



UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



GISELE AMARAL CINTRA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING: ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE INDÚSTRIAS DE BENS DE CONSUMO NÃO
DURÁVEIS**

MANAUS - AM

2019

GISELE AMARAL CINTRA

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING: ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE INDÚSTRIAS DE BENS DE CONSUMO NÃO DURÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

Linha de Pesquisa: Gestão da Produção e Operações.

Orientador: Prof. PhD. Marcelo de Albuquerque de Oliveira.

MANAUS- AM

2019

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

C575a Cintra, Gisele Amaral
Aplicação de ferramentas lean manufacturing: : Estudo comparativo entre indústrias de bens de consumo não duráveis / Gisele Amaral Cintra. 2019
91 f.: 31 cm.

Orientador: PhD. Marcelo de Albuquerque de Oliveira
Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Lean Manufacturing. 2. Ferramentas Lean. 3. Desperdícios. 4. Produtividade. I. Oliveira, PhD. Marcelo de Albuquerque de II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

GISELE AMARAL CINTRA

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING: ESTUDO
COMPARATIVO ENTRE INDÚSTRIAS DE BENS DE CONSUMO NÃO DURÁVEIS

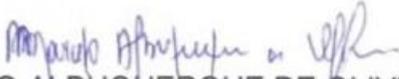
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM.

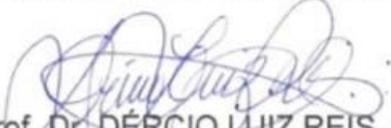
Linha de Pesquisa: Gestão da Produção e Operações.

Orientador: Prof. PhD. Marcelo de Albuquerque de Oliveira.

Aprovada em 21 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. MARCELO ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA, Presidente.
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. DÉRCIO LUIZ REIS, Membro.
Universidade Federal do Amazonas


Prof. Dr. ANDRÉ JUN MIKI, Membro.
Universidade Federal de Rondônia

AGRADECIMENTOS

A Deus e ao meu orientador, Professor PhD. Marcelo de Albuquerque de Oliveira, por sua valiosa orientação que utilizou de paciência, profissionalismo para a transmissão de seus conhecimentos a fim da conclusão dessa dissertação, a minha admiração.

À Faculdade de Rondônia (FARO), à Subdiretora Acadêmica Ana Célia Leite e à Coordenação do Mestrado em Engenharia da Produção (PPGEP-UFAM), pela oportunidade de realização dessa dissertação.

Aos Professores do PPGEP-UFAM, em especial ao Professor Márcio e seus óculos inesquecíveis, ao Professor Dércio, com suas histórias de aventuras com sua Harley Davidson e ao Professor Kennedy, que já é um Portovelhense, agradeço pelos conhecimentos e por terem proporcionado as ferramentas para o aperfeiçoamento profissional. Minha eterna gratidão!

Aos meus colegas de curso, em especial ao Gilberto e ao Nilton, formamos um grupo durante esta jornada da qual surgiram lindos laços de amizade.

A minha mãe Djanira, que mesmo de longe sempre acreditou em mim, incentivando que sou capaz da conquista de meus sonhos. Ao meu Pai, Getúlio, que embora já tenham partido deste mundo, sempre fez e quis o melhor para mim, sendo que esta etapa se deve em grande parte a ele.

A Penélope Cintra que sempre esteve presente em todos os momentos

Ao meu amor Stenio Castiel, que com seu carinho, compreensão e atenção faz os meus dias mais felizes. Meu lápis de cor!

A minha amiga irmã Lucivânia Pereira e meu amigo irmão Fábio Lima, que com conselhos me ajudaram em momentos importantes de mudanças, além do apoio e força para continuação dessa caminhada.

A minha irmã Gislene Cintra, que mesmo morando em Goiás está sempre do meu lado em tudo, sinto falta de tomar café com ela.

Às amigas Luciana Melo, Raquel Costa e Sandra Cardoso, pessoas para todas as situações, sou grata pelo carinho, atenção, pelas horas que me ouviram sem cobrar. Agradeço pelos cafés, chocolates quentes e passeios no shopping.

Custos não existem para serem calculados. Custos existem para serem reduzidos. Taiichi Ohno.

RESUMO

A presente pesquisa incide na proposta da aplicação do *lean manufacturing* no segmento de bens de consumo não duráveis, através do método de pesquisa-ação. O tema destaca análise de eficiência pelo uso das ferramentas do *lean manufacturing* no segmento de bens não duráveis no estado de Rondônia. Foram analisados os segmentos de móveis planejados, confecção, açougue e panificadora. A busca por ofertar produtos com qualidade com o menor *lead time* é um desafio que começa na transformação da cultura organizacional. Analisando o cenário no qual se encontra vários processos produtivos, com vários desperdícios, tais como excesso de movimentação, transporte, retrabalho, superprodução, grandes estoques, processo desnecessário, espera e a não utilização dos intelectos dos funcionários, a proposta foi e avaliar o potencial das ferramentas em distintos segmentos de produção para criação de um processo produtivo mais enxuto obtendo maior capacidade de competitividade no mercado. A análise realizada permitiu identificar vários problemas no processo produtivo, como as distâncias percorridas pelos componentes e operadores, o que origina custos elevados de transporte e movimentações, bem como perda de tempo na procura de ferramentas, matérias-primas e nas preparações dos equipamentos. A identificação dos problemas encontrados foi realizada recorrendo ao Mapa de fluxo de valor e através da análise do fluxo de materiais em toda a cadeia pertencente processo produtivo, desde o fornecedor até ao cliente final. Posteriormente, foram calculados e analisados os indicadores de desempenho, *lead time* e produtividade dos funcionários. Em seguida, sugeriram-se propostas de melhoria face aos problemas encontrados, destacando-se a proposta de alteração de layout, organização do ambiente, dentre outros. Como parte da metodologia deste trabalho foram utilizadas as seguintes ferramentas da metodologia *lean* como: MFV, *takt time*, cronoanálise, padronização, qualidade na fonte, fluxo contínuo e 5S. Percebe-se que as ferramentas *lean* utilizadas de forma adequada podem ser aplicadas em vários segmentos de produtos de consumo não duráveis, tanto de móveis de MDF, produção de camisetas, processo de desossa e na produção de salgados, entre outros. Os resultados foram: maior rapidez na execução das tarefas, menor tempo no processo, organização das ferramentas e insumos e aumento significativo da produtividade. Significativos ganhos foram obtidos em todas as empresas estudadas. No açougue houve aumento na produtividade na ordem de 26% e redução de custo com colaboradores no setor na ordem de 75%. No que tange à empresa de móveis planejados houve aumento de 105,92% na produtividade. No vestuário houve aumento de 33,66% na produtividade e redução de movimentação dos colaboradores na ordem de 93,10%. Por fim, na panificadora, houve um aumento de 20,42% de produtividade.

Palavras Chaves: *Lean Manufacturing*. Ferramentas *Lean*. Desperdícios. Produtividade.

ABSTRACT

This research focuses on the proposal of applying lean manufacturing in the segment of non-durable consumer goods, through the action research method. The theme is delimited in an analysis efficiency of lean manufacturing tools in different productive segments of nondurable goods of the State of Rondônia. The segments of planned furniture, confection, butcher and bakery were analyzed. The quest to offer quality products with the shortest lead time is a challenge that begins with the transformation of the organizational culture. Analyzing the scenario in which there are various production processes, with various wastes, such as excessive handling, transportation, rework, overproduction, large inventories, unnecessary process, waiting and non-use of employees' intellects, the proposal was to evaluate the potential from tools in different production segments to create a leaner production process obtaining greater capacity for competitiveness in the market. The analysis made it possible to identify various problems in the production process, such as the distances traveled by components and operators, which leads to high transportation and handling costs, as well as wasted time searching for tools, raw materials and equipment preparations. The identification of the problems found was performed using the Value Flow Map and through the analysis of the material flow throughout the chain belonging to the production process, from the supplier to the end customer. Subsequently, performance indicators, lead time and employee productivity were calculated and analyzed. Then, improvement proposals were suggested in view of the problems encountered, highlighting the proposal of change of layout, environment organization, among others. As part of the methodology of this work, the following lean methodology tools were used, such as VSM, takt time, chronoanalysis, and standardization, quality at source, continuous flow and 5S. Significant gains were obtained in all the companies studied. At the butcher shop, there was an increase in productivity of around 26% and a reduction in costs with employees in the sector of around 75%. Regarding the planned furniture company, there was an increase of 105.92% in productivity. In clothing, there was an increase of 33.66% in productivity and a reduction in the movement of employees in the order of 93.10%. Finally, in the bakery, there was a 20.42% increase in productivity.

Keywords: Lean Manufacturing. Lean tools. Waste. Productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de aplicação de um VSM	21
Figura 2 - Símbolos utilizados para elaboração do Mapa de Fluxo de Valor	21
Figura 3 - Aplicação prática do Senso de Organização: Seiri	23
Figura 4 - Definições para o trabalho padronizado.....	24
Figura 5 - Relação dos documentos e elementos do trabalho padronizado.....	26
Figura 6 - Etapas para aplicação da RCA	29
Figura 7- Processo da pesquisa realizado nas empresas.....	33
Figura 8 - <i>Takt Time</i> do Açougue para verificação como o setor está em relação a sua demanda	35
Figura 9 - Mapa de fluxo de valor de um açougue de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo.....	37
Figura 10 - Desperdício de carne nos ossos.....	39
Figura 11 - Após a padronização do processo de desossa.....	39
Figura 12 - Antes e depois do 5S: pia pequena e após a aplicação da ferramenta pia maior com papel toalha, sabonete e placas de procedimento de higiene	40
Figura 13 - Antes e depois da aplicação do 5S: Carne exposta no chão e após a aplicação da ferramenta em contenedores plásticos.	40
Figura 14 - Gancheira na câmara fria.....	40
Figura 15 - <i>Takt Time</i> da empresa de móveis planejados de Rondônia, para verificar como o setor está em relação a sua demanda.....	44
Figura 16 - Mapa de fluxo de valor de uma empresa de móveis planejados de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo.....	46
Figura 17 - Padronização das Especificações.....	47
Figura 18 - Layout do processo produtivo antes da aplicação do fluxo contínuo	49
Figura 19 - Layout do processo produtivo após da aplicação do fluxo contínuo	49
Figura 20 - <i>Takt Time</i> da Confecção para verificar como o setor está em relação a sua demanda	51
Figura 21 - Mapa de fluxo de valor de uma empresa de Confecção de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo	53
Figura 22 - Layout inicial da empresa	54
Figura 23 - Layout inicial da empresa	55
Figura 24- <i>Takt Time</i> da panificadora para verificar como o setor está em relação a sua demanda.....	57
Figura 25 - Mapa de fluxo de valor de uma padaria de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo.....	59
Figura 26 - Salgados sem etiquetas com datas de fabricação e validade dos produtos	60
Figura 27 - Salgados com etiquetas com datas de fabricação e validade dos produtos após a padronização	60
Figura 28 - Receita de salgado com má aparência e trazendo insatisfação aos clientes	61

Figura 29 - Salgado não possui uma aparência apropriada para estimular o consumo e o sabor deixou a desejar de acordo os relatos dos clientes	61
Figura 30 - Receita de salgado com boa aparência e trazendo satisfação aos clientes	62
Figura 31 - Salgado com boa aparência conforme relatos dos clientes e sabor satisfatório	62
Figura 32 - Layout inicial da empresa	63
Figura 33 - Layout final da empresa.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de desperdícios identificados pela metodologia lean	17
Tabela 2 - Outras Ferramentas do Lean	28
Tabela 3 - Indicadores de desempenho proposto para o sistema de produção enxuto	30
Tabela 4 - Ferramentas Lean aplicadas nas empresas	34
Tabela 5 - Tempo de processo dos setores do açougue	36
Tabela 6 - Atividades do processo de desossa	38
Tabela 7 - Indicadores da Redução de Custo	42
Tabela 8 - Indicadores de Redução de Custo	42
Tabela 9 - Tempo de processo dos setores da empresa moveleira	44
Tabela 10 - Indicadores de desempenho	50
Tabela 11 - Indicadores de Redução de Custo	50
Tabela 12 - Tempo de processo dos setores da confecção	51
Tabela 13 - Indicadores de Desempenho	55
Tabela 14 - Indicadores de Redução de Custo	56
Tabela 15 - Tempo de processo dos setores do Padaria	57
Tabela 16 - Indicadores de desempenho	64
Tabela 17 - Indicadores de Redução de Custo	64
Tabela 18 - Indicadores de produtividade dos processos produtivos utilizando a ferramenta lean manufacturing	66
Tabela 19 - Desperdícios x Ferramentas	75
Tabela 20 - Soluções LCM	77
Tabela 21 - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DTP	Diagrama de Trabalho Padronizado
FCP	Folha de Capacidade de Produção
FEP	Folha de Estudo de Processo
GBO	Gráfico de Balanceamento do Operador
LCM	<i>Lean Centered Maintenance</i>
MDF	<i>Medium Density Fireboard</i>
MOD	Mão de obra direta
POP	Procedimento Operacional Padrão
RCA	Análise de Causa Raiz
RDC	Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação
SPE	Sistema de Produção Enxuto
TCTP	Tabela de Combinação de Trabalho Padronizado
TWI	<i>Training Within Industry</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> ou Mapeamento do Fluxo do Valor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO LITERÁRIA	14
2.1	<i>Lean Manufacturing</i>	14
2.2	Ferramentas <i>Lean Manufacturing</i>	19
2.2.1	Mapa de Fluxo de Valor.....	19
2.2.2	Cinco S (5S's).....	22
2.2.3	Trabalho Padronizado	23
2.2.4	Fluxo Contínuo	26
2.2.5	Qualidade na Fonte	27
2.2.6	Outras Ferramentas.....	27
2.3	Indicadores de Desempenho de Produtividade	29
3	METODOLOGIA	31
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	34
4.1	Empresa de Alimentos (Açougue: Setor de Desossa de Carne)	34
4.1.1	Aplicação das ferramentas Lean no açougue.....	34
4.2	Estudo de Caso de Uma Empresa Moveleiro (Móveis Planejados)	42
4.2.1	Mapa de Fluxo de Valor do Moveleiro	44
4.2.2	Trabalho Padronizado do moveleiro	47
4.2.3	Qualidade na Fonte do moveleiro.....	48
4.2.4	Ferramenta 5S do moveleiro	48
4.2.5	Fluxo Contínuo do moveleiro	48
4.2.6	Resultado do Estudo de Caso da Empresa de Móveis Planejados	49
4.3	Estudo de Caso de Uma Empresa Vestuário (Confecção: Fabricação de Camisetas)	50
4.3.1	Mapa de Fluxo de Valor da Confecção.....	52
4.3.2	Fluxo Continuo do vestuário	54
4.3.3	Resultado do Estudo de Caso da Empresa de Vestuário.....	55
4.4	Estudo de Caso de Uma Empresa de Alimentos (Padaria: Fabricação de Salgados)	56
4.4.1	Mapa de Fluxo de Valor da Panificação	58
4.4.2	Trabalho Padronizado da panificação	60
4.4.3	Qualidade na Fonte da panificação	61
4.4.4	Fluxo contínuo da panificação	62
4.4.5	Resultado da panificação	64
5	DISCUSÃO DOS RESULTADOS	65
6	IMPACTOS ACADÊMICO, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL	67
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	ANEXO I	75
	ANEXO II	77
	ANEXO III	86

1 INTRODUÇÃO

As indústrias brasileiras de maior grau de competitividade são aquelas que realizam uma gestão de produção de modo estratégico, considerando o emprego de esforços para a diminuição dos desperdícios, aumento dos lucros, otimização da produtividade e conseqüentemente fomento aos mercados nos quais estão inseridos (SANTOS et al., 2017).

Após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), os japoneses começaram um processo de reestruturação do país, a partir da melhoria dos processos de produção industrial, surgindo daí um modelo de gestão conhecido como Sistema Toyota de Produção, com o objetivo suprir as expectativas dos clientes produzindo bens de qualidade com menor custo possível (OHNO, 1997).

O Sistema Toyota de produção, também chamado de *lean manufacturing*, chega ao setor automobilístico brasileiro em 1980, gerando resultados satisfatórios a empresa, fato que colaborou para que os processo se tornassem mais eficientes, eficazes com menor custo e por conseqüência aumento de produtividade. (MOREIRA, 2018).

Em um cenário cada vez mais competitivo, é necessário que as indústrias reanalisem seus processos produtivos, a fim da diminuição dos desperdícios e aumento da produtividade. A busca pela oferta de produtos de qualidade e com menor *lead time* é um desafio que começa na transformação da cultura organizacional. Analisando o cenário no qual se encontram vários processos produtivos, é possível menção a casos de desperdícios, tais como: excesso de movimentação, transporte, retrabalho, superprodução, grandes estoques, processos desnecessários, espera e a não-uso dos intelectos dos funcionários (SANTOS et al., 2017).

A presente pesquisa foi aplicada em uma Indústria de bens de consumo não duráveis no setor produtivo, momento no qual foi possível a identificação de vários desperdícios que cotidianamente não são possíveis de serem mapeados, seja por falta de tempo ou por problemas de gestão. Tal mapeamento proporcionará informações necessárias para o uso adequado de ferramentas que visam ao aumento da produtividade, tal como a *Lean Manufacturing* (MOREIRA, 2018).

Os segmentos produtivos que possuem informações sobre seus processos conseguem tomar decisões assertivas, diminuir seus desperdícios e aumentar a

produtividade, crescendo economicamente, gerando oportunidades de negócios e fomentando o mercado local.

O tema dessa pesquisa delimita-se a uma análise sobre a eficiência da ferramenta *lean manufacturing* em diferentes segmentos produtivos de bens não-duráveis no Estado de Rondônia, tais como os segmentos de móveis planejados, confecção, açougue e panificadora.

A busca pela oferta de produtos de qualidade e com o menor *lead time* é um desafio que começa na transformação da cultura organizacional. Analisando o cenário no qual se encontram vários processos produtivos, com vários desperdícios, tais como os citados anteriormente, surge a seguinte pergunta de investigação: como a aplicação de ferramentas *lean*, no processo produtivo, consegue diminuir o desperdício e aumentar a produtividade no processo de manufatura de bens não-duráveis? A proposta consiste em avaliar o potencial das ferramentas em distintos segmentos de produção para criação de um processo produtivo mais enxuto e a obtenção de maior capacidade de competitividade no mercado.

Ancorada nessas questões, elaborou-se o objetivo geral: aplicar os conceitos de produção enxuta no processo de manufatura de bens não-duráveis como estratégia de melhorias no desempenho de produção.

Com base no objetivo geral, propõem-se objetivos específicos:

- a) mapear os processos produtivos;
- b) determinar os indicadores de desempenho de produtividade;
- c) aplicar as ferramentas *Lean Manufacturing*, e
- d) estimar o ganho de produtividade de cada segmento.

A busca pela melhoria contínua dentro das organizações deu origem a metodologias e ferramentas desenvolvidas ao longo dos anos para esse propósito. Tais ações resultaram no que atualmente se conhece por *lean manufacturing*, tendo sido adotadas em larga escala por diversas organizações no mundo, expandindo-se, inclusive, para áreas não-produtivas, hospitalares, dentre outras (SANTOS et al. 2017).

O conjunto dessas ferramentas consagrou um modelo de gestão conhecido como Sistema Toyota de Produção. Contudo, muitas dessas ferramentas encontram espaço e grande divulgação em indústrias clássicas, aqui nomeadamente os segmentos automotivos, metalomecânico, têxtil, eletrônicos, por exemplo, sendo pouco conhecidas os casos de aplicações em segmentos de bens de consumo não-

duráveis, como, por exemplo, nas indústrias extrativistas e nas indústrias de bens de consumo perecíveis (COSTA et al ,2012).

No estado de Rondônia, poucas empresas desses setores aplicam essa ferramenta como estratégia de aumento de seu desempenho operacional. Este trabalho demonstra que essa filosofia traz grandes oportunidades de redução de desperdícios em indústrias, o que aumenta a produtividade utilizando menos recursos, limitando-se aqui àquelas ligadas aos bens de consumo perecíveis. A aplicação dessa filosofia consiste na identificação dos desperdícios no ambiente. A partir dela planejam-se e desenvolvem-se um conjunto de medidas para eliminação daqueles desperdícios que não agregam valor para ao processo.

Para os debates sobre essas temáticas, essa dissertação foi organizada em 7 seções:

Na seção 1 há a introdução, constituída a partir do enquadramento do tema, objetivo (geral e específicos), além da justificativa e da estrutura do trabalho.

Na seção 2 foi elaborada a revisão de literatura, dividida em 3 partes: a primeira, Filosofia *Lean Manufacturing*; a segunda, Ferramentas do *Lean Manufacturing*; e a terceira, os Indicadores de Desempenho de Produtividade.

Na seção 3 há a metodologia da pesquisa, na qual são abordados os métodos de pesquisa utilizados.

Na seção 4 analisa-se detalhadamente os segmentos de bens não-duráveis e traz consigo um levantamento dos problemas detectados.

Na seção 5 encontram-se as formulações das propostas de melhoria, utilizando como base de apoio as ferramentas do *Lean Manufacturing*, que visam à solução dos problemas e às melhorias do desempenho do sistema produtivo das empresas.

Na seção 6 apresentam-se as conclusões construídas após a realização da presente dissertação e são sugeridas as ações a serem tomadas para contínuas melhorias. Aqui são também referidas as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho.

Por fim, a seção 7 aborda os impactos econômicos, sociais e acadêmicos, seguida das referências bibliográficas utilizadas para a construção desse estudo.

2 REVISÃO LITERÁRIA

Neste capítulo é realizada uma revisão da literatura sobre *lean manufacturing*, tema sobre o qual se foca o trabalho. São apresentados os princípios fundamentais da filosofia *lean*, suas principais ferramentas e as implementadas nas empresas para a melhoria dos processos produtivos.

2.1 *Lean Manufacturing*

No princípio da evolução industrial, os trabalhadores utilizavam ferramentas simples e produziam um item de cada vez, processo no qual havia um grande *lead time* e o valor final do produto era alto, tornando-se inexequível o processo de vendas (DRATH; HORCH, 2014); HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016); JAZDI, 2014; AHUETT-GARZA; KURFESS, 2018). Nesse contexto, a produção deixou muito a desejar em termos de competitividade e satisfação do consumidor, considerando que o trabalhador tinha pouco ou nada de qualificação, os métodos eram monótonos e obsoletos e muitas vezes resultava num produto de má qualidade.

De acordo com Santos (et al., 2017), a primeira Revolução Industrial iniciou-se por volta do ano 1790, com o uso do motor a vapor. A Segunda Revolução Industrial, em 1870, foi marcada pelo uso de motores elétricos. Já na Terceira Revolução Industrial houve o uso de sistemas computadorizados e robôs industriais, além do uso de combustível de petróleo em 1970.

Vários autores compartilham da mesma opinião, no que se refere aos novos modelos de negócios e à busca da melhor qualidade de produtos e serviços como resultados da Quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0), com o uso de novas tecnologias, oportunidades e desafios.

