



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Ciências Aplicadas  
Mestrado em Engenharia de Produção e Manufatura



JULIANE ANDRESSA CAMATTI

PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO  
ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO NO SEGMENTO DE ALIMENTOS

A SYSTEMATIC PROPOSAL FOR LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTATION: A  
STUDY IN THE FOOD SEGMENT

LIMEIRA – SP

2018

JULIANE ANDRESSA CAMATTI

PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO  
ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO NO SEGMENTO DE ALIMENTOS

A SYSTEMATIC PROPOSAL FOR LEAN MANUFACTURING IMPLEMENTATION: A  
STUDY IN THE FOOD SEGMENT

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre(a) em Engenharia de Produção e Manufatura, na Área de Pesquisa Operacional e Gestão de Processos.

Dissertation presented to the School of Applied Sciences of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science in Management in the area of Production and Manufacturing Engineering in the area of Operational Research and Process Management

Orientador: Paulo Sérgio de Arruda Ignácio

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendida pela aluna Juliane Andressa Camatti, e orientada pelo Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio.

LIMEIRA – SP

2018

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas  
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

C14p Camatti, Juliane Andressa, 1991-  
Proposta de uma sistemática para implementação de produção enxuta um estudo de caso no segmento de alimentos / Juliane Andressa Camatti. – Limeira, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Paulo Sérgio de Arruda Ignácio.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Produção enxuta. 2. Administração da produção. 3. Alimentos - Indústria. I. Ignácio, Paulo Sérgio de Arruda, 1963-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

#### Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** A systematic proposal for lean manufacturing implementation a study in the food segment

**Palavras-chave em inglês:**

Lean production

Production management

Food - Industry

**Área de concentração:** Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

**Titulação:** Mestra em Engenharia de Produção e de Manufatura

**Banca examinadora:**

Paulo Sérgio de Arruda Ignácio [Orientador]

Kleber Francisco Espôsto

Alessandro Lucas da Silva

**Data de defesa:** 28-06-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia de Produção e de Manufatura

PROPOSTA DE UMA SISTEMÁTICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE PRODUÇÃO  
ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO NO SEGMENTO DE ALIMENTOS

JULIANE ANRESSA CAMATTI

Dissertação de Mestrado

Comissão Examinadora composta por:

Prof. Dr. Paulo Sergio de Arruda Ignácio (Orientador)

**Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp**

Prof. Dr. Alessandro Lucas da Silva

**Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp**

Prof. Dr. Kleber Francisco Espôsto

**Universidade de São Paulo**

LIMEIRA - SP

2018

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção de cada dia.

Aos meus pais, por me permitirem a vida e por dedicarem todo amor, carinho e força a cada jornada da minha vida. Ao meu irmão e minha cunhada, que sempre foram incentivadores do meu crescimento, eu amo muito vocês.

Aos professores da Unicamp que foram extremamente importantes na minha transformação durante esses dois anos.

Em especial, ao meu orientador, que não mediu esforços e nem a distância para conduzir-me ao desenvolvimento durante a trajetória nesta Universidade.

Aos amigos, obrigada por cada palavra, atenção e abraço.

Sou grata a todos vocês!

## RESUMO

O Brasil tem atuado com notoriedade no mercado internacional de carne, de modo que a expectativa do Ministério da Agricultura seja que, até 2020, a produção nacional de carne seja responsável por 44,5% do mercado mundial e a carne de frango responda por 48,1% das exportações mundiais. No ranking de produção de frango de corte, os Estados Unidos aparecem em primeiro lugar com 20,8%, e o Brasil com, aproximadamente 15%, ocupa o segundo, mas em se tratando de exportações, as posições se invertem e a porcentagem brasileira à frente da americana é de 10% (USDA, 2017). Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um procedimento sistemático de aplicação do Lean baseado em um modelo específico. Os objetivos específicos buscam resultados nas seguintes propostas: (a) adequar as etapas da sistemática de aplicação Lean; (b) destacar, no mapa de fluxo de valor, os pontos críticos pelo VSM e HACCP; (c) avaliar desempenho por meio da medição do processo produtivo em relação à flexibilidade, produtividade, qualidade e custo; (d) avaliar os princípios desenvolvidos na sistemática *Lean* aplicados no segmento de abate de aves. Este trabalho é considerado de natureza aplicada porque tem como objetivo gerar conhecimento em sua aplicação prática e buscar a resolução de problemas. Quanto à abordagem, é classificada como qualitativa, pois busca a expansão de informações, desenvolver concepções próprias sobre o fato estudado. Ela tem o caráter exploratório, por tratar-se de uma pesquisa com pouca informação, obtendo a possibilidade de identificar conceitos e condições promissoras, mais flexíveis comparada às demais. Esta pesquisa se caracteriza como estudo de caso, pois se trata da investigação de um determinado fenômeno, dentro de um contexto real e, por buscar o esclarecimento da flexibilidade, produtividade, qualidade e custo. Quanto à flexibilidade observou-se que tem maleabilidade no processo produtivo em relação à variação modular do *mix* de produtos. Quanto à produtividade, por meio das ferramentas de medição, demonstrou o rendimento e a eficiência dos processos, sendo um fator importante em todas as avaliações. O fator qualidade é primordial, é um indicador que visa ausência de erros no processo, atendendo conformidade do produto e a satisfação do cliente, e foi evidenciada no estudo nas atividades de reprocesso. Outro fator não menos importante é o custo, que está correlacionado aos desperdícios relacionados ao processo. No projeto-piloto, no setor de embalagens primárias, as medições foram realizadas no processo no qual demonstraram oportunidades de melhoria contínua referente ao desempenho na produção. Destaca-se, no projeto-piloto, o aumento da eficiência global do Lean de 10%, provocada pela redução do *setup* de 50%. Considera-se um resultado nas ações desenvolvidas um resultado importante para avaliações de planejamento estratégico.

## ABSTRACT

Brazil has acted with notoriety in the international meat market, so that the Ministry of Agriculture is expected that by 2020 the national meat production accounts for 44.5% of the world market and chicken meat accounts for 48, 1% of world exports. In the ranking of poultry production, the United States appears in first place with 20.8%, and Brazil approximately 15% occupies the second place, but when dealing with exports the positions are reversed, and the Brazilian percentage ahead of the American is 10% (USDA, 2017). This study aims to develop a systematic procedure of applying the Lean based on a specific model. The specific objectives seek results in the following proposals: (a) To suit the steps of systematic lean apply ; (b) Highlight the value stream map the critical points by the VSM and HACCP; (c) Evaluate performance by measuring the production process in relation to flexibility, productivity, quality and cost; (d) Evaluate the principles developed in the Lean system applied in the poultry slaughtering segment. This study is considered an applied nature because it has the objective to generate knowledge in your practical application, to seek the resolution of problem. About the approach, it is classified as qualitative because it seeks the expansion of information, to develop own conceptions about the fact studied. It has the exploratory character, for dealing with a research with little information, obtaining the possibility of identifying promising concepts and conditions, more flexible compared to others. This research is characterized as a case study, because it is the investigation of a certain phenomenon, within a real context and, for seeking clarification of flexibility, productivity, quality and cost. The obtained results demonstrate that the measurements in the process evaluated the performances regarding the flexibility, productivity, quality and cost. Regarding flexibility, it was observed that it has a malleability in the production process, as well as the modular variation of the product mix. Regarding productivity, through the measurement tools, it demonstrated the yield and the efficiency of the processes, being an important factor in all the evaluations. Quality factor is paramount, and it is an indicator that aims at the absence of errors in the process, attending product conformity and customer satisfaction, and was evidenced in the study in the reprocess activities. Cost is correlated with the waste in the process. Observing a pilot project, in the primary packaging sector, measurements were performed in the process in which demonstrate continuous improvement opportunities related to production performance. Standing out, the pilot Project provides a result about Lean's Global efficiency in 10%, caused by set up reduction of 50%. The results from the developed actions is considered important evaluations of strategic planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de desenvolvimento metodológico do estudo de caso.....	47
Figura 2 - Modelo de implementação proposto.....	54
Figura 3 - Estrutura hierárquica da equipe Lean formada na empresa em estudo.....	59
Figura 4 - Fluxograma das principais atividades que acontecem no processo da unidade industrial de aves.....	62
Figura 5 - O mapa de fluxo de material do processo produtivo de uma unidade industrial de aves.....	69
Figura 6 - Relação do takt time com as atividades desenvolvidas no processo .....	70
Figura 7 - Mapa de Fluxo de valor e HACCP .....	72
Figura 8 - Recorte do setor de embalagem primária .....	73
Figura 9 – Ilustração dos desperdícios do Lean observados no processo de embalagem primária .....	78
Figura 10- Demarcação das atividades de setup da máquina envelopadora.....	82
Figura 11 - Demarcação de atividades que estão relacionadas ao reprocesso.....	83
Figura 12 - Gráfico ilustrativo para gestão visual em meio eletrônico .....	89
Figura 13 - Demarcação de atividades que seriam minimizadas.....	90
Figura 14 - a) Setup medido no processo atual, b) Simulação de setup após atuação de ferramentas Lean .....	92
Figura 15 - Itens minimizados no processo pertencentes ao indicador qualidade .....	93
Figura 16 - Atividades listadas do novo setup.....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Princípios fundamentais do Lean .....	23
Quadro 2 - Sugestão para agrupar as características das ferramentas Lean .....	24
Quadro 3 - Algumas ferramentas e técnicas do Lean e definição segundo autores .....	24
Quadro 4 - Os tipos de perda de produção identificados pela Toyota.....	29
Quadro 5 - Lista de autores de artigos relacionados a metodologias de implementação do Lean .....	30
Quadro 6 - Itens de prática de desempenho na adoção de atividades Lean.....	33
Quadro 7 - Artigos relacionados ao ramo alimentícios e ferramentas Lean .....	36
Quadro 8 - Normas regulamentadores do Ministério do Trabalho e Emprego .....	39
Quadro 9 - Proposta do princípio de valor abordada do modelo base comparada a pesquisa..	50
Quadro 10 - Proposta do Fluxo de Valor abordada do modelo base comparada a pesquisa....	51
Quadro 11 - Proposta do Fluxo, Puxar e Perfeição abordada do modelo base comparada a pesquisa .....	52
Quadro 12 - Atividades divididas em cada operação com seus respectivos tempos.....	67
Quadro 13 - Tempo disponível de produção .....	79
Quadro 14 - Identificação do tempo médio de atividade.....	80
Quadro 15 - Classificação entre configuração interna e externa das atividades no setup .....	86
Quadro 16 - Atividades separadas em configuração interna e externa com os seus respectivos tempos .....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudo de tempos e métodos para produção proporcional à utilização de uma bobina .....	76
Tabela 2 - Cálculo de capacidade de produção disponível para uma máquina envelopadora..	80
Tabela 3 - Estimativa de unidades produzidas em um dia de produção.....	81
Tabela 4 - Relação medição de desempenho atual do processo com a implementação do Lean .....	91

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CPM	Continuous Performance Management (Medição de desempenho contínuo)
OJT	On the Job Training (Treinamento de trabalho)
SMED	Single Minute Exchange of Die (Troca rápida de ferramenta)
SQC	Statistical Quality Control (Controle estatístico de qualidade)
TPM	Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)
TQM	Total Quality Management (Gestão da Qualidade Total)
VSM	Value Stream Mapping (Mapa de fluxo de valor)

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
1.1	OBJETIVO.....	17
1.2	JUSTIFICATIVA.....	18
1.3	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA .....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	20
2.1	O <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	20
2.2	PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	22
2.2.1	Ferramentas <i>Lean</i> .....	23
2.2.2	Os sete desperdícios de produção apontados pelo <i>Lean</i> .....	28
2.3	PRÁTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO <i>LEAN</i> .....	30
2.4	MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	32
2.5	APLICAÇÕES DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> NO SETOR DE ALIMENTOS .....	35
2.6	LEGISLAÇÃO RELATIVAS À SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO .....	39
2.7	REQUISITOS LEGAIS DA ÁREA DE ALIMENTOS .....	41
2.7.1	HACCP.....	44
3	MÉTODO DE PESQUISA .....	45
3.1	PROCEDIMENTO DE PESQUISA .....	46
4	DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS .....	50
4.1	ANÁLISE DA SISTEMÁTICA PROPOSTA .....	50
4.2	MODELO PROPOSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO .....	53
4.2.1	Planejamento do caso .....	55
4.2.2	Coleta de dados .....	55
4.2.3	Análise dos dados.....	58
4.3	ETAPA 1: FORMAÇÃO DA EQUIPE <i>LEAN</i> .....	58
4.2	ETAPA 2: DETALHAMENTO DA PRODUÇÃO E DO PROCESSO.....	60
4.3	ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE DESEMPENHO .....	64
4.4	ETAPA 4: MAPA DO PROCESSO ATUAL.....	65
4.5	ETAPA 5: MAPEAMENTO DOS RISCOS SANITÁRIOS E DA QUALIDADE NO VSM .....	71
4.6	ETAPA 6: MEDIÇÃO DO PROCESSO .....	75

4.6.1	Estudo de tempos e métodos .....	75
4.6.2	Avaliação dos desperdícios a partir do estudo de tempos e métodos.....	78
4.7	ETAPA 7: MEDIÇÃO DO DESEMPENHO CONTÍNUO.....	79
4.7.1	Medição de desempenho .....	79
4.7.2	Avaliação dos indicadores.....	81
4.8	ETAPA 8: PROJETAR NOVO PROCESSO .....	84
4.8.1	Seleção de ferramentas .....	84
4.8.2	Medição do novo processo .....	91
4.8.3	Avaliação global para proposta do <i>Lean</i> .....	92
5	DISCUSSÃO.....	96
5.1	PROPOSTA DE VALOR .....	96
5.2	FLUXO DE VALOR .....	97
5.3	FLUXO CONTÍNUO.....	98
5.4	PUXADO E PERFEIÇÃO .....	100
6	CONCLUSÃO .....	101
	REFERÊNCIAS .....	103

## 1 INTRODUÇÃO

Na atual instabilidade da economia global, a permanência e competitividade das empresas depende de suas condutas e capacidades de adaptação às várias alterações do ambiente externo, aliada a mudanças de preferência de clientes, tecnologia, normas governamentais e concorrência, que reflete um aumento competitivo em vários setores importantes e fundamentais da economia como o agronegócio (SATOLO; HIRAGA; GOES, 2017).

