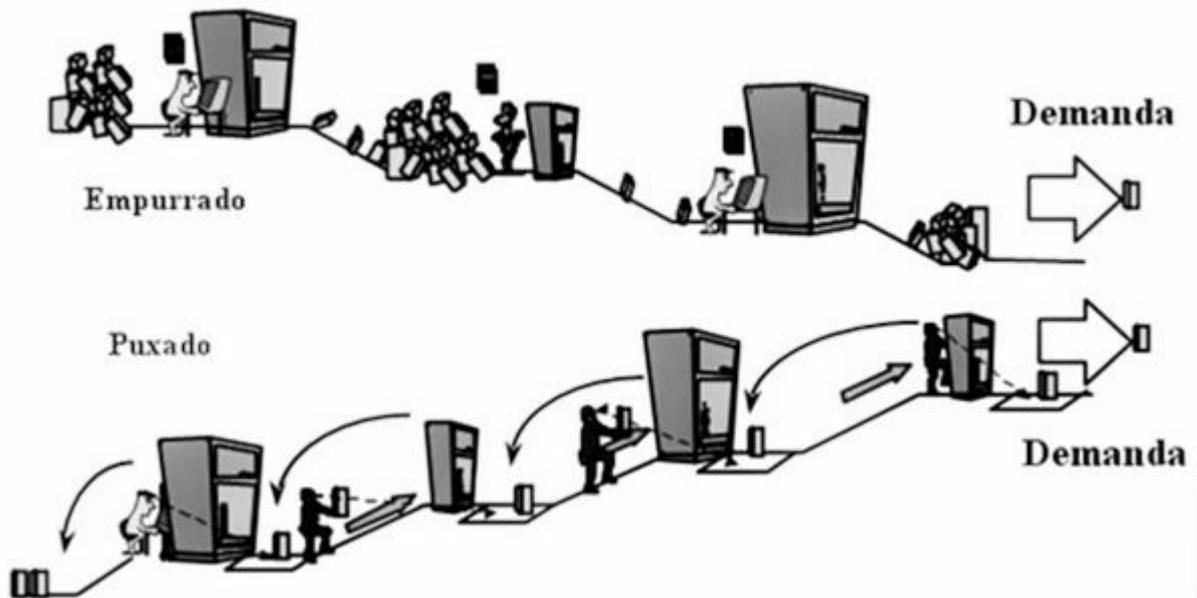


Figura 5 – Diferença entre os sistemas empurrados e puxados.
Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012).

Para se atingir os objetivos do JIT, isto é, fornecer a quantidade certa de produto, na hora e lugar certos, com o nível adequado de qualidade, com maior produtividade e menor custo possível, algumas características são essenciais no sistema, listados no Quadro 4 (MOREIRA, 2011).

Características	Vantagens
Lotes Pequenos	Flexibilidade, qualidade e variedade de produtos de forma rápida.
Setups Rápidos	Aumento na taxa de giro de capital, menor necessidade de estoque, melhor produtividade.
Produção Nivelada	Satisfação da demanda e baixos estoques.
Manutenção preventiva	Maior qualidade na manufatura, diminuição de paradas e esperas de máquinas.
Parceria com Fornecedores	Fonte de conhecimento na solução de problemas, participantes em programas de redução de custos, etc.
Melhoria Contínua (Kaizen)	Redução de número de defeitos, custos de <i>setup</i> , tamanho de lotes, melhorias no processo, etc.
Respeito pelas Pessoas	Empregados seguros, autônomos e responsáveis.
Paradas da Produção	Autonomia de parada do processo por meio dos empregados, quando há riscos relacionados a qualidade do produto.
Padronização e Simplificação	Eliminação de passos desnecessários, identificação de problemas com equipamentos, materiais ou trabalhadores.
Ambiente de Trabalho	Ordem e simplicidade.

Quadro 4 – Características de Manufatura Just in Time.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011).

Portanto, o JIT não é apenas uma técnica de administração, mas sim uma filosofia de trabalho que inclui desde aspectos ligados à administração de materiais, arranjo físico, projeto de produto até a gestão de pessoas (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

3.4 LEAN MANUFACTURING

Todo o conjunto de técnicas desenvolvidas pelo Sistema Toyota de Produção nos anos de 1970, elaboradas para aumentar a competitividade e reduzir custos através da eliminação de desperdícios, caracterizam o *Lean Manufacturing* (LUSTOSA et al., 2008).

De acordo com Tubino (2009), *Lean Manufacturing*, ou Produção Enxuta, é um tipo de manufatura que tem o intuito de aumentar a eficácia dos sistemas de produção visando a eliminação de desperdícios. Tem como base técnicas do Sistema Toyota de Produção.

Werkema (2006), define *Lean Manufacturing* como uma iniciativa que visa excluir o que não possui valor para o cliente, infundindo velocidade à empresa e eliminando desperdícios. Logo, o *Lean* pode ser aplicado a qualquer tipo de empresa, portanto outros títulos mais apropriados seriam *Lean Operations* (operações enxutas) ou *Lean Enterprise* (empreendimento enxuto).

Lean gives priority to simple, small, and continuous improvement such as changing the placement of a tool, or putting two workstations closer together. As these small improvements are added together, they can lead to a higher level of efficiency throughout the whole system (MIND TOOLS, Editorial Team, 2016).

Lustosa et al. (2008), citam que o objetivo da produção enxuta é a redução do tempo a partir do momento do pedido do cliente até o momento da entrega do produto e/ou serviço, obtido através da eliminação de desperdícios e controle da produção. Portanto, seu conceito é baseado em quatro princípios:

- a. Trabalho em equipe;
- b. Comunicação;
- c. Uso eficiente de recursos; e
- d. Eliminação de desperdícios.

Para se alcançar o objetivo da produção enxuta, visando zero defeitos, tempo de preparação zero, estoque zero, movimentação zero, quebra zero, *lead time* zero e lote unitário, algumas técnicas como *layout* celular, *kanban* e mapeamento de fluxo de valor são utilizadas (LUSTOSA et al., 2008).

Corrêa e Corrêa (2012), demonstram que para se obter redução de estoques, lotes, envolvimento da mão de obra, fluxo e aprimoramento contínuo de produção, são necessárias mudanças no arranjo físico da fábrica. Geralmente, as fábricas que adotam a produção enxuta utilizam o arranjo físico (*layout*) celular. Isso acontece, pois, o *layout* celular reduz a movimentação de materiais e pessoas, filas, tempos e estoque, tornando o espaço ocupado eficiente.

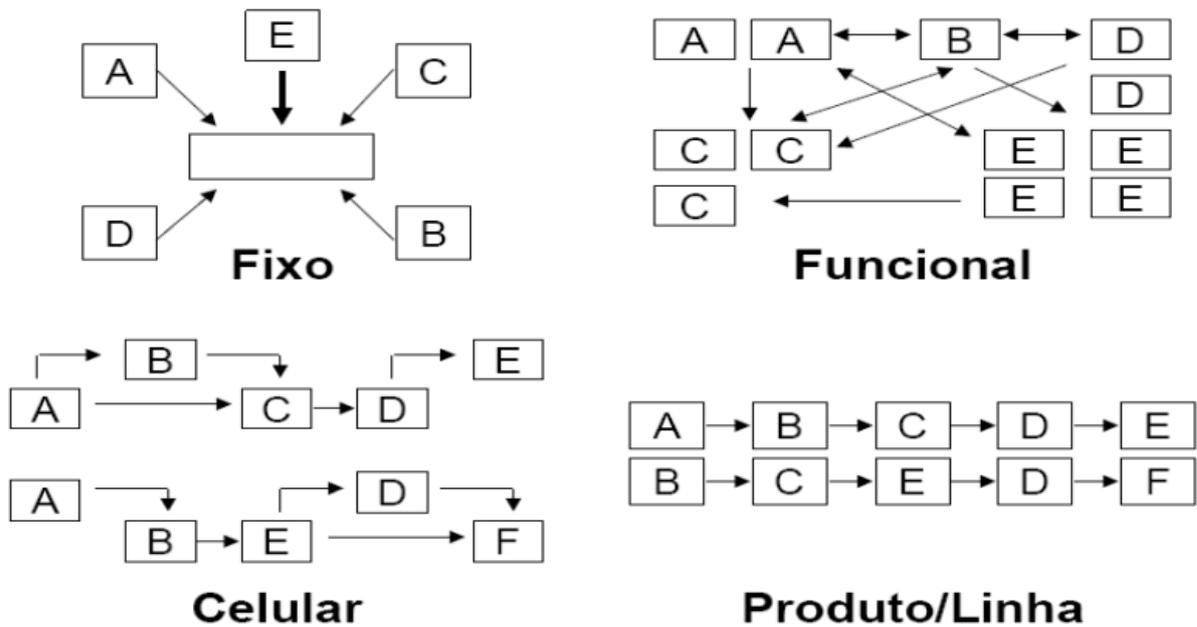


Figura 6 – Layouts de Sistemas de Manufatura.
Fonte: Grupo de Integração da Manufatura (2016).

As vantagens do *layout* celular, segundo Corrêa e Corrêa (2012), são:

- Menor estoque de produtos em processo;
- Menor custo de movimentação de materiais;
- Menor lead time de produção;
- Simplificação do planejamento da produção;
- Melhor controle visual das operações; e
- Menor tempo de produção e troca de ferramentas.

De acordo com Lustosa et al. (2008), o mapeamento de fluxo de valor é um método de modelagem com um procedimento para construção de cenários de manufatura. Fluxo de valor é o conjunto das atividades que compreendem desde a obtenção de matéria-prima até a entrega do produto final. Logo, a base do mapeamento de fluxo de valor se dá:

- No fluxo da produção, desde a matéria-prima até o consumidor;
- No fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

Portanto, através do uso do mapeamento do fluxo de valor é possível obter uma visualização geral da empresa e de seus processos de manufatura buscando a redução contínua de desperdícios.

Segundo Rother e Shook (2003), o desenvolvimento do mapa de fluxo de valor do estado atual deve conter as informações coletadas dos fluxos reais de

material e informação. Este é utilizado para analisar o funcionamento sistêmico de um fluxo de valor e esboçar estados futuros melhores. Portanto, o mapeamento do fluxo de valor segue as etapas da Figura 7.