A Indústria 4.0 traz o conceito de que a partir da integração da automação com computação cria-se um cenário de equipamentos capazes de operar com maior eficiência e eficácia, customizando o processo de produção (DRATH; HORCH, 2014; HERMANN et al, 2016; JAZDI, 2014; AHUETT-GARZA; KURFESS, 2018).

A derrota do Japão na Segunda Guerra Mundial resultou num país devastado, com indústrias em decadência devido ao não-consumo dos produtos pela falta de abastecimento no mercado (COSTA, 2012).

Nesse cenário, a empresa Toyota necessitava reerguer-se e para isso o empresário Eijii Toyota deslocou-se até os Estados Unidos para estudar o modelo de produção dos americanos, com o objetivo de encontrar oportunidades para o mercado japonês (HOLWEG, 2006). A partir desse acontecimento, um novo sistema *Toyota Production System* (TPS) foi estruturado com o objetivo de igualar a produtividade da Toyota à Ford (LIKER, 2004).

No livro *Lean Thinking*, Womack e Jones (2003) codificam a essência do *lean manufacturing* em cinco princípios básicos: 1) especificar valor, 2) identificar o fluxo de valor, 3) evitar interrupções, 4) produção puxada pelo cliente e 5) perfeição. A produção enxuta objetiva a otimização dos processos por meio de redução de desperdícios, da qualidade assegurada em todo o processo produtivo (RIANI, 2006).

Ohno (1997) afirma que o problema de uma produção é sua superprodução e a redução do custo. Por outro lado, Melton (2005) indica que apesar de várias vantagens na implementação do sistema lean, existe grande resistência à mudança e à dificuldade de abordar novas ideologias.

Na filosofia *lean* o valor é sempre determinado pelo cliente, a busca pela redução de estoque contribui para um processo definido de produção, aplicando assim o Kaizen que busca a melhoria contínua, ainda de acordo com Ohno (1997).

Quando se fala sobre desperdício, Ortiz (2006) conceitua como qualquer atividade que não agrega valor ao produto em relação ao ponto de visto do cliente. Já para Carreira (2005), as atividades que não acrescentam valor para o cliente sobre o produto, não proporcionarão receita pelo produto

A metodologia classificou nos processos produtivos alguns desperdícios importantes que afetam a satisfação do consumidor como retrabalho, superprodução, transporte, movimentação, espera, estoque, refugo e intelecto, (MOREIRA, 2018).

No que se refere aos custos nos processos produtivos, Ohno (2015) sustenta que esses deveriam ser reduzidos e não eliminados. A justificativa para tal afirmação consiste no fato de que os custos sempre existirão e que é preciso encontrar mecanismos para reduzi-los, numa busca sistemática para a absoluta eliminação de desperdícios, tal como foi realizado no Sistema Toyota de Produção.

Ainda segundo Ohno (1997), desperdício se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor. Nesse sentido, Womack e Janes (2003) definem o pensamento enxuto como uma forma de especificar valor, alinhando na melhor sequência as ações que criam valor e realizando-as sem

interrupção toda vez que alguém as solicitá-las e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. A aplicação do *lean thinking* é alcançada e suportada por ferramentas e metodologias que permitem a sua implementação e manutenção.

A busca por melhores resultados proporcionou o desenvolvimento de metodologias e técnicas aplicadas aos ambientes produtivos, com o intuito de promover, basicamente: a redução de custos, o aumento da eficiência, os ganhos de produtividade, a eliminação de desperdícios e a satisfação de toda a cadeia (produtiva-consumidor).

Nesse ambiente, estratégias baseadas no conceito *lean* foram largamente utilizadas para o combate ao desperdício e melhorias do desempenho, agregando notoriedade a esse conceito ao longo de décadas. Há demonstrações de desperdícios e soluções para tais, conforme a Tabela 19 do anexo I.

A Tabela 1 relaciona os tipos de desperdícios encontrados no setor produtivo, em que a indústria deve ter o entendimento sobre a aplicação das ferramentas para minimização dos desperdícios. No quadro apresenta sete desperdícios e suas características.

Tabela 1 - Tipos de desperdícios identificados pela metodologia lean

TIPOS DE DESPERDÍCIOS	DESCRIÇÕES DOS DESPERDÍCIOS DO LEAN
EXCESSO DE PRODUÇÃO	Produzir mais que necessária causa perda de tempo, de máquinas, falta de coordenação e produção em grandes lotes.
ESPERA	Material à espera para entrar no processo de produção, o <i>lean</i> dá ênfase no homem no que se diz que ele não pode estar parado, mas a máquina pode esperar sua utilização.
TRANSPORTE MOVIMENTAÇÕES	É atividade que não agregam valor ao produto final, mas muitas vezes necessários para o processo o intuito é verificar o melhor <i>layout</i> para minimizar a distância percorrida pelos trabalhadores.
PROCESSO	Analisar a como está o processo de produção, se há otimização e se as etapas e processos estão agregando valor ao produto.
TRABALHO DESNECESSÁRIO	Refere se ao movimento desnecessário para produção de algo. Procura identificar através de métodos e tempo de trabalho soluções simples e baixo custo
PRODUTOS DEFEITUOSOS	São produtos defeituosos por defeitos de qualidade da matéria prima, mão de obra, uso de equipamentos, movimentação ou armazenagem.
ESTOQUE	Ocupação desnecessária de espaço físico sendo que poderia utilizar no processo produtivo, o custo para manutenção desse estoque. Identifica falta de gestão da produção uma vez que a empresa desconhece sua demanda para obter estoque

Fonte: Moreira (2018).

Uma empresa consegue ter resultados satisfatórios no processo produtivo utilizando adequadamente as ferramentas de produção enxuta, a exemplo do que teorizam Souza, Silveira e Bagno (2012) quando trazem uma aplicação do *lean* no setor de serviços. Em uma oficina mecânica, o estudo mostra um levantamento do *lead time* com mapeamento do processo (MFV) e as aplicações da metodologia enxuta. Eles conseguiram demonstrar as melhorias do ambiente de trabalho e a rapidez no processo da entrega dos serviços aumentando a capacidade de demanda e redução da movimentação com a eficiência.

No mesmo sentido, Karim e Zaman (2013) identificaram sistematicamente os resíduos de manufatura de uma indústria ao selecionarem ferramentas corretas da produção enxutas e obtendo aumento da competitividade global e da qualidade dos produtos. Esses exemplos provam que a escolha correta das ferramentas torna possível o alcance de resultados satisfatórios.

Para Womark; Janes; Daniel (2003), a implementação em uma organização da filosofia *lean* acontece em cinco fases:

1. Criar valor: foca no que satisfaz as necessidades dos clientes. É ele que define o que é valor. Cabe a empresa definir o preço específico para mande-la no mercado através de melhorias contínuas.
2. Definir a cadeia de valor: nessa etapa identifique a cadeia produtiva: o que gera valor, os que não geram valor, mas são necessários para o processo produtivo e os que não acrescentam valor nenhum.
3. Otimização do fluxo: Criar fluidez ao longo do fluxo de produtivo é o objetivo dessa etapa.
4. *Pull System*: O sistema *pull* permite inverter o fluxo produtivo. Essa etapa passa a puxar a produção conforme a demanda
5. Perfeição: esse é o último passo da filosofia *lean*. A procura do aperfeiçoamento contínuo.

Quando segue rigorosamente os cinco princípios pode-se colocar em riscos alguns princípios da organização, por dirigir para um constante ciclo de diminuição de desperdícios podendo ignorar a atividade da empresa por meio da inovação de produtos, serviços e processos.

Enfatiza-se que a empresa considera a criação de valor somente pela ótica do cliente (WOMARK; JANES; DANIEL, 2003). Por outro lado, Sarkar (2009), afirma que uma organização não possui somente uma cadeia de valor, existe uma para cada

stakeholder e para que não haja problemas todos têm que estar envolvidos nas mudanças.

Pinto (2008), afirma que a troca se destina à satisfação geral e simultânea de todas as partes interessadas, sendo mais importante o conhecer aquilo que se cria e os valores das partes interessadas, entender e conhecer as necessidades dos clientes é fundamental. Assim os princípios passaram a ser sete.

1. Conhecer bem os *skateholders*: entender as necessidades também dos parceiros é fundamental para o sucesso da empresa;
2. Definição de valores: não focar somente no cliente, mas também nos *skateholders*;
3. Definição das cadeias de valor: definir bem os valores para cada cadeia de valor;
4. Otimizar o fluxo: a ligação das pessoas, materiais, informação e capital é importante para gerar valor e satisfazer ambas as partes da organização;
5. Sistema *Pull*: a implementação do sistema *pull* em todas as cadeias de valor, para que tanto o cliente como os *stakeholders* liderem o processo na organização.
6. Procura da perfeição: incentivar a melhoria continua em todos os sectores da organização
7. Inovar: criar novos produtos e serviços é a chave para a criação de valor.

2.2 Ferramentas *Lean Manufacturing*

O presente tópico tem por objetivo apresentar e definir a aplicação de ferramentas e técnicas utilizadas em *lean manufacturing*. Percebe-se que algumas precisam ter condições apropriadas para implementá-las, outras podem ser utilizadas independentemente do ambiente. A ordem apresentada não se refere a maior ou menor importância.

2.2.1 Mapa de Fluxo de Valor

De acordo com Karim e Zaman (2013), o Mapeamento de Fluxo de Valor é uma metodologia *lean thinking* que permite a análise de atividades, subdividindo-as do seguinte modo: atividades que acrescentam valor; atividades que não acrescentam valor mas são necessárias e atividades que são desnecessárias.

Essa identificação acontece a partir do Mapeamento de Fluxo de Valor do estado atual do processo. Somente depois da análise de todo o processo e as melhorias implementadas se constrói o mapa de Fluxo de Valor Futuro.

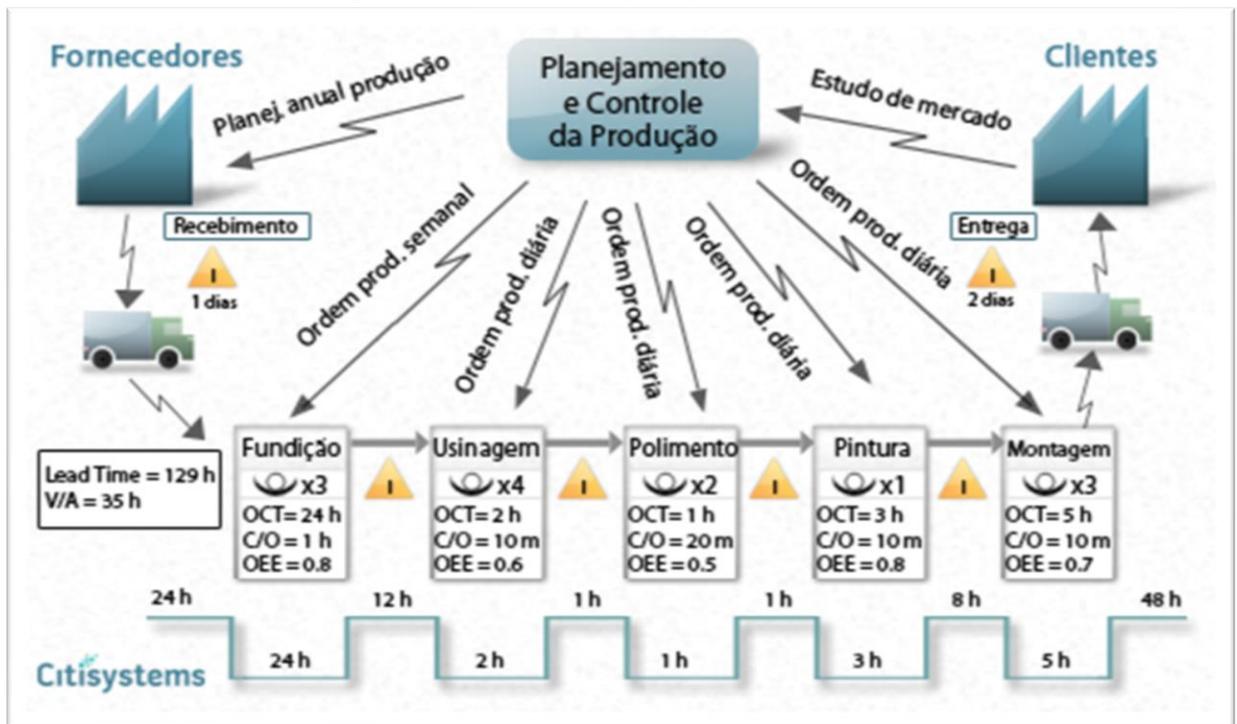
A aplicação da ferramenta inicia-se com a técnica de *brainstorming*, na qual as equipes definidas pela gestão para o desenvolvimento de atividades analisam todo o processo e identificam quais os desperdícios. O *Valeu Stream Mapping* (VSM) ou Mapeamento do Fluxo do Valor, conecta etapas do processo aos materiais e informações. Isso possibilita a observação de uma fotografia do processo, facilitando a percepção dos níveis de estoque, tempos e *lead times* e conseqüentemente das potenciais áreas para melhoria (SANTOS et al. 2017).

De acordo com Ohno (1997), os 5 pontos da Cadeia de Valor são: a) identificar o “valor” sob a ótica do cliente; b) analisar a cadeia de valor e remover os desperdícios; c) fazer fluir o “valor” na cadeia; d) fazer o fluxo ser puxado pelo cliente e e) buscar a perfeição por meio da melhoria contínua.

O mapeamento da cadeia de valor possibilita identificações no processo produtivo atual, formando um retrato do momento, sendo possível identificar, a partir disso, os gargalos da produção e a melhorias que poderão ser realizadas. Recomenda-se seguir a seguinte sequência (SILVEIRA, 2019). Essa atividade é constituída por etapas que: a) identificação do cliente; b) processos, equipamentos e recursos; c) estoques; d) fornecedor; e) fluxos externos de materiais; f) fluxos internos de materiais; g) fluxo de informações e h) *lead times* de produção (incluindo etapas que não agregam valor).

A Figura 1 resume a percepção de Silveira (2019) quando afirma que mapear e analisar o fluxo de valor traz algumas vantagens como: visualizar macro e individual os processos; base para implantação da produção enxuta; identifique os desperdícios; tomada de decisões e permite visualizar o fluxo. Para elaboração do mapa é necessária utilização de termos e símbolos.

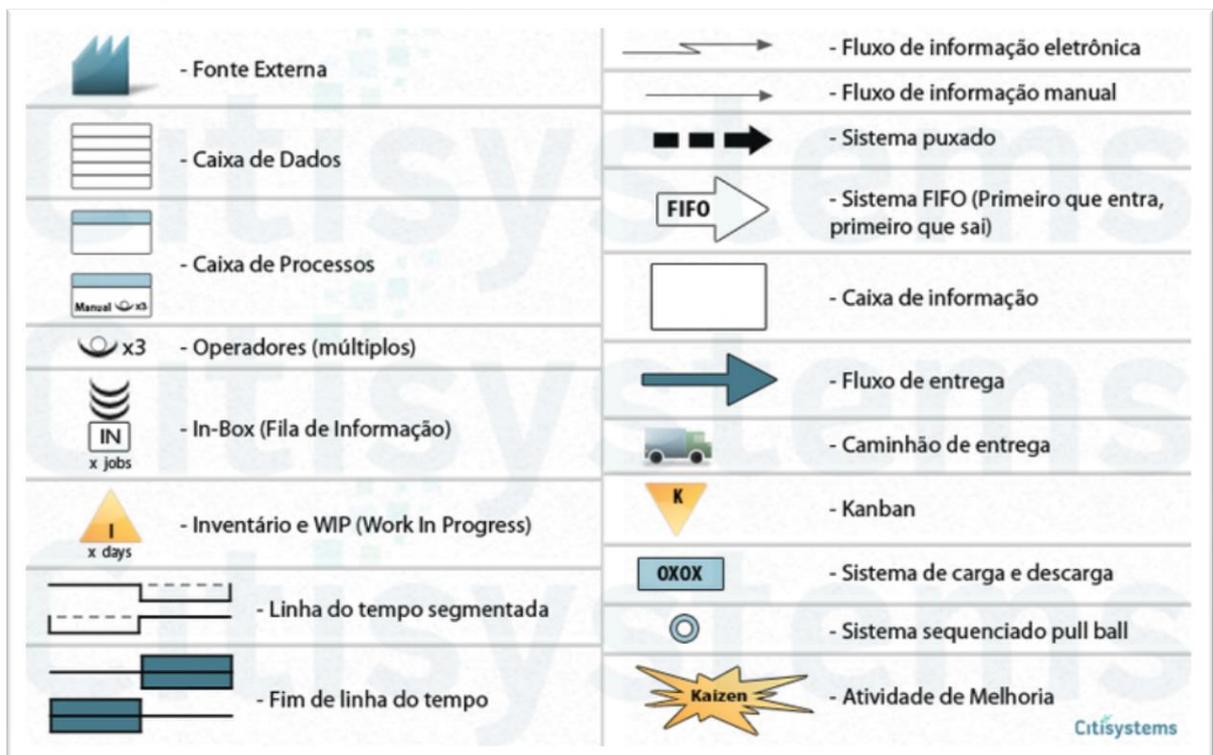
Figura 1 - Exemplo de aplicação de um VSM



Fonte: Silveira (2019).

Na Figura 2 é possível visualizar alguns símbolos bastante aplicados na elaboração do VSM e seus significados.

Figura 2 - Símbolos utilizados para elaboração do Mapa de Fluxo de Valor



Fonte: Silveira (2019).

Por meio dessas simbologias é elaborado o mapa de fluxo de valor. Cada símbolo possui um significado que possibilita a interpretação de como está o processo produtivo.

Assim, as tomadas de decisões são mais assertivas e eficientes. Para enfatizar melhor a importância do Mapa de Fluxo, autores como Silva (*et al.*, 2010) publicaram um artigo intitulado “*Value Stream Mapping: uma importante ferramenta na implementação da manufatura enxuta, um estudo de caso em uma indústria têxtil de moda praia*”.

Silva (*et al.*, 2012) elaboraram estudo em uma indústria de confecção do segmento moda praia, íntima e fitness em Natal (RN). Após o levantamento da situação atual do processo produtivo, elaboraram o Mapa de Fluxo de Valor da família de produtos que preferencialmente deve ser selecionada com mais impacto no resultado da empresa.

Só após a análise profunda das etapas eles propuseram melhorias que reduziram o seu *lead time* do processo em 3,64 dias, aumentando a capacidade de produção para 33% sem aumento dos recursos de transformação, conseguindo, com isso, redução da quantidade de produtos acabados em estoque, diminuição do tempo de *setup* nas trocas de linhas de costura e os desperdícios por movimentação.

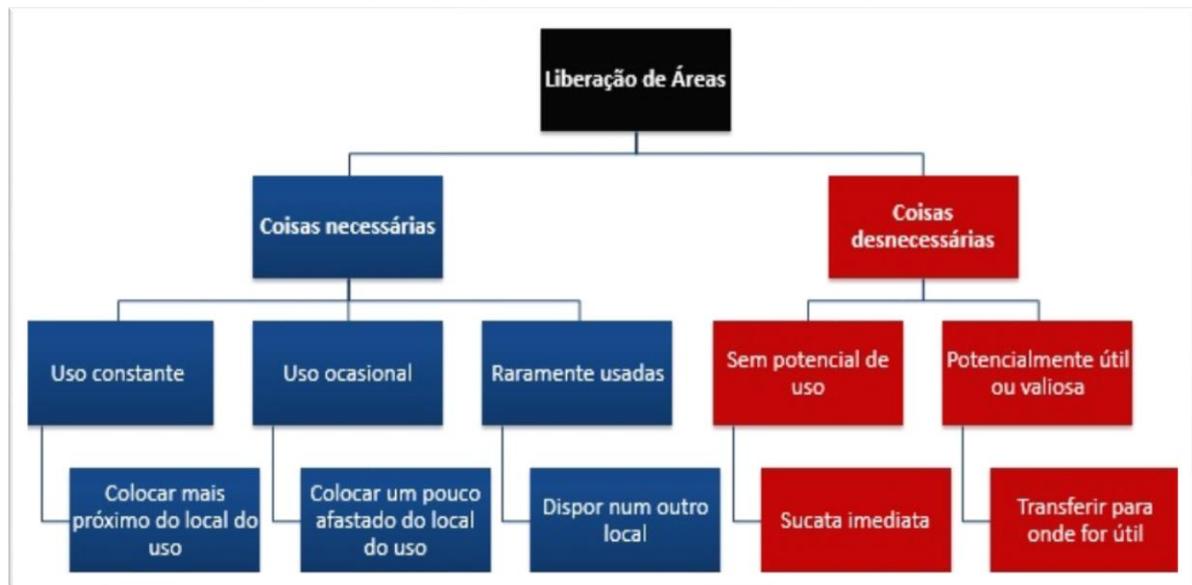
2.2.2 Cinco S (5S's)

Os 5S é uma ferramenta mais simples e eficaz da metodologia *Lean* (PINTO, 2013), que objetiva a redução dos desperdícios e melhorias do desempenho dos processos por meio de uma abordagem rápida. Essa estratégia parte do princípio de que para realizar alguma intervenção no processo produtivo há necessidade inicial de uma limpeza das anomalias, ação que representa uma redução no tempo gasto no procedimento (RIBEIRO, 2017).

De acordo com Takahashi e Osada (1993) é necessário uma análise da gestão 5S em um indústria para que se verifique o quanto os operários estão comprometidos. A aplicação dos 5S requer comprometimento e acompanhamento, como se vê na descrição a seguir.

1. *Seiri* (sentido de organização): senso de utilização ou seleção. Tem por objetivo separar o útil do inútil, identificar coisas desnecessárias no posto de trabalho, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Aplicação prática do Senso de Organização: Seiri



Fonte: (adaptado de Oliveira, 2017).

2. *Seiton* (sentido de arrumação): senso de ordenação, sistematização, *layout* funcional e prático e classificação. O objetivo definir um local para cada coisa, verificar que cada coisa está no seu local;

3. *Seiso* (sentido de limpeza): divide o posto de trabalho e atribuir uma zona a cada elemento do grupo. Proceder à limpeza de posto de trabalho, define uma norma de limpeza e zelar pelo mesmo;

4. *Seiketsu* (sentido de normalização): definir uma norma geral de arrumação e limpeza para o posto de trabalho, identificar as ajudas visuais e procedimentos, normas de arrumação e limpeza que resultem e seja funcional;

5. *Shitsuke* (criar hábitos de boas práticas e práxis da autodisciplina): estabelece como praticar os princípios de organização, sistematização, limpeza, compromisso e disciplina;

A qualidade do ambiente organizacional é uma estratégica que obtém maior performance e gera vantagens competitivas (ROCHA; MOTA; MARSHALL JUNIOR, QUINTELLA, 2012). Com um ambiente de trabalho organizado, a indústria aumenta a produtividade e as condições para que o colaborador execute suas funções serão as melhores possíveis.

2.2.3 Trabalho Padronizado

O Trabalho padronizado está dentro da filosofia *Lean Thinking* e suas raízes históricas no *Training Within Industry* (TWI), programa de treinamento desenvolvido

nos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial com a finalidade de compensar a carência da mão de obra. O TWI incorporou as práticas da Toyota que deram origem ao conceito de trabalho padronizado (MARIZ; PICCHI, 2013).