A indústria do agronegócio é determinada como conjunto de mercados interligados com empresas que operam na produção, processamento e comercialização de produtos agrícolas em grande volume (SCAFARTO; RICCI; SCAFARTO, 2016). Esse setor tem sua marca devido a sua integração entre os setores da economia que estão diretamente entrelaçados aos produtos e subprodutos originados da atividade agrícola ou pecuária (CEPEA, 2017a).

O agronegócio é um aglomerado de segmentos de insumos (medicamentos veterinários, sementes, fertilizantes, entre outros), produção primária (produção do campo), agroindústrias (processamentos dos produtos produzidos, leite, ovos, carnes) e agrosserviços (centros de prestação de serviço, unidade de beneficiamento, unidades de comercialização, entre outros) (CEPEA, 2017a).

Segundo os dados apresentados pela USDA (United States Department of Agriculture), estima-se que, em 2017, a produção mundial de carne bovina, suína e aves de corte atinja uma produção de 262,8 milhões de toneladas, alcançando o maior número da história, com o crescimento girando em torno de 2% ao ano, este dado vem se comportando de forma crescente desde 2000, sendo incrementado, anualmente, 70 milhões de toneladas por ano (FORMIGONI, 2017).

O Brasil é reconhecido, internacionalmente, como o “celeiro do mundo”, devido a seu clima favorável, à produção de grãos, base de alimentação do frango e demais animais (ABPA, 2017a). Devido a tal fato, o Brasil tem atuado com notoriedade no mercado internacional de modo que a expectativa do Ministério da Agricultura é que, até 2020, a produção nacional de carne seja responsável por 44,5% do mercado mundial, e a carne de frango responda por 48,1% das exportações mundiais (MAPA, 2017a).

Segundo o Cepea (2017b), nos primeiros sete meses de 2017, o PIB brasileiro foi sustentado, novamente, pelo agronegócio, que apresentou um crescimento de 5,81% no PIB - volume (Produto Interno Bruto), de forma a amenizar as retrações da indústria e dos serviços referente ao PIB nacional. O Brasil aparece no ranking de produção de frango de corte como

segundo colocado com, respectivamente, 15%, aproximadamente 5% atrás dos Estados Unidos, primeiro colocado, mas lidera suas exportações nesse setor, estando à frente dos americanos em mais de 10% (USDA, 2017).

Dentre os variados produtos exportados oriundos da carne de frango, os cortes de frango ocupam lugar de destaque (59% do total exportado), seguido pelo frango inteiro (31%), por produtos industrializados (4%), embutidos (4%) e salgados (2%) (ABPA, 2017b).

Nas importações o Japão lidera o ranking, sendo o responsável por 10,3% dessas, seguido pelo México 8,9%, Arábia Saudita 8,5% e Europa (USDA, 2017).

A avicultura brasileira, uma das atividades do agronegócio que, por séculos, ficou apenas no ramo familiar e que, nas últimas décadas, cresceu e levou o Brasil a disponibilizar no mercado uma proteína animal de alta qualidade e sabor, reflexo de uma ração de alta qualidade com base em grãos de milho e soja, controle de sanidade e sustentabilidade da cadeia (UBABEF, 2011).

O crescimento do setor avícola, não é apenas econômico, trata-se de uma verdadeira revolução, emprega-se em torno de 4,5 milhões de pessoas de forma direta e indireta, promovendo a consolidação de suas atividades, de modo a manter as famílias no campo, geradoras de renda, inclusive em pequenas cidades brasileiras (UBABEF, 2011).

A indústria alimentícia, assim como qualquer empresa, seja qual for seu ramo de atuação, busca a melhoria de seus desempenhos em processos e atividades (MANZOURI, 2013). Para manterem-se competitivas, são necessárias constantes inovações em gestão e processo de produção, buscando-se melhoria contínua (SATOLO; HIRAGA; GOES, 2017).

A natureza da indústria alimentícia, no geral, obtém uma grande variação da qualidade da matéria prima, imprecisão no fornecimento e, também, a exigência particular de cada cliente, desta forma deixa o sistema produtivo bastante único ou próprio, com isso os gestores precisam balancear, continuamente, o risco de redução de qualidade do produto e geração de resíduos com o risco de altas despesas e insatisfação do cliente (DORA et al., 2014).

A melhoria contínua é uma abordagem sistemática que utiliza medição e análise dos processos com o intuito de identificar atividades que possuam oportunidade de desenvolver novos resultados voltados para a melhoria de qualidade de produto, ao processo de fabricação, à satisfação do cliente e também à minimização de custos (SCOTT; WILCOCK; KANETKAR, 2009).

A cultura de melhoria contínua surgiu da escassez de recursos para reconstrução dos países que participaram da Segunda Guerra Mundial, em especial o Japão que, a partir da dificuldade, visualizaram oportunidade de melhorias, desenvolveram e implementaram várias

metodologias em organizações do mundo todo, como exemplo dessas o *Lean Manufacturing*, que possui foco na eliminação de desperdícios, aumento de ganhos de produtividade e eficiência organizacional no momento que menos proviam de recursos para reconstrução (DE-FREITAS et al., 2017; BHAMU; SINGH-SANGWAN, 2014).

Womack et al. (1990) argumentam que a produção enxuta definia seus pontos de vista exclusivamente na perfeição, diminuindo custos, trabalhando com zero defeito, zero estoque, sem restrição de variedade de produtos. O *Lean* é uma metodologia focada na identificação e minimização dos desperdícios encontrados ao longo de todo o fluxo da cadeia do produto (SHAH, 2007).

Nesta temática, a implementação de *Lean* na indústria de alimentos apresenta um grande potencial sobre aplicabilidade de suas ferramentas, o bom emprego objetiva melhorar a eficiência de produção reduzindo os custos, aumentando o desempenho da produção no mesmo espaço produtivo além da segurança e qualidade do alimento por meio da minimização de perdas e resíduos (DE-STEUR et al., 2016).

Nas últimas décadas os hábitos alimentares têm passado por mudanças consideráveis em diversos países e o método de elaboração, manipulação e a distribuição tem evoluído para ficar junto desta tendência. O mesmo autor ainda ressalva que é indispensável o controle da higiene de forma eficaz, de maneira a distanciar-se de doenças, degradação de alimentos e seus efeitos na saúde e economia, onde todos os que participam da cadeia de produção desde o agricultor até o consumidor de alimentos têm a obrigação de assegurar que os alimentos sejam aptos ao consumo (CODEX, 2003).

O sistema alimentar consiste nas atividades de elaboração, processamento, embalagem, distribuição, venda e consumo de alimentos, este sistema caracteriza a economia da produção alimentar, a sustentabilidade e a mensuração de perdas e desperdícios, e este desperdício na produção de alimentos altera, e muito, o custo de produção e promove cargas desnecessárias de suplementos ao meio ambiente (EMBRAPA, 2017).

No processamento de alimentos, as indústrias obtêm algumas características uniformes no setor de produção onde os produtos são altamente perecíveis e ocorre a oscilação da qualidade de matéria prima e, também, de fornecimento; no setor de processamento que utiliza tanto operações manuais como automáticas, alta flutuação das receitas, produtos e técnicas de processamento, instabilidade no rendimento e duração do processamento de produto e outra característica na planta de produção, na qual o processamento e embalagem são separados para garantir uma maior qualidade do alimento (DORA et al., 2014).

Dentre os sete desperdícios apresentados pela metodologia *Lean*, quatro deles aparecem com maior evidência na indústria de alimentos, sendo eles: defeitos de produto, inventário desnecessário, superprodução e processamento inadequado, a associação de não conformidade das especificações técnicas e defeitos nos produtos é um problema altamente visível neste ramo (DE-STEUR et al., 2016).

Os principais desperdícios podem ser calculados a partir dos mais variados indicadores de qualidade, contudo, as aplicações práticas que manuseiam as ferramentas de *Lean* podem sinalizar a oportunidade de reduzir a chance de haver perdas de materiais (BESSERIS, 2014).

Neste contexto, a problemática de buscar soluções que possam minimizar o desperdício nas indústrias do setor alimentício é, de certa forma, embasada em diversos autores da literatura (WOMACK; JONES, 1996, OHNO, 1988) visando qualidade, melhoria contínua e novas formas de aplicação na utilização de ferramentas que propiciem resultados que melhorem a eficiência na sua produção. A importância destacada para o setor alimentício em seus processos produtivos, visam engajar pesquisas que possam empregar novos métodos da metodologia *Lean*.

Desta maneira, a flexibilidade de modelos de aplicações, orientam implementações que são desenvolvidas em um contexto que possam ser avaliados os processos, com aplicação de ferramentas adequadas e redução de desperdícios, bem como melhoria de desempenho nos processos produtivos em um ambiente próprio.

Nesse sentido, a pesquisa visou elencar o seguinte problema de pesquisa: quais melhorias se obtêm no desenvolvimento de um procedimento sistemático específico para implementação da metodologia *Lean*, visando melhorar o desempenho em processos produtivos na indústria alimentícia, respeitando as restrições das legislações deste segmento?

## 1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um procedimento sistemático de aplicação do *Lean* baseado em um modelo específico.

Os objetivos específicos buscam resultados nas seguintes propostas:

- a) Adequar as etapas da sistemática de aplicação *Lean*;
- b) Destacar, no mapa de fluxo de valor, os pontos críticos pelo VSM e HACCP;
- c) Avaliar desempenho por intermédio de medição do processo produtivo em relação à flexibilidade, produtividade, qualidade e custo;

- d) Avaliar os princípios desenvolvidos na sistemática *Lean* aplicados no segmento de abate de aves.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A engenharia de produção atua no planejamento, otimização e implementação de ferramentas, informações, energia e equipamentos para o desenvolvimento de bens e serviços, prezando pelas circunstâncias sociais, econômicas, éticas, culturais e ambiental (MIGUEL, 2012).

Na situação competitiva vivida, hoje, pelas organizações, os gestores se mantêm preocupados na busca por melhorias de eficiência operacional e otimização de custo de produção, comercialização e distribuição, pois tais ações deixaram de ser apenas fatores competitivos para o mercado e se tornaram um princípio fundamental para a sobrevivência da organização a longo prazo (DE-FREITAS et al., 2017).

Segundo os dados do IBGE (2017), a atividade de abate de carne de frango no segundo trimestre de 2017 já ultrapassou três bilhões de quilos e ainda está crescendo. Uma demanda alta e instável leva a um inadequado planejamento de produção e distribuição, que resulta em excessos, perda de materiais e produtos indisponíveis (DORA et al., 2014).

Por questões econômicas, as atividades que tratam de perdas de alimentos e resíduos são benéficas para os produtores de alimentos, mas não só eles, os consumidores também ganham em ter produtos com a mesma qualidade com menor custo (RUTTEN, 2013). Ainda, Dora et al. (2014) comentam que as práticas de *Lean Manufacturing* contribuem no processo de industrialização de alimentos na melhoria da eficiência operacional e redução de custos.

Ao longo dos últimos vinte anos, o *Lean* foi determinante na eliminação de várias formas de resíduos, sendo eles produtos defeituosos, superprodução, estoque desnecessário, atividades que não agregam valor ao cliente, tempo de espera, entre outros (DE-FREITAS et al., 2017).

Esta pesquisa contribui ao mercado como uma nova oportunidade de implementação de uma ferramenta que permite a melhoria do processo produtivo na indústria de alimentos, dentro de todas as legislações alimentares que o mercado internacional de alimentos exige, visando o aumento de desempenho e minimização dos desperdícios.

A contribuição acadêmica está voltada a novos estudos nessa área de *Lean Manufacturing*, possibilitando reflexões pertinentes à metodologia de melhorias em seus

processos, apoiando concepções norteadoras sobre o tema, evidenciando estudos que possam atender demandas científicas e teóricas, construindo novos modelos satisfatórios que visem expandir o conhecimento sobre o conteúdo e suas carências e, desta maneira, apoiar e valorizar a construção de métodos importantes que darão subsídios para estudos futuros.

### 1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo tem como foco a elaboração de uma sistemática voltada para a utilização de ferramentas do *Lean* na indústria de alimentos, bem como medição de desempenho do antes e depois da proposta com base no modelo proposto por Karim & Arif-Uz-Zaman (2013).

O desenvolvimento das etapas é estruturado dentro dos princípios do *Lean*. O foco da sistemática é que seja desenvolvida, internamente, pela equipe da própria organização, tendo ajuda externa caso não haja colaborador especialista em *Lean*.

São abordadas 3 fases, inicialmente planejamento do caso, posterior a coleta de dados, quando acontece o levantamento da situação atual, e a análise de dados que desenvolve o projeto-piloto da situação futura e, nesta parte da sistemática, está inserida a implantação e acompanhamento, que não serão abordados no objeto de estudo desta pesquisa.

Em estudo do processo industrial de uma unidade industrial de aves, delimitou-se o segmento de embalagem primária para observação de um projeto piloto avaliando a adaptação da metodologia proposta nesta pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O *LEAN MANUFACTURING*

O dia 15 de agosto de 1945 ficou marcado, na história, como o dia que em o Japão perdeu a Segunda Guerra Mundial e foi o marco, também, de um novo recomeço para a Toyota, quando o presidente da companhia, Toyoda Kiichirō, ressaltou que seriam necessários muitos esforços para alcançar a indústria americana em 3 anos, aprendendo com os próprios americanos, ou então, a indústria japonesa não sobreviveria (OHNO, 1988).

O melhor e mais admirável exemplo de pensamento sistêmico aplicado à organização industrial é derivado do Sistema Toyota de Produção (TPS), que é baseado num novo jeito de pensar referente à configuração e gestão do trabalho (SEDDON; CAULKIN, 2007).

O Sistema Toyota de produção tem como base a total eliminação de desperdícios alicerçada em dois pilares: *just-in-time* e automação para condução humana (OHNO, 1988).

O *Lean Manufacturing* é descendente direto do TPS e segue o mesmo objetivo de produzir os produtos certos, nas quantidades corretas, no tempo certo, de tal forma que movimentos desnecessários sejam eliminados, haja redução de estoques, visando a redução de custos, através da eliminação de desperdícios (SHAH; WARD, 2007).