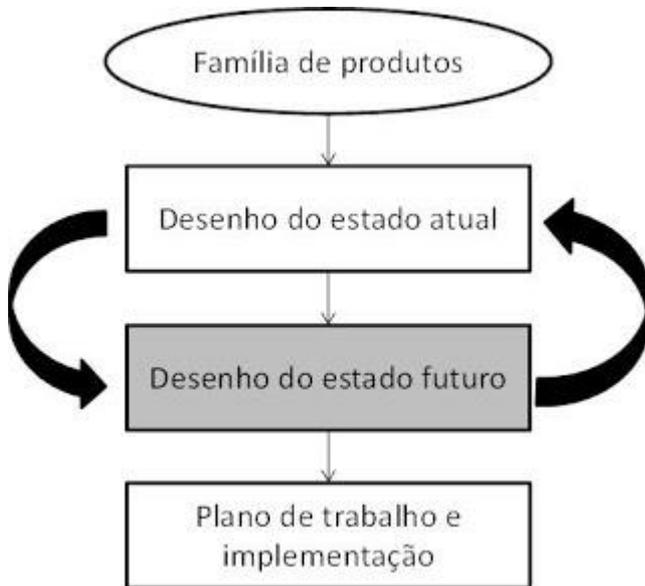


Figura 7 – Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor.
 Fonte: Rother e Shook (2003).

Conforme Vieira (2006), alguns dados típicos de processo são utilizados no mapeamento de fluxo de valor:

- a. Tempo de ciclo - T/C;
- b. Tempo de troca – T/R;
- c. Tempo utilizado (%) – T/U;
- d. Período de tempo determinado para trabalho – Turnos;
- e. Tempo disponível para produção dividido pela demanda de mercado – *Takt Time*; e
- f. Número de operadores.

O mapeamento de fluxo de valor do estado atual deve ser elaborado de acordo com uma sequência de etapas. A primeira etapa demonstra uma visão do mapa da situação atual incluindo o cliente final. A segunda etapa exhibe a visão do mapa contendo todos os processos, caixas de dados e triângulos de estoque. Em seguida, desenvolve-se um terceiro mapa contendo o fluxo de material. Por último,

a quarta visão do mapa é elaborada com os fluxos de informação e setas de empurrar (ROTHER; SHOOK, 2003).

A partir do desenvolvimento do mapa de fluxo de valor do estado atual e do conceito de que valor é todo atributo que o cliente está disposto a pagar por ele, os processos que compõem o fluxo de valor são classificados de três formas. Os que realmente geram valor; os que não geram valor, mas são necessários para fabricar o produto; e por último, os que não geram valor e devem ser eliminados ou minimizados (WOMACK; JONES, 2004). Rother e Shook (2003), afirmam que, após o mapeamento do fluxo de valor do estado atual, a criação e implementação de um mapa do estado futuro se faz necessária, agregando valor ao cliente e eliminando desperdícios.

Alguns símbolos pré-definidos são utilizados para o desenvolvimento de um mapa de fluxo de valor, como os da Figura 8. Entretanto, existe a possibilidade de criação de novos símbolos, desde que os mesmos sejam consistentes dentro da empresa para que todos os envolvidos possam desenhar e entender este mapa (TOLEDO, 2015).

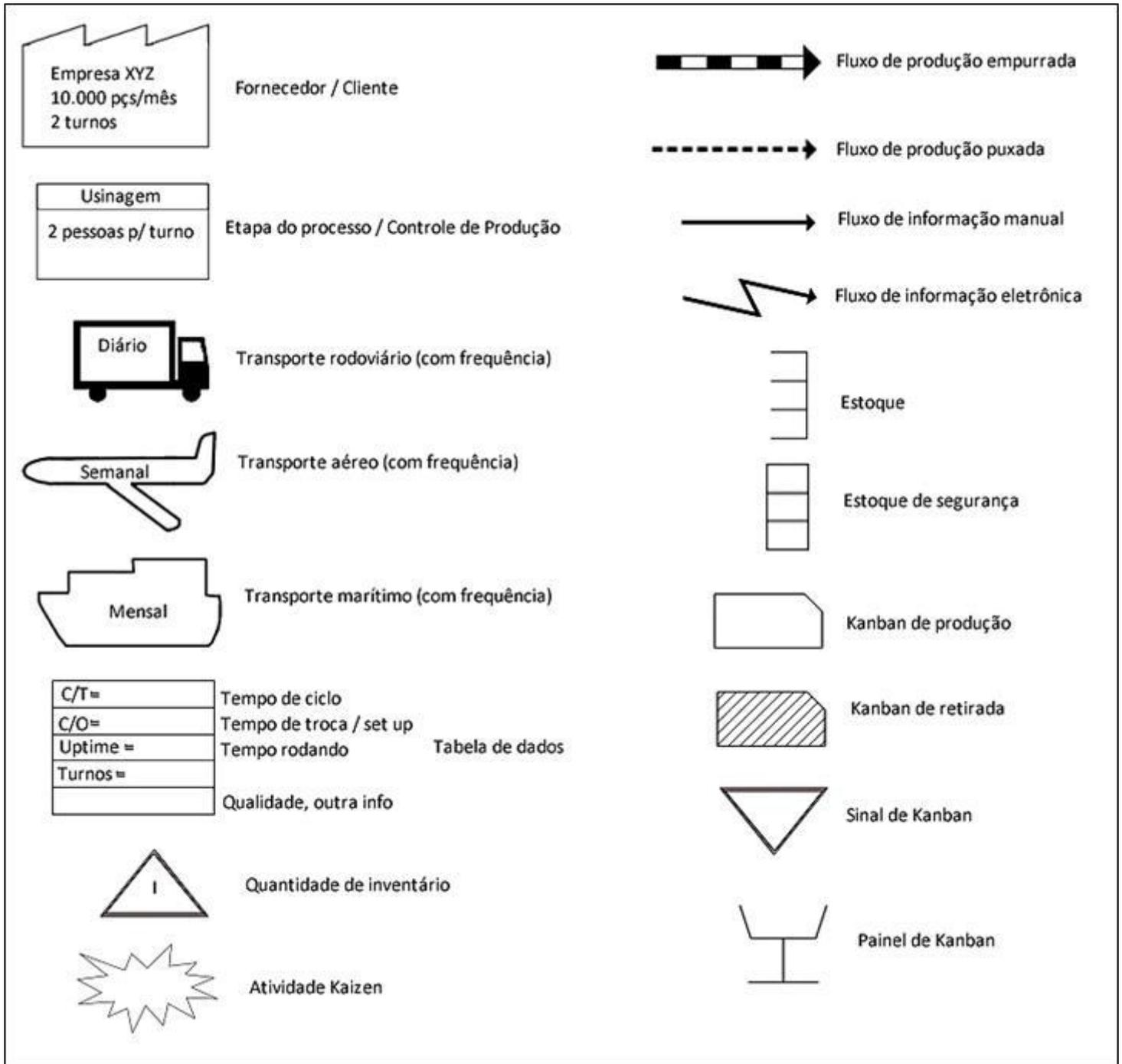


Figura 8 – Símbolos utilizados no MFV.
Fonte: Toledo (2015).

Werkema (2006), cita que, para se obter resultados ligados a produção enxuta, é necessário primeiramente a criação do pensamento enxuto (*Lean Thinking*), que especifica e alinha a sequência de ações que criam valor para a empresa. O *Lean Thinking* tem alguns princípios, como:

- a. Especificar o valor, definido pelo cliente;

- b. Identificar o fluxo de valor;
- c. Criar fluxos contínuos;
- d. Produção puxada; e
- e. Buscar a perfeição.

Para isso, algumas ferramentas são necessárias, como Mapeamento de fluxo de valor, *Kanban*, Padronização, redução de *setup* e *poka-yoke*.

Lustosa et al. (2008), também denominam valor como um princípio da produção enxuta. Este valor é definido pelo cliente e adotado pelo produtor/empresa. Porém é necessário ressaltar que algumas atividades não agregam valor, tais atividades que podem ser observadas no Quadro 5.

ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR
Inventário
Transporte
Movimentação Interna
Espera
Processo
Não-conformidades
Superprodução

Quadro 5 – Atividades que não agregam Valor.
Fonte: Adaptado de Lustosa et al. (2008).

Barreto (2012), observa que há uma ênfase na determinação de valor no sistema de produção enxuta, bem como a determinação de um fluxo lógico que atenda a necessidade de reduzir desperdícios, por consequência os custos e, assim, manter uma forma puxada e contínua direcionada ao cliente final.

De acordo com Lustosa et al. (2008), a aplicação dos conceitos da produção enxuta de uma forma consciente reduz em 90% na produção física, em 75% no processamento de pedidos e em 50% no tempo de permanência da produção e no desenvolvimento de produtos.

3.5 CERÂMICAS

Segundo a ANFACER (2016), Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres, a cerâmica é o material artificial mais antigo do mundo produzido pelo homem e tem origem por volta de 10 a 15 mil anos atrás.

De acordo com a Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM, 2011), as indústrias cerâmicas brasileiras possuem vários produtos em diversos segmentos em nível de qualidade mundial com grande quantidade exportada. Esta evolução foi possível devido à abundância de matérias-primas naturais, fontes alternativas de energia e disponibilidade de tecnologias práticas encontradas no país. As regiões onde a indústria cerâmica mais se desenvolveu no país foram a sudeste e sul, crescimento esse motivado pela maior densidade demográfica, disponibilidade de matéria prima, maior atividade industrial e agropecuária entre outras. É importante citar que em outras regiões do país a atividade cerâmica tem crescido em velocidade considerável, em especial na região nordeste onde há grande demanda por materiais cerâmicos para construção civil.

Assim, a ABCERAM (2011) mostra um panorama geral da Cerâmica no Brasil, envolvendo relações de Empresas, Instituições Diversas, Sindicatos, Associações, Publicações, Normas Técnicas e Números do Setor, que podem ser observados na Quadro 6.