A padronização ou trabalho padronizado é definido como a identificação da melhor forma de efetuar determinada tarefa ou processo. Assim, para se conseguir uniformizar o trabalho, devem-se elaborar instruções de trabalho considerando as melhores formas de executá-lo. Vários autores definem o que é trabalho padronizado (TP), conforme a Figura 4, e se convergem em três elementos: *takt time*, sequência e estoque padrão. (LEAN INSTITUTE, 2003).

Figura 4 - Definições para o trabalho padronizado

Referência	Definição
Cudney (2001)	É uma ferramenta para determinar o máximo desempenho com o mínimo de desperdício por meio de uma melhor combinação das operações que envolvem homem e máquina. Seu principal objetivo é a melhoria nos processos.
Fujimoto (1999)	Padronização de todas as formas de realizar atividades em todos os processos da empresa.
Kishida, Silva e Guerra (2006)	Trabalho Padronizado (TP) é uma ferramenta <i>lean</i> básica centrada no movimento e trabalho do operador e aplicada em situações de processos repetitivos, visando à eliminação de desperdícios. O TP baseia-se em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão em processo.
Lean Institute Brasil (2003)	Estabelecimento de procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão.
Liker e Meier (2007)	Método de trabalho geral definido observando-se as perdas.
Narusawa e Shook (2009)	Determinação de procedimentos exatos para o trabalho de cada operador, baseado em três elementos: <i>takt time</i> , sequência e estoque padrão.
Marksberry, Rammohan e Vu (2011)	Não é somente uma ferramenta de documentação ou treinamento, mas sim uma ferramenta de análise de trabalho.
Ohno (1997)	Definição clara e concisa do trabalho, através das folhas de trabalho padrão, baseado em três elementos: tempo de ciclo (<i>takt time</i>), sequência e inventário padrão.
Spear e Bowen (1999)	Definição minuciosa do trabalho de cada trabalhador, em termos de conteúdo, sequência, tempo e resultado.

Fonte: Mariz; Picchi (2013)

Os três elementos conforme Lean Institute Brasil (2003).

- Tempo *takt*: é a velocidade que o cliente solicita um determinado produto.
- Sequência: é definida pela ordem das ações em que cada trabalhador tem que desempenhar dentro do tempo *takt*.
- Estoque padrão: é a quantidade de estoque necessária para manter o fluxo de produção.

O *Lean Institute* Brasil (2003) remete a três documentos básicos para a padronização: Folha de Capacidade de Produção (FCP), Diagrama de Trabalho

Padronizado (DTP) e Tabela de combinação de trabalho Padronizado (TCTP), documentos utilizados por engenheiros, supervisores e operadores com intuito de melhorias nas tarefas. Os autores Narusawa; Shook (2009), Rother; Harris (2002) e Marksberry; Rammohan; Vu (2011), citam outros documentos que também podem auxiliar no processo.

- Folha de Capacidade de Produção (FCP): Determina a capacidade de produção de cada máquina;
- Diagrama de Trabalho Padronizado (DTP): Define o deslocamento dos funcionários no local de trabalho
- Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado (TCTP) é uma Tabela que demonstra o tempo do trabalho manual e o tempo de locomoção do trabalhador e o tempo da máquina.
- Folha de Estudo de Processo (FEP) é uma planilha que auxilia com informações do tempo do processo
- Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO): demonstra o onde está descrita a distribuição da carga de trabalho em relação ao tempo *takt time*.
- Diagrama de espagete: demonstra o deslocamento realizado pelo produto ou operador.

A Figura 5 demonstra os principais documentos do trabalho padronizados em relação ao *takt time*, sequência e Estoque.

Figura 5 - Relação dos documentos e elementos do trabalho padronizado

Principais documentos do trabalho padronizado	Elementos do trabalho padronizado		
	Tempo <i>takt</i>	Sequência	Estoque padrão em processo
Folha de capacidade de produção	x		
Tabela de combinação do trabalho padronizado	x	x	
Diagrama de trabalho padronizado		x	x
Folha de estudo de processo		x	
Gráfico de balanceamento do operador	x	x	
Diagrama de espaguete		x	

Fonte: Mariz; Picchi (2013)

Toussaint; Berry (2013) em seu artigo *The Promise of Lean in Health Care (A Promessa do Lean nos cuidados da Saúde)* realizaram um estudo em uma assistência médica americana com o propósito de melhorar a qualidade e a eficiência em relação ao custo com a aplicação da filosofia *lean*. Com a descrição detalhada e padronização dos processos foi possível compreender os procedimentos a serem executados. O resultado foi uma mudança de cultura, melhoria no atendimento aos clientes aliado a um menor custo.

2.2.4 Fluxo Contínuo

Henry Ford criou o conceito de fluxo contínuo por meio da produção de veículos em massa na fábrica *Highland Park* em Detroit, Michigan, nos Estados Unidos por volta de 1913 (*Lean Institute Brasil*, 2003). Essa ferramenta definiu e garantiu que a informação de atividades e processos fosse recolhida e tratada para a melhoria dos processos

Conforme Lima e Loos (2017), a criação de um ambiente produtivo favorável ao desenvolvimento do conceito de Fluxo Contínuo faz com que aumente a produtividade e diminua o *lead time* da produção. O fluxo contínuo diminui o desperdício executando assim uma forma de eficiência no processo produtivo. De acordo com o *LEAN INSTITUTE BRASIL* (2003), os fluxos contínuos consistem em:

1. Identificar qual a família de produtos através de uma análise;
2. Alinhar a família de produto na sequência dos processos; e
3. Realizar o kaizen no processo do fluxo contínuo.

2.2.5 Qualidade na Fonte

A qualidade é fundamental para garantir o sucesso de uma operação de produção fazendo com que a empresa tenha competitividade (PARANHOS FILHO, 2007). Já para Juran (2002) o conceito de qualidade é realizado por meio de aspectos arrolados em desempenho do produto por intermédio da ausência de deficiências. Ele afirma que a qualidade possui três processos: planejamento, controle e melhoria e as características dos produtos do qual o cliente possui sua percepção.

A empresa que possui uma estrutura de controle de qualidade tem como objetivo monitorar, auditar, inspecionar, gerar informações e um relatório na forma de protocolos de certificações com a finalidade de aferir as futuras tomadas de decisão para manter a qualidade de produções futuras de bens e serviços, conforme Paranhos Filho (2007).

2.2.6 Outras Ferramentas

Para a filosofia *Lean* ter sucesso no processo produtivo, somente o uso de ferramentas não é suficiente. Há necessidade de estar condicionado à atuação também da cultura organizacional (GEORGE, 2004). Conforme a Tabela 20 do anexo II demonstra outras soluções de ferramentas do lean.

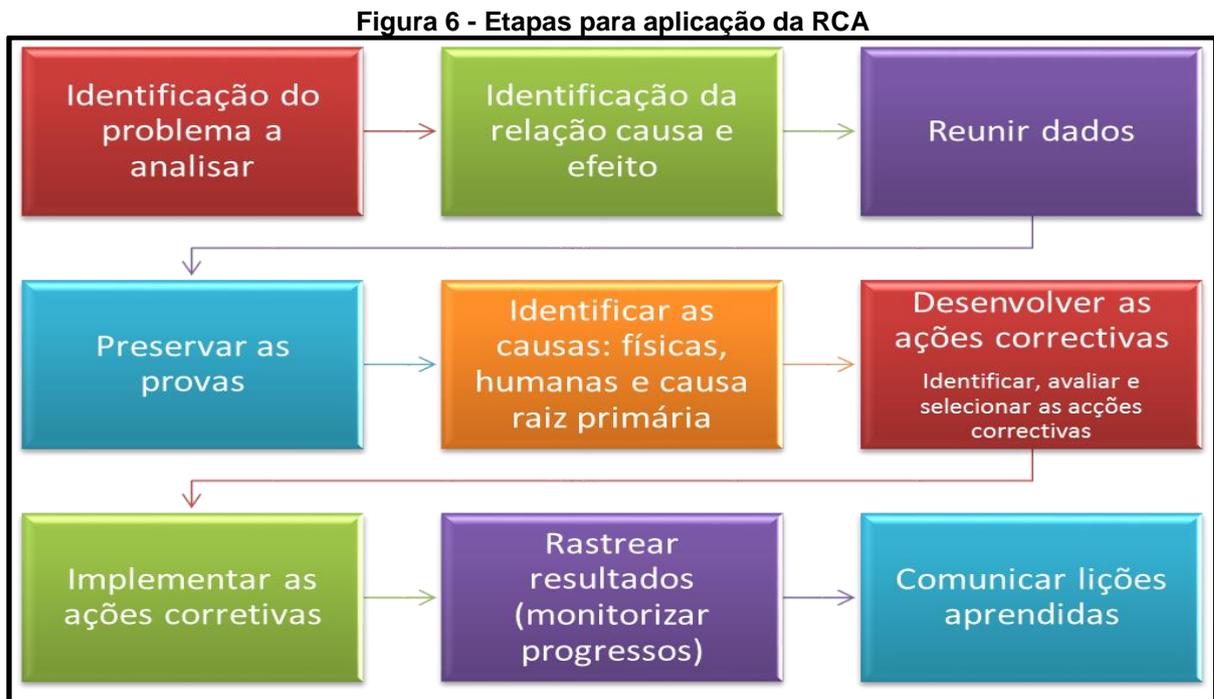
A Tabela 2 identifica as outras ferramentas da metodologia *lean* que poderão ser utilizadas no processo produtivo para diminuição de desperdícios e aumento de produtividade. Essa tabela consiste em nomenclatura e sua definição.

Tabela 2 - Outras Ferramentas do Lean

FERRAMENTAS LEAN	DEFINIÇÃO
ANÁLISE DE CAUSA RAIZ	Conforme Vorley e Bushell (2008) é uma técnica que é usada para resolver um problema ou não-conformidade, a fim de obter a causa raiz do problema. RCA é usada para que se possa corrigir ou eliminar a causa, e evitar que o problema se repita. Conforme a Figura 6.
PDCA	Enfatiza a melhoria contínua. As etapas são: planejar (<i>Plan</i>), fazer (<i>Do</i>), verificar ou checar (<i>Check</i>) e agir (<i>Action</i>). Com a aplicação dessa ferramenta os processos terão maior estabilidade, coerência. (DENNIS, 2008)
KAIZEN	Define com melhora continua. “A intensidade leva a <i>kaizen</i> ” (DENNIS, 2008, p. 168).
GERÊNCIA VISUAL	Facilita a tomada de decisão. É utilizada para estabelecer prioridade ao processo com maior comunicação. “Estabelecer e exibir prioridades de trabalho; exibir visualmente o desempenho diário; dar suporte a comunicações em uma área; oferecer <i>feedback</i> ” (GEORGE, 2004);
CRONOANÁLISE	De acordo com Wagner (2019), as medidas dos tempos trazem informações importantíssima para o processo produtivo. Traz mais eficiência e planejamento das ações.
TRIZ	A Teoria da Resolução Inventiva de Problemas, mais conhecida pelo seu acrônimo russo, adaptado ao alfabeto latino, TRIZ - Teoriya Resheniya Izobretaleskikh Zadatch – é definida como uma metodologia que foca na resolução de problemas de cariz inovativo e inventivo. Desenvolvem novos produtos e melhorias desenvolvimento de novos produtos e melhoria de produtos. (LOPES, 2015).
LEAN THINKING	O <i>Lean thinking</i> pode ser usado no ambiente de produção como de escritório é capaz de fornecer resultados a partir de um valor para o cidadão (Turati and Musetti, 2006). É baseado em filosofia de longo prazo através de solução contínua de problemas. (LIKER, 2004).
ANDON	Gestão à vista das ocorrências na linha de produção que pode ser apresentada em forma de alerta sonoro ou representações visuais como quadros e sinalizadores. (OHNO, 1997).
HEIJUNKA	Consiste em nivelar a produção para eliminar os gargalos que com frequência correm no processo produtivo. Não é produzir todo o material para somente uma encomenda mais intercalar diversas para satisfazer mais clientes. (OHNO, 1997)
JIDOKA	Significa autonomia é um dos pilares Toyota de Produção. (OHNO, 1997)
KANBAN	É uma metodologia que preconiza a movimentação de materiais no setor de produção, por meio do sinal visual. (OHNO, 1997)
POKA-YOKE	Ao longo do processo produtivo podem ocorrer defeitos assim danificando a imagem perante aos clientes. Assim o Poka-yoke cria um método, ferramenta ou equipamento que auxilia na prevenção de erros. (OHNO, 1997)

Fonte: Sanchez (2019)

A Figura 6 mostra a sequência básica para a implementação desta técnica na busca da causa raiz de um evento. A estrutura apresentada sugere uma sequência em cada uma das etapas a serem seguidas. Conhecer o sumário das ferramentas aplicadas da RCA é importante para saber aplicá-las, conforme a Tabela 21 do anexo III.



Fonte: (adaptado de Oliveira, 2017).

2.3 Indicadores de Desempenho de Produtividade

Para Ohno (1997) um dos maiores problemas das fábricas é que os setores têm diferenças de visões sobre a companhia, dificultando certas tomadas de decisões, fazendo com que as informações fiquem comprometidas. Sem métodos para análise o gestor fica sem um norte, (MARTINS, 2002). Os indicadores de desempenho foram criados para dar essa medição do desempenho do processo e conseqüentemente mais resultados positivos.

A medição de desempenho é fundamental para uma gestão eficiente, pois identifica o desempenho atual com o desempenho desejado. Com o indicador fica fácil tomar decisões assertivas a partir da medição (WEBER; THOMAS, 2015).

Sanchez (2019) demonstra alguns indicadores de desempenho utilizados no Sistema de Produção Enxuto, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Indicadores de desempenho proposto para o sistema de produção enxuto

DEFINIÇÃO
Percentual de peças comuns para os produtos da empresa
Giro de estoque
Número de vezes que as peças são movimentadas
Distância que as peças percorrem na fábrica
Percentual da manutenção preventiva versus a manutenção total
Número de sugestão dos empregados por ano
Valor do refugo e re-trabalho com relação as vendas da empresa
Porcentagem de sugestão implantadas
Ganhos ou benefícios alcançados com as sugestões implantadas
Tempo de ressuprimento (<i>lead time</i>) do pedido dos clientes
Número de fornecedor para os componentes mais importantes
Porcentagem de empregados trabalhando em equipes
Porcentagem e número de tarefas realizadas pelas equipes
Tamanho do lote de produção
Inspeções visuais no controle de qualidade
Controle estatístico do processo
Controle <i>kanban</i> da produção
Número de teste de qualidade de peças
Tempo de preparação (<i>setup</i>) do processo
Porcentagem das peças recebidas dos fornecedores pelo sistema JIT
Número de sugestões de melhorias realizadas pelos fornecedores

Fonte: Sanchez (2019)

Uma pesquisa realizada em uma fábrica de máquinas agrícolas, levantou vários indicadores implementados do conceito de Produção Enxuta no ano de 2003. Analisando-os verificou-se que os indicadores utilizados pelo SPE podem ser classificados em estratégicos ou de projeto (informam como as novas práticas são utilizadas pelas pessoas e quais são os efeitos do projeto enxuto nos indicadores financeiros) e os operacionais ou de processo (são indicadores de controle para mensurar a eficiência e eficácia dos processos individuais).

O estudo demonstrou ainda que todas as empresas que implementaram o projeto desenvolveram outros indicadores de desempenho e criaram uma gestão visual para divulgação das informações (CARDOZA; CARPINETTI, 2015).

3 METODOLOGIA

As metodologias de investigação têm como objetivo auxiliar o desenvolvimento do projeto de pesquisa, desde a fase inicial até à sua conclusão (TERESO; ARAÚJO, 2014). O trabalho tem quanto à natureza aplicada da qual gera conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos envolvendo interesses locais. Quanto ao objetivo será descritivo, considerando que esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TERESO; ARAÚJO, 2014). Exploratório, pois envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão (TERESO; ARAÚJO, 2014).

Quanto à abordagem qualitativa e quantitativa, respectivamente, essa pesquisa não se preocupa com representatividade numérica, mas, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social. (TERESO; ARAÚJO, 2014). Já a quantitativa os dados podem ser quantificados, centrada na objetividade com análise de dados brutos, recolhidos com auxílio de instrumentos padronizados e neutros (FONSECA, 2002).

O método utilizado no início da pesquisa foi o empírico, por se tratar de uma observação dos processos, na fase de implementação das ferramentas do *lean* utilizou-se do método indutivo para obter respostas. A pesquisa bibliográfica incidiu sob fontes primárias relevantes à metodologia *lean manufacturing*, bem como sob fontes secundárias, como artigos científicos, livros e dissertações para que o autor tenha presente o estado da arte do tema da investigação. A pesquisa será desenvolvida em somente uma família de produto em indústria de bens de consumo não-duráveis na cidade de Porto Velho no Estado de Rondônia: móveis planejados, confecção, açougue e em uma panificação.

A colaboração dos intervenientes de diferentes departamentos da empresa para a necessidade da condução as atividades. A pesquisa utilizou o método pesquisa-ação, já que o autor estava integrado numa equipe de trabalho, intervindo e colaborando com os trabalhadores da organização dessa pesquisa, dividida em cinco etapas.

A primeira etapa consistirá na realização de um diagnóstico *in loco* da situação atual do processo produtivo pela aplicação do mapeamento da cadeia de valor (*Value Stream Mapping*) para comparação dos segmentos estudados.

Na segunda etapa serão definidos os indicadores de produtividade e de produção.

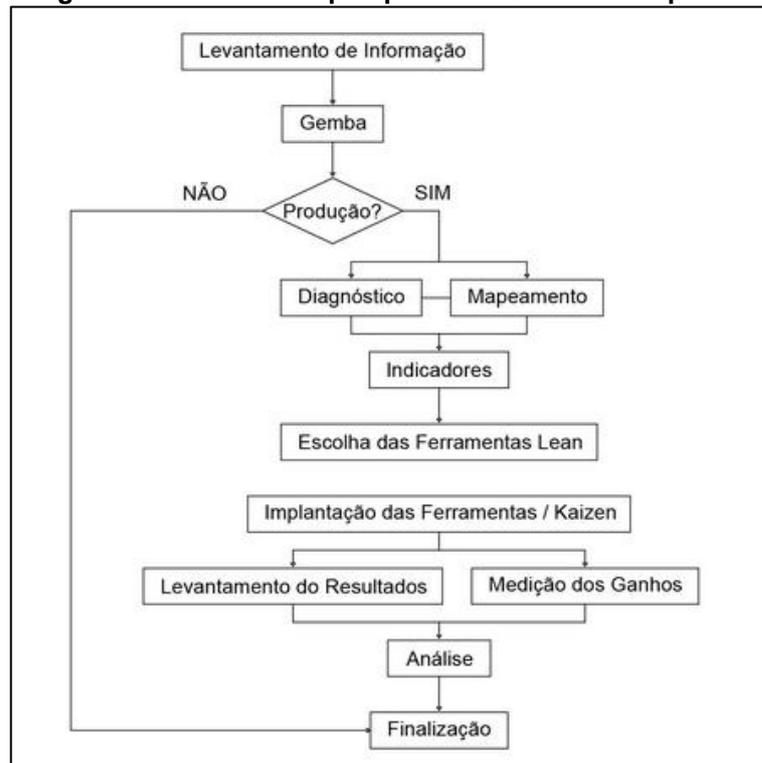
A terceira etapa estará voltada para a indicação das melhorias e as definições das ferramentas do *lean* que serão utilizadas no processo produtivo.

A quarta etapa da pesquisa-ação consistirá na aplicação de ferramentas *Kaizen* (melhoria contínua) e por final a quinta etapa será realizado o levantamento dos resultados, de modo a avaliar os resultados e a medição do ganho de produtividade, analisando-se a produção do antes e depois da intervenção e as melhorias que foram obtidas.

Foi analisado o processo produtivo dos seguintes segmentos: móveis planejados; confecção; açougue e panificação da cidade de Porto Velho no estado de Rondônia. Por meio da aplicação das ferramentas *lean manufacturing*, foi medido o aumento da produtividade. Foi realizado medições do estado inicial e comparado com a medição do estado após a interferência. Nesta pesquisa foi realizado um diagnóstico in loco para levantamento da situação atual do processo produtivo.

A análise foi distinta por cada empresa e depois uma comparação entre os quatro centros de trabalho, suas mudanças e ganhos. O intuito é verificar que ferramentas *lean* utilizada nos segmentos podem trazer resultados diferentes dependendo do setor produtivo e de como a empresa está organizada em seus processos podendo afetar seus resultados.

No primeiro momento será verificado o mapa de valor de cada empresa, após as ferramentas aplicadas e como elas obtiveram resultados e por último qual o ganho de produtividade em porcentagem (%), conforme a Figura 7.

Figura 7- Processo da pesquisa realizado nas empresas

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo foram analisados os resultados aplicados nos segmentos relacionados à implementação de ferramentas da Produção enxuta, com o objetivo de identificar e promover ações de melhoria com vistas à eliminação de desperdícios. As ferramentas *Lean* foram selecionadas de acordo com o perfil e a necessidade das empresas, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Ferramentas Lean aplicadas nas empresas

Segmentos	Ferramentas <i>Lean</i> Aplicadas nos Segmentos
Açougue	<i>Takt Time</i> ; Mapa de Fluxo de Valor; Trabalho Padronizado; Ferramenta 5S
Moveis Planejado	<i>Takt Time</i> ; Mapa de Fluxo de Valor; Trabalho Padronizado; Qualidade na Fonte; Fluxo Contínuo; Ferramenta 5S
Vestuário	<i>Takt Time</i> ; Mapa de Fluxo de Valor; Fluxo Contínuo
Padaria	<i>Takt Time</i> ; Mapa de Fluxo de Valor; Trabalho Padronizado; Qualidade na Fonte; Fluxo Contínuo

4.1 Empresa de Alimentos (Açougue: Setor de Desossa de Carne)

Seu maior gargalo está no setor de desossa, com grandes desperdícios de carne. Essa carne que fica no osso e, depois, é jogada fora podendo ser utilizada para fazer linguiças e carne moída.

4.1.1 Aplicação das ferramentas Lean no açougue

Para a condução do estudo as seguintes ferramentas foram utilizadas: *Takt Time*, Mapa de Fluxo de Valor, Trabalho Padronizado, Qualidade na Fonte, Fluxo Contínuo e Ferramenta 5S, por serem as mais adequadas para a análise do processo.