O TPS foi desenvolvido por Taiichi Ohno no Japão, que executou tal sistema por três décadas dentro da Toyota (SHAH; WARD, 2007). Trabalhando na indústria têxtil, Taiichi Ohno teve vantagens quando adentrou a indústria automobilista, pois pôde notar as deficiências da automobilista em comparação à têxtil ao ingressar com a proposta de automação ativada a partir de um toque humano (OHNO, 1988).

Em 1984, tal sistema (TPS) foi ingressado nos Estados Unidos da América, nas fábricas da Toyota e General Motors, as quais não obtiveram êxito pelo fato dos gestores não conseguirem compreender a multifuncionalidade do método e transpassá-lo para o processo de produção (SHAH; WARD, 2007).

Para retomar a produção de automóveis após a segunda Guerra, a Toyota sentiu a necessidade de reduzir custos, visando competitividade no mercado com menos esforço de pessoal, menos estoques, menor investimento e defeitos e, com isso, introduziu um ótimo crescimento na variedade de produtos, de tal forma que o sistema Toyota de produção ganhou espaço competitivo na manufatura a partir da redução de custo, melhorando produção e qualidade (BHAMU; SINGH-SANGWAN, 2014).

Enquanto a Ford e a GM atuavam na produção em massa empurrada nos Estados Unidos, a Toyota no Japão optava por um diferencial do novo modelo de produção puxada, produzir a partir do fluxo de demanda do cliente, podendo aumentar a variabilidade do produto e utilizando a menor quantidade de recurso possível (SEDDON; CAULKIN, 2007).

Em 1990, o livro *The Machine that Change the World* (A máquina que mudou o mundo) publicado por James Womack, Daniel Jones e Daniel Roos, deu um passo importante na história ao caracterizar o Sistema Toyota de Produção como *Lean production/ Lean manufacturing* (produção enxuta/ manufatura enxuta) e descrever o sistema *Lean* em detalhes (SHAH; WARD, 2007).

Outro livro de grande peso foi lançado em 1994, também por James Womack e Daniel Jones *The Lean Thinking* (O pensamento enxuto), o livro aborda a metodologia e os princípios *Lean* nos diferentes níveis de empresa (SHAH; WARD, 2007).

O livro foi lançado com o objetivo de acordar as organizações que estavam presas ao método de produção em massa. O livro apresenta uma maneira de melhor atuar perante a organização e o gerenciar das operações de produção, as relações com a cadeia de suprimentos e com o cliente a partir do Sistema Toyota de produção que foi a pioneira no assunto (WOMACK; JONES, 1996).

O *Lean thinking* atua no nível estratégico entendendo o valor, enquanto o *Lean Manufacturing* atua no nível operacional eliminando os desperdícios com as ferramentas e técnicas, porém, ambas são cruciais para a compreensão básica como um todo na implementação das ferramentas e estratégias adequadas para fornecer valor ao cliente (HINES; HOLWEG; RICH, 2004).

*Lean Manufacturing* é uma metodologia empregada para transformar processos flexíveis em fluxo contínuo em uma produção contínua, entregando ao cliente um produto de valor em menor tempo, com um melhor o fluxo de trabalho, processo padronizado e eliminando seus resíduos, uma vez que os mesmos não agregam valor ao processo (SCOTT; WILCOCK; KANETKAR, 2009).

O *Lean thinking* é otimizado porque proporciona uma maneira de produzir mais com menos, ou seja, menos equipamentos, menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, porém, o método fornece uma opção de criar empregos em vez de apenas eliminá-los em busca da eficiência (WOMACK; JONES, 1996).

Associada à eliminação de desperdícios, frequentemente encontrado em empresas, como excesso de estoque ou excesso de capacidade o *Lean Manufacturing* atua para melhorar

os defeitos da variabilidade da cadeia, do tempo de processamento e demanda (SHAH; WARD, 2007).

As técnicas e ferramentas *Lean* foram empregadas em diversos ramos industriais, seja ele, automotivo, espacial, máquina-ferramenta, bens e serviços de consumo (SHARMA; DIXIT; QUADRI, 2016).

Para Dora et al. (2014) as práticas do *Lean* contribuem no processo para melhorar a eficiência operacional e redução de custos, porém, se deparam com barreiras setoriais que dificultam a implementação das práticas e, portanto, obter os resultados esperados.

Se revelado, gradativamente, com um conceito de melhoria contínua, o *Lean* atua para todos os modelos de organizações para a melhoria das suas operações (HU et al., 2015). O sucesso do *Lean* está, criticamente, relacionado a três pontos: aos colaboradores, à correta instrução e apresentação de informações e o compromisso da gestão, que deve vir do topo para a produção (DORA et al., 2014; SHOKRI; WARING; NABHANI, 2016).

Vários autores já documentaram, quantitativamente, os benefícios promovidos pela implementação do *Lean manufacturing*, como as melhorias de: tempo de produção, tempo de ciclo do produto, tempo das paradas, defeitos, estoques e a eficácia dos equipamentos, além das atividades listadas, também, estão integradas as melhorias na agilidade da comunicação, nas condições de trabalho dos funcionários, na organização do ambiente produtivo, entre outros (BHAMU; SINGH-SANGWAN, 2014).

Para que a aplicação do *Lean manufacturing* tenha sucesso é necessário averiguar os requisitos de segurança alimentar, qualidade e organização do trabalho (DORA et al., 2014).

## 2.2 PRINCÍPIOS E PRÁTICAS DO LEAN MANUFACTURING

A metodologia *Lean*, desenhada para oferecer maior valor à ótica do cliente, engloba várias pessoas que trabalham para a resolução contínua de problemas, com o objetivo de oferecer valor o tempo todo aos que recebem o serviço ou produto da empresa atuante do *Lean* (LEMAHIEU et al., 2017).

A ideia do *Lean Manufacturing* em uma organização é eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor ao processo produtivo (ZAHRAEE, 2016). O *Lean Manufacturing* é a estratégia de desempenho de melhoria contínua mais bem aceita no mundo todo (SHARMA; DIXIT; QUADRI et al., 2016).

O *Lean* foi codificado em cinco princípios enxutos fundamentais: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Os princípios estão listados individualmente no Quadro 1.

Quadro 1- Princípios fundamentais do *Lean*

Princípios	Definição
Valor	O valor é definido pelo cliente final. O valor é significativo quando atende às necessidades do cliente a um preço específico no determinado momento. Um valor preciso é o primeiro passo crítico do <i>Lean</i> .
Fluxo de valor	É um conjunto de todas as ações da atividade de valor para cada produto. A análise do fluxo de valor demonstra as ações que estão ocorrendo, ao longo do fluxo de valor do produto, e possivelmente identificar os desperdícios.
Fluxo contínuo	Com o mapeamento do fluxo de valor realizado e os desperdícios eliminados, ocorrem, nesta etapa, o rearranjo completo da mentalidade do ambiente, o agrupamento das atividades por tipo para que possam ser executadas da melhor forma e gerenciadas mais precisamente.
Produção puxada	A produção acontece a partir do que o cliente solicita, nas quantidades estimadas por ele, ao contrário de produzir e criar extensos estoques e, posterior a isso, empurrar o produto para o cliente.
Perfeição	No momento em que a organização tem precisão no valor do produto, identifica seu fluxo e o mantém, produz a partir do desejo do cliente o processo entra em estado de perfeição, ou seja, reduziram-se os esforços, o espaço, o tempo, o custo, os erros e passa a oferecer o produto nas condições estabelecidas pelo cliente a perfeição deixa de ser uma loucura e vira o cotidiano da organização.

Fonte: Womack & Jones (1996).

### 2.2.1 Ferramentas *Lean*

O *Lean Manufacturing* tem um tratamento multidimensional que engloba várias ferramentas de gestão que atuam em um sistema integrado, o estímulo principal do *Lean* acontece com a atuação dessas práticas, de forma simultânea, para criar um sistema produtivo de qualidade, que possibilita ter produtos acabados no ritmo da demanda do cliente com o mínimo de desperdício possível (SHAH; WARD, 2003).

A utilização da ferramenta *Lean* é benéfica por ser empregada em vários pontos da organização, de forma isolada, sem sofrer com a dificuldade de alterar o funcionamento por completo da organização e a abordagem fundamental da administração, a aplicação das ferramentas, normalmente acontece por equipe de melhoria ou consultores externos (WOMACK, 2006).

O autor Pettersen (2009) apresenta um quadro onde compila as considerações de autores de livros reconhecidos na literatura sobre as características integrantes do *Lean manufacturing*. A partir deste quadro o autor sugere uma forma de agrupar essas características de acordo com a afinidade e ressalta que algumas são usadas em conjunto para melhorar, ainda mais, o desempenho do sistema como demonstrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Sugestão para agrupar as características das ferramentas Lean

Termo coletivo	Característica específica
Redução de recursos	Lotes reduzidos Eliminar perdas SMED Redução lead time Redução inventário
Gestão de relações humanas	Time organização OJT Envolvimento dos funcionários
Estratégias de melhoria	Círculo de melhoria Kaizen Análise causa raiz / 5W
Controle de defeitos	Jidoka Poka yoke Inspeção 100% Andon
Gestão da cadeia de suprimentos	VSM Envolvimento de fornecedores
Padronização	5S Trabalho padrão Gestão visual
Gestão científica	Hoshin Kanri Estudo tempo/trabalho Multitarefa Redução da força de trabalho Adequação leiaute Manufatura celular
Técnicas incluídas	SQC TPM

Fonte: Pettersen (2009).

O Quadro 3 faz a descrição da classificação e aplicação de algumas das técnicas e ferramentas do *Lean*.

Quadro 3 - Algumas ferramentas e técnicas do *Lean* e definição segundo autores

Ferramenta	Definição/Aplicação	Autores
<i>Kanban</i>	A palavra <i>Kanban</i> , em japonês, significa registro visual. Tem como função principal sinalizar os níveis de estoque nas menores quantidades possíveis sem comprometer a produção.	Leonardo et al. (2017), Liker & Meier (2007), Womack & Jones (1996).
VSM	O mapa do fluxo de valor representa a trajetória de um processo produtivo e pode ser considerado como um mapa visual de todas as atividades, demonstrando como as atividades se relacionam e suas informações de tempo de recurso.	De-Steur et al. (2016), Folinas et al. (2013).
<i>Just-in-time</i>	É uma ferramenta largamente utilizada para redução de desperdícios e ineficiência. Este sistema orienta a produção sobre o que e quanto produzir e em que tempo, aumentando o desempenho de entrega do produto.	Danese et al. (2012).

Quadro 3 - Algumas Ferramentas e técnicas do *Lean* e definição segundo autores (continua)

Ferramenta	Definição/Aplicação	Autores
5S	É uma metodologia de organização da qualidade do ambiente de trabalho com padrões traçados, que contribui, vigorosamente, para a melhoria contínua nas organizações.	Randhawa & Ahuja (2017).
Trabalho padrão	O trabalho padrão é o ponto de partida para a melhoria contínua. São técnicas específicas de operação de produção baseadas no ritmo de produção.	Liker & Meier (2007).
TPM	É um programa de manutenção organizado que trabalha em busca de maximizar a utilização dos equipamentos, tem como objetivo manter os equipamentos atualizados e otimizados para obter o melhor desempenho e menor paradas de manutenção.	Moayed & Shell (2009), Shah & Ward (2003), Womack & Jones (1996).
Gestão visual	Enfatiza a comunicação visual. O papel desta ferramenta é ilustrar, de forma visual, por meio de imagens, o planejamento/controlar de processo, qualidade, estoques, segurança, informações do local de trabalho, entre outros.	Tezel et al. (2016).
<i>Kaizen</i>	É um termo japonês que significa mudança para melhor, usada para propagar a melhoria contínua. Melhorar atividade para ganhar mais valor.	Dakhli et al. (2017), Womack & Jones (1996).
<i>Poka-Yoke</i>	Método à prova de erros no sistema de produção.	Zahraee (2016), Liker & Meier (2007).
<i>Jidoka</i>	A tradução significa “máquina inteligente”, portanto, trata de máquinas automáticas.	Liker & Meier (2007), Chiarini (2011), Womack & Jones (1996).
TQM	Práticas de melhoria contínua e sustentabilidade da qualidade de processos e produtos. Inclui programas de gestão da qualidade, melhoria contínua de capacidade e medição do processo.	Shah & Ward (2003).
SMED	O SMED é abreviação do termo Single Minute Exchange of Die ou, traduzido ao português, troca rápida de ferramenta.	Chiarini (2011). Dillon & Shingo (1985)
5 Why (Porquês)	Atua para encontrar causas profundas, fugindo de situações pré-determinadas. Tem como objetivo encontrar a raiz da causa ao invés da raiz do problema.	Liker & Meier (2007).
Célula de manufatura	Se trata de uma célula, um espaço de produção onde todas os equipamentos e atividades para produção de um determinado produto, ou grupo de produto permaneçam próximas.	Chiarini (2011).
Fluxo contínuo	Significa diminuir a próxima de zero o tempo de qualquer atividade que esteja tomando tempo de espera para executá-la. É permitir que processos, pessoas e informações que estejam conectados se desloquem com rapidez.	Liker & Meier (2007).
<i>Heijunka</i>	Significa nivelar a produção ou torná-la uniforme. Nivelar um grupo de produtos todos os dias com o objetivo de produzir todos os produtos todos os dias.	Liker & Meier (2007).
<i>Andon</i>	Um dispositivo de controle visual, um visor iluminado presente no ambiente produtivo que relata o andamento do sistema de produção e alerta sobre problemas emergentes.	Womack & Jones (1996).

Como complemento da abordagem no Quadro 3 o VSM ou mapeamento de fluxo de valor, ou mapeamento do fluxo de informação e material, é uma ferramenta utilizada desde o Sistema de Produção da Toyota para demonstrar o estado atual e o futuro para técnicas de implementação do sistema Lean (ROTHER; SKOOK, 2007).

O pressuposto do mapeamento é observar quais situações estão erradas e assimilar a natureza das atividades do processo. O mapa de fluxo de valor contribui para enxergar as malhas do processo, antever o fluxo de valor enxuto e, também, disponibiliza uma compreensão, de modo simples, do percurso do fluxo de valor (LIKER; MEIER, 2007).

Identificação de todas as atividades que acontecem ao longo do fluxo de valor para um único produto ou à família de produtos (WOMACK; JONES, 1996).