Tipo	Quantidade
Associações	26
Sindicatos	51
Associações e Sindicatos Diversos	25
Instituições de Ensino	45
Instituições de Pesquisas e Serviços	15
Empresas Fabricantes e Distr. / Repr. de Produtos e Serviços	418
Empresas Fornecedoras p/ Indústria, Instituições e Mineração	248
Empresas Fornecedoras p/ Artistas Ceramistas	15

Quadro 6 – Empresas, Instituições, Sindicatos e Associações relacionadas a área de Cerâmicas.
Fonte: Adaptado de ABCERAM (2011).

É válido ressaltar que apenas foram consideradas Associações e Sindicatos que possuem site. Isso se deve às dificuldades de se obter informações necessárias para a atualização de dados no cadastro do Banco de dados da ABRACEM (2011).

Este ramo industrial pode ser dividido em diversos segmentos, tais como cerâmica estrutural, cerâmica de revestimento, materiais refratários, louças sanitárias e de mesa entre outros. Porém a cerâmica é sempre produzida da mesma forma. A principal matéria-prima da cerâmica é a argila, que se torna maleável e plástica quando umedecida. Depois a argila passa por uma moldagem e por fim é submetida por uma secagem (em torno de 1000° C) que garante a resistência e rigidez do produto (ANFACER, 2016).

As empresas do segmento da cerâmica estrutural encontram-se espalhadas por todo o país, sendo na sua grande maioria micro e pequenas empresas de organização simples e familiar (SEBRAE, 2008). Este segmento produtivo de capital essencialmente nacional, é também um grande gerador de empregos, com mais de 400 mil postos de trabalho diretos e em torno de 1,5 milhões indiretos, ao longo de sua cadeia produtiva (ANICER, 2016). De acordo com Bustamante e Bressiani (2000), este setor movimentava cerca de 60 milhões de toneladas de matéria prima todos os anos tendo impacto direto nas rodovias e meio ambiente. O raio de atuação médio das empresas de telha gira em torno de 500 km, sendo limitado principalmente pelos custos e condições de transporte. O valor anual de produção das empresas do segmento de cerâmica estrutural se encontra em torno de US\$ 2,5 bilhões. Valor este que, em geral, fica nos locais de produção, tendo alto significado social na geração de empregos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo teve por objetivo otimizar o processo de produção de telhas de uma indústria localizada em Medianeira- PR, através da utilização das ferramentas do *Lean Manufacturing*. Para isso, foi necessário total conhecimento das práticas utilizadas na empresa para a identificação de falhas, retrabalho e desperdícios.

Segundo Marconi e Lakatos (2003), pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos. Portanto, toda pesquisa científica apresenta diferentes métodos de estudo relacionados à natureza, à abordagem do problema, aos objetivos e aos procedimentos metodológicos a serem adotados.

Do ponto de vista da natureza das pesquisas, Kauark, Manhães e Medeiros (2010), citam que elas podem se dividir em pesquisa básica e pesquisa aplicada. A primeira tem o objetivo de gerar conhecimentos novos, úteis para o avanço da ciência sem previsão de aplicação prática, envolvendo verdade e interesses universais. No entanto, a segunda tem o objetivo de gerar conhecimentos para a aplicação prática, envolvendo verdades e interesses locais dirigidas à solução de problemas específicos.

Segundo Dalton (2002), no que diz respeito aos objetivos, as pesquisas são classificadas como exploratória, descritiva e explicativa. A pesquisa exploratória é definida como pesquisa específica e trabalha para caracterizar problemas, fatos e situações através da investigação bibliográfica, utilizando livros, livros virtuais, *cd-rom*, internet, revistas, jornais, artigos e outros meios de dados. Quanto a pesquisa descritiva, a mesma caracteriza-se como pesquisa que observa, registra e analisa os fenômenos, sem manipulá-los, apenas descreve as características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Por último, a pesquisa explicativa, que busca explicar a razão e o porquê dos fenômenos, uma vez que aprofunda o conhecimento de uma dada realidade. Esta pesquisa é calcada em métodos experimentais e por isso é direcionada principalmente para as ciências físicas e naturais.

Quanto à abordagem do problema, Kauark, Manhães e Medeiros (2010), consideram a pesquisa qualitativa ou quantitativa. A primeira diz respeito a pesquisa que não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas, ou seja, o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento chave. Este tipo de pesquisa é descritivo. Cada dado é analisado individualmente. Por outro lado, a pesquisa quantitativa considera o que pode ser quantificável, o que significa que as informações e opiniões são traduzidas em números para classificá-las e analisá-las. Portanto este tipo de pesquisa requer o uso de técnicas estatísticas como porcentagem, média, mediana, entre outros.

Segundo Gil (2007), existem diversos procedimentos metodológicos que podem ser adotados por uma pesquisa. A pesquisa bibliográfica é aquela elaborada a partir de material já publicado, sendo eles livros, artigos e material disponível na internet. A pesquisa documental caracteriza-se pela pesquisa elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico, ou seja, documentos (contemporâneos ou retrospectivos) considerados cientificamente autênticos. Quanto a pesquisa experimental, um objeto de estudo é determinado, selecionando-se as variáveis que poderiam influenciá-lo, definindo as formas de controle e de observação dos efeitos produzidos no objeto pela variável. O levantamento ocorre quando se deseja conhecer o comportamento das pessoas em seu local de trabalho, isto é, dentro da organização. O estudo de caso envolve o estudo profundo e exaustivo, que permite amplo e detalhado conhecimento de um ou poucos objetos da pesquisa. A pesquisa ex-post-facto é aquela onde o experimento se realiza depois dos fatos, enquanto a pesquisa-ação é concedida e realizada em associação com uma ação ou resultado de um problema coletivo. Por último, existe a pesquisa participante, quando os pesquisadores e membros desenvolvem interações relacionadas as situações investigadas.

Com base nas informações citadas, os procedimentos metodológicos da presente pesquisa foram caracterizados conforme descritos no Quadro 7.

Item	Descrição
Natureza	Aplicada
Objetivo	Descritiva
Abordagem do Problema	Qualitativa
Procedimentos Metodológicos	Estudo de caso

Quadro 7 – Classificação metodológica da Pesquisa.
Fonte: Aatoria Própria (2016).

4.1 ETAPAS DA PESQUISA

Para o alcance do objetivo geral da pesquisa, foi necessário a realização de uma sequência de etapas que resultaram na obtenção de dados e informações pertinentes para a conclusão da mesma, apresentadas na Figura 9.

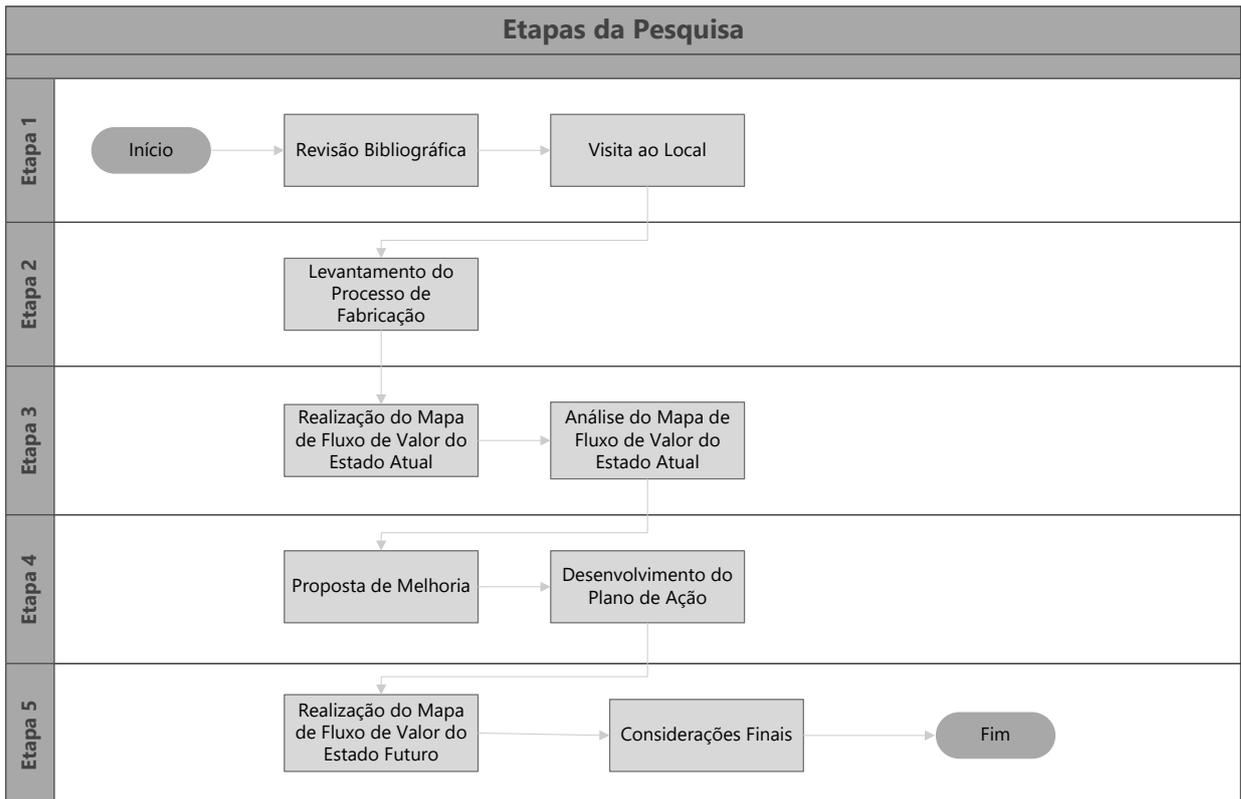


Figura 9 – Etapas para realização da Pesquisa.
Fonte: Autoria Própria (2016).

A primeira etapa diz respeito a construção do referencial teórico, em que buscou-se realizar uma revisão dos trabalhos existentes relacionados ao tema abordado no estudo, identificando conceitos, teorias e modelos para sustentar e dar suporte à pesquisa. Em seguida, foi realizada uma visita na empresa, juntamente com o professor orientador e o responsável pela empresa, com o intuito de conhecer o processo produtivo e definir o objetivo da pesquisa.