O procedimento operacional padrão de corte e desossa das carcaças resfriadas tem a finalidade de dividir a carne em pequenas porções para elevar a rentabilidade

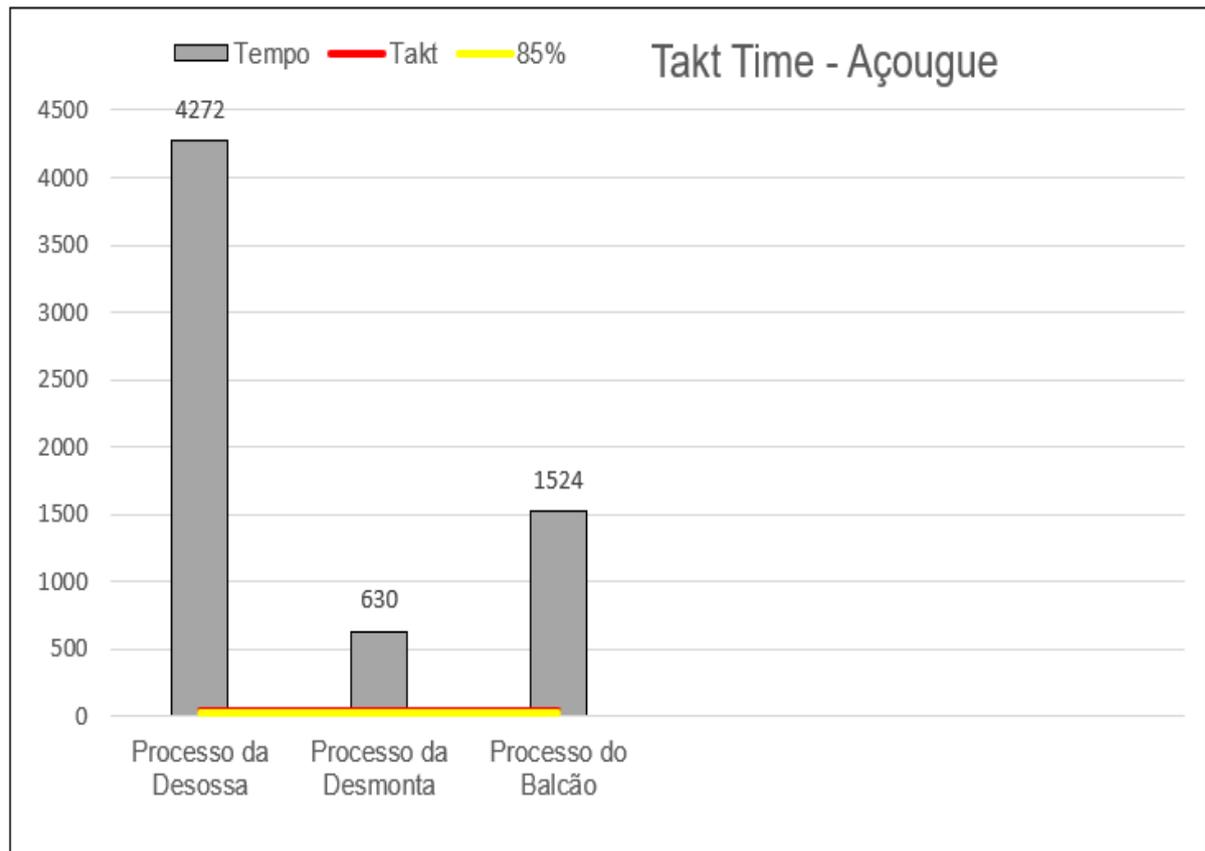
comercial e a otimização de processamento do material beneficiado como produtos cárneos derivados

4.1.1.1 Cálculo do Takt Time do açougue

O *takt time* define o tempo que o cliente solicita um determinado produto, e é o ritmo de produção para atender uma demanda.

O tempo de ciclo da desossa está muito superior aos demais. Assim, quanto mais próximo do *takt time*, mais cuidado a empresa tem que ter para entregar o produto no tempo certo ao cliente. Para realizar o cálculo do *takt time* foi analisado o tempo de disponível para o trabalho de 9,5 horas ao dia (34.220 segundos) dividido pela demanda dia de 1071kg. O resultado obtido foi de 31,9 segundos, em linha amarela está o valor aproximado do *takt time* de 15% e o linha vermelha o valor do *takt time*, conforme a Figura 8.

Figura 8 - Takt Time do Açougue para verificação como o setor está em relação a sua demanda



O tempo de ciclo de cada processo em relação ao *takt time* da empresa, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Tempo de processo dos setores do açougue

PROCESSO	TEMPO (SEGUNDOS)	TAKT TIME (SEGUNDOS)	VALOR APROXIMADO DO TAKT TIME (-) 15%
Processo de Desossa	4272	31,9	27,115
Processo de Desmonta	630	31,9	27,115
Processo do Balcão	1524	31,9	4845

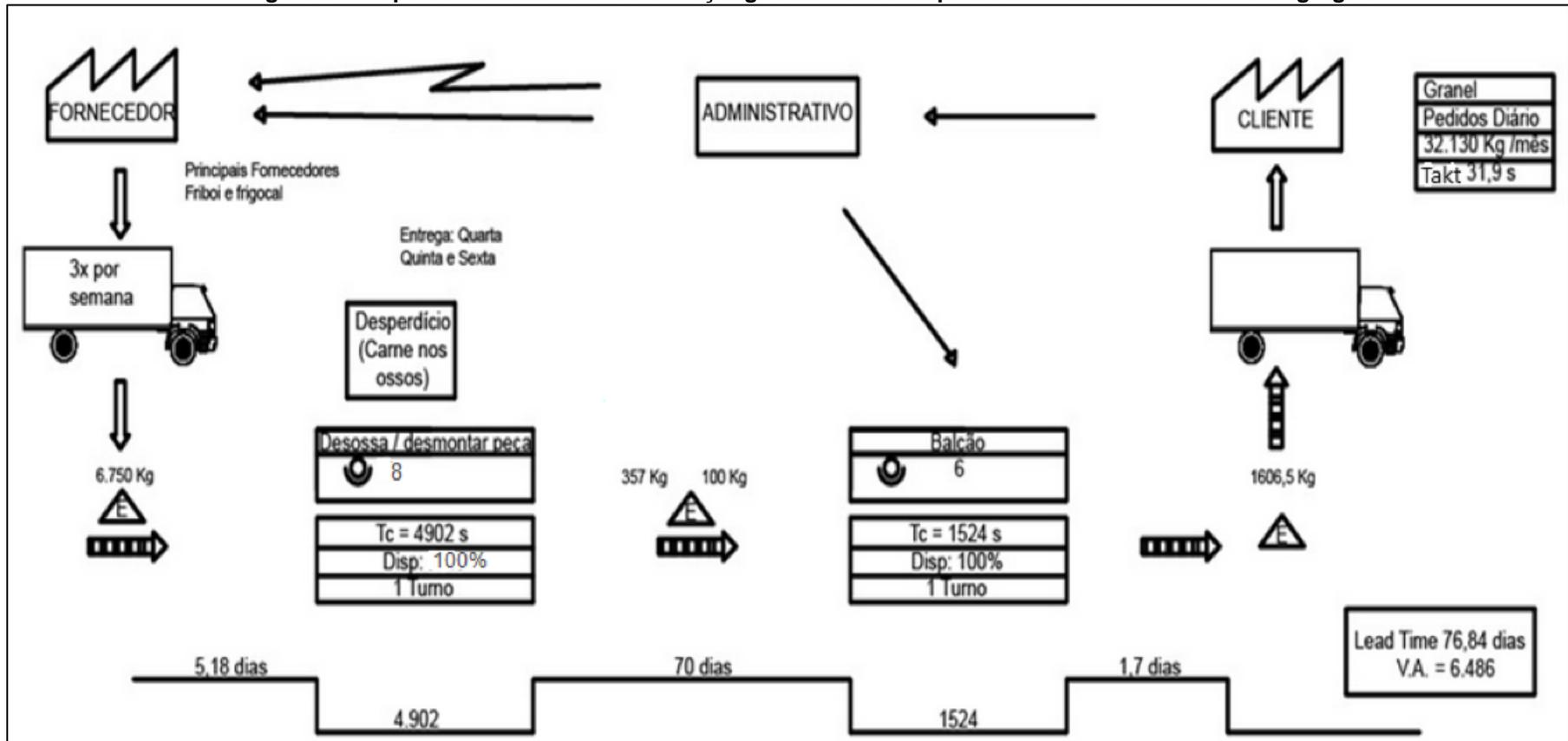
4.1.1.2 Mapa de Fluxo de Valor do açougue

Aplicando o mapa de fluxo de valor, percebe-se que no início do processo há uma grande movimentação do produto (carne), em média de seis vacas na semana, com venda diária de 1.071 kg /dia, para atender a demanda de 32.130 kg/mês, ou seja, 1.071 kg/ dia. Os tempos de ciclo de cada processo foram mensurados por meio da marcação com um cronometro e filmagem dos processos.

O tempo cronometrado da desossa de uma vaca foi em média de 11,86 minutos. Nessa atividade ocorreram desperdícios de carnes devido à falta de padronização do processo e a não utilização de uma pessoa fixa para a execução.

Após serem levantados o tempo de ciclo de todos os processos, foi calculado o *lead time*, que é de 76,84 dias. Sobre os fornecedores, identificou-se que as entregas eram realizadas nas quartas feiras, quintas feiras e sextas feiras, conforme a Figura 9.

Figura 9 - Mapa de fluxo de valor de um açougue de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo



4.1.1.3 Trabalho Padronizado do açougue

Foi realizado uma filmagem no processo, de modo a avaliar as etapas de desossa, contando com a participação de um açougueiro com experiência neste tipo de atividade. Como resultado desta fase, dois colaboradores foram treinados, com a finalidade de exercer somente essa função na empresa. A padronização da desossa se deu em decorrência do mapeamento de todas as etapas de execução dessa atividade, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 - Atividades do processo de desossa

PROCESSO DE DESOSSA	DESCRIÇÃO
Elementos de Trabalho	Observações
Higienizar bem as mãos, lavar as botas antes de entra na câmara fria.	Com sabonetes bactericidas e sabão neutro
Utilizar os equipamentos de proteção Individual	Luvras, capas, uniforme, botas...
Sempre colocar uma bacia para colocar as carnes na desossa	Toda a peça que desossada colocá-la dentro da bacia
Ter uma precisão na desossa para não deixar carne nos ossos	Para ter uma maior eficiência no processo de desossa. Gastar em torno de 6 minutos por banda para que retire as carnes dos ossos
Desossar	Com eficiência para não deixar carne nos ossos
Fazer a desmonta das peças	Desmontar as peças desossadas
Fabricação das linguças	Quando não estiver desossando o funcionário deverá estar fabricando linguça
Os utensílios deverão ser lavados todos os dias	Sempre antes de começar a desossa, lavar as bacias e as ferramentas a serem utilizadas.
Fazer os abastecimentos dos balcões e freezers (carnes)	Duas vezes pela parte da manhã (7horas e 10 horas) ne uma vez pela parte da tarde (15 horas)

Antes da implementação da metodologia *lean*, havia muitos desperdícios de carnes encontrados nos ossos, durante o processo de desossa, conforme a Figura 10.

Figura 10 - Desperdício de carne nos ossos



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Com a padronização do processo de desossa, houve diminuição de desperdícios de carne, caracterizada visualmente pela quase inexistência de carne nos ossos (ossos mais limpos). A implantação desse procedimento propiciou a utilização desta carne na fabricação de linguiça e carne moída para vendas, dando origem a uma nova oferta de produto. Ou seja, o que era desperdício, passou a ser uma fonte de receita, conforme mostra a Figura 11.

Figura 11 - Após a padronização do processo de desossa



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

4.1.1.4 Ferramenta 5S do açougue

Nesta fase do estudo foi promovida a aplicação do Programa 5S na empresa, com o intuito de impulsionar uma melhor organização no açougue.

Como resultado, um conjunto de ações foram implementadas, dentre elas, destacam-se: a troca de uma pia pequena de porcelana para uma maior de inox, adaptação de uma saboneteira, instalação de um suporte para papel toalha e placas informativas para a correta higienização das mãos antes que os colaboradores executassem suas atividades no açougue, conforme a Figura 12.

Figura 12 - Antes e depois do 5S: pia pequena e após a aplicação da ferramenta pia maior com papel toalha, sabonete e placas de procedimento de higiene



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

A desossa sempre é realizada dentro da câmara fria com a temperatura adequada. O colaborador do setor, antes da aplicação do lean, depositava a carne no chão no momento que estava executando a desossa, com grandes chances de contaminação com bactérias. A partir da aplicação do 5S, foi disponibilizada uma caixa de plástico para colocarem as carnes desossadas e outra para colocarem as carcaças, conforme a Figura 13.

Figura 13 - Antes e depois da aplicação do 5S: Carne exposta no chão e após a aplicação da ferramenta em contenedores plásticos.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Houve adequação na câmara fria de gancheira para colocarem as peças da desossa, conforme a Figura 14

Figura 14 - Gancheira na câmara fria



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

4.1.2 Resultado do Estudo de Caso no Açougue

No processo de desossa há uma demanda de seis vacas por dia, isto é, em um mês (30 dias) a empresa faz 180 desossas. O tempo cronometrado do processo de desossa de uma vaca (1071 kg de carne) foi de 11,86 minutos. No decorrer da análise verificou-se que o processo não era padronizado, demandando oito (08) colaboradores e esses não possuíam uma atividade definida. A falta de treinamento para o exercício da função de desossador, mesmo com a disponibilidade dos colaboradores. O resultado dessa operação resulta em um desperdício de 2,16 kg de carne ao dia, isto é, 360 gramas por vaca desossada, bem como o desperdício de tempo dos colaboradores devido ao nível de ociosidade.

A carne deixada nos ossos pelos açougueiros poderia ser utilizada para fazer linguiças e carne moída para vendas. Em seguida, foi feita uma estimativa de venda a R\$ 9,00 reais o quilo do material aproveitado. Com base nestas informações, podemos projetar que, por dia, o empresário deixou de ganhar R\$ 19,44 reais, e em um mês R\$ 583,20 reais. Após essa análise, padronizou-se o processo, e dois colaboradores foram treinados na etapa de desossa, tendo suas atividades fiscalizadas pelo gerente de produção. Com efeito, obteve-se melhoria no processo, com o aumento da produtividade no mesmo período e sem as perdas ocasionadas anteriormente.

Observou-se que, em cerca de 1,48 minutos na atividade de desossa, 133,87 kg de carne eram obtidos, contando com a colaboração de oito (08) colaboradores disponíveis para realizar esta operação. Após as intervenções para melhorias, a desossa passou a ser executada por somente dois açougueiros, devidamente treinados e dedicados apenas para esta operação. A aplicação do programa 5S e a padronização do processo, aliada ao aumento da fiscalização das atividades de desossa, propiciou um aumento da produção para 134,23 kg de carne, no mesmo tempo de 1,48 min, obtendo-se, assim, um ganho de 26% de produtividade, conforme demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Indicadores da Redução de Custo

INDICADOR	MEDIÇÃO INICIAL	MEDIÇÃO FINAL	RESULTADO
Produtividade	133,87 kg	134,23kg	26%

Com base nestes dados, cálculos financeiros foram realizados e o valor do MOD/MÊS (mão de obra direta por mês), representada no início com oito colaboradores, e depois da intervenção, com dois, permitiu comparar o grau de economia obtida. Com base no salário pago pela empresa (média R\$ 1.500,00) e os encargos (1,9 %), obteve-se o novo valor do custo da mão de obra.

Na primeira medição realizada na empresa a MOD/mês foi de R\$ 22.800, com oito colaboradores no processo e com a produção de 32.130 Kg/mês carne. Na segunda medição do MOD/mês foi de R\$ 5.700, com apenas dois açougueiros. Havendo um aumento de 64,80 kg de carne que antes eram jogadas fora nos ossos após a desossa. A empresa reduziu dos seus gastos com colaboradores de 75%.

Com a redução de custos em seis açougueiros desossadores e a eliminação de desperdícios em carnes, obteve-se um decréscimo de R\$ 17.132,29 ao mês, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Indicadores de Redução de Custo

INDICADORES	MEDIÇÃO 1	MEDIÇÃO 2
Valor MOD/mês	$8 \times 1500, \times 1,9 = 22800$	$2 \times 1500 \times 1,9 = 5700$
Peças/mês	32.130 kg	32.194,8 kg
Custo MOD/kg	$\frac{22800}{32.130} = R\$: 0,709617$	$\frac{5700}{32.194,8} = R\$: 0,1774723$
Redução de Custo mensal		$0,709617 - 0,1774723 \times 32.194,8 = R\$: 17.132,29$

4.2 Estudo de Caso de Uma Empresa Moveleiro (Móveis Planejados)

A empresa surgiu em 2012 por meio de um casal de empresários, que iniciou o negócio com apenas uma mesa, um notebook e três cadeiras e muita determinação.

A empresária já contava com experiência em vendas de móveis planejados no seu antigo trabalho, e seu esposo, sem experiência no segmento, não impediu de aprender uma nova profissão. Eles alugaram um ponto comercial e começaram a

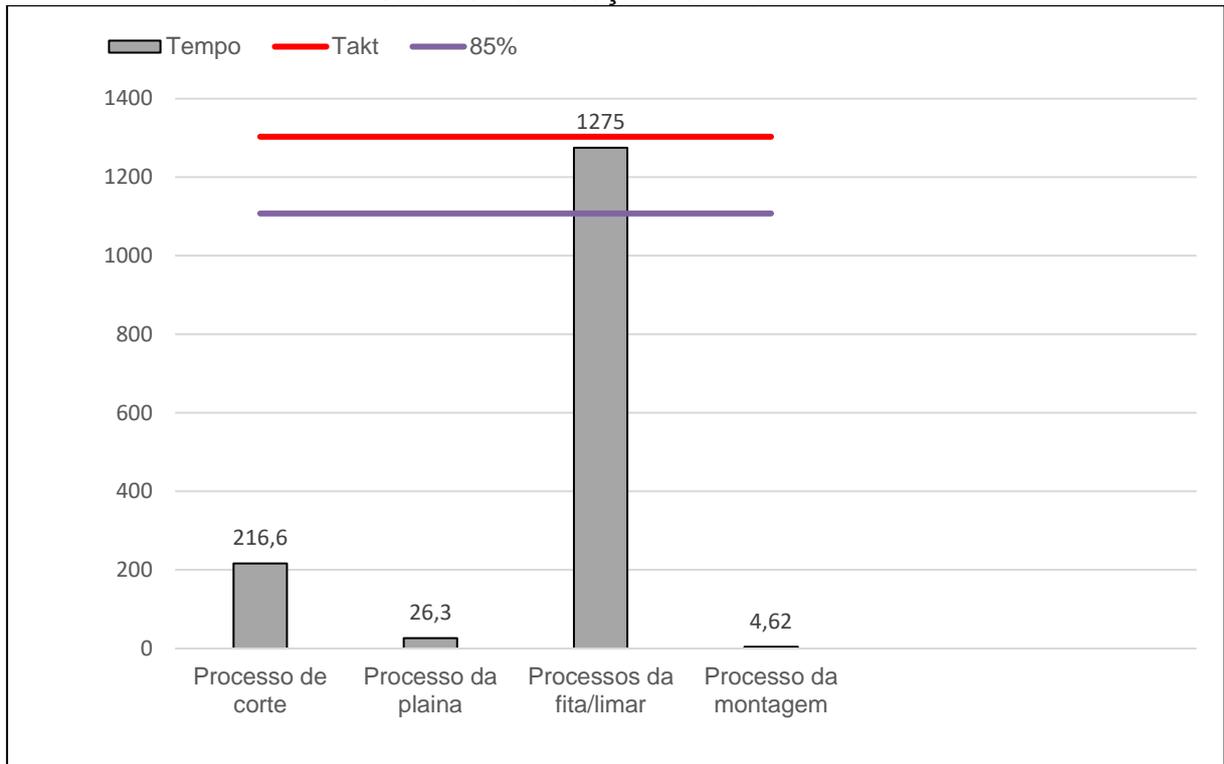
visitar vários clientes. O primeiro contrato foi para produzir móveis para uma cozinha e um closet. Com isso, tiveram que contratar um marceneiro e um montador.

Com o passar do tempo compraram a primeira esquadrejadeira e por diante foram adquirindo outros maquinários. Em 2016 construíram um galpão para colocar a marcenaria e sair do aluguel. Em 2017 ampliaram o galpão para uma melhor organização da produção. O processo da empresa é formado por fases:

1. Atendimento – Ao chegar na loja, o cliente é recebido por um dos projetistas;
2. Planejamento – Após entender qual a necessidade do cliente, o projetista o cadastra no sistema e marca uma visita, para que as medidas do seu projeto sejam feitas. Logo depois, o profissional executa o projeto em 3D do ambiente do cliente. Com o projeto finalizado, a continuidade ao planejamento é a transformação das informações do projeto para o plano de corte;
3. Corte/ Plaina – É a fase onde são cortadas as chapas de MDF, para iniciar a fabricação do móvel exclusivo projetado para o cliente;
4. Laminação – Acontece após o corte, é o processo de acabamento: colar as bordas da cor das chapas para dar beleza e sofisticação às peças;
5. Pré-montagem – É a fase de montagem de itens como gavetas e caixarias que podem ir para a casa das clientes montadas, dando assim agilidade à montagem final;
6. Montagem – É a fase final do processo, quando todas as peças criadas são levadas à casa do cliente e devidamente instaladas;
7. Entrega – Acontece após a montagem do móvel, onde são testadas pela última vez as ferragens e o móvel é limpo para ser finalmente entregue ao cliente.