No mapeamento, para a ilustração do processo utiliza-se uma caixa de processo para indicar uma etapa individual ou, em alguns casos, uma área do fluxo de material, tal fluxo é desenhado da esquerda para a direita na sequência do processo. O autor, ainda, comenta que logo abaixo da caixa de processo é criada a caixa de dados, onde serão listadas as informações importantes a cada processo, essas informações podem ser: tempo de ciclo, tempo de troca, disponibilidade da máquina, tamanho de lote de produção, número de operadores, entre outras, (LIKER; MEIER, 2007).

O tempo de ciclo é o tempo alocado para uma unidade ou um lote de produto, ou seja, é o tempo de operação (OHNO, 1988). Tempo de um produto que está sendo processado, uma fração de tempo do *lead time* (WOMACK; 1996).

Disponibilidade de máquina é a disponibilidade real da máquina para atividades específicas, o tamanho de lote se refere à quantidade de itens de um lote, ao número de operadores, às pessoas impostas para realizar a atividade (LIKER; MEIER, 2007).

O setup, segundo Ohno (1988) é um elemento que reduz a eficiência e aumenta o custo do processo. O autor ressalta que no sistema Toyota de produção a regra era atuar com tamanhos de lotes pequenos e setup curtos.

Ainda em sequência das atividades de mapeamento orientado pelos autores Liker e Meier (2007) ocorrem as atividades de inclusão de triângulos de estoque e demais atividades que representam o movimento dos produtos de chegada até o cliente final. O autor ressalta que, além do fluxo de material, é importante demonstrar o fluxo de informações a partir de setas na parte superior do mapa, as linhas estreitas representam informações e as linhas em forma de raio representam o fluxo eletrônico de informação.

Uma caixa de processo é utilizada para informar o departamento de controle e produção da empresa, que inclui o MRP, planejamento de necessidade de materiais para programar as atividades da indústria; o processo de controle de produção capta as informações dos clientes, do processo, analisa e envia as instruções para cada etapa do processo, sobre quais produtos serão produzidos e, como última parte do mapeamento, a ilustração, por meio de setas, mostrando a movimentação de material empurrada (LIKER; MEIER, 2007).

Com os dados de fluxo de material, de informações, tem-se o resumo das condições atuais do processo e, abaixo da caixa de processo e de dados, ocorre a linha do tempo para apontar o *lead time* de produção que é o tempo necessário para a peça percorrer todo o seu curso no chão de fábrica, iniciando na matéria prima até a expedição ao cliente (LIKER; MEIER, 2007).

O mapeamento de fluxo de valor tem apresentado resultado positivo em aplicações, por aumentar a visibilidade do fluxo de valor e ser uma abertura para partilha de informações entre os sistemas de integração (DE-STEUR et al., 2016).

O *takt-time* não é uma ferramenta, é uma definição empregada para projetar o trabalho e abrange o ritmo de pedido do cliente, ou seja, é o tempo disponível para elaborar produtos em uma determinada parcela de tempo dividido pela quantia de peças requeridas neste intervalo (LIKER; MEIER, 2007). O *takt-time* define o ritmo de produção, é a batimento cardíaco de qualquer sistema enxuto (WOMACK; 1996).

$$Takt - time = \frac{Tempo\ disponível}{Demanda} \quad (1)$$

O *takt-time* é o ritmo de vendas, ou a frequência de necessidade de um produto, produzindo mais rápido que isso há geração de estoques e, mais lento, que o *takt time* ocasionaria atraso na entrega (CHIARINI, 2011).

O *lead time* é o tempo total de processamento de um produto ou o tempo de espera que o cliente deve ter para a produção de um produto (WOMACK; 1996).

Segundo Dillon e Shingo (1985) a ferramenta SMED é uma abordagem científica utilizada para reduzir o tempo de configuração que pode ser aplicado em qualquer máquina de qualquer organização, sua construção se deu ao longo de 19 anos de estudos baseados em teoria e experiências práticas voltadas à melhoria da configuração para o tempo de *setup*, que é apresentada, em 3 passos, a seguir:

- O primeiro passo, e o mais importante na implementação do SMED, que pode promover redução de 30 a 50% dos tempos, é fazer a separação da configuração interna (IED) que retrata as atividades executadas somente quando a máquina estiver desligada, e a configuração externa (OED) onde as atividades podem ser realizadas em paralelo com o funcionamento da máquina.

- O segundo passo é a conversão de configuração interna para externa, onde ocorre a reavaliação das atividades para ver se não há alguma atividade interna que pode se enquadrar na externa e achar formas de converter as internas para externas dentro das condições possíveis.
- O terceiro passo envolve as melhorias na configuração das operações de forma elementar, melhorias estas no armazenamento de peças, no transporte, nas condições de manuseio de peças e máquinas, enfim, melhorias que, muitas vezes, são mudanças radicais, mas benéficas para o processo.

Os estágios 2 e 3 não são dependentes um do outro, eles podem acontecer de forma simultânea. Os autores ressaltam que o SMED é muito mais do que um sistema técnico, é uma nova forma de pensar sobre a produção, é necessário adotar novas perspectivas sobre os velhos hábitos (DILLON; SHINGO, 1985).

### 2.2.2 Os sete desperdícios de produção apontados pelo *Lean*

Pensando em desperdício e eliminação deste é necessário analisar dois pontos: primeiro que a melhoria da eficiência só faz sentido quando está relacionada à redução de custos, para atingir isso é necessário produzir apenas o necessário e, em segundo, que a forma de observar a eficiência deve ser melhorada em cada etapa, iniciando pelo operador, pela linha, pelo grupo e, depois, por toda a planta da indústria (OHNO, 1988).

O desperdício, no contexto *Lean*, inclui tudo o que não agrega valor ao processo ou serviço da perspectiva do cliente, os desperdícios relacionados são: movimentação desnecessária de materiais, tempo de espera, superprodução, reprocessamento, estoque, defeitos, resíduos ambientais e subutilização de pessoas e instalações produtivas (WICKRAMASINGHE; WICKRAMASINGHE, 2017; LEMAHIEU et al., 2017).

Na produção, os desperdícios se referem a todos os elementos de elaboração que apenas somam custos e não agregam valor ao produto (OHNO, 1988).

As principais perdas identificadas pela Toyota em processos de manufatura ou empresarias estão listadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Os tipos de perda de produção identificados pela Toyota

Perdas	Descrição
Superprodução	Produzir produtos a mais do que o planejado e mais cedo do que o cliente deseja gera perdas como custo com excesso de pessoal, transporte, armazenagem.
Espera	Funcionários parados esperando pela próxima etapa do processo, ferramenta, produto, peça, entre outros ou paralisação de equipamentos e gargalos de capacidade.
Transporte ou transferência	Movimentação de atividade em processo de um local para outro. Movimentação de peças, materiais ou produtos acabados entre processos ou para a estocagem.
Super processamento ou Processamento incorreto	Realização de atividades desnecessárias para processar um produto. Processamento inadequado causado por deslocamentos ou produtos defeituosos.
Excesso de estoque	Exagero de matéria prima, estoque no curso de produção ou produto acabado, ocasionando obsolescência, maior <i>lead time</i> , custos com transportes e armazenagem.
Deslocamento desnecessário	Seja qual for a ação que o funcionário execute durante sua jornada de trabalho que não agregue valor ao produto como localizar, empilhar, procurar ferramentas e, também, deslocamento pessoal.
Defeitos	Produção ou conserto de peças defeituosas. Retrabalho. Descarte. Produção para substituição e inspeção se caracterizam como desperdício de tempo, manipulação e esforço.
Não utilização da criatividade do funcionário	Perda de tempo, habilidades, ideias, melhorias e oportunidades de aquisição de conhecimento por não dar voz ao funcionário perante o processo do qual participa.

Fonte: Adaptado Liker & Meier (2007).

Salientado por Ohno que a perda de maior importância era a de superprodução, devido esta ser a causa da maioria dos demais tipos de perda, pois produzir quantidades e/ou produtos diferentes do solicitado pelo cliente, em qualquer parte do processo, levam, forçadamente, à formação de estoque em algum ponto do processo e, com isso, tais perdas ocultam problemas e os funcionários não são obrigados a pensar, portanto, a redução das perdas demonstra os reais problemas e obriga a equipe de gestão a usar criatividade para resolvê-los (LIKER; MEIER, 2007).

A alta eficiência de uma produção pode ser preservada pelo cuidado com a recorrência de falha de produtos, falhas operacionais, acidentes e com introdução das ideias dos próprios trabalhadores, ou seja, quando ocorre a eliminação de desperdício, melhora a eficiência da empresa em larga quantidade (OHNO, 1988).

## 2.3 PRÁTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO *LEAN*

A literatura apresenta diferentes autores com propostas de metodologias para implementação dos princípios e ferramentas *Lean* em diferentes segmentos de mercados e abordagens de aplicação. O Quadro 5 apresenta os autores estudados sobre metodologias de implementação *Lean*, com base na revisão da literatura em periódicos indexados.

Quadro 5: Lista de autores de artigos relacionados a metodologias de implementação do *Lean*

AUTOR	ÁREA	MODELO	CLASSIFICAÇÃO	PAÍSES
Dombrowski et al. (2018)	Serviços	Manufatura	Estudo de caso	Alemanha
Maia et al. (2017)	Indústria têxtil	Manufatura	Estudo de caso	Portugal
D'Antonio et al. (2017)	Aeronáutica	Manufatura	Estudo de caso	Itália
Berlec et al. (2017)	Gerenciamento -PME	Manufatura	Estudo de caso	Eslovênia
Brad et al. (2016)	Tecnologia – Edifício	Design	Estudo de caso	Suécia
Alaskari et al. (2016)	PME	Manufatura	Estudo de caso	Reino Unido
Arrieta Canchila (2015)	Indústria de vestuário	Manufatura	Estudo de caso	Colômbia
Karim et al. (2013)	Indústria de peças	Manufatura	Estudo de caso	Austrália
Jaaron et al. (2011)	Serviços	Thinking	Estudo de caso	Reino Unido
Kanikula e Kock (2009)	Indústria automotiva	Thinking	Estudo de caso	França
Klemke et al. (2009)	Planejamento industrial	Manufatura	Estudo de caso	Alemanha
Fortuny-Santos et al. (2008)	Indústria de automação	Manufatura	Estudo de caso	Espanha

Para desenvolver um serviço de pós-venda eficiente, os autores Dombrowski et al. (2018) apresentam uma abordagem direcionada a identificar os princípios favoráveis ao sistema de *Lean* de produção focada no processo de serviço pós-venda. Para promover o desenvolvimento desta metodologia, inicialmente, é analisada a característica do processo para processos centrais de pós-venda. Os autores concluíram que o sistema de serviços *Lean* não pode se apoiado, porém traz muitos benefícios ajudando os setores na redução de custos, retrabalho e a aumentar a satisfação do cliente.

Os autores Maia et al. (2017) atuaram no desenvolvimento de uma metodologia que contribuísse na implementação do *Lean Production*, baseado em três estudos de caso em três empresas do ramo têxtil no norte de Portugal. Os autores batizaram a metodologia de Modelo de Produção *Lean* em Indústria Têxtil e Vestuário, a qual foi desenvolvida em três fases: 1) A fase da preparação das pessoas e do ambiente de trabalho, para diagnóstico inicial da empresa; 2) Fase de implementação da metodologia; 3) Padronização e fortalecimento do trabalho realizado no decorrer da implementação, bem como a sua avaliação.

A dificuldade em desenvolver o trabalho se deu por conta da cultura organizacional fechada e demonstrar resistência, o que provocou tempo gasto muito alto na primeira fase de

preparação do pessoal e do ambiente, mas as empresas puderem observar a necessidade de mudança para caminhar em busca do objetivo da metodologia de produzir mais com menos (MAIA et. al, 2017).

Na busca de integrar sistemas de execução de manufatura ao *Lean Manufacturing*, os autores D'Antonio et al. (2017) buscaram desenvolver uma metodologia que integrasse o sistema responsável pela coleta, análise e distribuição de informação atendendo os diversos níveis hierárquicos com o *Lean Manufacturing*. Os autores destacam que, para oportunizar essa união, o modelo da metodologia foi elaborado em três etapas principais: identificação dos resíduos que serão interferem no desempenho do processo; descrição do processo de forma bem exaustiva e detalhada; análise de dados, onde ocorre o desenvolvimento de técnicas matemáticas para tal finalidade.

Os autores Berlec et al (2017) identificaram a ausência de modelos de *Lean* direcionados ao gerenciamento. Assim sendo, desenvolveram um método para facilitar a implementação do *Lean*, com êxito, nas pequenas e médias empresas, o qual é elaborado com foco nos 5 princípios do *Lean*: especificação de valor, fluxo de valor, fluxo, puxado e perfeição.

Além de pequenas e médias empresas, este modelo pode ser utilizado em indústrias de grande porte, desde que haja uma pessoa direcionada a monitorar as atividades e atuar em tempo real caso observe falha (BERLEC et al., 2017).

A metodologia de *design Lean* para a inovação disruptiva desenvolvida pelos autores Brad et al. (2016) é trabalhada de forma a reduzir a ineficiência e aumentar o valor, que faz a combinação de análise de mercado com inovação em modelos de negócio com foco em evolução do sistema. Para validação deste modelo, os autores realizaram um teste em tecnologias pra edifícios inteligentes.

Focado em ajudar as Pequenas e Médias Empresas (PMEs) os autores Alaskari et al. (2016) desenvolveram metodologia para seleção de ferramentas *Lean*, apropriada para contribuir na tomada de decisão usando uma abordagem numérica. Os autores desenvolveram a metodologia por meio de dados obtidos da literatura e questionário respondido por empresa estudo de caso e especialista na área, esses dados foram analisados e, por meio de método estatístico, desenvolveu-se uma matriz de seleção de ferramentas do *Lean*.

Em busca de estratégias de melhoria, Arrieta Chanchila (2015) desenvolveu uma metodologia para caracterizar ferramentas do *Lean Manufacturing* e inovação. A partir de medições iniciais foram estabelecidas ferramentas para atuação. A autora utilizou um teste piloto a partir de três perspectivas: sistêmico, por processo e global, com o intuito de estabelecer

capacidade internas, externas e inovadoras para o processo produtivo na indústria de vestuário em estudo.