A segunda etapa consiste no levantamento do processo de fabricação. O objetivo desta etapa foi conhecer o processo como um todo, desde a preparação da matéria-prima (argila), até o momento onde as telhas se encontram prontas e dispostas no estoque. Para se obter as informações necessárias, foi utilizado um

método de levantamento de dados denominado observação direta intensiva, realizado através de duas técnicas: observação e entrevista.

A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Segundo Gil (2007), a entrevista representa uma técnica de coleta de dados onde o pesquisador tem um contato mais direto com o entrevistado, inteirando-se das opiniões do mesmo em determinado assunto. Com a entrevista, o problema torna-se mais claro e específico, contribuindo para a construção de hipóteses pertinentes e elaboração de instrumentos mais adequados para a coleta de dados.

Após o levantamento dos dados, a terceira etapa foi iniciada, onde o mapa de fluxo de valor do estado atual da empresa foi montado. O objetivo desta etapa é identificar a entrada e saída de material. Posteriormente, foi realizado a análise do mapeamento de fluxo de valor do estado atual com o intuito de verificar os recursos que não agregam valor à empresa, como a superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, estoque desnecessário, movimentação desnecessária e produtos defeituosos.

Na quarta etapa foram estudadas melhorias para o processo como um todo, bem como a identificação de desperdícios. Além disso, esta etapa envolveu a preparação e desenvolvimento de um plano de ação que ataque as causas raízes dos desperdícios, identificando os problemas mais relevantes.

Em sequência, foi criado o mapa de fluxo de valor do estado futuro, com os desperdícios e os recursos que não agregam valor à empresa já eliminados e as melhorias incorporadas. Esta etapa consistiu na apresentação dos resultados obtidos e as propostas sugeridas.

Assim, estas propostas serão sugeridas ao dono da empresa e podem ser implementadas em um trabalho futuro. As considerações finais recapitulam o estudo de forma sintética, identificando o alcance dos objetivos propostos e expondo os aprendizados adquiridos e as conclusões.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 EMPRESA EM ESTUDO

O estudo foi realizado em uma cerâmica localizada em Medianeira – PR. A empresa foi fundada no dia 13 de junho de 1965 e tem cunho familiar até a atualidade. No início, os processos eram em sua maioria manuais, no entanto, estes se tornaram mais automatizados com o passar do tempo. Atualmente, a empresa possui uma equipe composta por vinte e um colaboradores.

A empresa tem sofrido por falta de matéria-prima nas cidades mais próximas, como também em relação ao alto custo de locomoção referente a busca por argila de qualidade em cidades mais distantes. Além disso, a mesma enfrenta uma crise econômica devido a estagnação do mercado da construção civil, setor este que teve uma taxa de variação negativa de 7,6% do PIB de 2015 comparado ao de 2014 (IBGE, 2015).

5.2 PROCESSO PRODUTIVO DE TELHAS

5.2.1 AQUISIÇÃO DE MATÉRIA PRIMA

A principal matéria prima para a produção de telhas é a argila. A empresa adquire a maior parte desta nas cidades de Serranópolis, Missal ou Itaipulândia, no estado do Paraná. Essa busca se dá nos arredores da cidade sede da empresa, pois, se a distância ultrapassar de quarenta quilômetros, se torna uma viagem inviável, onde o custo do transporte ultrapassa o preço final das telhas.

Inicialmente a argila passa por um processo de sazonalidade, onde 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 ao seu

processamento. Existem diferentes tipos de argila que são separadas em montes (de acordo com suas características) e, portanto, é feita uma mistura específica das mesmas. Cada empresa utiliza um tipo de mistura, de acordo com seus padrões e especificações.

A preparação da massa da argila tem por objetivo obter uma mistura homogênea, com características e umidade adequadas para o tipo de telha esperado. Na empresa em questão, a preparação se inicia a céu aberto, utilizando o processo de sazonalidade. Apenas um funcionário é responsável por esse processo de preparo da matéria-prima. Posteriormente, essa argila que já possui características necessárias para o processamento é transferida para o interior do barracão. Nesse barracão a argila já está úmida, misturada e homogênea, pronta para a próxima etapa.

5.2.2 MOLDAGEM

A conformação das peças inicia-se quando a argila adequada é transportada até o caixão alimentador. O caixão alimentador tem a função de transportar a argila através de uma esteira, onde o seu escoamento é dosado. Ele é constantemente alimentado por um operador e um eixo de navalhas de corte auxilia a passagem da argila, cortando-a em torrões. Depois a mistura passa pelo desintegrador, onde são separados os pequenos corpos estranhos eventualmente contidos na argila, como também é executada uma pré-laminação. Em seguida, a argila passa pelo misturador, processo no qual se pode misturar vários tipos de argila em uma só operação, promovendo também 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. Na próxima etapa, a massa passa pela extrusora (maromba) que permite que a matéria prima beneficiada seja introduzida em um misturador de grande eficiência, iniciando a compressão entre as pás até os caracóis de pré-compressão comprimindo o material e forçando-o a passar através das aberturas frontais, criando uma perfeita estanqueidade. Posteriormente, este material sai da extrusora e passa por um

caracol de laminas, que é responsável pelo fracionamento desta massa. Por último, a massa segue para a prensa, responsável pelo formato da telha.

Existem duas prensas novas e duas mais antigas, no entanto, apenas as novas estão em uso atualmente. Quatro colaboradores responsáveis pela retirada do produto da prensa e transporte até o secador. Além disso, um colaborador é responsável pela regulagem de todas as máquinas do processo.

5.2.3 SECAGEM E QUEIMA

Secagem é a remoção e evaporação de líquido do material. A secadora foi desenvolvida na própria empresa e é abastecida a partir dos gases que anteriormente eram eliminados pelos fornos no meio ambiente. Hoje em dia esse ar quente é aproveitado para secar as telhas.

Existem dois tipos de carrinhos que transportam as telhas, o de madeira que transporta 208 telhas por viagem e o de aço que tem uma capacidade de 304 telhas. Além disso, existe um sistema de cartões que identifica os carrinhos para o secador de acordo com a ordem de chegada dos mesmos, primeiro que entra/ primeiro que sai. No entanto, este sistema não é um sistema *kanban*. Segundo Ohno (1997), o *kanban* é um pedaço de papel que contém informações divididas em informação de coleta, informação de transferência e informação de produção.

Existem três colaboradores que são responsáveis pelo secador. O processo de secagem tem um tempo de 36 horas a uma temperatura de 45°C. 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.

De todos os estágios no processo de produção das telhas, a queima é a mais importante pois é nesta operação que as telhas adquirem suas propriedades finais. As peças após secagem passam por tratamento térmico a temperaturas elevadas, que variam de 800 °C a 1700 °C. A empresa possui fornos intermitentes, no qual 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 oito dias. Existem cinco colaboradores

responsáveis pelos fornos. A alimentação dos fornos é feita com serragem, onde seu consumo é de seis toneladas por dia (segundo maior gasto da empresa). Depois do processo de queima, as telhas passam por um controle de qualidade – chamado por eles de classificação - e as 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. No entanto, as telhas não devem apresentar esfoliação (escamação ou desagregação da massa cerâmica em partes da telha), fissura, rebarba ou partes quebradas.

5.2.5 EXPEDIÇÃO

A empresa é responsável por embalar as telhas nos pallets e alocá-los em seu estoque. Posteriormente, com a ajuda de uma empilhadeira, um colaborador carrega o caminhão e outro colaborador é responsável pelo transporte do produto final até seus clientes. Eles possuem dois veículos para entrega, onde um deles é responsável pelas entregas no Brasil e outro apenas para entrega no Paraguai, que por muitos anos foi o maior cliente da empresa.

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

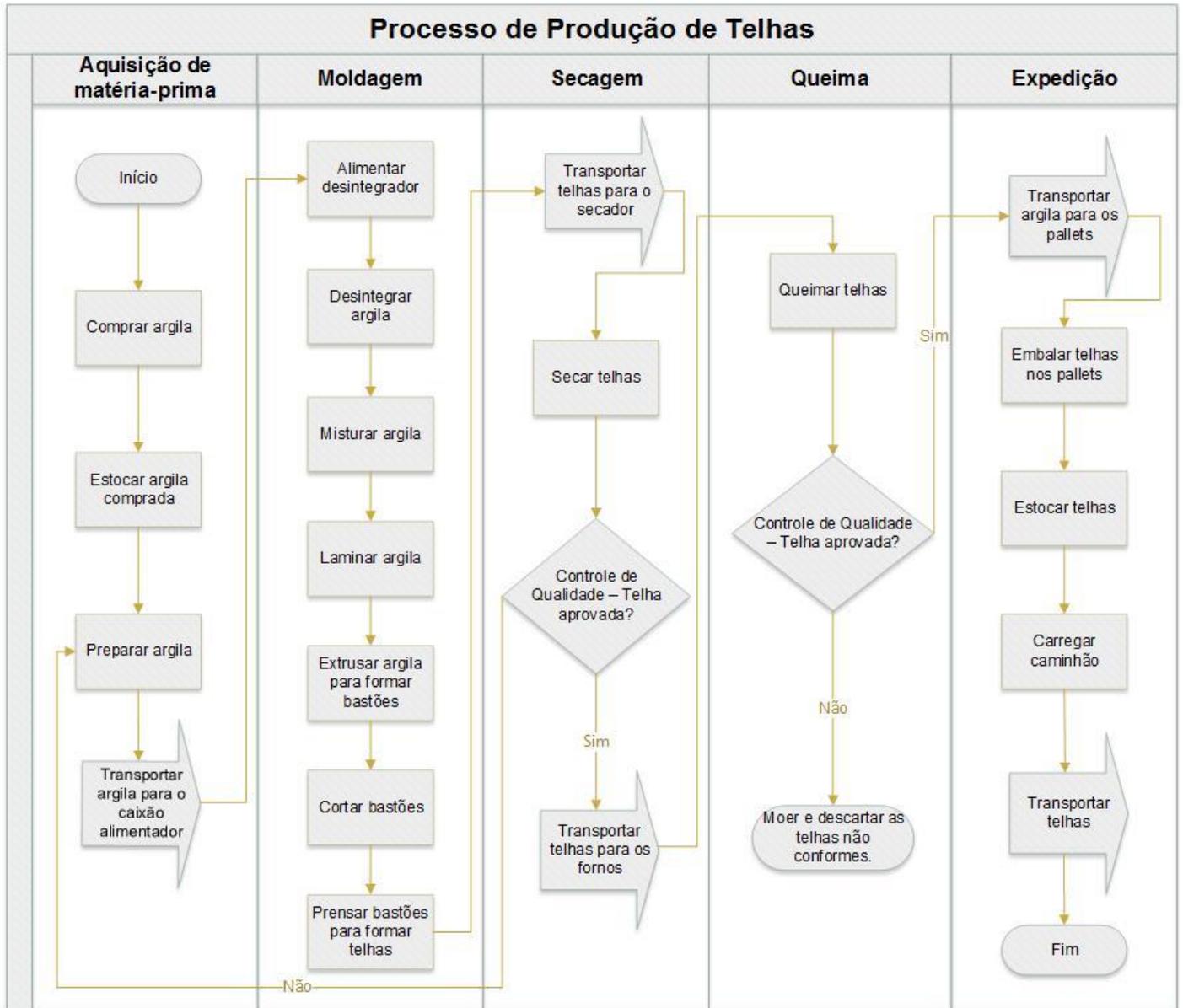


Figura 10 - Processo de Produção de Telhas.
Fonte: Autoria Própria (2016).