O processo de fita/limar é o processo que mais demanda tempo para ser realizado, na ordem de 1275 segundos, valor este próximo do *takt time*. Para realizar o cálculo do *takt time* foi analisado o tempo de disponível para o trabalho de 7,45 horas ao dia (26.818,82 segundos) dividido pela demanda dia de 20,5809 m². O resultado obtido foi de 1303,15 segundos, em linha amarela está o valor aproximado do *takt time* de 15% e o linha vermelha o valor do *takt time*, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Takt Time da empresa de móveis planejados de Rondônia, para verificar como o setor está em relação a sua demanda



O tempo de ciclo de cada processo em relação ao *takt time* da empresa, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Tempo de processo dos setores da empresa moveleira

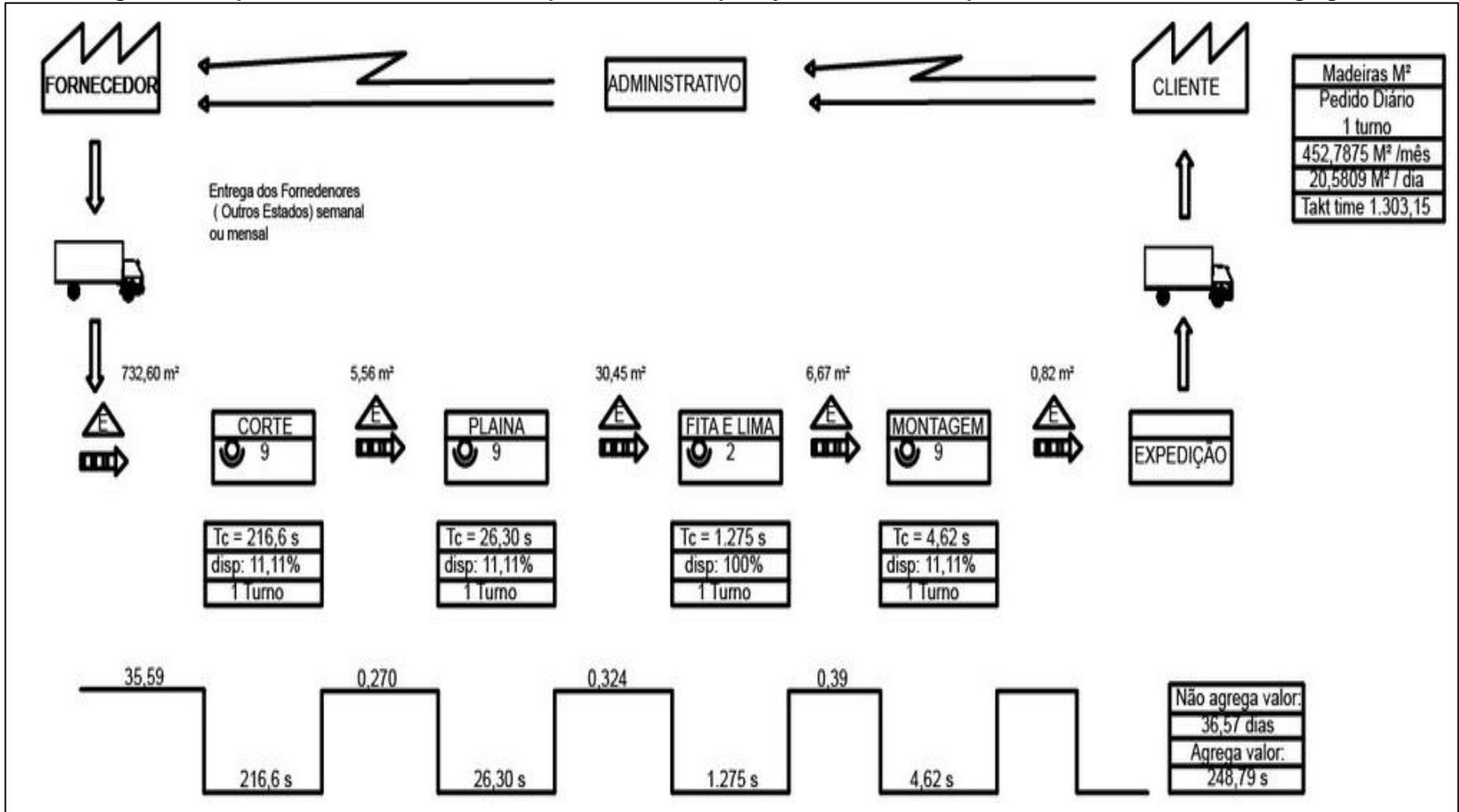
PROCESSO	TEMPO (SEGUNDOS)	TAKT TIME (SEGUNDOS)	VALOR APROXIMADO DO TAKT TIME (-) 15%
Processo de Corte	216,6	1303,15	1107,6775
Processo de Plaina	26,3	1303,15	1107,6775
Processo de Fita/Limar	1275	1303,15	1107,6775
Processo de Montagem	4,62	1303,15	1107,6775

4.2.1 Mapa de Fluxo de Valor do Moveleiro

Por meio da análise do Mapa de Fluxo de Valor foi possível identificar que o setor fita/limar opera em 1.275 segundos, próximo do *takt time* da empresa que é da ordem de 1.303,15 segundos. Percebe-se que, caso ocorra um aumento de demanda, não se conseguirá fitar/limar todos os móveis em tempo hábil e, assim, não atendendo o cliente final. Para análise foi levantado a média da demanda dos últimos três meses

(fevereiro, março e abril de 2018). No total obteve 452.7875 m² de MDF, isto é, 20,5809 m²/dia de MDF. Os tempos de ciclo de cada processo foi realizado através da marcação com um cronometro, e filmagem dos processos. O MFV proporciona identificar o tempo de ciclo de cada processo: corte 216,6 segundos, a plaina 26,30 segundos, a fita e lima de 1.275 segundos e a montagem de 4,62 segundos, conforme a Figura 16.

Figura 16 - Mapa de fluxo de valor de uma empresa de móveis planejados de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo



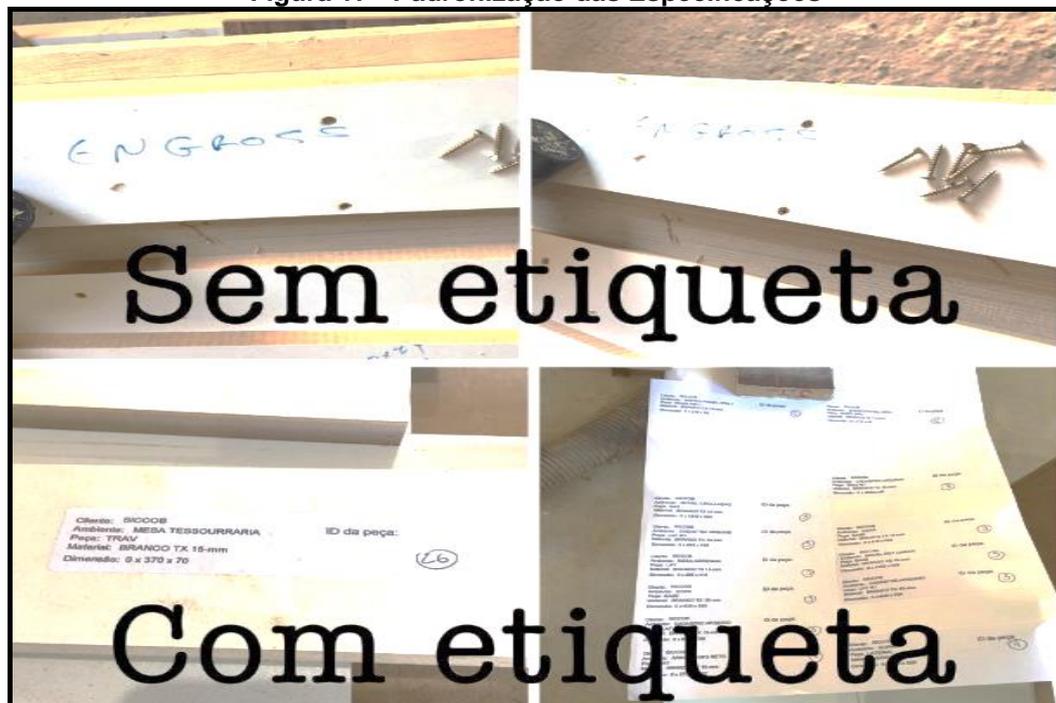
A empresa tem sete marceneiros e cada um é responsável por um projeto, fazendo desde o romaneio até a montagem do móvel na casa do cliente. Percebe-se que a empresa tem somente uma máquina manual de fita, acumulando todo o trabalho, o que aumenta o nível de ociosidade dos profissionais, que ficam até dois dias para que suas peças sejam fitadas para prosseguirem com a pré-montagem e montagem para o cliente.

A pesquisa demonstrou que a máquina de fita manual só poderia ser utilizada, conforme a cor da cola que era colocada nela e do tipo do MDF. A correta utilização de madeirados com cola amarela e MDF's brancos com cola branca não afetariam a qualidade das peças e nem haveria a necessidade de retrabalho.

4.2.2 Trabalho Padronizado do moveleiro

No primeiro momento a empresa utilizava pinceis atômicos para identificar suas peças, o resultado disso era perdas de peças, retrabalho, fadiga e clientes insatisfeitos pela demora da entrega. Após a intervenção foram criadas etiquetas que são adesivadas no início do corte. Assim, no decorrer do processo, o marceneiro consegue fazer as identificações, conforme a Figura 17.

Figura 17 - Padronização das Especificações



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

4.2.3 Qualidade na Fonte do moveleiro

Identificou-se que, na colagem de borda, as peças que eram fitadas à cola apareciam, não havendo um acabamento bom. Isso acontecia devido a máquina da fita misturarem os tipos de colas usadas no processo (amarelas e brancas).

Com a intervenção, a empresa colocou duas máquinas no processo. Uma com cola branca e outra com a cola amarela. Como resultado, melhorou-se o nível de qualidade das peças e reduziu-se a necessidade de retrabalho.

4.2.4 Ferramenta 5S do moveleiro

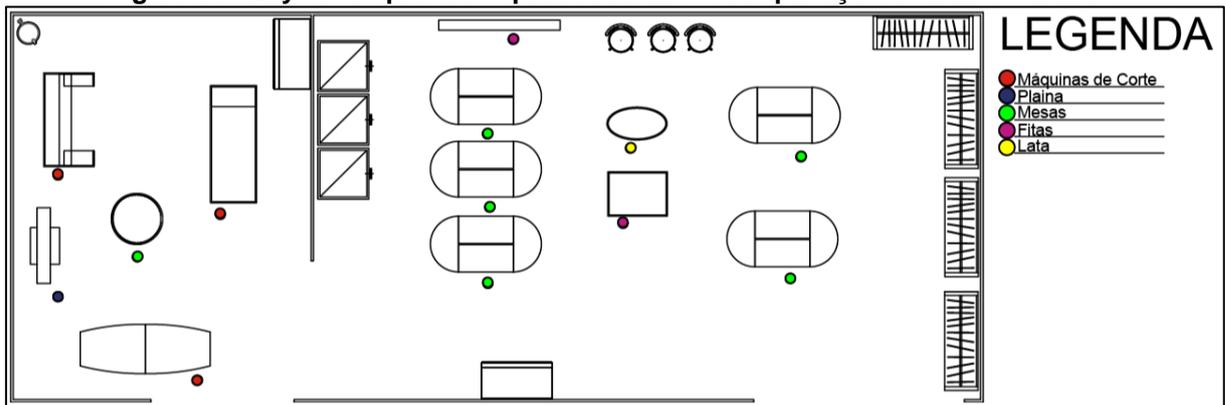
A aplicação do 5S na empresa proporcionou melhor organização do ambiente de trabalho, com a melhor utilização do espaço disponível, organização dos materiais de trabalho conforme a frequência que eram utilizados, criação de espaços para alocação adequada da matéria prima e demais materiais usados no processo de produção. Como era de se esperar, realizou o descarte dos itens que não eram necessários. Houve a limpeza do ambiente e a implementação de lixeiras em todo o fluxo de trabalho.

4.2.5 Fluxo Contínuo do moveleiro

No início, a empresa contava com doze (12) profissionais no processo de produção, entre pessoal de apoio e marceneiros. Após a intervenção passaram ao número para oito (08) profissionais, momento no qual cada um ficou responsável por uma atividade no processo, distribuídos da seguinte forma: 01 Funcionário responsável pela supervisão geral (Marceneiro); 01 Funcionário responsável pelo corte; 01 Funcionário responsável por fitar; 02 Funcionários responsáveis por pré-montagem e montagem; 02 Funcionários para apoio e 01 Funcionários para manutenção (marceneiro).

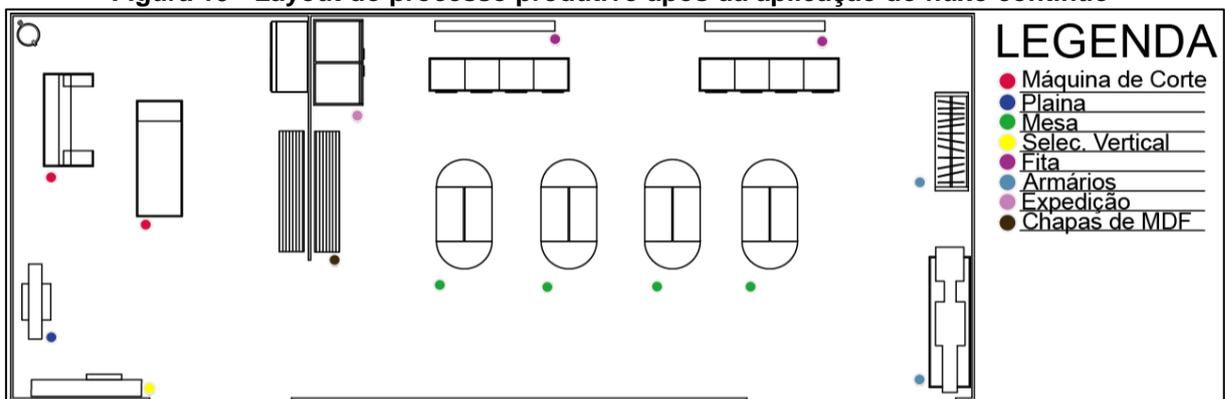
Avaliando-se o layout original, percebe-se que a empresa não tinha uma organização, onde as mesas, maquinários e ferramentas eram expostos de forma aleatória na produção, estando inadequado para movimentações dos profissionais, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Layout do processo produtivo antes da aplicação do fluxo contínuo



Com a nova metodologia *lean*, as máquinas de colagem de borda estão próximas e funcionando corretamente. As mesas estão em fluxo contínuo para execução do processo. As máquinas de corte, para não atrapalhar a movimentação do ambiente, foram colocadas em um local adequado. Houve a construção de um local apropriado para as chapas de MDF, de modo a não atrapalhar o fluxo e, por final, a empresa adquiriu uma seccionadora, o que aumentou o processo de corte dos MDF, conforme a Figura 19.

Figura 19 - Layout do processo produtivo após da aplicação do fluxo contínuo



4.2.6 Resultado do Estudo de Caso da Empresa de Móveis Planejados

Por meio da medição do processo e de uma cronoanálise, foi possível a obtenção dos tempos das atividades, foi identificado que a empresa realizava o processo de enfitamento de 2,53 m² de MDF por hora de trabalho. Após a intervenção para aplicação de melhorias, e por meio de nova medição, constatou-se um aumento de produtividade para 5,21m²/h de MDF. Conclui-se, então, que houve um aumento de 105,92% de produtividade, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - Indicadores de desempenho

INDICADOR	MEDIÇÃO INICIAL	MEDIÇÃO FINAL	RESULTADO
Produtividade	2,53 m ² /h	5,21m ² /h	105,92%

Com as ações de fluxo contínuo, mudanças de layout, programa 5S, qualidade na fonte, trocar a esquadrejadeira pela seccionadora vertical (retirada do processo na plaina), colocação no processo a outra fita de borda, proporcionou o aumento significativo da produtividade da empresa.

Com base nestes dados, cálculos financeiros foram realizados, e o valor do MOD/MÊS (mão de obra direta por mês) foi obtido considerando-se dois profissionais. Com base no salário pago pela empresa (média R\$ 1.500,00) e os encargos (1,9 %), obteve-se o novo valor do custo da mão de obra.

A empresa possui a MOD/mês foi de R\$ 5.700 Reais no setor de fitamento. Na primeira medição a produção foi de 1094,94 peças ao mês. Após a intervenção, passou para 2254,70 peças ao mês, obtendo, com isso, uma redução de custo mensal de R\$ 6.042,59 Reais ao mês, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 - Indicadores de Redução de Custo

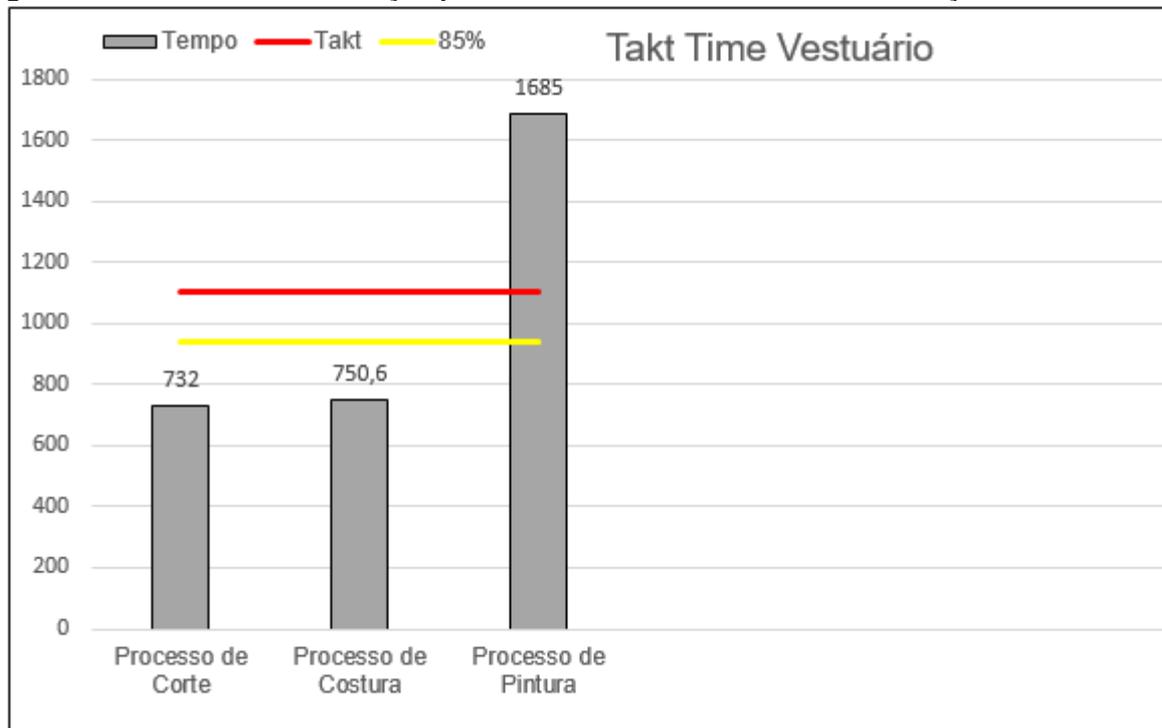
INDICADORES	MEDIÇÃO 1	MEDIÇÃO 2
Valor MOD/mês	$2 \times 1500 \times 1,9 = 5.700$	$2 \times 1500 \times 1,9 = 5.700$
Peças/mês	1094,94	2254,70
Custo MOD/peça	$\frac{5700}{1094,94} = \text{R\$ } 5,20$	$\frac{5700}{2254,70} = \text{R\$ } 2,52$
Redução de Custo mensal		$5,20 - 2,52 \times 2254,70 = \text{R\$ } 6.042,59$

4.3 Estudo de Caso de Uma Empresa Vestuário (Confecção: Fabricação De Camisetas)

O presente estudo de caso foi realizado em uma empresa de vestuário no município de Porto Velho no Estado de Rondônia. A empresa de Confecções de camisetas adquire sua matéria-prima a partir de fornecedores da região e seu diferencial é em relação ao preço.

O processo produtivo é na própria casa dos empresários, e possui quatro (04) colaboradores para todo o processo, sendo que apenas dois (02) estão no processo de costura. O tempo de ciclo da pintura é de 1685 segundos, ultrapassando o *takt time* da empresa de vestuário, que é de 1012,02 segundo. Para realizar o cálculo do *takt time* foi analisado o tempo de disponível para o trabalho de 7,67 horas ao dia (27.599,8) segundos) dividido pela demanda dia de 27.272 peças. O resultado obtido foi de 1012,02 segundos, em linha amarela está o valor aproximado do *takt time* de 15% e o linha vermelha o valor do *takt time*, conforme a Figura 20.

Figura 20 - Takt Time da Confeção para verificar como o setor está em relação a sua demanda



O tempo de ciclo de cada processo em relação ao *takt time* da empresa, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Tempo de processo dos setores da confecção

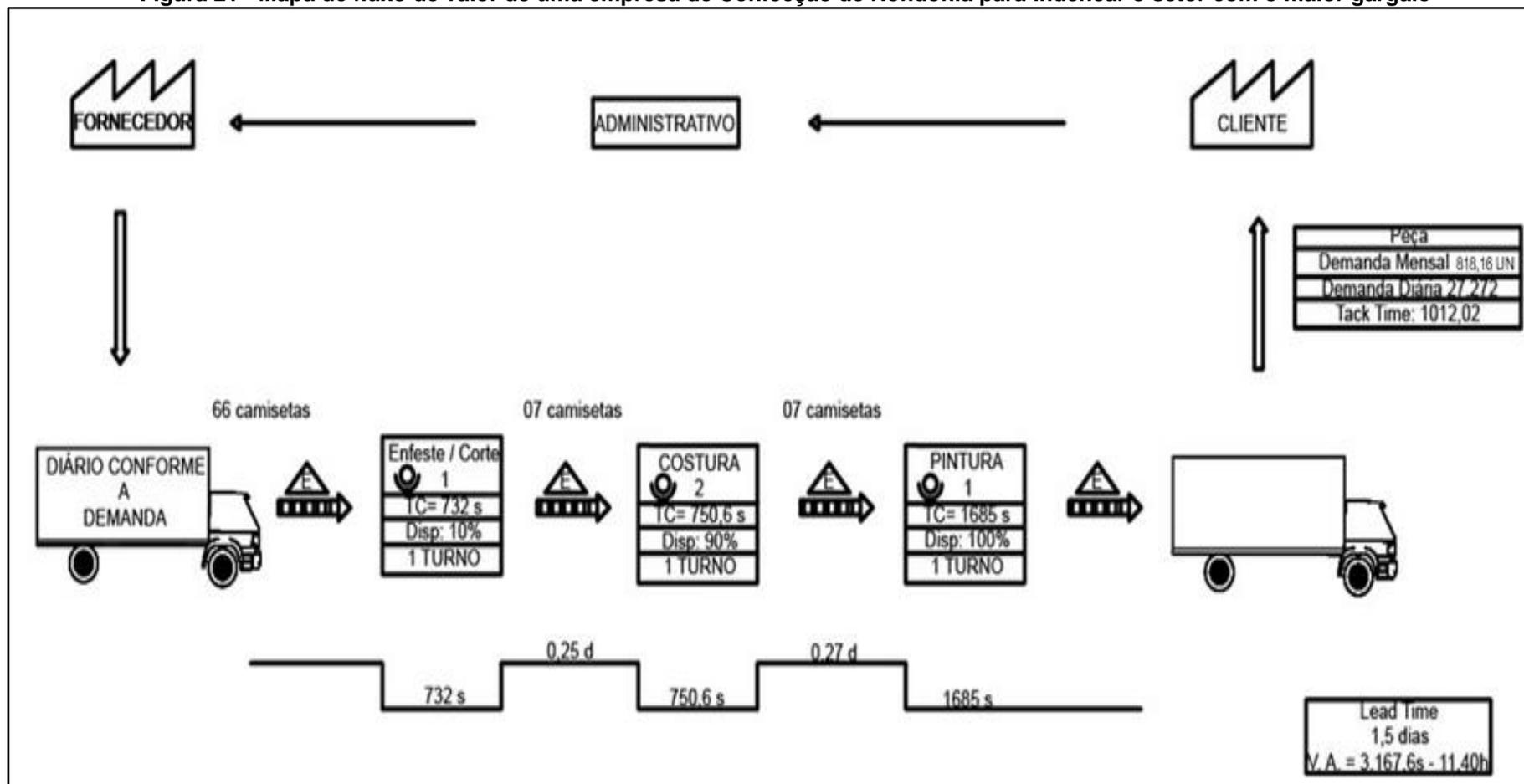
PROCESSO	TEMPO (SEGUNDOS)	TAKT TIME (SEGUNDOS)	VALOR APROXIMADO DO TAKT TIME (-) 15%
Processo de Corte	732	1012,02	860,217
Processo de Costura	750,6	1012,02	860,217

Processo de Pintura	1685	1012,02	860,217
---------------------	------	---------	---------

4.3.1 Mapa de Fluxo de Valor da Confecção

A empresa possui três processos: enfeste/corte, costura e pintura. A demanda da empresa é de 818,16 camisetas ao mês, com um *lead time* de 1,5 dias. Os tempos de ciclo de cada processo foi realizado através da marcação com um cronometro, e filmagem dos processos, conforme a Figura 21.