Um dos modelos de metodologia para implementação do *Lean* foi proposto pelos autores Karim e Arif-Uz-Zaman (2013) cujo objetivo é desenvolver uma metodologia eficaz para integrar estratégias *Lean* no processo produtivo e uma métrica de avaliação desta ação enxuta utilizando a medição contínua ao demonstrar, detalhadamente, as etapas para implementação do *Lean* relacionada aos 5 princípios do *Lean*.

Essa métrica de avaliação do *Lean* desenvolvida por Karim e Arif-Uz-Zaman (2013), atua para medir o estado atual do processo em condições de produtividade, eficiência, eficácia, tempo de valor agregado e taxa de defeito.

A partir de uma pesquisa realizada no setor de *call center* em um líder do mercado de janelas, persianas e acessórios eletrônicos no Reino Unido, os autores Jaaron e Backhouse (2011) constataram a necessidade de desenvolver uma metodologia prática de implementação do *Lean Thinking* para operações de serviço de *call center*. O foco do desenvolvimento desta metodologia, dentre as etapas estabelecidas, está ligado à redução de desperdícios do sistema e a melhoria de desempenho ressaltada pela economia financeira (JAARON; BACKHOUSE, 2011).

O autor Kanikula e Kock (2009) buscou desenvolver uma metodologia clara e adaptável a processos de montagem e desmontagem com o conceito *Lean Thinking*. Ele buscou adaptar a utilização do *Lean* dentro do processo de remanufatura por meio de ferramentas e métodos, visitou várias empresas do mesmo segmento em busca de informações para desenvolver uma metodologia genérica de remanufatura *Lean* focada no setor automotivo.

Com o foco em redução de custos, os autores Klemke et al. (2009) desenvolvem uma metodologia que permite avaliar a aplicação de *Lean Production* e, também, projetar novas indústrias voltadas à produção com a conceituação *Lean*.

Na opinião dos autores Fortuny-Santos et al. (2008) a chave do sucesso é encontrada mediante gestão do *Lean* na eficiência na fabricação. Com isso, os autores propõem um método para instalar os princípios do *Lean* em indústrias de porte médio conduzidas pela automação em casos de aplicação em indústrias espanholas.

## 2.4 MEDIÇÃO DE DESEMPENHO NO *LEAN MANUFACTURING*

As medidas de desempenho têm o potencial de contribuir para orientar uma organização para focar nos resultados em área escolhida, independente do sistema de medição

de desempenho utilizado, este fornece um sistema que atua na detecção de problemas precoces, indicando a causa, diagnosticando situações para o ocorrido e auxiliando as ações corretivas que serão tomadas (BHASIN, 2008).

Segundo Gunasekaran e Kobu (2007) métricas e medidas de desempenho são importantes para gerenciar, com eficiência e eficácia, as atuações e operações logísticas de uma empresa. No entanto, o maior desafio é o desenvolvimento de medidas corretas para a tomada de decisão adequada buscando uma maior competitividade organizacional. A eficácia é a medida de requisitos solicitados pelos clientes e foram atendidos, já a eficiência mede quão economicamente os recursos de uma organização são utilizados para fornecer o mesmo produto que satisfaça a solicitação do cliente (SHEPHERD; GÜNTER, 2010).

As medidas de desempenho devem ser determinadas de forma a permitir que a organização possa avaliar o funcionamento do processo, se está atuando em direção à meta e analisar pontos que atuam de forma a reforçar o trabalho bem feito ou indicar os problemas a serem resolvidos (BHASIN, 2008). Argumenta o mesmo autor que o conjunto de medidas de desempenho apropriadas varia de acordo com o tamanho, estratégia e tecnologia abordados pela empresa, junto à característica da indústria e setor em que esta organização atua.

A variação de tempo e quantidade de produção são vistos, em todos os processos, a partir do fornecimento da demanda de cadeia, que por si só se torna um rival do *Lean Manufacturing* e necessita de tomada de atitude para redução (BHASIN, 2008).

Em pesquisa, os autores Malmbrandt e Åhlström (2013) desenvolveram um instrumento para validar as medidas operacionais do *Lean*, tal instrumento foi vigoroso a partir de observações teóricas e empíricas de seleções de citações, entrevistas semi-estruturadas, bem como capacidade de adesão do *Lean* durante o serviço. Este instrumento possibilitou discriminar a adoção entre alta e baixa do serviço *Lean*, e mudanças respectivas, a longo prazo, de admissão de desempenho.

Esta prática, desenvolvida por Malmbrandt & Åhlström (2013), possibilita aos gestores rastrear o desenvolvimento de adesão do *Lean*, atuando de acordo com o planejamento do processo. Tal trabalho constatou 34 itens que auxiliam na adoção das práticas do *Lean* e desempenho operacional listado no Quadro 6.

Quadro 6 - Itens de prática de desempenho na adoção de atividades *Lean*

Seção	Plano estratégico	Plano operacional
I	Treinamento, compromisso e entendimento dos funcionários	- Treinamento de funcionário; - Compromisso do empregado; - Entendimento do funcionário.

Quadro 6 - Itens de prática de desempenho na adoção de atividades *Lean* (continua)

Seção	Plano estratégico	Plano operacional
	Compromisso e compreensão da Gestão	- Compromisso de gestão; - Entendimento de gestão.
	Elementos de infraestrutura	- Tempo para o trabalho de melhoria; - Recurso para o trabalho de melhoria; - Agente de mudança; - Fluxo de informação bidirecional.
II	Valor do cliente	- Identificação do valor do cliente; - Envolvimento do cliente.
	Identificar resíduos	- Mapeamento do fluxo de valor.
	Fluxo	- Design do local de trabalho para o fluxo; - Conectando o processo.
	Padronizar o trabalho	- Tarefas padronizadas; - Formalização de padrões de trabalho.
	Cargas de trabalho em nível de Equilíbrio	- Planejamento proativo.
	Qualidade/zero defeitos	- Qualidade integrada.
	Puxar	- Sistema puxado.
	Visualização	- Sinais visuais; - Visualização de informações; - Visualização de melhorias.
	Funcionários multifuncionais	- Funcionários medem e acompanham o trabalho; - Equipe multifuncional.
III	Melhoria contínua	- Participação dos funcionários no trabalho de melhoria; - Foco no trabalho de melhoria; - Resolução estruturada de problemas; - Sustentando melhorias.
	Desempenho	- Prazo de execução; - Inventário; - Produtividade; - Qualidade; - Custo; - Satisfação.

Fonte: Adaptado de Malmbrandt & Åhlström (2013).

Os autores Karim e Arif-Uz-Zaman (2013) desenvolveram uma metodologia para implementar *Lean* como uma estratégia de fabricação e métrica de avaliação de magreza utilizando a medição de desempenho contínuo (*Continuous Performance Measurement*), tal métrica é constituída de atributos de eficiência e eficácia do desempenho de fabricação e foi desenvolvida com o propósito de avaliação contínua da implementação do *Lean Manufacturing*.

Segundo os autores, este sistema de medição de desempenho de produção foi desenvolvido para atender às seguintes necessidades: simplificar e integrar a medição de desempenho em um único sistema e adaptá-lo à frequência do processo de manufatura, desenvolver indicadores de melhoria contínua que, além dos resultados, possa detectar as causas

de desvios e aprimorar a atuação da equipe e vincular os objetivos dos indicadores às necessidades internas ou externas dos clientes (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

Os autores Olivella e Gregorio (2015), com o objetivo de melhorar a eficiência geral do equipamento e os valores de capacidade, retratam um caso de medição de desempenho em uma indústria integrada e sistema de implementação focado na organização de fluxo de valor e melhoria de desempenho como seus respectivos resultados. Os autores argumentam que, em busca de fortalecer o foco de fluxo de valor, a aplicação do modelo permitiu que a empresa trabalhasse com um número maior de clientes, porém com foco em organização e no dimensionamento do volume de desempenho (OLIVELLA; GREGORIO (2015).

A realização do trabalho dos autores Olivella e Gregorio (2015) se dá pela medição do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) um indicador utilizado para medir a eficiência global que, nesse trabalho, foi feito em 100% das máquinas da planta e os dados foram introduzidos em um *software* em intervalo de tempo determinado que permitiram o acesso às informações a qualquer momento. Salientam, ainda, os autores, que tal sistema demonstra o Gráfico de Pareto das perdas, permitindo análise dos dados coletados, o que possibilitou uma avaliação operacional diária nas reuniões entre os gestores e contribuiu para o objetivo da organização que era focar no desempenho do volume, dessa forma, o trabalho trouxe uma melhora do OEE da empresa estudada de 5 a 10%.

Indicadores de desempenho sugeridos por Karim e Arif-Uz-Zaman (2013) tais como custo, qualidade, flexibilidade, tempo e produtividade simultânea. Os autores argumentam que a medição dos indicadores acontece, inicialmente, para se obter conhecimento de como o setor está operando, antes da implementação do estudo, para se obter comparativos, pré e pós estudo.

Os autores Shah & Ward (2003) também classificaram como importante o uso de indicadores de desempenho para realização de melhorias em processos e citaram exemplos como custo, qualidade, tempo, processamento, produtividade. Já Bhasin (2008) indica as medidas de desempenho como qualidade, tempo, processamento, habilidade dos empregados e produtividade.

## 2.5 APLICAÇÕES DO *LEAN MANUFACTURING* NO SETOR DE ALIMENTOS

As revisões de literatura e as revisões sistemáticas ocorrem dentro da área de alimentos de forma geral, sem restringir algum setor específico da indústria de alimentos, em

consulta aos periódicos *Web of Science*, *Emerald* e *Science Direct*, a partir de palavras-chave: *Lean tools and food*, *Lean and food*, sem restrição de ano.

Observando pela revisão de literatura as ferramentas de manufatura enxuta que foram aplicadas expressas no Quadro 7.

Quadro 7 - Artigos relacionados ao ramo alimentícios e ferramentas *Lean*

Autor	Área	Ferramenta	Classificação	Países
Powell et al. (2017)	Processamento industrial de leite	VSM	Estudo de caso	Noruega
Satolo et al. (2017)	Agronegócio	Várias	Estudo de caso	Brasil
Abdelhadi (2016)	Rede de <i>fast-food</i>	<i>Takt time</i>	Estudo de caso	Arábia Saudita
Bezuidenhout (2016)	Cadeia de suprimentos da indústria de alimentos	-	Estudo de caso	Nova Zelândia
De-Steur et al. (2016)	Agroalimentar	VSM	Revisão sistemática	-
Shokri et al. (2016)	Aeroespacial e Agroalimentar	TQM	Estudo de caso	Alemanha
Bamford et al. (2015)	Indústria de alimentos e organização de saúde	-	Estudo de caso	Reino Unido
Afonso & do Rosário Cabrita (2015)	Segmento alimentício	-	Estudo de caso	Portugal
Manzouri et al. (2013)	Cadeia de suprimentos da indústria de alimentos	-	Estudo de caso	Malásia
Folinas et al. (2013)	Cadeia de suprimento agroalimentar	VSM	Estudo de caso	Grécia
Zarei et al. (2011)	Cadeia de suprimentos de alimentos	JIT	Estudo de caso	Irã
Rahimnia et al. (2009)	Restaurante <i>fast-food</i>	JIT	Estudo de caso	Irã
Koumanakos (2008)	Indústria de alimentos, têxtil e química	-	Estudo de caso	Grécia
Taj (2008)	Várias áreas de produção	Kanban	Estudo de caso	China
Cox et al. (2007)	Cadeia de suprimentos agroindustrial	-	Estudo de caso	Reino Unido
Taylor (2006)	Cadeia de suprimentos agroindustrial	-	Estudo de caso	Reino Unido
Taylor (2005)	Cadeia de suprimentos agroalimentar	VSM	Estudo de caso	Reino Unido
Zokaei & Simons (2006)	Indústria de carne vermelha	VSM	Estudo de caso	Reino Unido

Powell et al. (2017) investigaram a aplicação de *Lean Six Sigma* na indústria de processamento de leite. A pesquisa ocorreu por um período de seis meses e, a partir do mapeamento do fluxo de valor (VSM) e da ferramenta DMAIC (definir, medir, analisar, melhorias e controlar), foi possível reconhecer os desperdícios, causas, consequências e ter conhecimento de como reduzir.

Satolo et al. (2017), em análise ao estudo de caso em 8 (oito) diferentes empresas do agronegócio, atuaram com a intenção de avaliar o grau de adesão ao sistema de produção *Lean production*.

O autor Abdelhadi (2016), com o objetivo de melhorar o desempenho de atendimento ao cliente de três restaurantes de *fast-food*, utilizou no estudo de caso a ferramenta *takt time* para medir a eficiência relativa do tempo de serviço e identificar os gargalos entre as três entidades que fornecem o mesmo serviço.

Já Bezuidenhout (2016) desenvolveu uma metodologia simples e de uso comum para poder quantificar o grau de *Lean* e agilidade em qualquer ponto que faça parte da cadeia de suprimentos, no desenvolvimento do trabalho não é estipulado um nível de enxuto ou de agilidade necessária, a pesquisa quantifica os dados atuais e demonstra em que patamar a empresa se encontra, a parametrização do *Lean* no setor que contribuiu para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

De-Steur et al. (2016), em revisão sistemática, demonstram que, dos 24 casos pesquisados, 16 deles aplicaram o VSM junto a mais alguma outra ferramenta complementar (5S, JIT, *Kanban*, gestão visual, manufatura celular e simulação) e, destes, 15 estão focados em processamento de alimentos, que são movidos à identificação e eliminação de perdas e desperdícios nas mais variadas plantas agroalimentares (pão, pêssego, café, biscoito, suco, vinho, entre outras).

Os autores Shokri, Waring e Nabhani (2016) argumentam que a junção de *Lean* e *Six Sigma* proporcionou uma estratégia de melhoria de negócios na última década trazendo maior desempenho de mercado e de negócio e tem se apresentado, também, como ferramenta principal para o gerenciamento total da qualidade (TQM), para a melhoria de desempenho nas organizações, tais conclusões foram obtidas a partir de um estudo realizado em sete indústrias do ramo aeroespacial e agroalimentar na Alemanha.

Afonso e do Rosário Cabrita (2015) apresentam, em seu trabalho, um conjunto de métricas para gerenciar a cadeia de suprimentos, a partir do *Lean*, para ajudar os gerentes a selecionarem o desempenho mais adequado para alcançar os objetivos.