5.3 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO PROCESSO PRODUTIVO – ESTADO ATUAL

A demanda mensal da empresa é de 170.000 telhas. Os colaboradores trabalham 40 horas por semana, 8 horas por dia, com intervalo de 1 hora para almoço, de segunda a sexta-feira. Portanto, os colaboradores trabalham 22 dias no mês. Logo, a demanda diária é de:

$$Demanda\ di\acute{a}ria = \frac{170.000}{22} = 7727,27\ telhas$$

O *Takt time* é definido pelo tempo de trabalho disponível por turno (menos os intervalos) dividido pela demanda do cliente por turno. Logo, o *takt time* é de:

$$Takt\ Time = \frac{28.800}{7.727,27} = 3,73\ s$$

Para alimentar o caixão alimentador, são necessárias 5 conchas de argila da escavadeira da empresa. Para processar esta mesma quantidade de matéria prima, o caixão alimentador juntamente com o misturador, laminador e extrusora, leva em torno de 1 hora e 30 minutos. Cada concha pesa 1,5 toneladas. Logo, 5 conchas terão 7.500 quilos de argila. Cada bastão de argila pesa 4 kg. Conseqüentemente, em 1 hora e 30 minutos são produzidos 1875 bastões. No entanto, a cada 10 bastões que passam por esse processo, foi observado que, aproximadamente, 1 volta para o misturador como reprocesso, uma vez que a prensa está fechada prensando outro bastão. Portanto, a quantidade de bastões é igual a 1875 menos o reprocesso, 187, totalizando 1688 bastões. O tempo de ciclo da moldagem é calculado pelo tempo de moldagem (em segundos) dividido pela quantidade de telhas produzidas menos o reprocesso, assim sendo:

$$TC\ Moldagem = \frac{5.400}{1875 - 187} = 3,20\ s$$

O tempo de troca da moldagem é igual a 30 segundos para carregar e descarregar cada concha no caixão alimentador, dividido pela quantidade de bastões que as 5 conchas resultam, ou seja:

$$TR\ Moldagem = \frac{30 * 5}{1875} = 0,08\ s$$

O tempo de utilização da moldagem é igual a porcentagem de tempo trabalhada em relação ao tempo total do turno, ou seja, os operários trabalham 8 horas por dia e possuem uma hora de intervalo para almoço.

$$TU \text{ Moldagem} = \frac{8}{9} * 100 = 88,89\%$$

A prensagem é uma atividade subsequente do corte e por isso, considerou-se as duas atividades como uma. Os dados foram obtidos através de observação direta e utilização de cronômetro. O número de amostras necessárias para se obter uma pesquisa de qualidade, de acordo com o erro amostral definido como 5%, nível de confiança de 90%, população de 1875 (quantidade de telhas produzidas na etapa anterior em 1 hora e 30 minutos de processo) e percentual máximo de 98, é igual a 21, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Tempos de Amostragem da Etapa de Corte e Prensa

QUANTIDADE	TEMPO DE CORTE + PRENSA
1	6
2	6,1
3	6,1
4	6,5
5	5,8
6	6,4
7	5,9
8	5,9
9	5,5
10	6,1
11	5,9
12	5,8
13	5,5
14	5,4
15	5,2
16	5,9
17	6
18	6,1
19	5,4
20	6
21	5,9
MÉDIA:	5,9

Fonte: Autoria Própria (2016).

Assim, colheu-se uma amostra de 21 tempos e realizou-se a média aritmética simples dos mesmos. Portanto, o tempo de ciclo dos dois processos juntos é de 5,9 segundos. O tempo de troca dos bastões é de 3,5 segundos. Por fim, o tempo de utilização é de 88,89%, assim como o tempo de utilização da moldagem.

Em relação ao processo de secagem, as telhas precisam de 36 horas no secador. O tempo de ciclo da secagem é obtido através do tempo de secagem dividido pela capacidade do secador. Assim, o tempo de ciclo da secagem é de:

$$TC \text{ Secagem} = \frac{129.600}{20.000} = 6,48 \text{ s}$$

O tempo de troca do secador é igual ao tempo em que as telhas saem da prensa e vão para a vagoneta, 16 minutos, mais o transporte até o estoque, 1,5 minutos e mais 24 horas aguardando o secador esvaziar-se. Foi observado que há um estoque de 20.000 telhas quando o secador está cheio. Logo, o tempo de troca é igual a:

$$TR \text{ Secagem} = \frac{87.450}{20.000} = 4,37 \text{ s}$$

O tempo de utilização do secador é igual a 100%, uma vez que o secador não é desligado nos intervalos.

Existe um estoque entre o secador e os fornos de aproximadamente 35.000 telhas.

O tempo de ciclo dos fornos é de 8 dias dividido pela capacidade total dos fornos, 11.000 telhas cada forno multiplicado por 7 (quantidade de fornos disponíveis na empresa) menos a quantidade de telhas defeituosas por forno (500 telhas), ou seja:

$$TC \text{ Forno} = \frac{691.200}{(77.000 - 3.500)} = 9,4 \text{ s}$$

O tempo de troca dos fornos é igual ao tempo de transporte do secador até os fornos mais o tempo de carrega-los, 3 horas e 30 min, dividido pela capacidade de cada forno, 11.000 telhas.

$$TR \text{ Forno} = \frac{12.600}{11.000} = 1,15 \text{ s}$$

O tempo de utilização dos fornos é igual a 100%, uma vez que os fornos são ligados e ficam aquecendo por 3 dias, posteriormente queimam as telhas por 1 dia e por fim, ficam resfriando por 4 dias. No nono dia o processo se inicia novamente. Para isso, os operadores dos fornos se revezam no final de semana para retirar as telhas quando o processo de 8 dias termina.

Entre o forno e a expedição, existe um estoque de aproximadamente 42.000 telhas. Isso acontece pois atualmente utiliza-se apenas quatro fornos com capacidade de 11.000 telhas cada. No entanto, após a classificação, restam, em média, 10.500 telhas de primeira linha que ficam aguardando a expedição.

O tempo de ciclo da expedição é igual ao tempo de colocar as telhas no pallet, 10 minutos, dividido pela capacidade do pallet, 502 telhas.

$$TC \text{ Expedição} = \frac{600}{502} = 1,20 \text{ s}$$

O tempo de troca da expedição é igual ao tempo de tirar as telhas do forno (4 horas) dividido pela capacidade do forno, ou seja:

$$TR \text{ Expedição} = \frac{14.400}{11.000} = 1,31 \text{ s}$$

O tempo de utilização da expedição é de 88,89%. Apenas um turno é destinado para a entrega dos materiais.

O *lead time* de produção mostra o tempo em que os estoques permanecem parados entre uma etapa e outra do processo. No estado atual, as telhas aguardam em torno de 24 horas para entrarem no secador. Entre a secagem e a queima, as telhas aguardam em torno de 12 horas. Após a última etapa, as telhas permanecem em torno de 48 horas no estoque para expedição. No entanto, este tempo não é exato visto que, como citado anteriormente, a empresa funciona como estoque para as lojas de material de construção da cidade.