Figura 21 - Mapa de fluxo de valor de uma empresa de Confecção de Rondônia para indeficar o setor com o maior gargalo



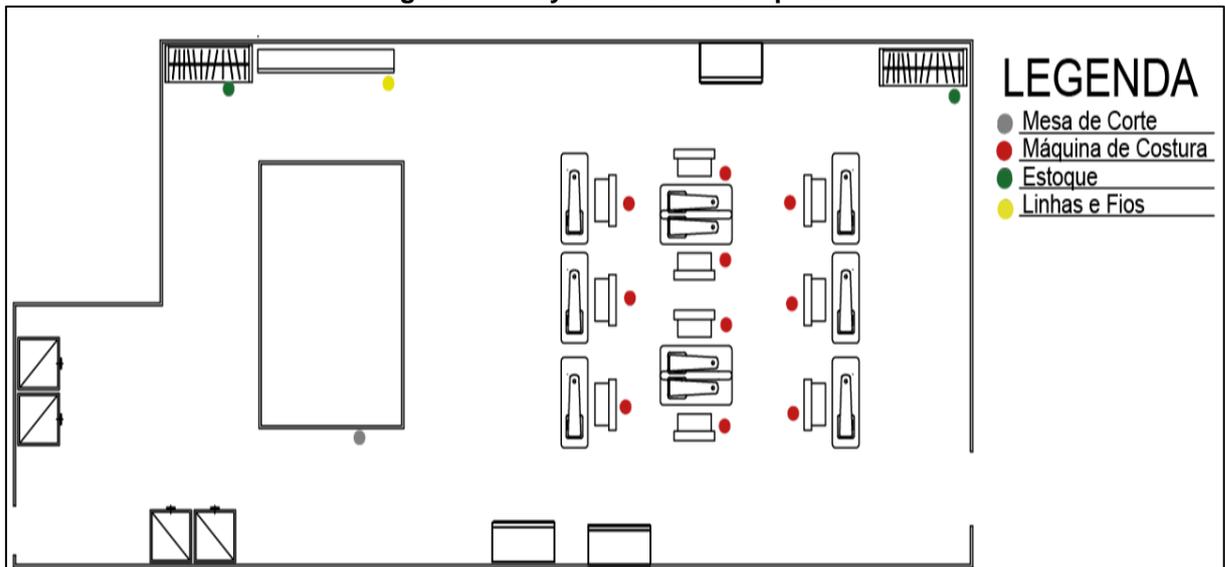
4.3.2 Fluxo Contínuo do vestuário

A empresa não estava com o layout adequado ao processo produtivo. Havia muito desperdício de movimentação e transporte, afetando a produtividade. Com a aplicação do fluxo contínuo, foi adaptado o layout da produção e organizado a sequência das atividades de cada costureira.

4.3.2.1 Layout inicial

O layout não tinha um fluxo contínuo, onde cada colaboradora se deslocava muito de uma máquina para outra para execução da produção, resultando em desperdícios de movimentação, conforme a Figura 22.

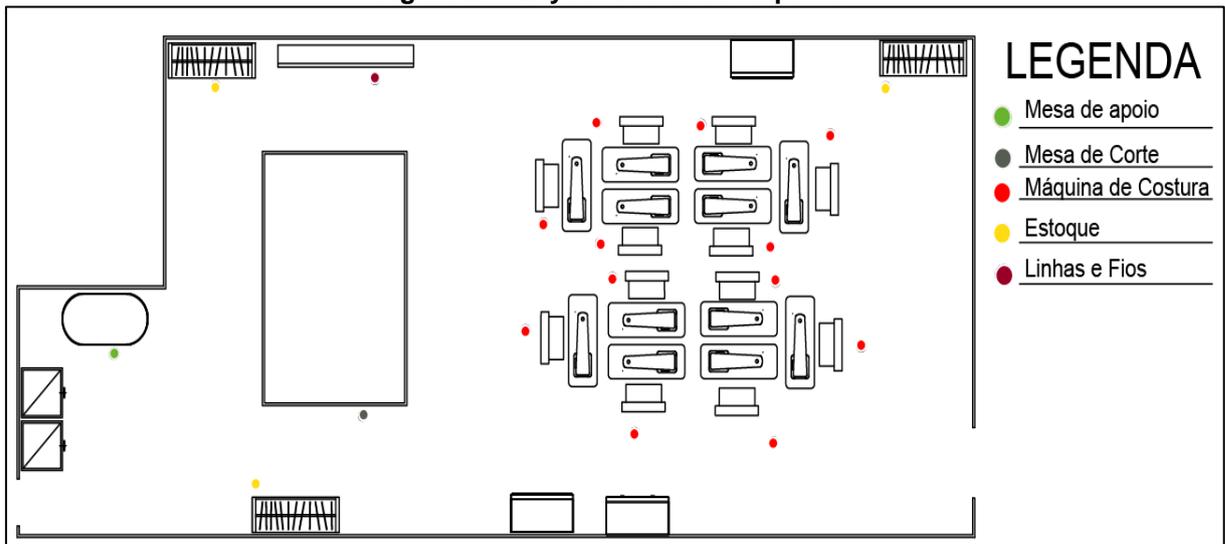
Figura 22 - Layout inicial da empresa



4.3.2.2 Layout final

Analisando todas as etapas de produção, as máquinas foram organizadas conforme o fluxo do processo, assim a colaboradora não precisava se deslocar para continuar o seu trabalho, conforme a Figura 23.

Figura 23 - Layout inicial da empresa



4.3.3 Resultado do Estudo de Caso da Empresa de Vestuário

Houve uma redução de movimentação das profissionais no momento das suas atividades de 93,10%. A produção passou de 35 peças/hora para 46,66 peças/hora, devido o reposicionamento do layout. A empresa teve um aumento para 33,66% de produtividade, conforme a Tabela 13.

Tabela 13 - Indicadores de Desempenho

INDICADOR	MEDIÇÃO INICIAL	MEDIÇÃO FINAL	RESULTADO
Produtividade	35 peças/h	46,66peças/h	33,66%
Movimentação	20,3 metros	1,4 metros	93,10%

Com base nestes dados, cálculos financeiros foram realizados, e o valor do MOD/MÊS (mão de obra direta por mês) foi obtida, considerando agora apenas dois profissionais. Com base no salário pago pela empresa (média R\$ 937,00) e os encargos (1,9 %), obteve-se o novo valor do custo da mão de obra.

A empresa possui a MOD/mês foi de R\$ 3.560,60 Reais no setor de costura. Na primeira medição a produção foi de 35 peças ao mês. Após a intervenção, passou para 46,66 peças ao mês. Com isso, obteve-se uma redução de custo mensal de R\$ 1.186,56 Reais ao mês, conforme a Tabela 14.

Tabela 14 - Indicadores de Redução de Custo

Indicadores	Medição 1	Medição 2
Valor MOD/mês	2x 937,00 x 1,9 (encargos) =3.560,60	2x 937,00 x 1,9 (encargos) =3.560,06
Peças/mês	35	46,66
Custo MOD/peça	<u>3560,06</u> 35 = R\$: 101,73	<u>3560,06</u> 46,66 = R\$: 76,30
Redução de Custo mensal		R\$: 101,73- R\$: 76,30x 46,66 = R\$: 1.186,56

4.4 Estudo de Caso de Uma Empresa de Alimentos (Padaria: Fabricação de Salgados)

O Proprietário, juntamente com sua esposa, começou suas atividades no ramo de alimentação em 1994, com vendas de salgados e comida a quilo em um clube de Porto Velho.

Em 2001 começaram a fazer marmitas para entrega. A proprietária começou sozinha a fazer salgados, mas algum tempo sentiu necessidade de contratar um salgadeiro. Hoje possui uma pequena fábrica de salgados e doces para eventos e um local físico para expor os produtos.

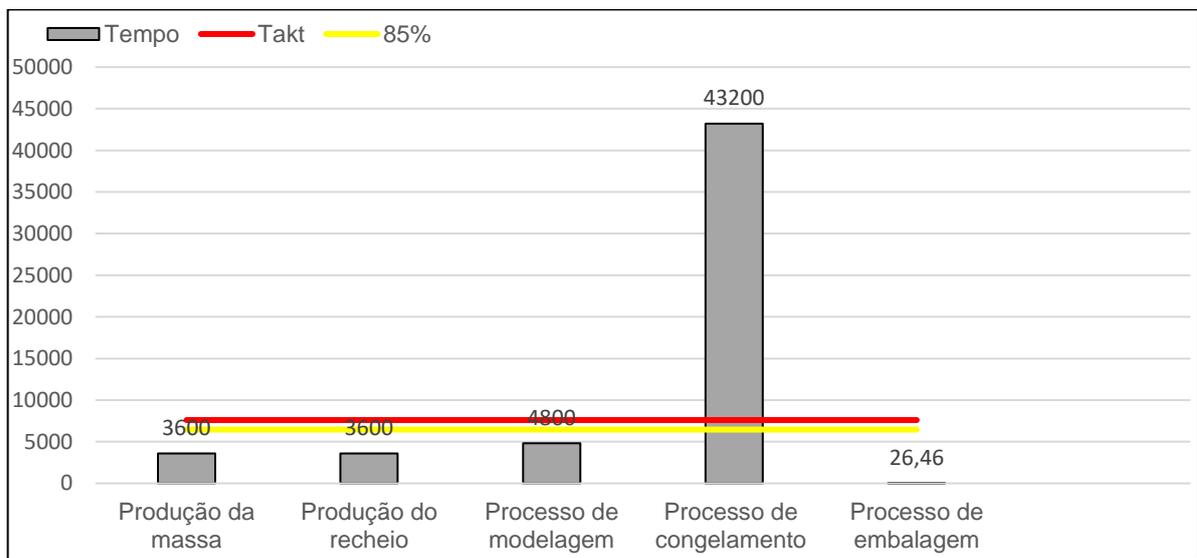
O *takt time* corresponde ao ritmo de produção necessário para atender a demanda, isto é, o tempo de produção que tem disponível pelo número de unidades a serem produzidas em função da demanda. Assim percebe-se que o maior gargalo da empresa é o setor de modelagem.

O funcionário, devido à movimentação para preparar a massa, impacta no tempo para modelar os salgados. A distância que os funcionários estão dos utensílios e das ferramentas de trabalho dificulta o processo ser mais ágil. Percebe-se que no momento da montagem do salgado pequeno, o salgadeiro gasta muito tempo para abrir a massa, colocar o recheio e depois cortar os salgados em tamanho uniforme (que muitas vezes não consegue).

Foi analisado, juntamente com o proprietário e o salgadeiro, que os salgados não estavam bem apresentados (sem cor) após o processo de assar, havendo reclamações dos clientes.

O tempo de ciclo do congelamento está muito superior aos demais, devido os salgados terem que permanecer na câmara fria por 12 horas. Para realizar o cálculo do *takt time* foi analisado o tempo de disponível para o trabalho de 7,66 horas ao dia (27.600 segundos) dividido pela demanda dia de 3,63 kg. O resultado obtido foi de 7.603,3 segundos, em linha amarela está o valor aproximado do *takt time* de 15% e o linha vermelha o valor do *takt time*, conforme a Figura 24.

Figura 24- Takt Time da panificadora para verificar como o setor está em relação a sua demanda



O tempo de ciclo de cada processo em relação ao *takt time* da empresa, conforme a Tabela 15.

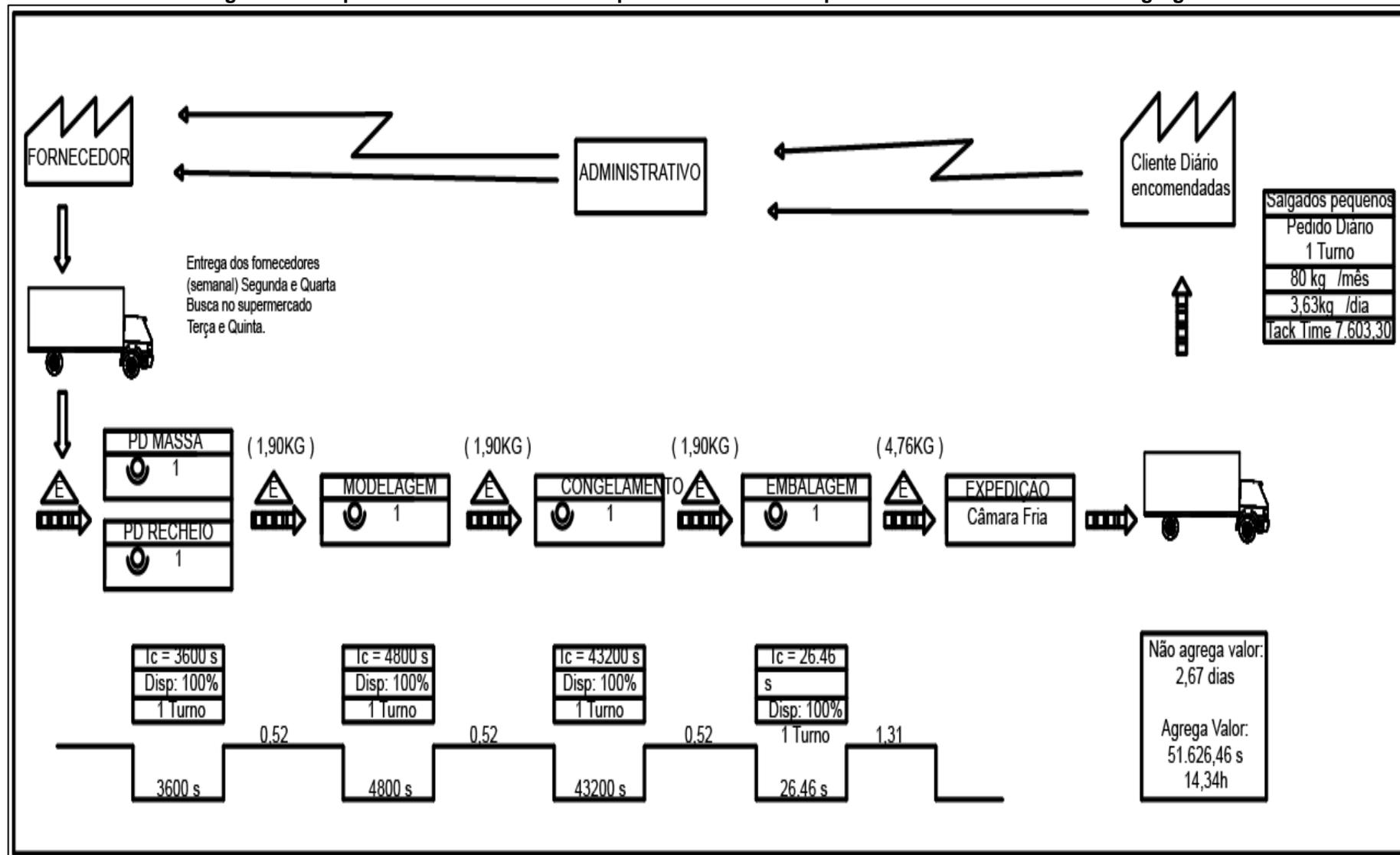
Tabela 15 - Tempo de processo dos setores do Padaria

PROCESSO	TEMPO (SEGUNDOS)	TAKT TIME (SEGUNDOS)	VALOR APROXIMADO DO TAKT TIME (-) 15%
Produção da massa	3600	7.603,30	6462,80
Produção do recheio	3600	7.603,30	6462,805
Processo de modelagem	4800	7.603,30	6462,805
Processo de congelamento	43200	7.603,30	6462,805
Processo de embalagem	26,46	7.603,30	6462,80

4.4.1 Mapa de Fluxo de Valor da Panificação

A leitura do Mapa de Fluxo de Valor permitiu a percepção de que o processo produtivo se divide em: preparação da massa, modelagem, congelamento, embalagem e expedição. Foi levantado a média dos últimos três meses da demanda (maio, junho e julho de 2018), o resultado foi de 80 kg mês, isto é, 3,63 kg/dia. Os tempos de ciclo de cada processo foi realizado através da marcação com um cronometro, e filmagem dos processos, conforme a Figura 25.

Figura 25 - Mapa de fluxo de valor de uma padaria de Rondônia para definir o setor com o maior gargalo



4.4.2 Trabalho Padronizado da panificação

No processo de congelamento os produtos eram colocados na câmara fria sem etiquetas e sem nenhuma informação do produto. A empresa não cumpria as determinações da Resolução RDC 216 de 2004 (Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação), conforme a Figura 26.

Figura 26 - Salgados sem etiquetas com datas de fabricação e validade dos produtos



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Realizadas as intervenções, cada produto que eram armazenados na câmara fria eram obrigatórios o colaborador etiquetar conforme a RDC 216 de 2004, conforme a Figura 27.

Figura 27 - Salgados com etiquetas com datas de fabricação e validade dos produtos após a padronização

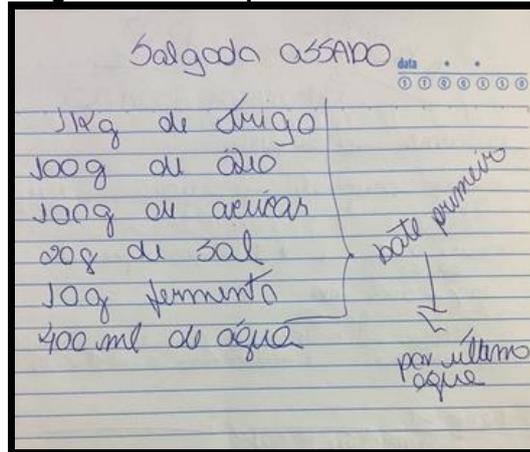


Fonte: Elaborado pela autora, 2019

4.4.3 Qualidade na Fonte da panificação

A receita dos salgados utilizada pelo profissional da produção estava deixando-os com uma má aparência e, em consequência, reclamações e insatisfação dos clientes eram registradas, conforme a Figura 28.

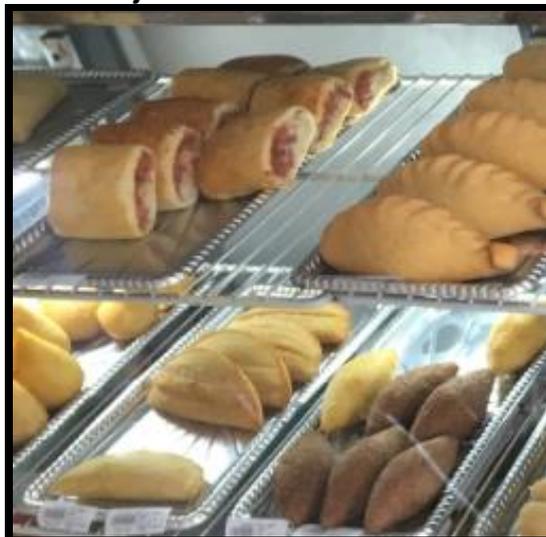
Figura 28 - Receita de salgado com má aparência e trazendo insatisfação aos clientes



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Do volume de salgados produzidos na empresa, uma parte são congelados para serem vendidos para eventos, e uma outra parte são assados e expostos no balcão de vidro para clientes comprarem. No entanto, devido a características do produto e do processo, os produtos não possuíam uma boa aparência, que motivasse os clientes que quisessem consumi-los, conforme evidenciado na Figura 29.

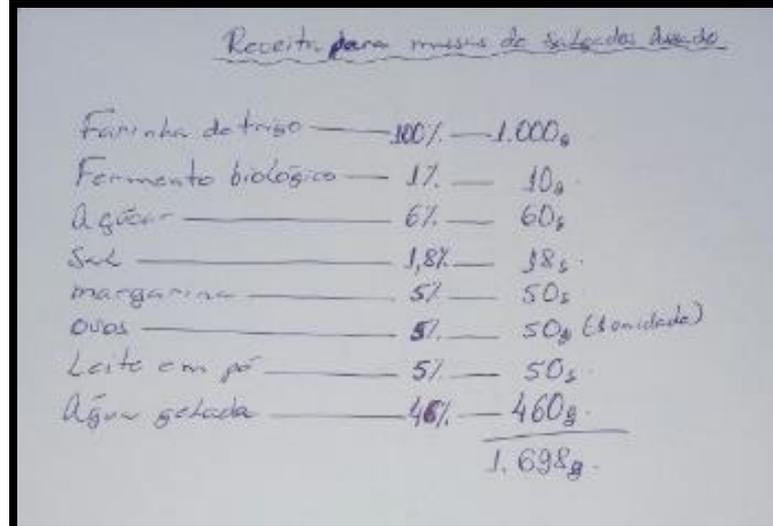
Figura 29 - Salgado não possui uma aparência apropriada para estimular o consumo e o sabor deixou a desejar de acordo os relatos dos clientes



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

Com isso, medidas foram tomadas, e a receita da empresa foi enviada para um padeiro experiente no ramo de salgados na cidade de Manaus (AM), que enviou a sequência algumas alterações no preparo, conforme a Figura 30.

Figura 30 - Receita de salgado com boa aparência e trazendo satisfação aos clientes



Receita para massa de salgados Assado		
Farinha de trigo	100%	1.000g
Fermento biológico	1%	10g
Açúcar	6%	60g
Sal	1,8%	18g
margarina	5%	50g
Ovos	5%	50g (3 unidades)
Leite em pó	5%	50g
Água gelada	46%	460g
		1.698g

Fonte Elaborado pela autora, 2019

O salgadeiro da empresa realizou a produção conforme as novas orientações do padeiro da cidade de Manaus, e o resultado foram melhorias na aparência do produto, o que resultou na satisfação dos clientes, conforme a Figura 31.

Figura 31 - Salgado com boa aparência conforme relatos dos clientes e sabor satisfatório



Fonte: Elaborado pela autora, 2019

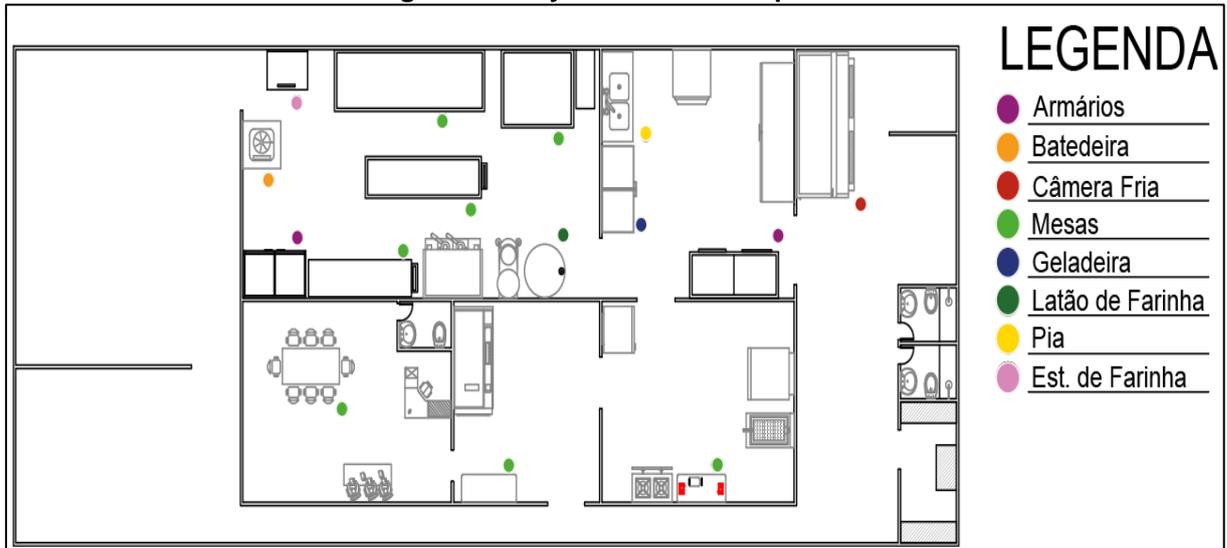
4.4.4 Fluxo contínuo da panificação

A utilização do fluxo contínuo se deu a partir da mudança do layout, bem como das definições de cada atividade do processo.