Bamford et al. (2015) exploraram o estudo sobre a implementação de *Lean* em duas organizações com contextos diferentes, a indústria de alimentos e a organização de saúde. O contraste entre as indústrias fornece informações sobre ganhos, implicações práticas e desafios para implementação e execução. Tais autores podem concluir que a adoção ocorre devido às organizações externas como padrão de demanda, falta de confiabilidade do fornecedor, desafio em relação à pouca experiência com o tema e executa contra os custos financeiros e riscos operacionais.

Manzouri et al. (2013) tiveram como objetivo avaliar a possibilidade de implementação do *Lean* na cadeia de suprimentos da indústria de alimentos na Malásia e as

possíveis barreiras. Na pesquisa, 70,5% das empresas não utilizam o Lean na cadeia de suprimentos e, dentre as barreiras encontradas, uma foi o custo de implementação e a falta de trabalhador qualificado.

Em revisão sistemática sobre o desperdício na gestão da cadeia de suprimentos agroalimentar, constatou-se que as técnicas de *Lean production* são eficazes para a identificação e eliminação de fontes de resíduos, a ferramenta VSM foi utilizada como proposta para determinar tal desperdício nesta pesquisa (FOLINAS et al., 2013).

Os autores Zarei, Fakhrzad e Paghaleh (2011) utilizaram o JIT (*just-in-time*) focado na redução de custos da cadeia de suprimentos alimentar.

No estudo de caso em uma rede de *fast-food* composta por sete lojas, cujo objetivo foi a minimização de custos, deslocaram o centro de produção para uma única loja e repassavam os produtos semi-prontos para todas as outras lojas e aplicaram a ferramenta *just-in-time* para reduzir o número de estoque, que era semanal, para diário, esses produtos correspondem a 70% do quadro de vendas da empresa e foram classificados como produção em massa, porém os outros 30% são classificados como produtos personalizados e não se enquadram nesse estilo de produção em massa, os próprios autores ressaltam que o *Lean* não atende a esta necessidade e recomenda outra forma de atividade (RAHIMNIA; MOGHADASIAN; CASTKA, 2009).

Koumanakos (2008), em um estudo de caso, investigou a relação entre a gestão de estoques e medidas de desempenho para um grupo de empresas do ramo de alimentos, têxtil e química, mas apenas o setor correspondente à indústria química confirmou tal relação.

Taj (2008) buscou avaliar a adaptação da indústria com o *Lean Production* e como estão operando, atualmente, as plantas de empresas dos mais variados ramos, de eletrônico, telecomunicações, alimentos, vestuário, farmacêutica, entre outros, porém a indústria de petróleo lidera o *ranking* na atuação *Lean*, seguida da planta de computadores e telecomunicações.

Cox, Chicksand e Palmer (2007), cuja pesquisa baseia-se em três cadeias de fornecimento de carne: suína, bovina e de cordeiro, cada uma das cadeias foi analisada desde o caminho percorrido do portão da fazenda até a mesa do consumidor, constataram que a cadeia da carne bovina e de cordeiro se apresentam como a mais complicada para utilização dos princípios *Lean* e necessitam de mais estudos; a cadeia de carne suína apresenta resultado de trabalhos aplicados aos princípios *Lean* sem obtenção de ganhos comerciais como o esperado.

Taylor (2006) apresenta que as técnicas da cadeia de valor demonstram oportunidade de melhoria na cadeia de suprimentos agroalimentar e, também, um modelo inicial da integração da cadeia de fornecimento a partir dos princípios de *Lean* na cadeia de

suprimentos de carne de porco. A pesquisa elaborou sugestões e detalhes sobre as implicações estratégicas, seus potenciais benefícios comerciais perante adoção à gestão integrada da cadeia de abastecimento.

Taylor (2005) propõe uma metodologia para aplicação de técnicas de melhorias *Lean* na cadeia de suprimentos agroalimentar completa, tal pesquisa envolve o agricultor, a indústria de processamento dos alimentos e o varejista, nela o autor identificou que o VSM pode trazer oportunidade de melhorar o desempenho de oferta da cadeia, a rentabilidade e os relacionamentos e que se aplica, muito bem, ao processamento e ao varejista, porém, na fazenda há necessidades de avanços na pesquisa porque o modelo similar não se aplica.

Zokaei e Simons (2006) apresentam uma metodologia para análise da cadeia de valor da cadeia de suprimentos agroalimentar com base nos conceitos *Lean* no artigo, ao qual utilizou o VSM e análise do fluxo de valor para reestruturar os processos, ao longo da cadeia, e identificar o desalinhamento entre o desenvolvimento do produto e a necessidade das atividades da cadeia de suprimentos com o consumidor, a qual demonstrou ganhos a partir da melhora da eficácia da cadeia de suprimentos.

## 2.6 LEGISLAÇÃO RELATIVAS À SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO

As normas regulamentadoras (NR) são uma reunião de exigências e procedimentos que tratam da segurança e medicina do trabalho, ou seja, garantem a integridade de funcionários e empregador, são normas de suma importância e são obrigatórias para todas as empresas, seja ela pública ou privada, de administração direta ou indireta, de órgãos públicos e poderes legislativos e judiciário, que obtêm empregados governados pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (MTE, 2018).

O Ministério do Trabalho e Emprego, na PORTARIA N.º 3.124, 08 DE JUNHO DE 1978, por meio de atribuições legais relacionadas à Lei do Trabalho aprovou as normas regulamentadoras (NR) relacionadas à segurança e medicina do trabalho. Sendo elas as normas regulamentadoras apresentadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego

<b>Norma Regulamentadora</b>	<b>Descrição</b>
<b>NR - 1 - Disposições Gerais</b>	Obrigatoriedade de empresas públicas e privadas, bem com poder legislativo e judiciário, que possuam empregados regidos sob regime da Consolidação das Leis do Trabalho – CLT.
<b>NR - 2 - Inspeção Prévia</b>	Todo e qualquer estabelecimento novo, antes de iniciar seu exercício, deverá obter aprovação de suas instalações ao órgão regional do MTb.

Quadro 8 - Normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (continua)

<b>Norma Regulamentadora</b>	<b>Descrição</b>
<b>NR - 3 - Embargo e Interdição</b>	Medidas de urgência perante constatação de situação de trabalho que caracterize risco grave ao trabalhador.
<b>NR - 4 - Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT</b>	Retrata que empresas públicas, privadas, órgãos públicos da administração direta e indireta, poder judiciário e legislativo, devem obter empregos regidos pela CLT com especialização em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho com o intuito de promover saúde e promover a integridade no local de trabalho.
<b>NR - 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA</b>	Com o objetivo de prevenção de acidentes, doenças oriundas do trabalho, promovendo a saúde do trabalhador.
<b>NR - 6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI</b>	Estabelece a utilização de Equipamentos de Proteção Individual - EPI, para todos os trabalhadores, promovendo a proteção de riscos suscetíveis à segurança e saúde no trabalho.
<b>NR - 7 - Exames Médicos</b>	Obrigatoriedade em implementação e elaboração por parte dos trabalhadores e organizações do programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO, com o propósito de preservação da saúde dos colaboradores.
<b>NR - 8 – Edificações</b>	Atua em designar requisitos mínimos observados nas edificações, para assegurar o conforto e segurança aos trabalhadores do ambiente.
<b>NR - 9 - Riscos Ambientais</b>	Determinar a elaboração e implementação, em organizações, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, preservando a saúde mediante antecipação, avaliação e controle de ocorrências de riscos ambientais que venham a obter no ambiente de trabalho.
<b>NR - 10 - Instalações e Serviços de Eletricidade</b>	Indica os requisitos mínimos para implementação de medidas de controle e preventivos, garantindo a segurança e a saúde dos trabalhadores em serviços com eletricidade.
<b>NR - 11 - Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais</b>	Determinar normas para operação de elevadores, guindastes, máquinas transportadoras e transportadores industriais.
<b>NR - 12 - Máquinas e Equipamentos</b>	Determinar referências técnicas de prevenção de acidentes e doenças no trabalho, para garantir a integridade física dos trabalhadores.
<b>NR - 13 - Vasos Sob Pressão</b>	Estabelece condições mínimas para gestão da totalidade de estruturas e caldeiras a vapor nos aspectos relacionados à instalação, operação, manutenção e inspeção, visando a segurança.
<b>NR - 14 – Fornos</b>	Recomendações sobre instalação, construção, utilização e manutenção de fornos industriais para que ofereçam o máximo de segurança ao trabalhador.
<b>NR - 15 - Atividades e Operações Insalubres</b>	Relata as operações, atividades e agentes insalubres, para qualquer ambiente que possa vir a oferecer qualquer risco à saúde dos trabalhadores.
<b>NR - 16 - Atividades e Operações Perigosas</b>	Prescreve as atividades e operações consideradas perigosas, denominando recomendações de prevenção que asseguram as condições de trabalho.
<b>NR - 17 - Ergonomia</b>	Estabelece parâmetros de ergonomia para adaptar as posições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, possibilitando o máximo conforto, segurança e desempenho eficiente.
<b>NR - 18 - Obras de Construção, Demolição, e Reparos</b>	Determina diretrizes de administração, planejamento e organização para implementação de sistema preventivo de segurança nos processos e no ambiente da indústria de construção civil.
<b>NR - 19 - Explosivos</b>	Apona método de depósito, manuseio e armazenagem de explosivos.
<b>NR - 20 - Combustíveis Líquidos e Inflamáveis</b>	Indica as condições mínimas para gestão de segurança e saúde no trabalho, provenientes de atividades de extração, manuseio, armazenamento, produção, transferência e manipulação de inflamáveis.
<b>NR - 21 - Trabalhos a Céu Aberto</b>	Estabelece a existência de abrigos para proteção de trabalhadores contra intempéries em atividades realizadas a céu aberto.
<b>NR - 22- Trabalhos Subterrâneos</b>	Regular as ações a serem observadas na organização e no ambiente de trabalho, para ser de igual o planejamento e o desenvolvimento das atividades em minas na busca de segurança e saúde do trabalhador.

Quadro 8 - Normas regulamentadores do Ministério do Trabalho e Emprego (continua)

<b>Norma Regulamentadora</b>	<b>Descrição</b>
<b>NR - 23 - Proteção Contra Incêndios</b>	Estabelece medidas a serem tomadas para prevenção de incêndios, de acordo com a legislação estadual e as normas técnicas visando a saúde e integridade do trabalhador.
<b>NR - 24 - Condições Sanitárias dos Locais de Trabalho</b>	Estipula as circunstâncias sanitárias, como instalação de sanitários, vestiários, refeitórios, cozinhas e alojamentos para oferecer conforto às instalações de trabalho do trabalhador.
<b>NR - 25 - Resíduos Industriais</b>	Estabelece padrões de prevenção relacionados a resíduos industriais em relação ao destino final.
<b>NR - 26 - Sinalização de Segurança</b>	Estipula cores para serem usadas para prevenção de acidentes em locais de trabalho, apontando equipamentos de segurança, áreas e canalizações utilizadas na indústria para condução de líquidos e gases contra riscos.
<b>NR - 28 - Fiscalização e Penalidades</b>	Indica critérios a serem utilizados pela fiscalização do trabalho referentes à aplicação de penalidades (multas), prazos e à interdição de locais de trabalho.
<b>NR-29 - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário</b>	Determina a proteção obrigatória contra acidentes e doenças profissionais, favorecer os primeiros socorros a acidentados e promover as melhores circunstâncias possíveis de segurança e saúde aos trabalhadores portuários.
<b>NR-30 - Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário</b>	Estabelece a proteção e regulamenta as condições de segurança e vitalidade dos trabalhadores aquaviários.
<b>NR-31 - Segurança e Saúde no Trabalho na agricultura, pecuária silvicultura, exploração florestal e aquicultura</b>	Estabelece os princípios a serem considerados na organização e no ambiente de trabalho conciliável com o desenvolvimento e planejamento de qualquer atividade da agricultura, aquicultura, exploração florestal, pecuária e silvicultura de forma a garantir saúde e segurança ao trabalhador no ambiente de trabalho.
<b>NR-32 - Segurança e Saúde no Trabalho em serviços de saúde</b>	Designa orientações básicas para implementar medidas de proteção à saúde de segurança dos trabalhadores do serviço de saúde e àqueles que promovem atividades de assistência à saúde em geral.
<b>NR-33 - Segurança e Saúde nos trabalhos em espaços confinados</b>	Estabelece ações mínimas para reconhecimento de espaços confinados, monitoramento, avaliação e gerência dos riscos existentes, para garantir a saúde e segurança do trabalhador que atua, de forma direta ou indireta, em espaços com essas características.
<b>NR-34 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção, reparação e desmonte naval</b>	Estabelece obrigações mínimas de proteção à saúde, segurança e ao meio ambiente de trabalho no setor industrial de construção, reparação e desmonte naval.
<b>NR-35 - Trabalho em altura</b>	Estabelece condições básicas para ações de proteção para atividades em altura, incluindo planejamento, organização e execução para assegurar a saúde e segurança do trabalhador envolvido, direta ou indiretamente, com esta atividade.
<b>NR 36- Segurança e Saúde no Trabalho em empresas de abate e processamento de carne e derivados do Ministério do Trabalho e Emprego.</b>	Determina as ações mínimas para controle, monitoramento e avaliação de riscos das atividades realizadas na indústria de abate e processamento de carnes e derivados direcionados ao consumo humano, garantindo a saúde do trabalhador sem infringir as demais NRs.

Fonte: (MTE, 2018).

## 2.7 REQUISITOS LEGAIS DA ÁREA DE ALIMENTOS

Empresas atuantes na cadeia produtiva de alimentos, engloba fornecedores de alimentos para os animais e produtos primários, até as organizações que industrializam os alimentos para consumo humano envolvendo operadores de transporte e estocagem, setor de distribuição para o varejo e atividades de alimentação (incluindo área de equipamento,

embalagem, aditivos, ingredientes, produtos de limpeza) e prestadores de serviço (ISO 22000:2006).

Segundo Mil-Homens (2006) não é considerado seguro o alimento que tenha a probabilidade de ser nocivo à saúde humana ou, então, que seja inapropriada a ingestão humana. A mesma autora argumenta que são três os perigos que circundam área alimentar são eles perigo biológico advindo de bactérias; parasitas patogênicos, vírus, perigos físicos que são classificados como materiais estranhos como fragmentos de metal, plástico, vidro, agulhas, adornos, enfim, que podem causar dano ao consumidor e, também, os perigos químicos compostos por pesticidas, antibióticos, aditivos alimentares tóxicos, promotores de crescimento, micotoxinas, dioxinas, parcela de materiais da própria embalagem.