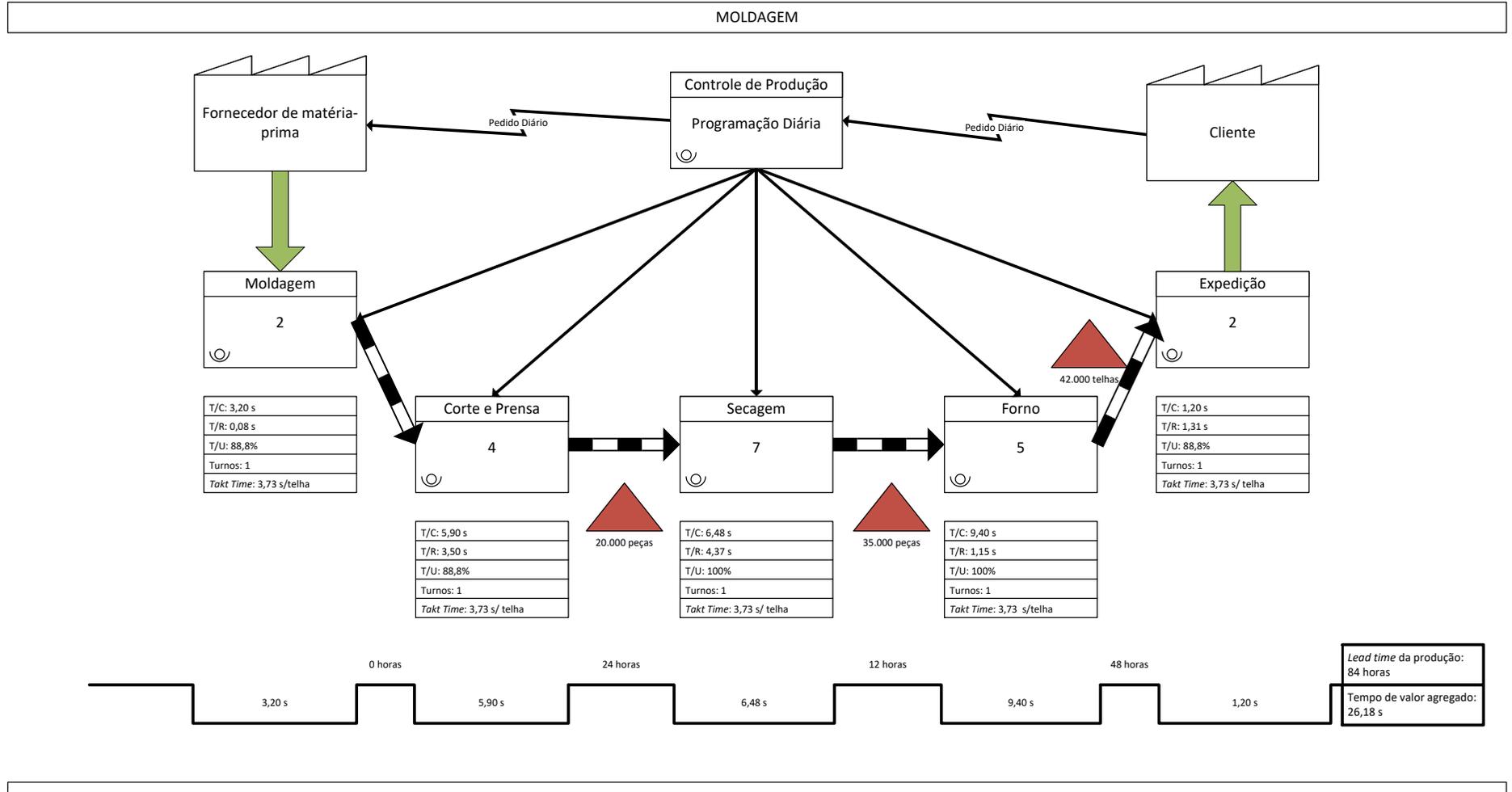


Figura 11 - Mapa de Fluxo de Valor do Estado atual da Produção de Telhas.
Fonte: Autoria Própria (2016).

5.4 IDENTIFICAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

A essência do pensamento *Lean* é a eliminação contínua das atividades desnecessárias que permeiam todos os tipos de processos assistenciais, de suporte e administrativos. Eliminar desperdícios significa ser capaz de deixar de fazer o que é irrelevante e focar em tudo o que agrega valor para o cliente. Segundo Lustosa et al. (2009), os desperdícios concentram-se em sete categorias, sendo elas superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, estoque desnecessário, movimentação desnecessária e produtos defeituosos. Atualmente, diferentes autores discutem sobre uma oitava categoria relacionada ao talento desperdiçado.

Para a identificação das atividades que geram desperdícios, é necessária uma comparação entre o tempo de ciclo de cada atividade e o *takt time* do processo. Quando o *takt time* é maior que o tempo de ciclo ocorrerá o excesso de produção, ou tempo de ociosidade, acarretando no conceito desperdício. No entanto, quando o tempo de ciclo é maior que o *takt time*, não é possível produzir conforme a demanda do cliente, ocorrendo atrasos no sistema produtivo.

De acordo com o mapa de fluxo de valor do estado atual do processo de produção de telhas da empresa em estudo, é possível observar que, em algumas etapas do processo existe um tempo ocioso das atividades, enquanto outras atividades não conseguem produzir conforme a demanda. No Quadro 8 está exposto um comparativo a respeito dos tempos obtidos em cada atividade, demonstrando o tempo de ciclo, *takt time* e o tempo de ociosidade por atividade.

Tempo de Ciclo		<i>Takt Time</i>		Tempo de ociosidade por atividade (s)
Atividade	Tempo (s)	Atividade	Tempo (s)	
Moldagem	3,20	Moldagem	3,73	0,53
Corte e Prensa	5,90	Corte e Prensa	3,73	-2,17
Secagem	6,48	Secagem	3,73	-2,75
Forno	9,40	Forno	3,73	-5,67
Expedição	1,20	Expedição	3,73	2,53

Quadro 8 - Comparativo dos tempos em cada atividade do processo
 Fonte: Autoria Própria (2016).

Além disso, desenvolveu-se um gráfico de balanceamento de atividades, para que as mesmas sejam comparadas de acordo com o Mapa de Fluxo de Valor do Estado Atual e, posteriormente, do estado futuro. O primeiro, representado na Figura 12.

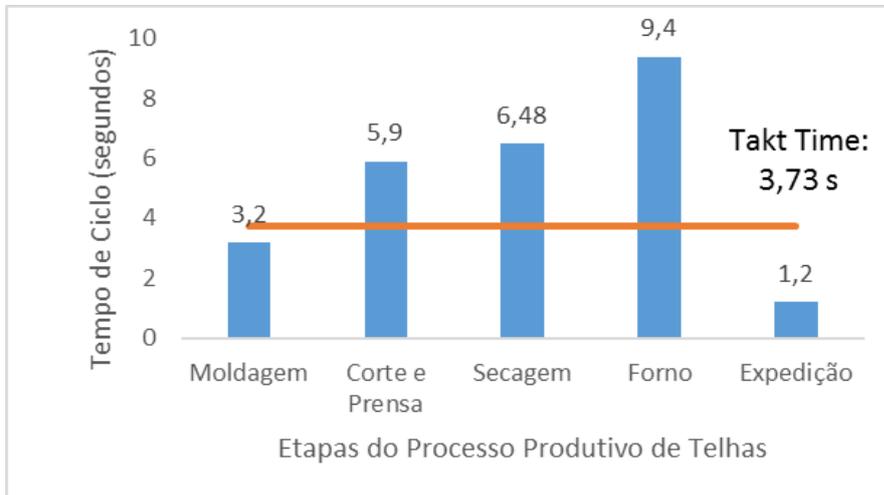


Figura 12 – Gráfico de balanceamento das etapas do processo produtivo.

Fonte: Autoria Própria (2016).

Em relação as etapas de moldagem, corte e prensa, o primeiro desperdício identificado foi o retrabalho. Segundo o Lean Institute Brasil (2016), retrabalho é a necessidade de refazer alguma coisa decorrente de um erro ou defeito no processo. Enquanto as prensas estão transformando os bastões de argila em telhas, existe um sistema de sensor que identifica que a prensa está fechada e dá passagem na esteira para o bastão retornar para o misturador.

Além disso, foi possível observar que o tempo de ciclo da moldagem e da expedição é menor que o *takt time*. Logo, os dois operadores responsáveis pela moldagem ficam ociosos cerca de 0,53 segundos por telha produzida, enquanto os dois colaboradores da expedição ficam ociosos por 2,53 segundos. Assim, o talento destes colaboradores é desperdiçado, uma vez que os mesmos possam ter conhecimento sobre outras etapas do processo e estão parados.

A etapa de corte e prensa tem um tempo de ciclo igual a 5,90 segundos, 2,17 segundos a mais que o *takt time* do processo. Portanto, a etapa seguinte precisa esperar, uma vez que esta etapa não consegue produzir conforme a demanda, gerando um novo desperdício. O tempo de ciclo da secagem, 6,48 segundos, e do forno, 9,40 segundos. Isso se dá pelo longo *lead time* destas

etapas. Portanto, por serem tempos maiores que o *takt time* do processo, geram a espera como desperdício.

Além desses desperdícios, é possível observar que há estoques entre as etapas de produção. Estoques custam dinheiro e possuí-los em excesso pode gerar custos desnecessários, além dos riscos de perda desses materiais. O primeiro se concentra entre a prensagem e a secagem, no qual cerca de 20.000 telhas aguardam para entrar no secador. O segundo estoque, localizado entre o secador e o forno, tem cerca de 35.000 telhas. O último estoque fica situado após a última etapa do processo, a queima, aguardando a expedição. A quantidade de telhas deste estoque é de aproximadamente 42.000 telhas. Isso se dá, pois a capacidade de cada forno é de 11.000 telhas menos a quantidade de refugo, 500 telhas por forno e atualmente apenas 4 fornos, dos 7 disponíveis, estão sendo utilizados.

5.5 PROPOSTAS DE MELHORIA

Ao analisar o mapa de fluxo de valor do estado atual, tendo em mente a necessidade de se diminuir o *lead time* do processo de secagem e queima, aumentar a capacidade de produção e a disponibilidade da empresa, foi realizado o *kaizen* do processo. Em seguida, estão expostas algumas iniciativas importantes para se conseguir um estado futuro mais “enxuto”.

- a. Desenvolvimento de um sistema puxado;
- b. Desenvolvimento de um sistema *kanban* para o fornecimento de argila em estoque;
- c. Diminuição de estoques de produtos acabados e em processo;
- d. Implantação de um sistema de supermercados para abastecimento do sistema puxado que pode conter produtos intermediários e acabados;
- e. Plano de treinamento dos funcionários para a manufatura enxuta;
- f. Implementação de sensores de temperatura em todos os fornos;
- g. Estudo do tempo do secador;
- h. Estudo do tempo do forno;
- i. Realocação dos operadores.

5.5.1 PLANO DE AÇÃO

Meira (2003) afirma que, para se estabelecer um ambiente propício para a melhoria da qualidade, é indispensável o uso de ferramentas que permitam organizar os fatos e dados, transformando-os em informações disponíveis.

Atuando na área de planejamento do ciclo PDCA – em português “Planejar, Executar, Verificar e Atuar” – a ferramenta 5W2H é uma das mais utilizadas para a construção de planos de ação e, portanto, foi útil para o desenvolvimento deste estudo. A ferramenta 5W2H foi criada por profissionais da indústria automobilística do Japão como uma ferramenta auxiliar na utilização do PDCA, principalmente na fase de planejamento. Polacinski et al. (2012) descreve que a ferramenta consiste num plano de ação para atividades pré-estabelecidas que precisem ser desenvolvidas com a maior clareza possível, além de funcionar como um mapeamento dessas atividades.