4.4.4.1 layouts inicial

O layout antes da aplicação do *lean* era desorganizando. Havia perda de tempo de um processo para outro, os colaboradores não encontravam com facilidade os utensílios para trabalharem, resultando em desperdícios de tempo, movimentação e transporte, conforme a Figura 32.

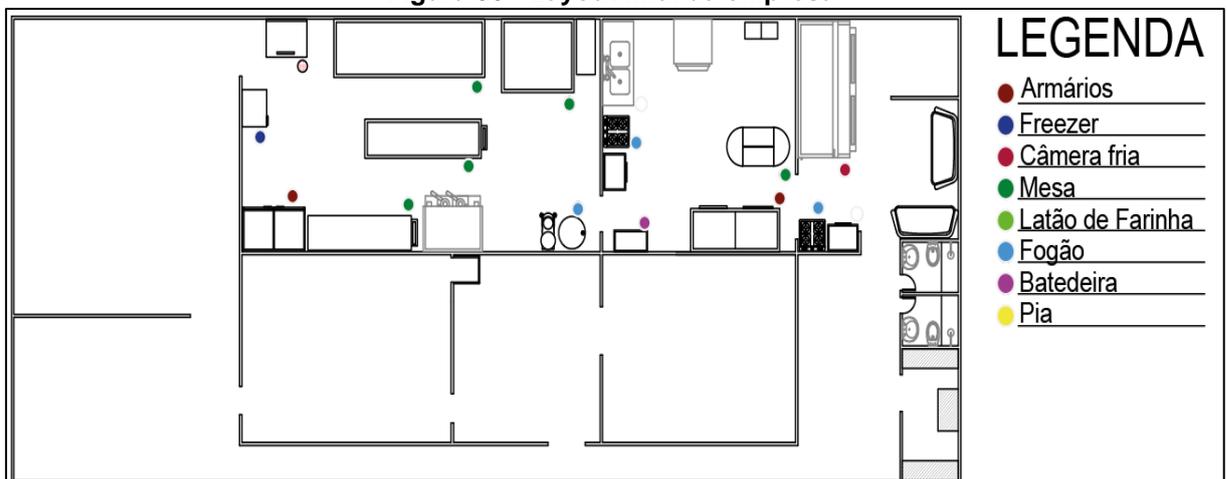
Figura 32 - Layout inicial da empresa



4.4.4.2 Layout final

Houve otimização do local de trabalho, com organização dos equipamentos, maquinários e utensílios, para que seja mais adequado para execução das atividades, conforme a Figura 33.

Figura 33 - Layout final da empresa



4.4.5 Resultado da panificação

A medição permitiu a identificação do fato de que a empresa realiza o processo de modelagem de 1,42 kg de massa por hora de trabalho. Após a intervenção, foi realizado uma nova medição e alcançou-se um resultado de 1,71 kg/h de massa. Conclui-se, então, que houve um aumento de produtividade na ordem de 20,42%, conforme a Tabela 16.

Tabela 16 - Indicadores de desempenho

INDICADOR	MEDIÇÃO INICIAL	MEDIÇÃO FINAL	RESULTADO
Produtividade	1,42 kg/h	1,71 kg/h	20,42%

Com base nestes dados, cálculos financeiros foram realizados, e o valor do MOD/MÊS (mão de obra direta por mês), considerando a atuação de dois profissionais. Com base no salário pago pela empresa (média R\$ 1.215,00) e os encargos (1,9 %), obteve-se o novo valor do custo da mão de obra.

A empresa possui a MOD/mês foi de R\$ 4.617,00 Reais no setor de modelagem. Na primeira medição a produção foi de 80 kg ao mês. Após a intervenção, o volume de produção passou para 96,33 kg ao mês. Com isso, obteve-se uma redução de custo mensal de R\$ 943,07 Reais ao mês, conforme a Tabela 17.

Tabela 17 - Indicadores de Redução de Custo

INDICADORES	MEDIÇÃO 1	MEDIÇÃO 2
Valor MOD/mês	2 x 1.215,00 x 1,9 (encargos) R\$ 4.617,00	2 x 1.215,00 x 1,9 (encargos) R\$ 4617.00
Peças/mês	80 kg	96,33 kg
Custo MOD/peça	$\frac{4.617,00}{80} = \text{R}\$: 57,71$	$\frac{4.617,00}{96,33} = \text{R}\$: 47,92$
Redução de Custo mensal		$57,71 - 47,92 \times 96,33 = \text{R}\$: 943,07$

5 DISCUSÃO DOS RESULTADOS

A utilização da metodologia *lean manufacturing* no processo produtivo de cada empresa permitiu a ganhos significativos ganhos de produtividade bem como a redução dos custos mensais.

As ferramentas aplicadas e testadas com o foco na diminuição dos desperdícios na produção, foram definidas conforme o diagnóstico e o mapeamento de todo o processo, desde do fornecedor até o consumidor final. Com a realização de cronoanálise dos processos, obtenção do *takt time*, aplicação dos cálculos do *lead time*, foram definidos os indicadores de produtividade e de custos, de modo a calcular os ganhos obtidos. Com a realização de cronoanálise dos processos, obtenção do *takt time*, aplicação dos cálculos do *lead time*.

No açougue foram utilizadas as ferramentas *lean no processo de desossa*, o *lead time* foi de 76,84 dias. E as ferramentas selecionadas para otimizar os processos são: Mapa de fluxo de valor; Padronização dos processos; Qualidade na fonte e 5S. A medição inicial era de 133,87 kg de produção com oito funcionários, após a aplicação das ferramentas obtiveram 134,23 kg com redução de 6 funcionários. A padronização da desossa incrementou os ganhos na redução do tempo, pessoas e os custos.

A otimização necessária na empresa de móveis planejados concentrou-se no processo de colagem da borda de móveis em MDF, responsável pelo acabamento da peça, o *takt time* medido foi de 1.303,15 segundos, com as ferramentas aplicadas: Padronização; Qualidade na fonte; 5S; Fluxo contínuo. As medições dos tempos de produção passaram de 2,53 metros de MDF por hora para 5,21 metros por hora, com ganho de 105,92% de produtividade.

O setor de camisetas obteve um ganho de 33,66% de produtividade da qual passou a 46,66 peças de camisetas em vez de 35 peças produzidas. Com a mudança para o layout final passaram a ter 1,4 metros de movimentação. O decréscimo alcançado foi de 93,10% referente a movimentação do trabalhador. E com a aplicação do mapa de fluxo de valor, fluxo contínuo com as modificações de *layout*. O setor de confecção em camisetas auferiu um ganho mensal de R\$: 1.186,56.

O processo de produção dos salgados na panificação tem um *takt time* de 7.603,30 segundo. As ferramentas *lean* utilizadas foram o mapa de fluxo de valor, padronização de processo, fluxo contínuo. Antes da aplicação das melhorias na

empresa o setor produzia 1,42 kg/h de salgados passaram para 1,71kg/h, obtendo um ganho de 20,42% de produtividade, conforme a Tabela 18.

Tabela 18 - Indicadores de produtividade dos processos produtivos utilizando a ferramenta lean manufacturing

INDÚSTRIA	INDICADOR	MEDIÇÃO INICIAL	MEDIÇÃO FINAL	RESULTADO (%)	REDUÇÃO DE CUSTO MENSAL (R\$)
Açougue	Produtividade	133,87 kg/h	134,23 kg/h	26%	17.132,29
Móveis Planejados	Produtividade	2,53 m ² /h	5,21m ² /h	105,92%	6.042,59
Vestuário	Produtividade	35 pç/h	46,66pç/h	33,66%	1.118,56
Vestuário	Movimentação	20,3 m/h	1,4 metros	93,10%	
Panificadora	Produtividade	1,42 kg/h	1,71 kg/h	20,42%	943,07

6 IMPACTOS ACADÊMICO, ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL

A pesquisa teve como objetivo a aplicação das ferramentas de produção enxuta no processo de manufatura de bens não-duráveis, verificando-se que a estratégia de melhorias no desempenho de produção gerou impactos acadêmico, econômico, social e ambiental.

No que se refere ao impacto acadêmico, sua relevância foi de grande valia para o desenvolvimento do aprendizado atrelando a teoria na prática, a pesquisadora pode contribuir para melhorias no processo produtivo, permitiu a identificação das ferramentas mais adequadas, visualização das situações problemas reais e as soluções mais adequadas cada segmento abordado. Consistiu na aplicação das ferramentas *lean* em segmentos não clássicos, e resultou na publicação de quatro artigos em conferências nacionais e internacionais e um capítulo de livro.

No que se refere ao impacto econômico a pesquisa proporcionou aumento significativo de produtividade dos segmentos estudados: no açougue obteve um aumento de 26% de produtividade mais uma redução de 75% dos custos com colaboradores, no total de economia de R\$17.132,29 de custo mensais; no setor de móveis planejados ganho de 105,92% de produtividade, com redução do custo de R\$ 6.042,59 Reais; no setor vestuário houve um aumento de 33,66% de produtividade com redução de custos de R\$ 1.118,56 Reais mensais e na panificadora o aumento foi de 20,42% de produtividade com redução de custo de R\$ 943,07 mensais e redução de energia devido a redução de retrabalhos dos processos.

O enfoque da relevância social, é representado pelo desenvolvimento profissional dos colaboradores a partir do entendimento da cultura *lean*. A replicabilidade desta pesquisa possui a capacidade de ser reconstruída no âmbito mundial, nacional e regional. E revelar, novos parâmetros de informações sobre os diferentes cenários de Gemba, com a possibilidade de eliminar os desperdícios, reduzir todos custos envolvidos nos processos produtivos, aumento de investimentos pela empresa, grandes possibilidades de expansão dos negócios e aumento de mão de obra, com o aumento significativo da produtividade, nos segmentos de bens de consumo não duráveis, proporcionando a imediaticidade e a originalidade desta pesquisa.

No impacto ambiental pode-se destacar a redução significativa de desperdícios no processo produtivo de insumos, e o aumento da higiene das atividades já que a aplicação do 5S contribui para condições melhores de trabalho. Este estudo poderá apresentar indicadores no âmbito local, regional e nacional para a melhorias dos processos produtivos, com em aumento significativo da produtividade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente projeto de pesquisa teve como objetivo geral demonstrar a aplicação de ferramentas *lean* no processo produtivo para diminuir os desperdícios e aumentar a produtividade em processo de manufatura de empresas de bens não duráveis.

Para tal, foi realizada uma análise das ferramentas mais apropriadas do *lean manufacturing*, que pudessem ser utilizadas, nos diferentes segmentos produtivos de bens não duráveis do Estado de Rondônia. Foram analisando os seguintes segmentos: móveis planejados, confecção, açougue e panificadora.

Nos setores em estudo foram diagnosticados problemas como desorganização, desarrumação, falta de limpeza, excesso de movimentação, excesso de transporte efetuados pelos colaboradores, alto tempo de ciclo, desperdícios, entre outros foram identificados.

Assim foi possível selecionar as ferramentas e técnicas de *lean* mais adequada para cada segmento produtivo, permitindo a eliminação ou redução das causas dos problemas. As ferramentas e técnicas como 5S, Padronização, Qualidade na Fonte, MFV, *Takt time*, Cronoanálise, Fluxo contínuo e Kaizen como propostas de otimização de produção.

Os resultados foram satisfatórios de acordo com os objetivos pretendidos por cada empresa e todas tiveram aumento em sua produtividade.

Respondendo os objetivos específicos, o mapeamento dos processos identificou os pontos a serem melhorados da produção e permitiu identificar o tempo de ciclo do produto.

Os indicadores foram definidos de forma a medir o desempenho em conformidade com as melhorias. E com isso, proporcionou a realização dos cálculos de ganhos percentuais de produtividade, em cada segmento específico dos bens de consumo não duráveis.

Com isso, comprovou-se a plena eficácia das ferramentas *lean*, em empresas não tradicionais da indústria do segmento metal-mecânico automotivo, mais especificamente nas indústrias de produtos de bens não duráveis, uma vez que estas ferramentas eram largamente utilizadas pelas empresas clássicas e a elas fortemente associadas. Possibilitou-se, assim, comprovar que as ferramentas usadas neste trabalho, bem como outras associadas à filosofia *Lean manufacturing*, podem ser

utilizadas em todos os tipos de processos e segmentos industriais e de serviços (públicos ou privados).

REFERÊNCIAS

AHUETT-GARZA, H.; KURFESS, T. A brief. **Discussion on the trends of habilitating technologies for Industry 4.0 and Smart manufacturing**. Manufacturing Letters, v. 15, p. 60–63, 2018.

CARDOZA, Edwin; CARPINETTI, Luiz C. Ribeiro. **Indicadores de desempenho para o sistema de Produção enxuto Performance measures for lean production system**. (2015). Disponível em www.producaoonline.inf.br. Acessado em outubro de 2019.

Carreira, B. (2005). **Lean Manufacturing That Works: Powerfull Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits**. New York: AMACOM.

COSTA, Ivan Junio Silva; GONÇALVES JÚNIOR, Elias Rocha; GONÇALVES, Virgínia Siqueira; GONÇALVES JÚNIOR, Elias Rocha; PACHECO; Alan Teixeira; COSTA, Maurício Cordeiro. Brazilian Journal of Development . **Aplicação de fluxo contínuo no processo de produção: um estudo de campo na fábrica de massas**. Scayners Ltda. Enegep. 2012.

DRATH, R.; HORCH, A. (2014). **Industrie 4.0 – Hit or hype?** IEEE Industrial Electronics Magazine, 8(2), 56–58. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1109/mie.2014.2312079>. Acessado em setembro de 2019.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada: Um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

KUSIAK, A.; HUANG, C. **Development of modular products.IEEE Transactions on componentes Packaging and manufacturing technology Part A**, 1996. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/prod/2012nahead/aop_200812129.pdf. Acessado em outubro de 2018.

KARIM, Azharul; ZAMAN, Kazi Arif-Uz, (2013) "**A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations**", Business Process Management Journal, Vol. 19 Issue: 1, pp.169-196. Disponível em <https://doi.org/10.1108/14637151311294912>. Acessado em outubro de 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GEORGE, M. L. **Lean seis sigma para serviço**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

HOLWEG, M. (2006), **The Genealogy of Lean Production, Journal of Operations Management**. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696306000313>. Acessado em dezembro de 2018.

HERMANN, M., PENTEK, T., & Otto, B. (2016). **Design principles for industrie 4.0 scenarios. 49th hawaii international conference on system sciences (HICSS)** (pp. 3928–3937). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>. Acessado em outubro de 2019.

JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto**. 1. ed. São Paulo: Pioneira Thimson Learning, 2002.

JAZDI, N. (2014). **Cyber physical systems in the context of Industry 4.0. 2014 IEEE auto- mation, quality and testing, robotics,2–4**. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1109/AQTR.2014.6857843>. Acessado em outubro de 2019.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean**. Tradução de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

LIMA, P. A. M, LOSS, M. J. (2017). **“Aplicação de fluxo contínuo como contribuição no aumento da produtividade e diminuição do lead time de uma Indústria Metalúrgica”**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 99-119.

LIKER, J.K. (2004), **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo** (L.B. Ribeiro,Trans.), Bookman, Porto Alegre.

LOPES, N., 2015. **Modelo de Utilização Conjunta das Metodologias Lean e TRIZ**. Disponível em <http://hdl.handle.net/10362/17179>. Acessado em agosto de 2019.

MARIZ, R. N.; PICCHI, F. A. **Método para aplicação do trabalho padronizado. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 7-27, jul. /set. 2013.

MARKSBERRY, P.; RAMMOHAN, R.; VU, D. **A Systems Study on Standardized Work: a Toyota perspective**. International Journal of Productivity and Quality Management, v. 7, n. 3, p. 287-302, 2011.

MARTINS, R.A. **The use of performance measurement information as a drive in designing a performance measurement system, Proceedings of the third performance measurement and management conference**, Boston, MA, p.371-378, 2002.

MELTON, T. **“The Benefits of Lean Manufacturing, What Lean Thinking has to Offer the Process Industries”**. MIME Solutions Ltd, Chester, UK. 2005.

MOREIRA, Sonia Patrícia da Silva. **Aplicação da Ferramenta Lean**. Disponível em <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/1167/1/Dissertação.pdf>. Acessado em Março de 2018.

NARUSAWA, T.; SHOOK, J. **Kaizen Express: fundamentos para sua jornada lean**. Tradução de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2009.

OLIVEIRA, Marcelo Albuquerque de. **Sistema de gestão da manutenção baseada**

no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção. Tese de Doutorado. Universidade Minho.2017.

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

OHNO, T. **Gestão dos Postos de Trabalho.** Guarulhos, SP: Bookman cia. Editora Ltda, 2015.

Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line.* New York: CRC Press.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da Produção Industrial.** Curitiba: Ibpex, 2007.

PINTO, João P. (2008). **Lean thinking:** Introdução ao pensamento magroll. Disponível em <http://molar.crb.ucp.pt/> acessado em 11 de outubro de 2019.

PINTO, J. P. (2013). **Manutenção Lean.** Lisboa: Lidel - Edições Técnicas Ltda, 285p.

RIANI, A. M. **Estudo de Caso:** O Lean Manufacturing Aplicado na Becton Dickinson. Tese de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF / Minas Gerais. 2006.

RIBEIRO, Haroldo. 5S - A **base para a melhoria contínua (das organizações e das pessoas).** Disponível em: <http://www.pdca.com.br/site/artigos-haroldo-ribeiro/5s-a-base-para-a-melhoria-continua.html>. Acessado em novembro de 2017.

ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacelar; MARSHALL JUNIOR, Isnard; QUINTELLA, Odair Mesquita. **Gestão da qualidade e processos.** São Paulo: FGV, 2012.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando Fluxo Contínuo:** um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

SANTOS, M. Y. et al. **A Big Data system supporting Bosch Braga Industry 4. 0 strategy.** International Journal of Information Management, v. 37, n. 6, p. 750–760, 2017.

SANCHEZ, A.M; SCIENCEDIRECT. **Mirages of Lean Manufacturing in Practice.** Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817313371>. Acessado em fevereiro de 2019.

SARKAR, Jayati e SARKAR, Subrata (2008). —**Debt and corporate governance is emerging economies:** Evidence from Índiall. Vol. 16, issue 2, p. 293-334, April 2008. Disponível em www.onlinelibrary.willey.com/ . Acessado em 04 de novembro de 2009.

SILVA, Arielton Freire da; PEREIRA, Fabio Andre Honorato; BELO, Jodibel Niklas de Andrade; SANTOS, Renan de Souza dos. **Value stream mapping: uma importante**

ferramenta na implementação da manufatura enxuta, um estudo de caso em uma indústria têxtil de moda praia. Energep. 2012.

SOUSA, D.G.; SILVEIRA, L.F.; BAGNO, R.B. **Aplicabilidade dos princípios do Lean Manufacturing no setor de serviços: estudo em uma oficina mecânica de motos.** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS: ABEPRO 2012.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Mapeamento de Fluxo de Valor.** Disponível em <https://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor-1/>. Acessado em 02 de setembro de 2019.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. (1993). **TPM / MPT: Manutenção produtiva total.** São Paulo: Instituto IMAM, 322p.

TERESO, A.; Araújo, M. (2014). **Documentação de apoio à unidade curricular de Métodos de Investigação.** Departamento de Produção e Sistemas- Universidade do Minho.

TOUSSAINT John S. ; BERRY, Leonard L. **The Promise of Lean in Health Care.** 2013. Revista SPECIAL ARTICLE Mayo Clin Proc. n January 2013;88(1):74-82 Disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2012>. Acessado em outubro de 2019.

TURATI, R.C.; MUSETTI, M.A. (2006), **“Aplicação dos conceitos de Lean office no setor administrativo público”**, 26º Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, ABEPRO, Fortaleza.

VORLEY, G.; BUSHELL, M-C. (2008). **Mini guide to root cause analysis. Quality Management & Training.** Disponível em <http://www.qmt.co.uk/> . Acessado em outubro de 2019.

WEBER AI.; THOMAS, Ron. **Key performance indicators: Measuring and Managing the Maintenance Function.** Ivara Corporation. 2015.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. (2003) **.Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation.** Free Press, New York, 2003;

WAGNER, Cleiton Rodrigo. **Sistema de Apoio à Cronoanálise.** Disponível em: <<http://ged.feevale.br/bibvirtual/monografia/MonografiaCleitonWagner.pdf>>. Acessado em Outubro de 2019.