A segurança de alimentos é pertinente à estadia de perigos propagados que podem transcorrer, em qualquer etapa da cadeia produtiva dos alimentos, até o ato da ingestão pelo consumidor (ISO 22000:2006).

As Boas Práticas de Fabricação – BPF englobam um aglomerado de medidas a serem tomadas pelas indústrias de alimentos, pelo sistema de alimentação, com o propósito de assegurar a qualidade sanitária e a identidade dos alimentos com os regimentos técnicos (ANVISA, 2018)

A Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, é uma atualização da Portaria nº 04, de junho de 1998, que estabelece a aprovação do regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica de Higiênico-Sanitário de Carnes de Aves, a qual retrata a necessidade da padronização dos Métodos de Elaboração de Produtos de Origem Animal, no quesito das instalações, equipamentos, forma de trabalho do serviço de Inspeção Federal e higiene de ambiente para o abate e industrialização de aves.

A Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, traz, no regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica de Higiênico- Sanitário de Carnes de Aves, as definições de:

- Instalações: área de construção civil da organização e suas dependências anexas, incluindo água, esgoto, vapor e outros.
- Equipamentos: trata-se de máquinas e demais materiais utilizados no estabelecimento.
- RIISPOA: Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal, regulamentado pela lei nº 7.889, de 23.11.1989.

- DIPOA: É o Departamento da Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, que faz a Inspeção de Produtos de Origem Animal, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.
- SIF: É o Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, redigido pelo DIPOA de cada estabelecimento.

O Serviço de Inspeção Federal – SIF - é respeitado por garantir a qualidade de artigos de origem animal comestíveis e não comestíveis remetidos ao mercado interno e externo, o qual tem supervisão do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem animal – DIPOA (MAPA, 2017b).

Criado em 1963, o *Codex Alimentarius* é um programa alicerçado à Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e Organização Mundial da Saúde (OMS) com o propósito de desenvolver e coordenar normas alimentares em âmbito internacional (ORTEGA; BORGES, 2012).

O *Codex Alimentarius* que, traduzido do latim, significa código ou lei de alimentos, é um acervo de normas para alimentação no âmbito internacional certificado, que oferece, para consulta, na forma de código de práticas, diretrizes e medidas recomendadas, determinada a atender os objetivos do *Codex Alimentarius* (CODEX, 2003).

Os princípios do *Codex* (2003) relacionados à higiene dos alimentos são:

- Identificar, desde a produção primária até o consumidor final, os princípios primordiais de higiene dos alimentos que são aplicados a toda a cadeia alimentar, para que possa garantir a segurança dos alimentos para consumo humano;
- Basear-se na abordagem do sistema HACCP;
- O modo de implementar os princípios;
- Guia de códigos específicos para esferas da cadeia alimentar e a processos de produtos, com o propósito de estender as exigências de higiene deste setor.

A *Codex Alimentarius* refere-se à produção, concepção e oferta de alimentos, com o propósito de assegurar a saúde do consumidor e certificar normas equivalentes de mercado de produtos alimentícios. Em 1995, o *Codex* passou a ser ligado a um instrumento para regulamentar o comércio mundial de alimentos (ORTEGA; BORGES, 2012).

### 2.7.1 HACCP

O HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) sigla internacionalmente conhecida e traduzida ao português é a Análise de Perigos e Controle de Pontos Críticos, seu sistema fundamenta-se no emprego de princípios técnicos e científicos em direção à produção e manipulação das classes alimentícias (MIL-HOMENS, 2006).

O sistema HACCP, é baseado em princípios científicos, que possibilita discernir perigos no processo e as medidas para o controle a ponto de atestar a segurança dos alimentos. Obtém uma ferramenta para classificar os perigos e estipular sistema de controle com atitude em prevenção. O mesmo autor ressalta que o HACCP é passível de mudanças que provenham de avanços do equipamento, técnicas de processamento ou natureza tecnológica (CODEX, 2003).

O departamento de inspeção de produtos de origem animal – DIPOA, a partir de diretrizes para o desenvolvimento do HACCP, levando em conta a legislação brasileira, destaca que o gerenciamento de perigos biológicos, idealizado para o crescimento de patógenos, justificam-se em parâmetros de tempo e temperatura, de modo a evitar o crescimento exponencial de bactérias (DOS-ANJOS, 2006).

O HACCP traz como benefício melhorar a segurança do alimento e oferece como vantagem descomplicar a inspeção por parte das organizações regulamentadoras e aumentar a venda internacional ao agregar convicção na segurança dos alimentos (CODEX, 2003).

### 3 MÉTODO DE PESQUISA

É a partir da pesquisa que se faz ciência, que se obtém conhecimento, ou seja, trata-se de uma forma simples de busca por respostas para um determinado problema a ser resolvido (KAUARK et al., 2010).

Pesquisa é descrita como um processo lógico e sistemático que tem como propósito oportunizar respostas às questões propostas, é desenvolvida ao longo da junção de conhecimento vago, da aplicação de métodos e técnicas entre outros procedimentos científicos (GIL, 2002).

Há muitas formas de categorizar as pesquisas: a partir da natureza, da abordagem que trata do assunto, do propósito que relata o objetivo e dos procedimentos realizados para atingir os resultados (KAUARK et al., 2010).

Segundo Kauark et al. (2010) a natureza da pesquisa pode ser vista de duas formas, pesquisa básica e pesquisa aplicada. A pesquisa aplicada, conforme Leão (2016), visa constatar resultados às necessidades expostas sobre a realidade, configura-se como um teste prático de posições teóricas. Já a pesquisa básica tem por objetivo promover novos conhecimentos que possibilitem o avanço da ciência sem uma aplicação prática, abrangendo interesses universais (KAUARK et al., 2010).

Quanto à abordagem, uma pesquisa pode ser classificada em pesquisa qualitativa, quantitativa e abordagem mista (qualitativa e quantitativa) (SEVERINO, 2007). Abordagem quantitativa é reconhecida pela ação de mensurar variáveis da pesquisa e pode ser estruturada em cinco etapas: teoria, hipótese, coleta de dados, análise dos dados e apresentação dos resultados (MIGUEL, 2012).

A abordagem de pesquisa qualitativa se caracteriza por ter uma associação entre o universo real e o prático, sua metodologia e sua interpretação são os pontos essenciais de tal abordagem, esta não propõe a utilização de métodos e técnicas estatísticas e o investigador é um instrumento chave (KAUARK et al., 2010).

Já a mista, junção das duas abordagens pré-citadas, possui algumas vantagens como: um melhor entendimento dos problemas da pesquisa, expansão do campo de aplicação de trabalho (quando comparada com o uso de apenas uma das abordagens) e permite que uma supra a desvantagem da outra (SEVERINO, 2007).

Quanto ao propósito da pesquisa, segundo Sampieri et al. (2013), pode ser classificado em descritivo, correlacional, exploratório e explicativo. A pesquisa descritiva obtém, como característica marcante, a descrição de organizações ou fenômenos pré-

determinados, ou seja, utiliza técnicas padronizadas no recolhimento de dados, tais como observação sistemática e arguição (GIL, 2002). A pesquisa correlacional tem como propósito conhecer a relação ou o estágio de conexão entre dois ou mais conceitos variáveis em um cenário específico (SAMPIERI et al., 2013).

Já a exploratória tem como finalidade atribuir mais intimidade ao problema, de maneira a aprimorar as ideias e torná-las mais explícitas, utilizando-se de levantamentos bibliográficos, entrevistas com indivíduos que apresentem experiência prática da área em estudo, podendo assumir, também, forma de estudo de caso devido a sua característica flexível (GIL, 2002).

Por fim, o propósito explicativo tem como principal objetivo explicar o motivo da ocorrência do fenômeno e a partir de quais situações ele se demonstra, em quais condições as variáveis se relacionam (SAMPIERI et al., 2013).

Este trabalho foi considerado como de natureza aplicada conforme a classificação dos autores Kauark et al. (2010), pois tem como objetivo gerar conhecimento em sua aplicação prática, buscando a resolução de problemas.

Quanto à abordagem, segundo Sampieri et al. (2013), classificou-se como qualitativa, pois busca a expansão de informações ao desenvolver concepções próprias sobre o fato estudado.

Por fim, quanto ao propósito, segundo o mesmo autor, classificou-se como de caráter exploratório, por tratar-se de uma pesquisa com pouca informação, obtendo a possibilidade de identificar conceitos e condições promissoras, mais flexíveis comparada às demais.

### 3.1 PROCEDIMENTO DE PESQUISA

De acordo com Kauark et al. (2010) os procedimentos técnicos podem ser classificados em: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, levantamento de dados, estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa *ex post facto* e pesquisa participante. Os procedimentos mais pertinentes na área de Engenharia de Produção, para o desenvolvimento de pesquisa qualitativa, são pesquisa-ação e o estudo de caso (MIGUEL, 2012).

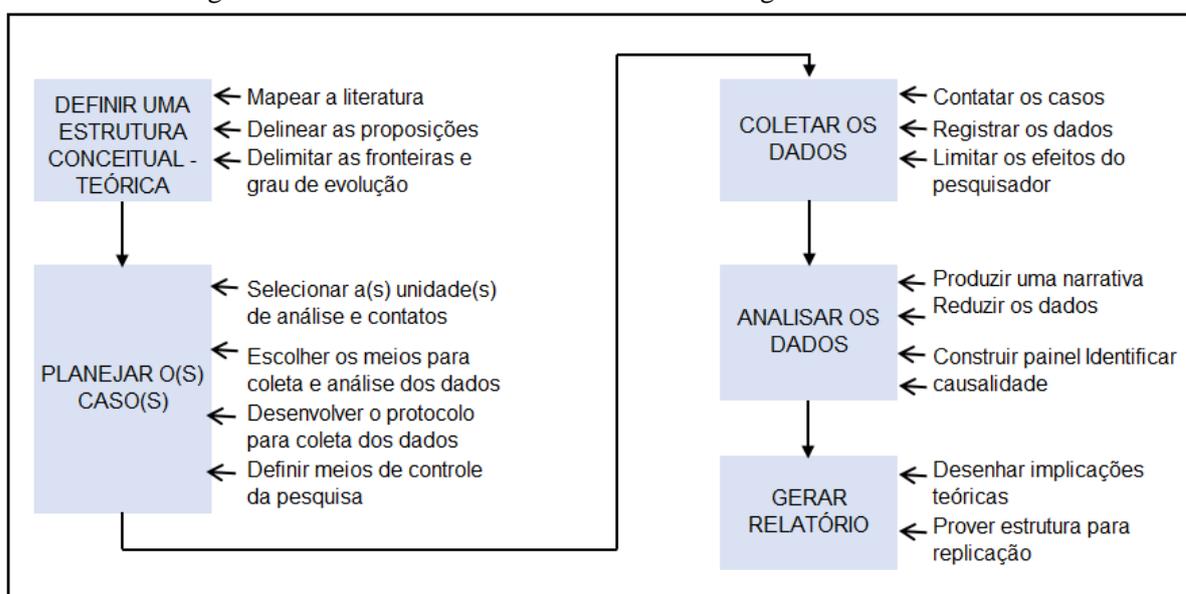
O estudo de caso resume-se a um estudo aprofundado, de tal forma que proporcione um amplo e, ao mesmo tempo, minucioso conhecimento, portanto, é apontado como o delineamento mais pertinente para a apuração de um acontecimento real (GIL, 2002). A coleta

de dados deste é feita em condições naturais, sem a interferência e manuseio por parte do pesquisador (SEVERINO, 2007).

A pesquisa-ação é uma pesquisa, na qual é necessário o envolvimento total do pesquisador, de tal forma que se realiza o diagnóstico e análise do problema, neste tipo de pesquisa recomenda-se que um conjunto de pessoas envolvidas façam transformações, buscando o aprimoramento das práticas analisadas (SEVERINO, 2007).

Esta pesquisa tem como método o estudo de caso, pois trata-se da investigação de um determinado fenômeno, dentro de um contexto real (MIGUEL, 2007) e, por buscar o esclarecimento da investigação de um conjunto de ações, como estas foram tomadas, como foram executadas e quais os ganhos encontrados (YIN, 2015).

Figura 1: Modelo de desenvolvimento metodológico do estudo de caso



Fonte: Adaptado de Miguel (2007).

O desenvolvimento das etapas de um estudo de caso está apresentado na Figura 1, modelo este proposto por Miguel (2007), sendo estas explicadas em sequência.

a) Definição da estrutura conceitual teórica:

A definição da estrutura conceitual, atuando como base, possibilita a identificação de lacunas e checagem de conceitos que podem ser trabalhados empiricamente (MIGUEL, 2007). O autor ainda argumenta que é a partir desta etapa que são definidas as proposições e áreas de fronteira da pesquisa.

A pesquisa, em caráter exploratório, deste trabalho é empregada no desenvolvimento teórico, dispondo de fontes de pesquisa como: bases científicas, periódicos

indexados, artigos, livros, jornais. O acesso às bases de dados *Web of Science*, *Emerald* e *Science Direct* ocorreu para construção do referencial. O embasamento teórico foi desenvolvido a partir das palavras chaves de pesquisa: *Lean thinking*, *Lean manufacturing*, implementações do *Lean*, aplicabilidade do *Lean* na indústria de alimentos, mercado de carne de frango.

Na revisão de literatura, as principais técnicas e ferramentas de manufatura enxuta foram debatidas, além de observar as práticas já adotadas, exclusivamente, no ramo alimentício e sua relação com o abate de frango.

b) Planejamento do caso:

Com a consolidação do conhecimento teórico, a próxima etapa é o planejamento do caso. Foram definidos critérios para a seleção da empresa a ser estudada: esta deveria ter como atividade a industrialização de alimentos, ter desenvolvido/implementado ou possuir interesse em implementar atividades relacionadas ao *Lean Manufacturing*, disponibilizar acesso às informações bem como permitir visitas *in loco*.