Portanto, a partir das considerações feitas para se enxergar o estado futuro do mapa de fluxo de valor, foi elaborado um plano de ação, que norteará os esforços para se atingir o estado enxuto (Quadro 9).

PLANO DE AÇÃO								
Causa Fundamental	O que? (<i>What</i>)	Por que? (<i>Why</i>)	Como? (<i>How</i>)	Quem? (<i>Who</i>)	Onde? (<i>Where</i>)	Início (<i>When</i>)	Fim (<i>When</i>)	Quanto custa? (<i>How much</i>)
Falta de padrão para o fornecimento de matéria-prima	Desenvolver um sistema <i>kanban</i> para o fornecimento de argila em estoque	Para que haja um sistema de "puxar" a produção de acordo com a demanda	Criando um sistema simples de cartões que orientem os colaboradores sobre uma ordem de utilização de matéria-prima	Gerente de Produção	Na própria empresa	30/11/2016	20/12/2016	-
Estoque desnecessário de produtos acabados e em processo	Diminuir a quantidade de estoque	Para reduzir a quantidade de material parado (consequentemente, dinheiro parado)	Realizando um estudo mais aprofundado relacionado a quantidade de estoque necessário de produtos acabados e em processamento	Gerente de Produção	Na própria empresa	10/01/2017	20/02/2017	-
Falta de supermercados no processo produtivo	Implantar um sistema de supermercados para abastecimento do sistema puxado de produção	Para que os colaboradores encontrem os materiais rapidamente indicados nos cartões <i>kanbans</i>	Disponibilizando estantes de armazenagem com prateleiras divididas em pequenos espaços preenchidos com um único tipo de produto	Gerente de Produção	Na própria empresa	20/02/2017	20/04/2017	-
Falta de conhecimento dos colaboradores em relação ao <i>Lean Manufacturing</i>	Desenvolver uma semana de palestras referentes ao <i>Just in Time</i> e <i>Lean Manufacturing</i>	Para que os colaboradores possam adquirir a filosofia <i>Just in Time</i> e aprender sobre a importância de se produzir sem desperdícios	Utilizando uma hora por dia do turno de trabalho dos colaboradores	Discentes da UTFPR – com a supervisão dos docentes	Na própria empresa	20/02/2017	24/02/2017	-

Quadro 9 – 5W2H do Processo de Produção de Telhas.

Fonte: Autoria Própria (2016).

PLANO DE AÇÃO								
Causa Fundamental	O que? (What)	Por que? (Why)	Como? (How)	Quem? (Who)	Onde? (Where)	Início (When)	Fim (When)	Quanto custa? (How much)
Falta de controle da temperatura dos fornos	Implantar um sensor de temperatura nos fornos que ainda não possuem este sistema	Para que haja maior controle sobre o tempo de queima das telhas, menor quantidade de telhas com defeito e otimização do combustível utilizado nesta etapa	Comprando os sensores e o sistema necessário	Gerente de Produção e Fornecedores do sistema	Na própria empresa	01/05/2017	01/06/2017	R\$ 20.000,00 por forno
Excesso de tempo na etapa de secagem	Realizar um estudo aprofundado sobre o tempo de secagem das telhas	Para reduzir o tempo de secagem das telhas, mantendo a qualidade das mesmas	Realizando cronoanálise do processo de secagem e testes para verificação do tempo otimizado	Estagiário	Na própria empresa	30/01/2017	15/02/2017	-
Excesso de tempo na etapa de queima	Realizar um estudo aprofundado sobre o tempo de queima das telhas	Para reduzir o tempo de queima das telhas, mantendo a qualidade das mesmas	Realizando cronoanálise do processo de queima e testes para verificação do tempo otimizado	Estagiário	Na própria empresa	16/02/2017	02/03/2017	-
Operadores com tempo ocioso	Realocar os operadores com tempo ocioso no processo produtivo	Para que todos os operadores saibam trabalhar em todas as etapas do processo produtivo e ajudem nas etapas de maior necessidade	Realizando um revezamento entre os colaboradores para que os mesmos saibam trabalhar em todas as etapas do processo e, portanto, sejam realocados quando necessário	Todos os funcionários	Na própria empresa	10/01/2017	-	-

Quadro 10 (Continuação) – 5W2H do Processo de Produção de Telhas.

Fonte: Autoria Própria (2016).

5.6 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR DO PROCESSO PRODUTIVO - ESTADO FUTURO

A aplicação do mapeamento de fluxo de valor na indústria de cerâmica, identificou desperdícios dentro do processo produtivo de telhas da empresa estudada, tais como: retrabalho, espera, estoques desnecessários, superprodução e talento desperdiçado.

Em sequência, a Figura 13 apresenta o mapa do estado futuro, que é a representação da situação ideal do processo produtivo da empresa estudada. Assim, o tempo do estado futuro do processo é o tempo do estado atual sem os desperdícios. Deste modo, o mapa do estado futuro apresenta o quanto a empresa pode melhorar com as eliminações dos desperdícios.

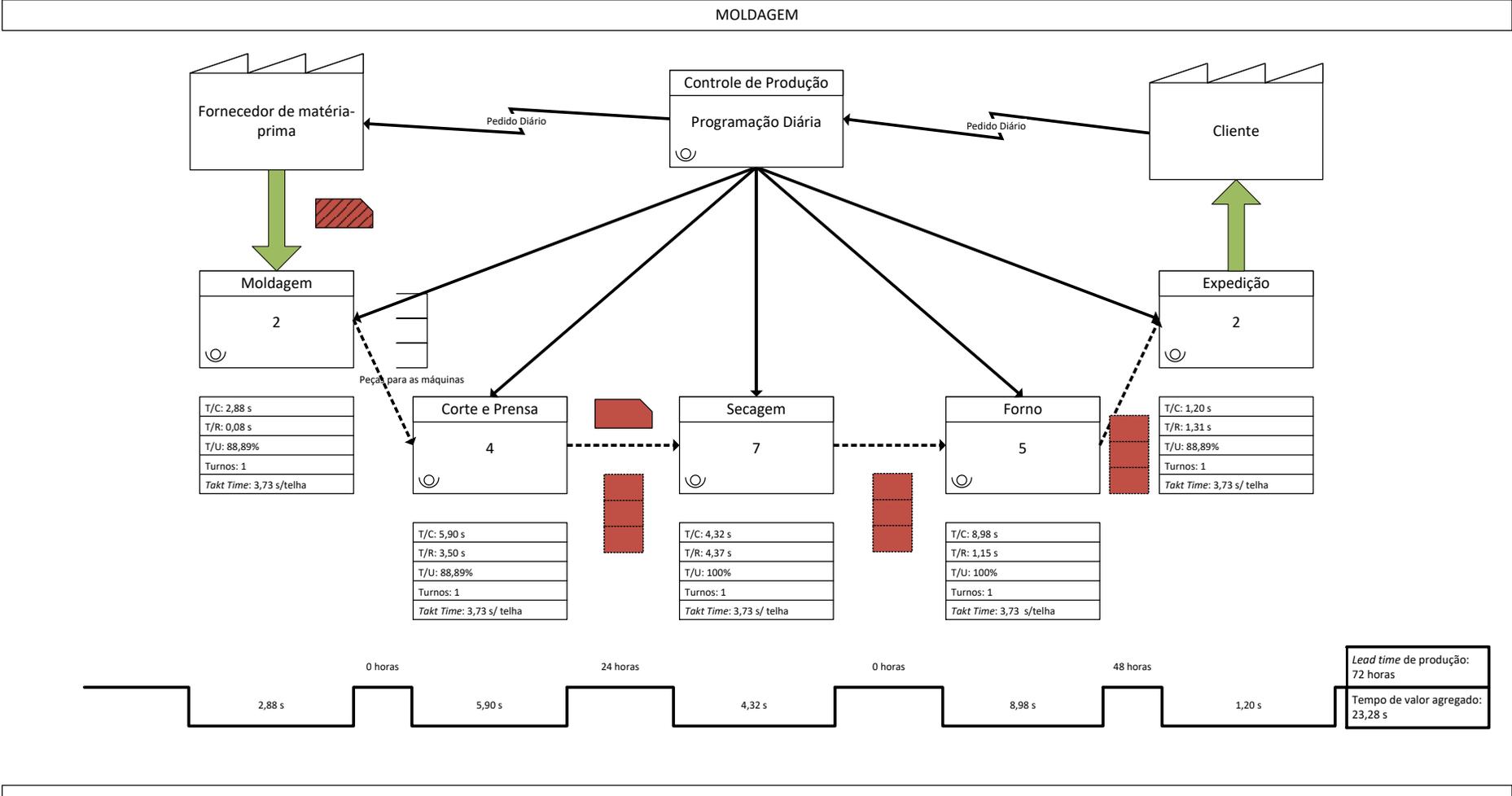


Figura 13 – Mapa de Fluxo de Valor do Estado Futuro.

Fonte: Autoria Própria (2016).

O tempo de ciclo da moldagem no estado futuro foi calculado segundo o tempo de produção dividido pela quantidade de peças produzidas. No entanto, a subtração dos produtos defeituosos foi retirada, uma vez que os desperdícios foram eliminados. Essa eliminação do retrabalho no processo de moldagem pode ser alcançada através de um sistema puxado de produção, além da utilização de uma terceira prensa que existe na empresa, porém não está sendo utilizada ultimamente.

$$TC \text{ Moldagem} = \frac{5.400}{1.875} = 2,88 \text{ s}$$

O tempo de secagem foi reduzido para 24 horas. No entanto, é necessário um estudo aprofundado para que as telhas sejam secas e mantenham a qualidade. Com isso, o tempo de ciclo do secador também foi reduzido.

$$TC \text{ Secagem} = \frac{86.400}{20.000} = 4,32 \text{ s}$$

Como comentado anteriormente, estoque em excesso é um desperdício. Segundo Coelho (2016), o estoque de segurança é caracterizado pelo ato de manter níveis de estoque suficientes para evitar faltas diante da variabilidade da demanda e a incerteza do suprimento do produto quando necessário. Primeiramente, para se definir um estoque de segurança é necessário um estudo do histórico de vendas. Posteriormente, calcular a previsão de demanda e definir o sistema de reposição. A próxima etapa está relacionada ao conhecimento e avaliação do fornecedor, para se negociar prazos e quantidade necessária para o estoque (mesmo que o fornecedor seja uma etapa anterior do processo). Portanto, é necessário um estudo aprofundado, alinhado ao plano de ação apresentado na pesquisa.