ANEXO I

Tabela 19 - Desperdícios x Ferramentas

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Defeitos	Produto fora da especificação	<p>Poka-yoke (dispositivo à prova de erro)</p> <p>Desenvolvimento de competências (treinamento)</p> <p>DFA (produto desenvolvido para requerer menos material, menos tempo e menos recursos durante o processo)</p> <p>TPM (manutenção básica realizada pelo operador de produção)</p> <p>Evento Kaizen</p> <p>PDCA</p> <p>Ferramentas da Qualidade</p> <p>Cell Design (projeto e layout adequado na estação de trabalho)</p>
Excesso de Estoque	Excesso de inventário de matéria-prima	<p>Kanban (programação puxada)</p> <p>VSM (mapeamento da cadeia de valor)</p> <p>Gestão visual</p> <p>Evento Kaizen</p> <p>PDCA</p> <p>Ferramentas da Qualidade (na Organização ou no fornecedor)</p>
Excesso de Produção	Produção de mais do que é necessário para atender o cliente	<p>Kanban (programação puxada)</p> <p>Heijunka (nivelamento da carga)</p> <p>TPM (manutenção básica realizada pelo operador de produção)</p> <p>Gestão visual</p> <p>VSM (mapeamento da cadeia de valor)</p> <p>Evento Kaizen</p> <p>PDCA</p> <p>Ferramentas da Qualidade</p>

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 19 - Continuação Desperdícios x Ferramentas

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Tempos de Espera	Tempo de espera para materiais, pessoas, equipamentos ou informações	KanBan (programação puxada) Heijunka (nivelamento da carga) Setup rápido VSM (mapeamento da cadeia de valor) TPM (manutenção básica realizada pelo operador de produção) Lean SixSigma (metodologia para melhoria de processos) Gestão Visual Evento Kaizen PDCA Ferramentas da Qualidade
Movimentação	Movimento de pessoas que não agrega valor	5S Cell Design (projeto e layout adequado na estação de trabalho) VSM (mapeamento da cadeia de valor) Evento Kaizen PDCA / Ferramentas da Qualidade
Transporte	Transporte de materiais/produto que não agrega valor	Sistema puxado VSM (mapeamento da cadeia de valor) Organização por fluxo de valor KanBan (programação puxada) Evento Kaizen PDCA / Ferramentas da Qualidade

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

ANEXO II

Tabela 20 - Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
ARF ou Hazop	<i>Análise de Risco de Falha</i> - ARF ou <i>Análise de Risco (Hazard Analysis)</i> , é um método que tem por finalidade a identificação de potenciais causas de falha, muito embora a ARF encontre sua maior aplicação na fase "após a falha".	A ARF, de um modo geral, consta dos seguintes aspetos principais: 1. Identificação das potenciais causas de falha e sua classificação segundo o grau de criticidade; 2. Estabelecimento das condições sob as quais as falhas apresentam a maior probabilidade de ocorrência e/ou maior gravidade; 3. Especificação das ações preventivas ou curativas para minimização das consequências das falhas.
Cinco Porquês (5W)	Ferramenta de melhoria contínua aplicada para descobrir a causa-raiz de um problema, desafio ou oportunidade, consistindo em perguntar porquê até que a verdadeira causa seja identificada. Não foca o defeito, mas sim a origem dos problemas, de modo que sejam apontadas as soluções dos mesmos.	Identificar o problema e perguntar o que aconteceu e repetir as perguntas até que a causa seja identificada.
Diagrama SIPOC	São úteis no início de um projeto para fornecer informações antes do início da intervenção, permitindo a reavaliação do que tem sido feito.	Para análise de entradas, saídas e clientes da manutenção.
Eventos RIE	Ou Kaizen burts, são iniciativas de curta duração que visam obter um rápido retorno.	Para realizar rápidas mudanças e é organizado em três partes, a saber: planejamento, execução e avaliação de resultados.
Fórmula 5W2H	Permite procurar a resposta a uma sequência de questões importantes de modo a obter dividendos na resolução de problemas, podendo ser aplicada em situações em que a manutenção seja o "dono" natural do problema ou em situações em que a manutenção é um mero participante da resolução do problema.	Aplicação dos passos: Quem (who), Onde (When), O quê (What), Quando (When), Porquê (Why), Como (How) e Quanto (How much).

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
FRACAS	FRACAS - Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System, é destinada para a gestão de incidentes para tratamento de falhas e ações corretivas. Permite implementar um processo de ciclo fechado para responder a falhas relatadas, identificar a causa raiz da falha e coordenar as atividades necessárias para efetivamente resolver problemas; Criar uma base de conhecimento de lições aprendidas que podem ser um recurso para o apoio ao cliente e os esforços do projeto futuros, bem como dados de falha de campo que podem ser analisados para identificar questões emergentes, quantificar crescimento da confiabilidade, o plano para falhas esperadas sob garantia, etc.	Aplicação das metodologias 8D (eight disciplines), DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) e DFSS (design for six sigma).
Gestão Visual	É um processo para apoiar o aumento da eficiência e eficácia das operações tornando as coisas visíveis, lógicas e mais intuitivas.	Sinais visuais, semáforos, marcas pintadas no chão ou paredes, cores diferentes de farda, acompanhamento (Andon).
Kanban	O Sistema Kanban é usualmente composto por quadros e cartões visuais que auxiliam o planejamento da produção e o controle de estoques. De acordo com a quantidade de cartões disponíveis nos quadros, são tomadas as decisões priorização de produção, setup de máquinas e até mesmo de paradas de linha para manutenção.	O sistema kanban aplicado na gestão de materiais e peças de reserva simplificará a gestão, pois desencadeará as necessidades de compra e controlará os níveis de estoques.
Matriz de Competências	Permite mapear o nível de competência e conhecimento da equipa de modo a preparar as estratégias de treinamento e qualificação da mesma. É de relevante importância para a liderança e para a gestão dos recursos humanos da manutenção.	Matriz de conhecimento por membro da equipa. Os gaps identificados nortearão o nível e os treinamentos necessários.

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Método 5S	Conjunto de práticas que procuram a redução do desperdício e a melhoria do desempenho das pessoas e processos através de uma abordagem simples que assegure a manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho.	Aplicação dos sentidos de organização (seiri), arrumação (Seiton), limpeza (Seiso), normalização (Seiketsu) e autodisciplina (Shitsuke).
Método A3	É um formato usado para registrar, comunicar e reportar informação entre colegas da mesma equipa e entre estes e os elementos da gestão. O formato de papel A3, daí o nome da técnica, é adequado para conter toda a informação necessária sobre um problema ou uma oportunidade.	Através deste formato é possível, de forma sucinta, documentar o que há a fazer numa só página recorrendo a ilustrações gráficas em detrimento de descrições textuais, facilitando a comunicação e agilizando o pensamento, levando os gestores a perceber rapidamente os problemas e os desafios, bem como perceber quem está envolvido a fazer o quê.
Método AA	<i>Árvore de Acontecimentos</i> - AA, é um outro tipo de árvore usada em análise de condição de falha, a qual se constrói indicando-se as possíveis sequências de acontecimentos a partir de um acontecimento iniciador.	Neste tipo de árvore usamos as possíveis consequências, negativas e/ou positivas, dos vários acontecimentos subsequentes à falha. Sua construção é de forma indutiva, onde em cada evento particular induzimos os eventos que, na sequência real dos acontecimentos, poderão ocorrer após o anterior se ter verificado. Trata-se de uma análise onde se vai interrogando em cada estágio: "- O que é que acontece se...?".

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Método FMEA	Análise de modos de falhas e seus efeitos é uma técnica utilizada na identificação dos modos de um sistema, produto ou processo para fornecer orientações para eliminação ou redução do risco relativo a essas falhas.	<p>A metodologia realiza-se de acordo com os seguintes passos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para cada entrada do processo, determinar de que modo o processo pode falhar, ou seja, identificar os modos de falha; 2. Determinar o efeito de cada modo de falha identificado; 3. Identificar as causas potenciais de cada modo de falha; 4. Listar os controles atuais para cada causa identificada; 5. Atribuir os graus de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D); 6. Calcular o número de prioridade de risco (<i>NPR - number of priority risk</i>) através da equação $NPR = S \times O \times D$; 7. Determinar as ações recomendadas para reduzir os NPR mais elevados; 8. Implantar as ações apropriadas e documentar os resultados; 9. Recalcular o NPR e iniciar as intervenções pelos valores mais elevados.
Método FMECA	Extensão do estudo FMEA com grande aplicação ao nível da melhoria da fiabilidade e manutibilidade de equipamentos e sistemas. Inclui a análise de criticidade, que é usada para avaliar a probabilidade dos modos de falha em relação à severidade das suas consequências.	<p>Metodologia similar ao FMEA, diferenciando-se na análise dos dados. A análise de criticidade (CA) pode ser quantitativa ou qualitativa, dependendo da disponibilidade de dados de suporte das falhas. A análise qualitativa é equivalente à realizada pelo FMEA culminando com a apresentação do NPR e atuando em função do seu valor. A análise quantitativa requer o cálculo da criticidade (Cr) de cada potencial modo de falha:</p> $Cr = F(t) \times MF(t) \times Pp(t)$ <p>F(t) - probabilidade de falha de cada item; MF(t) - Taxa do modo de falhas; Pp(t) - Probabilidade de perda.</p>

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Método M-VSM	É uma adaptação do método VSM. Tem por finalidade visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda cadeia de valor que ajuda a gestão, engenharia e as operações a reconhecer o desperdício e a identificar as suas causas.	Mapeamento da cadeia de valor. Inclui o mapeamento físico do estado atual enquanto se foca no estado pretendido ou estado futuro.
Método OPL	<i>One Point Lesson</i> - OPL, representam iniciativas específicas de curta duração realizadas no processo e são um veículo para transmitir procedimentos standards de trabalho ou SOP (<i>Standard Operating Procedures</i>).	Uma OPL pode ser do tipo: 1. <i>Folha de problema/desafio</i> : ensina como prevenir a recorrência de um dado problema no equipamento; 2. <i>Folha de informação</i> : contém conhecimento prático e básico orientando atividades de manutenção, pequenas intervenções na máquina antes de iniciar a atividade ou turno, ativar funções da máquina ao longo do processo, ações de limpeza e verificação e, por fim, lubrificação; 3. <i>Folha de melhoria contínua</i> : descreve a abordagem e as medidas-chave num programa de melhoria bem-sucedido.
Método QFD	Técnica que tem por finalidade captar o que o cliente necessita e espera de um produto ou serviço, procurando traduzir as necessidades e expectativas do cliente em requisitos de concepção, fabrico e entrega de produtos e serviços, de modo a que estes vão ao encontro do que é esperado pelo cliente.	O QFD começa com o design do produto ou serviço e do respetivo processo e conclui com um relatório completo de planos e instruções que garantem a entrega do produto ou serviço da forma como o cliente desejou. Pontos-chave no QFD: 1. Perceber as necessidades e expectativas do cliente; 2. Desenvolvimento da qualidade; 3. A qualidade como fator criador de valor; 4. Sistema de qualidade orientado ao cliente; 5. Estratégia para manter a empresa na liderança do mercado.

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Método RAMS	<p>RAMS - <i>Reliability, Availability, Maintainability and Safety</i>, leva em consideração uma abordagem integrada das características de fiabilidade, manutibilidade, disponibilidade e segurança de um equipamento. O RAMS pode ser caracterizado como um indicador qualitativo e quantitativo do grau de fiabilidade em que a unidade de produção e os seus equipamentos e componentes possam funcionar como requerido, estando ao mesmo tempo disponíveis e seguros.</p>	<p>O RAMS é composto por uma série de etapas. Primeiramente define-se a unidade industrial a analisar e faz-se uma descrição funcional. Posteriormente procede-se à decomposição dessa unidade industrial em equipamentos e componentes e realiza-se o respetivo diagrama funcional. Identificam-se, de seguida, as avarias, realiza-se uma análise HAZOP e selecionam-se os equipamentos e componentes para aplicação de um estudo FMECA. Definem-se os critérios de severidade, ocorrência e detetabilidade. Realiza-se uma análise FMECA e uma matriz de criticidade, define-se uma árvore de falhas e uma árvore de eventos (se necessário). É comum aplicar-se a análise de Pareto, da metodologia RCM e planeamento da manutenção.</p>
Método RCM	<p>É um processo de melhoria do desempenho dos equipamentos e instalações baseado na análise das funções dos mesmos. Sua aplicação bem-sucedida levará a uma redução efetiva de custos, aumento da disponibilidade de equipamentos e sistemas e uma melhor compreensão dos riscos.</p>	<p>É um processo de engenharia que permite definir para cada item o regime de manutenção mais adequado, tendo como referência o contexto operacional do item e os objetivos da organização e baseia-se nas seguintes questões:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O que é suposto cada item fazer e qual o desempenho padrão associado? 2. De que modos este item pode falhar? 3. Quais os eventos que causam cada falha? 4. O que acontece quando cada falha ocorre? 5. Qual o impacto de cada falha? 6. Que atividades podem ser sistematicamente realizadas para prevenir ou diminuir as consequências das falhas? 7. O que pode ser feito se não for possível implementar uma adequada ação preventiva?

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Método SMED	Consiste em ações de melhoria que visam a sistemática redução dos tempos e atividades de mudança e/ou ajuste, com o propósito de maximizar a utilização dos meios e o aumento da flexibilidade dos processos.	As principais fases do método são as seguintes: 1. Separar as atividades de setup internas e externas desenvolvida no processo de mudança de ferramentas; 2. Onde possível, converter as atividades de setup internas em externas de modo a minimizar o tempo de paragem do equipamento ou processo; 3. Eliminar a necessidade de ajustes; 4. Uniformizar e melhorar as operações manuais; 5. Melhorar o equipamento através de alterações estruturais ou de modo de operação; 6. Criar um registro de melhorias e definir os objetivos a atingir.
Metodologia TOPS/8D	Oito disciplinas, também conhecido como <i>team oriented problem solving</i> - TOPS/8D, visa eliminar a prática de "apagar incêndio" que frequentemente acontece à medida que o ciclo de vida do produto ou serviço vai se desenvolvendo. Consiste numa sequência de fases que deverão ser seguidas a partir do momento em que o problema se torne evidente.	As fases do método são as seguintes: Passo 1: Criar uma equipa e trabalhar com ela; Passo 2: Descrever o problema; Passo 3: Implementar e verificar as ações intermediárias de contenção; Passo 4: Definir e verificar a(s) causa(s) raiz; Passo 5: Escolher e verificar as ações corretivas permanentes; Passo 6: Implementar as ações corretivas permanentes; Passo 7: Prevenir a ocorrência; Passo 8: Felicitar a equipa.
Métodos Error-proofing	Também conhecidos como <i>mistake-proofing</i> , <i>fool-proofing</i> , <i>idiot-proofing</i> ou <i>fail-safing</i> . Referem-se a atividades de identificação e prevenção de causas prováveis de erros ou defeitos nos processos. Podem ser aplicados na melhoria de produtos, serviços e processos em todos os tipos de organizações.	Implementação de dispositivos poka-yoke, que significa "sistema à prova de erro" ou "algo que evita erro".

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Registro AAR	<p><i>After Action Report</i> - AAR, é uma ferramenta onde devem ser registradas as lições aprendidas resultantes de cada projeto e ser o ponto de partida para as próximas ações ou projetos de melhoria. Deve, ainda, auxiliar as equipa a evitar repetir erros e a receber conhecimentos e experiências únicas de anteriores projetos.</p>	<p>Registro das lições aprendidas. Os seguintes questionamentos devem ser realizados: - O que foi planejado? / O que realmente ocorreu? (fatos não julgamentos) / O que correu bem e por quê? / O que pode ser melhorado e como? A ferramenta consiste na Análise de Resultados, Análise de Tarefas Críticas, Sumário e Recomendações.</p>
Sete Ferramentas da Qualidade	<p>Grupo de ferramentas que possibilita a identificação e busca da causa de uma falha e são assim classificados: Diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa), Fluxograma, Histograma, Folhas de Verificação, Análise ABC, Gráfico de Tendência e Gráfico de Dispersão.</p>	<p><u>Diagrama de Ishikawa</u>: trata-se de uma ferramenta de análise normalmente usada em processos de brainstorming para a resolução de problemas; <u>Fluxograma</u>: forma gráfica de apresentar o fluxo de um processo; <u>Histograma</u>: gráfico para representar a distribuição de frequências de variáveis discretas e contínuas, podendo ser absolutas ou relativas; <u>Folha de Verificação</u>: são registros que permitem avaliar analisar a ocorrência de eventos; <u>Análise ABC</u>: regra 20/80 ou Princípio de Pareto, e diz-nos que, para muitos fenómenos, 80% das consequências advêm de 20% das causas; <u>Gráfico de Tendência ou run chart</u>: permite visualizar os resultados de um processo e ajuda a identificar possíveis alterações ao longo do tempo; <u>Gráfico de Dispersão ou scatter diagram</u>: é utilizado para estudar a relação, cuja medida é dada pelo coeficiente de correlação, existente entre duas ou mais variáveis de um processo.</p>

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 20 – continuação Soluções LCM

DESPERDÍCIO	DESCRIÇÃO	POSSÍVEIS SOLUÇÕES LEAN
Sistema Pull	Cada sequência de trabalho só é desencadeada quando a que está imediatamente a seguir o permitir. O sistema pull só desencadeia os processos na presença de um pedido, isto é, as operações são realizadas just in time.	Pode ser aplicado na manutenção para gerir o fluxo de trabalho, os estoques de materiais e peças de reserva.
Técnica FTA	Técnica analítica e dedutiva onde um nível não desejado (TLE - <i>top level event</i>) é especificado e analisado considerando todos os eventos da cadeia relacionados com falhas do sistema.	<p>A avaliação quantitativa fornece a probabilidade de ocorrência do evento topo da árvore, possibilitando também a identificação precisa das causas básicas que mais contribuem para a falha do sistema.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Definição do sistema; 2. Construção da árvore; 3. Determinação dos cortes mínimos; 4. Avaliação quantitativa; 5. Identificação dos modos de falha mais importantes; 6. Conclusões e recomendações.

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

ANEXO III

Tabela 21 - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA

RCA			
Entendimento do Problema (<i>Problem understanding</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
Flowchart (Fluxograma)	Entender o fluxo de atividades no processo	Fácil de usar; usa gráficos	Difícil de decidir no nível de detalhe
Critical Incident (Incidente crítico)	Entender quais são os sintomas mais preocupantes	Permite que qualquer pessoa participe; gera muitas ideias	Requer confiança e abertura
Spider chart (gráfico aranha)	Comparar o desempenho com referências externas	Apresentação gráfica facilmente compreensível	Dificuldade em obter os dados necessários
Performance matrix (Matriz de desempenho)	Priorizar problemas ou sintomas para atacar	Conduz a uma análise estruturada; abordagem gráfica	Requer avaliações subjetivas

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 21 – Continuação - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA

RCA			
Ideias para a causa do problema (<i>Problem cause brainstorming</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
Brainstorming (Tempestade de ideias)	Gerar tantas ideias quanto possível	Fácil de usar; envolve muitas pessoas	Uma ou poucas pessoas pode dominar; não é permitido anonimato
Brainwriting (Ideias escritas)	Gerar tantas ideias quanto possível	Envolve muitas pessoas; permite anonimato	Pode ser menos espontâneo que o Brainstorming
Is-Is not matrix (Matriz é-não é)	Gerar ideias sobre o problema, concentrando-se especialmente sobre o que faz e não em caracterizá-lo.	Separação clara entre efeitos que ocorrem e não ocorrem; permite visão mais clara de contratos e questões ímpares	Pode ser difícil chegar aos elementos "is not"
Nominal group technique (Técnica nominal de grupo)	Priorizar ideias	Fácil de usar; permite a qualquer pessoa votar igualmente	Pode ser difícil escolher entre várias alternativas
Paired comparisons (Comparações pareadas)	Priorizar ideias	Requer comparação apenas entre duas em duas alternativas ao invés de muitas ao mesmo tempo	Com muitas alternativas, o exercício torna-se inviável devido a um número demasiado elevado de pares

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 21 – Continuação - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA

RCA			
Coleta de dados para a causa do problema (<i>Problem cause data collection</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
Sampling (Amostragem)	Obter uma amostra representativa de uma grande população	Minimiza o esforço de recolha de dados	Difícil decidir sobre o tipo de amostragem e tamanho da amostra; A amostra pode não ser representativa
Surveys (Pesquisas)	Coletar dados dos participantes	Permite a recolha de grandes quantidades de dados	Boas pesquisas são difíceis de projetar; muitas vezes com baixa taxa de resposta
Check sheet (Folha de verificação)	Registrar dados em uma forma sistemática	Fácil de usar; assegura que todos os dados são capturados	Categorias de dados não especificados podem ser negligenciadas

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 21 – Continuação - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA

RCA			
Análise de dados para a causa do problema (<i>Problem cause data analysis</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
Histogram (Histograma)	Retratar dados graficamente	Fácil ver padrões; usa gráficos	Difícil identificar classes
Pareto chart (Gráfico de Pareto)	Encontrar os poucos elementos que causam a maioria dos efeitos.	Gráficos impressionantes	Vários eixos no mesmo gráfico.
Scatter chart (Gráfico de dispersão)	Encontrar as relações entre duas variáveis	Fácil de compreender gráficos	Difícil selecionar a variável independente e dependente
Problem concentration diagram (diagrama de concentração de problemas)	Descobrir padrões de ocorrências de problemas físicos	Mostra graficamente onde ocorrem problemas, pode ser usado para analisar os dados já coletados, usando folhas de verificação, por exemplo	Desenhar um mapa que representa o sistema real muito bem pode ser difícil
Relations diagram (Diagrama de Relações)	Encontrar a relação entre os vários elementos	Fornecer uma abordagem estruturada; dá uma imagem gráfica clara	Depende de avaliações subjetivas; o diagrama pode se tornar bastante complexo
Affinity diagram (Diagrama de afinidades)	Encontrar relacionamento que de outra forma não é facilmente visto	Pode revelar relacionamentos difíceis de se reconhecer	Requer criatividade, paciência e experiência anterior; menos estruturado.

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 21 – Continuação - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA

RCA			
Identificação da causa raiz (<i>Root cause identification</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
Cause and effect chart (Diagrama de causa e efeito)	Gerar e agrupar as causas do problema	Fácil de usar; promove a estrutura e criatividade	Uma ou algumas pessoas podem dominar o exercício
Matrix diagram (Diagrama de matriz)	Analisar as relações causais	Fornecer uma estrutura para a análise; mostra impacto combinado de fatores	Depende de avaliações subjetivas; alguns tipos de diagramas podem ser complexos de usar
Five whys (Cinco porquês)	Identificar cadeias de causa e efeito	Fácil de usar; descobre a causa raiz	Requer um pouco de criatividade e conhecimento profundo do problema
Fault tree analysis (Análise por árvore de falhas)	Graficamente mostra ramos de relações de causa e efeito	Cria uma visão sobre como causas interagem; pode usar os resultados já produzidos usando cinco porquês	No caso de muitas causas em diversos níveis, o diagrama pode ser difícil de construir e ler

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.

Tabela 21 – Continuação - Sumário de ferramentas aplicáveis à RCA

RCA			
Eliminação da causa raiz (<i>Root cause elimination</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
The six thinking hats (Os seis chapéus pensantes)	Gera várias ideias para solução	Obriga as pessoas a assumir diferentes mentalidades; fácil de usar	Requer um pouco de prática para se tornar eficaz; raramente chega a conclusões bem claras
TRIZ (Teória Rechénia Izobretátelskih Zadátchi - Teoria da Resolução de Problemas Inventivos)	Encontrar soluções viáveis, especialmente para problemas de engenharia	Baseia-se em princípios de solução gerais tabulados; é conhecido por criar soluções boas e criativas	Pode ser difícil de ser bem aplicado; menos adequado para os problemas mais suaves
SIT (Systematic inventive thinking - Pensamento inventivo sistemático)	Encontrar soluções criativas e viáveis	Baseia-se em modelos que ajudam a análise; é conhecido por criar soluções boas e criativas	Pode ser difícil de ser bem aplicado
Solution implementation (<i>Implementação da solução</i>)			
Estágio/Ferramenta	Proposta	Pontos Fortes/Vantagens	Pontos Fracos/Dificuldades
Tree diagram (Diagrama de Árvore)	Criar um plano de projeto para a implementação da solução	Estrutura as atividades de implementação; permite sequenciar atividades corretamente	Torna-se complexa com muitas atividades; menos adequado para o planeamento do projeto puro do que ferramentas mais avançadas.
Force-field-analysis (Análise das forças externas)	Compreender as forças de trabalho a favor e contra a mudança	Ilustra toda a mudança de clima num diagrama; fácil de usar	Pode ser difícil avaliar o poder das forças

Fonte: adaptado de Oliveira, 2017.