Com a implementação dos sensores e do sistema de temperatura em todos os fornos da empresa, será possível reduzir a quantidade de serragem utilizada como combustível dos fornos, uma vez que a serragem é dosada automaticamente de acordo com a temperatura necessária que deve ser alcançada. O tempo de queima também será menor, uma vez que a temperatura é totalmente controlada. Nesta etapa, essas modificações também reduzirão a quantidade de peças defeituosas, visto que o forno atingirá a temperatura correta de queima das telhas.

Além disso, foi adicionado o *kanban* de retirada de matéria-prima antes do processo de moldagem e o *kanban* de produção entre a prensagem e a secagem, para puxar as telhas para o secador. No entanto, o estudo do tempo de queima se faz necessário, pois a empresa não disponibiliza destes dados no momento.

$$TC \text{ Forno} = \frac{691.200}{77.000} = 8,98 \text{ s}$$

No *lead time* de produção do estado atual, foi eliminado as 12 horas entre a etapa de secagem e queima, uma vez que a empresa possui 7 fornos disponíveis, mas atualmente faz uso de apenas 4.

O levantamento dos dados no estado atual e no estado futuro sugere melhoria no processo com a implementação da filosofia *Lean*, pois o *lead time* do processo e a eficiência apresentaram melhorias, como mostra o Quadro 11. Com a utilização do Mapeamento de Valor foi possível identificar e propor mudanças para melhorar o processo de desenvolvimento de produtos.

Indicador	Antes	Depois
Lead time da secagem	6,48 s/ telha	4,32 s/ telha
Lead time do forno	9,4 s/ telha	8,98 s/ telha
Lead time de produção	84 horas	72 horas
Tempo de valor agregado	26,18 s/ telha	23,28 s/telha

Quadro 11 - Comparativo dos resultados esperados.

Fonte: Autoria Própria (2016).

A Figura 14 apresenta o gráfico de balanceamento de atividades do estado futuro e mostra que é necessário buscar que o tempo de ciclo seja o mais próximo possível do *takt time*, para se alcançar uma produção sem desperdícios.

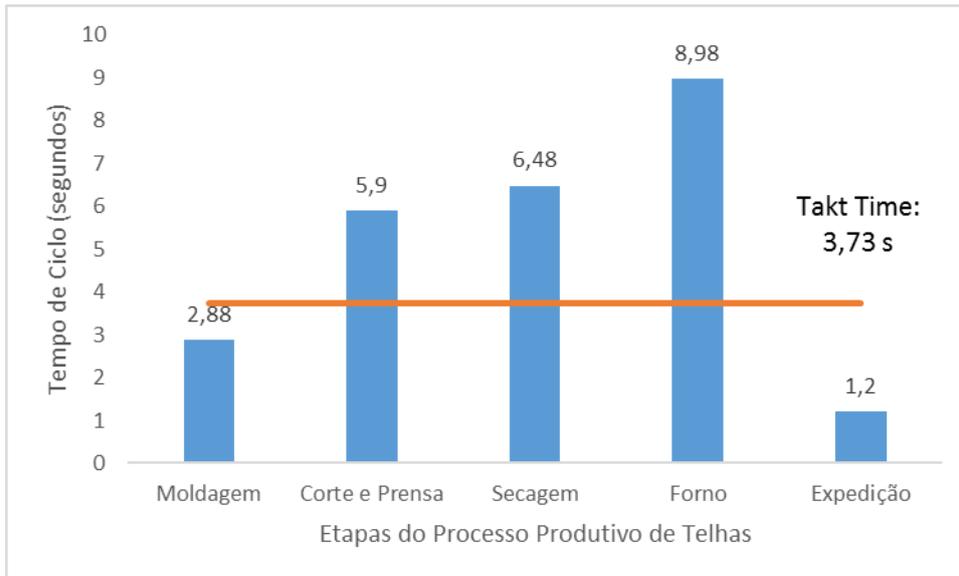


Figura 14 - Gráfico de balanceamento das etapas do processo produtivo – estado futuro.

Fonte: Autoria Própria (2016).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A filosofia enxuta tende à produção sem desperdícios através da redução das ineficiências inerentes ao sistema. No entanto, esta filosofia deve ser do conhecimento de todos os colaboradores para que os mesmos busquem a melhoria contínua.

Pretendeu-se com o presente estudo melhor entender a manufatura enxuta, assim como, aplicar o Mapeamento do Fluxo Valor, uma ferramenta que auxilia na eliminação de desperdícios no fluxo de produção. Além disso, esta ferramenta é de grande auxílio para redução do lead time em uma linha de produção, tornando a empresa mais competitiva em um mercado tão exigente como o atual.

Assim, para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, foram realizadas algumas atividades. A primeira foi o desenvolvimento do fluxograma do processo produtivo de telhas. A segunda atividade foi o desenvolvimento do mapeamento do fluxo de valor, evidenciando os tempos utilizados e necessários para realização de cada operação atuais e futuros. Por último, as sugestões de melhorias através do plano de ação utilizando a ferramenta *5W2H*, tendo por objetivo apresentar de forma sucinta as melhorias que podem ser implementadas dentro da indústria.

A aplicação desta pesquisa na empresa em questão, busca obter uma redução dos estoques intermediários e de produto acabado, balanceamento de operações, remanejamento de funcionários, redução de desperdícios e de custos com retrabalho, além de diminuir o lead time da empresa, o que a proporciona entregar seus produtos na hora certa, com baixo custo e alta satisfação do cliente.

A mudança mais significativa do ponto de vista da indústria está relacionada ao estabelecimento do ritmo através do tempo *takt*, conceito pouco utilizado nas empresas, que possibilita uma melhor utilização dos recursos. Além disso, existem alguns paradigmas típicos na indústria que precisam ser quebrados, como os longos tempos de preparação, longas campanhas de produção e o sistema empurrado. A aplicação do sistema puxado é uma mudança que exige disciplina e persistência para sua implementação.

Os próximos passos devem estar ligados a uma maior redução de estoques, implementação de mecanismos de solução de problemas, trabalhos

padronizados e foco na qualidade do produto. Do mesmo modo, o plano de ação proposto deve ser executado dentro dos prazos para que os ganhos projetados possam ser alcançados, tornando a organização cada vez mais competitiva.

Seguindo este pensamento, uma sugestão para trabalhos futuros diz respeito à aplicação do plano de ação e, em seguida, a criação de um novo mapa de fluxo de valor, levando em consideração as mudanças realizadas no processo produtivo. Assim, será possível comparar os mapas de fluxo de valor, bem como o processo de produção puxada e empurrada dentro da empresa estudada.

REFERÊNCIAS

ABCERAM - Associação Brasileira De Cerâmica (Brasil). **Cerâmica no Brasil - Considerações Gerais**. 2014. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=2>. Acesso em: 01/04/2016.

ANFACER - Associação Nacional Dos Fabricantes De Cerâmica Para Revestimentos, Louças Sanitárias E Congêneres. **A História da Cerâmica**. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br/#!/historia-ceramica/c207w/>. Acesso em 01/04/2016.

ANICER - Associação Nacional Da Indústria Da Cerâmica. **Nossa História**. Disponível em: <http://portal.anicer.com.br/anicer/nossa-historia/>. Acesso em 15/04/2016.

BARRETO, Andre Renato. **Sistema Toyota De Produção: Lean Manufacturing Implantação E Aplicação Em Uma Indústria De Peças Automotivas**. 2012. Disponível em: <http://www.fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/viewFile/54/118>. Acesso em: 07/04/2016.

BUSTAMANTE, Gladstone Motta; BRESSIANI, José Carlos. **A indústria cerâmica brasileira**. Cerâmica Industrial, São Paulo, v. 3, n. 5, p.31-36, jun. 2000. Disponível em: <http://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v05n03/v5n3_5.pdf>. Acesso em: 15/04/2016.

COELHO, Leandro Callegari. **O que é e como calcular o estoque de segurança**. 2016. Disponível em: <http://www.logisticadescomplicada.com/o-que-e-e-como-calcular-o-estoque-de-seguranca/>. Acesso em 06/11/2016.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DANTON, Gian. **Metodologia científica**. Pará de Minas: Virtual Books Online, 2002.

FERREIRA, João. **Layouts de Sistemas de Manufatura**. Disponível em: http://www.grima.ufsc.br/im/transparencias/TranspIM_Parte2_Layouts.pdf. Acesso em: 14/05/2016.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações**. 8 ed. São Paulo: Thompson Learning, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2007.
GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

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>. Acesso em: 24/05/16.

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

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Onde está o desperdício?**. 2016. Disponível em:
http://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_250.pdf. Acesso em: 05/11/2016.

LUSTOSA, Leonardo; MESQUITA, Marco A.; QUELHAS, Oscaldo. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

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

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Introdução à Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

MIND TOOLS. **Lean Manufacturing**: Working More Efficiently. 2016. Disponível em:
https://www.mindtools.com/pages/article/newSTR_44.htm. Acesso em: 15/04/2016.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: IMAM, 1984.

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

POLACINSKI et al. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate**. Disponível em: <
https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.admpg.com.br%2F2012%2Fdown.php%3Fid%3D3037%26q%3D1&ei=afblUKvPKrLO0QHoi4HYBA&usq=AFQjCNG_xK4MiwLH-05YB4kSXiApwYP1g>. Acesso em: 30/10/2016.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a Enxergar**: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Cerâmica Vermelha**. 2008. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/09/ESTUDO-CERAMICA-VERMELHA.pdf>. Acesso em: 15/04/2016.

SEZZI, Graziano. **Produção e Consumo Mundial de Revestimentos Cerâmicos**. 2001. Disponível em: http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v07n05/v7n5_2.pdf. Acesso em: 12/05/2016.

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

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: 14/05/2016.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção**: Teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

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.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Lean Seis Sigma**: Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2006.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine o Desperdício e Crie Riqueza**. 6ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.