As coletas de dados, conforme Miguel (2007), devem prover de mais de uma fonte de evidências como, por exemplo, com o uso de entrevistas (que, conforme o autor, deve ocorrer de forma a considerar diferentes pessoas, das mais variadas classes das áreas, hierarquias ou qualquer outra característica discriminativa), observações diretas, análise documental, visitas *in loco* (chão de fábrica). O autor ressalta que a utilização de várias fontes de comprovações é benéfica para verificar interação entre os dados, visando analisar a convergência das fontes das evidências.

c) Coleta e análise dos dados:

Posterior ao planejamento acontece a coleta e análise dos dados. Na coleta são realizadas entrevistas, as quais ocorrem de forma informal, com o propósito de conhecer o processo por meio de todos os profissionais que frequentam a área, desde os próprios operadores e auxiliares de produção a níveis hierárquicos mais altos, como supervisores de áreas, além de utilizar as ferramentas VSM e estudo de tempos e métodos. Para esta coleta, são realizadas visitas ao chão de fábrica que ocorrerem com frequência semanal. Toda a gama de relatórios documentais sobre o processo produtivo é analisada. Levantados os dados realizar-se-á a análise dos mesmos que, conforme Miguel (2007), necessita ser detalhada e cautelosa, pois é nesta etapa que há a possibilidade de se identificar informações e dados relevantes para a pesquisa.

O estudo de tempos e dos movimentos, normalmente, é conduzido por um homem dotado de cronômetro e folhas de registro, este circunda para a busca detalhada sobre a atividade em análise, o ciclo de operação ou movimentos de cada indivíduo e os instrumentos utilizados,

e então estuda os movimentos da atividade observada e identifica a melhor forma de coletar os dados, que busca eliminar os movimentos longos, falhos e inúteis (TAYLOR, 1990).

Portanto, após a análise do processo, neste projeto optou-se por anexar, aos dados do processo, uma ferramenta que é elaborada pelo órgão competente do setor de qualidade que faça a análise dos riscos e pontos críticos pertencentes a esse processo, (análise de perigo e pontos críticos de controle - HACCP) utilizada como base para legislações nacionais e internacionais de qualidade.

Os dados coletados para o desenvolvimento da pesquisa são referentes aos anos de 2017 e 2018.

d) Gerar relatórios:

Argumenta Miguel (2007) que todas as atividades realizadas nas etapas acima devem ser descritas em um relatório de pesquisa, que é o gerador do trabalho, seja ele monografia, dissertação ou, mesmo, artigo.

Com a execução de todas as fases solicitadas pelo método, obtém-se a computação de todas as informações, buscando propostas de atuação perante os números encontrados, visando a melhoria do setor em análise, redução de desperdícios etc.

O relatório do estudo de caso desta pesquisa é apresentado no Capítulo 4 como resultado e desenvolvimento deste trabalho.

## 4 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Este capítulo contempla o desenvolvimento, onde será demonstrado todo o desenrolar da metodologia, em forma do projeto piloto, e resultados, onde demonstram-se os ganhos obtidos nas etapas em relação aos princípios do *Lean*.

Com o propósito de avaliar a adaptação do método *Lean Manufacturing* no segmento de alimentos, um projeto piloto foi observado em um dos setores de uma unidade industrial de abate de aves, doravante denominada empresa objeto de estudo.

A sistemática proposta está estruturada em 8 etapas de atuação, na seguinte ordem e como ilustrado na Figura 2: (1) formação da equipe *Lean*; (2) detalhamento da produção e do processo; (3) identificação das variáveis de desempenho (4) mapeamento do processo atual; (5) medição de desempenho; (6) documentos dos riscos sanitários e da qualidade; (7) mapeamento do processo com os riscos sanitários e da qualidade e (8) projeto do novo processo.

Estas etapas estão agrupadas dentro de três fases da pesquisa, sendo elas planejamento do caso (etapa 1, 2, 3); coleta de dados (etapa 4, 5, 6) e análise dos dados (etapa 7, 8). Estas etapas e fases estão todas estruturadas dentro dos cinco princípios do *Lean* (proposição de valor, fluxo de valor, fluxo, puxar, perfeição).

### 4.1 ANÁLISE DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

Vários métodos e modelos são propostos a partir do *Lean Manufacturing*, de modo geral, mas apresentam pouca atenção para o desenvolvimento de metodologia voltadas ao setor alimentício.

De acordo com o desenvolvimento da sistemática, a partir do modelo referencial, observam-se as diferenças com o modelo proposto descritos nos Quadros 9, 10 e 11 que, também, demonstram o que foi avaliado em cada um dos princípios definidos pela referência base com o que foi elaborado nesta pesquisa.

Quadro 9 - Proposta do princípio de valor abordada do modelo base comparada a pesquisa

Princípio de Valor	
Modelo referencial (2013)	Modelo proposto
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Definir Sistemas: como ponto inicial definir os propósitos da empresa, bem como característica do produto e processo.</li> <li>▪ Equipe <i>Lean</i>: responsável por estruturar pessoas e recursos para implementação do <i>Lean</i>. Treinamento para demais integrantes. Equipe de diferentes departamentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Equipe <i>Lean</i>: para fazer a gestão do desenvolvimento do trabalho, bem como treinamento da equipe perante o <i>Lean</i>.</li> <li>▪ Detalhamento da produção e processo: a equipe formada para o desenvolvimento do trabalho faz a avaliação do estado atual da empresa.</li> </ul>

O modelo referencial propõe, inicialmente, avaliar os processos de produção em padrões de demanda, tipo de produção, volume e praticidade para, a partir disto, determinar a aplicabilidade do *Lean*. Como segundo passo, a formação da equipe *Lean* para estruturar as pessoas e conhecimento sobre *Lean* para implementação.

A proposta identificou que, inicialmente, deve acontecer a formação da equipe *Lean*, identificar pessoas que contribuam para o desenvolvimento da implementação e que tenha conhecimento sobre o *Lean*, sobre os gargalos e fluxo de processo e as tratativas relacionadas à qualidade do sistema de produção do setor alimentício. O segundo passo, dentro do princípio do *Lean*, é ter conhecimento sobre a produção em um todo, volume e padrões de demanda para, assim, focar na aplicabilidade do *Lean*.

Quadro 10 - Proposta do Fluxo de Valor abordada do modelo base comparada a pesquisa

Fluxo de Valor	
Modelo referencial (2013)	Modelo proposto
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Indicadores de Desempenho: define e avalia as variáveis de desempenho com base nos detalhes do processo produtivo.</li> <li>▪ Mapeamento do Processo: Ilustrar o processo produtivo, o fluxo de valor existentes e suas relações.</li> <li>▪ Identificar desperdícios: as atividades que não agregam valor ao processo a partir do estudo de tempos e métodos e VSM.</li> <li>▪ Observar desempenho do sistema: medição de desempenho para avaliar o estado atual da empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificação das variáveis de desempenho: a escolha das variáveis de controle do processo com base no processo avaliado.</li> <li>▪ Mapeamento do processo: ilustração do fluxo de valor do processo a partir do VSM.</li> <li>▪ Mapeamento do processo relacionado aos riscos sanitários e de qualidade: agregação dos pontos críticos de controle do processo ao VSM.</li> <li>▪ Medição do processo: estudo de tempos e métodos do processo avaliado e a avaliação dos resíduos encontrados.</li> <li>▪ Medição do desempenho: avaliação do estado atual da empresa e demonstrativo do controle realizado sobre as variáveis de desempenho.</li> </ul>

A partir do conhecimento do processo, o modelo referencial estabelece a equipe *Lean* para definir e avaliar as variáveis de desempenho para utilização, por meio da análise de ferramentas *Lean*, com destaque ao VSM para ilustrar o fluxo do processo e identificar os possíveis resíduos existentes e as métricas de desempenho para monitoramento dos resultados.

A proposta desdobra o fluxo de valor em 5 etapas, com o foco em coletar dados, mapear o processo em estudo, agregar o HACCP ao fluxo de valor do produto, a medição do processo que está atrelada ao estudo de tempos e métodos junto a avaliação de desperdício e a quinta etapa, a avaliação do estado atual da empresa pela medição de desempenho.

A análise de HACCP é fundamental por ter os riscos sanitários e de qualidade como partes constituintes do processo na indústria de alimentos.

Quadro 11 - Proposta do Fluxo, Puxar e Perfeição abordada do modelo base comparada a pesquisa

Fluxo, Puxar e Perfeição	
Modelo referencial (2013)	Modelo Proposto
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projetar novo processo: utilizando ferramenta adequadas do <i>Lean</i> e técnicas de melhoria contínua.</li> <li>▪ Implementar novo método: adaptar o projetado no processo analisado.</li> <li>▪ Melhoria de desempenho proposta: a partir da medição de desempenho no novo processo projetado.</li> <li>▪ Avaliação geral do <i>Lean</i>: avaliação por meio de eficiência, eficácia, produtividade, desperdícios e defeitos.</li> <li>▪ Método de adaptação: como promover que essa melhora se mantenha ao longo do tempo.</li> <li>▪ Métodos de longo prazo: ferramentas e técnicas focadas à melhoria de longo prazo do processo produtivo.</li> <li>▪ Sistemas <i>Lean</i>: adequado a todos os passos anteriores, o processo se caracteriza com um sistema <i>Lean</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Projetar o novo processo: o qual abrange as atividades de seleção de ferramentas <i>Lean</i>, medição de desempenho do novo processo e a avaliação global após a implementação do <i>Lean</i>.</li> </ul>

Segundo o modelo referencial, as etapas que compõem o Fluxo, Puxar e Perfeição se desenvolvem a partir da escolha das ferramentas e técnicas que serão utilizadas a partir do diagnóstico realizado do processo.

Projetar um novo modelo, implementá-lo, avaliá-lo e estabelecer ações para que ele se adapte ao processo, tanto no momento quanto a longo prazo, são os pontos-chave do processo que vão ficar atuando em círculos até que o objetivo seja atingido, até que seja alcançado o desempenho esperado. Quando o objetivo e a redução de desperdícios forem atendidos o sistema se caracteriza como *Lean*, dentro do princípio de perfeição.

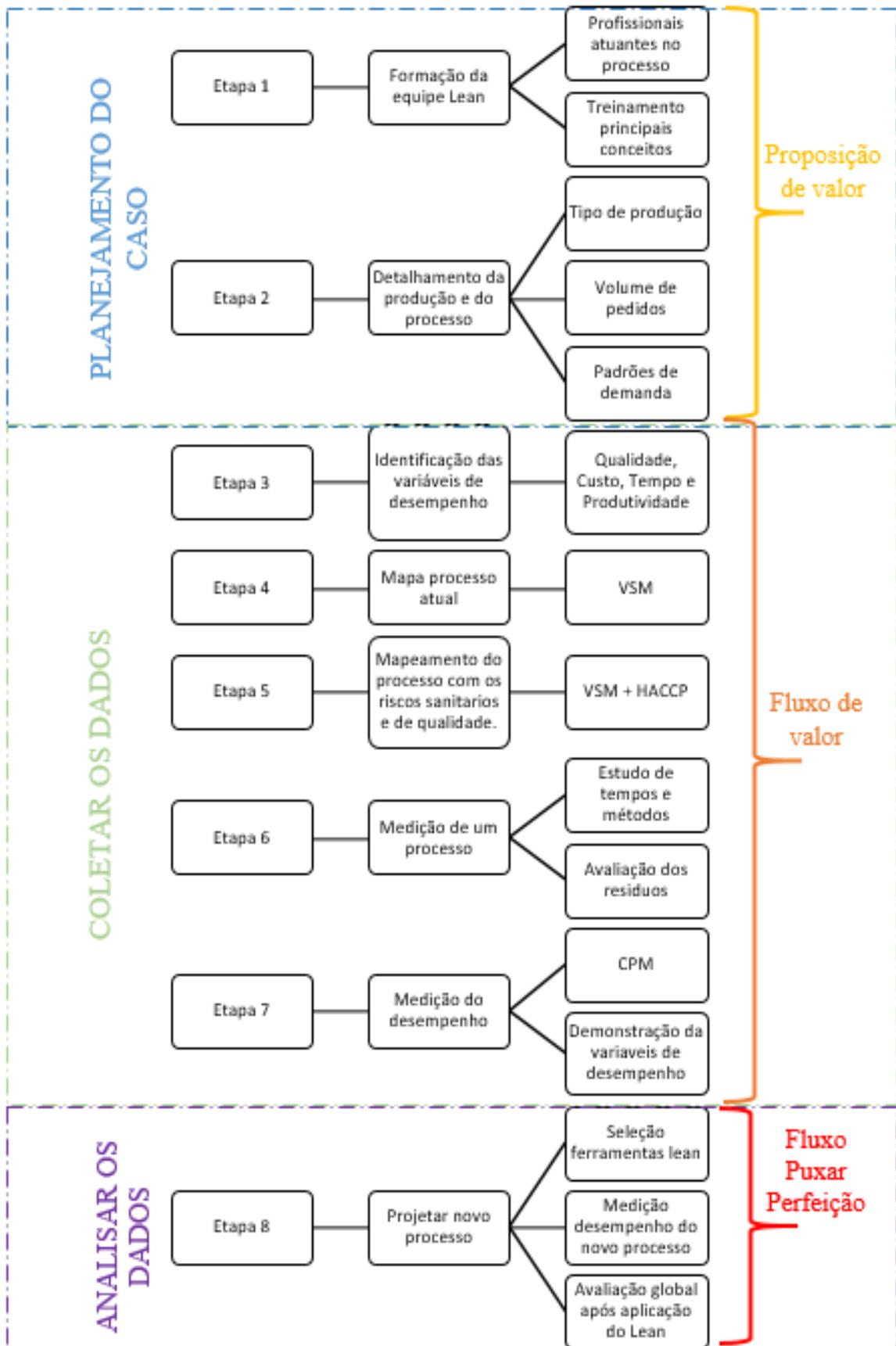
A proposta de projetar um novo processo traz um aspecto um tanto diferente nestes três últimos princípios. Cabe a esta fase a seleção da ferramenta, a análise após a implementação das ferramentas e técnicas de melhoria contínua, também a sua medição de desempenho para extrair os dados após a aplicação e uma avaliação, de forma global, de todos estes pontos observados e avaliados durante o desenvolvimento do modelo. O processo chega ao princípio de perfeição atingindo os objetivos iniciais, porém se mantém em funcionalidade sempre em busca de melhoria contínua, esse modelo, não tendo um fim, busca melhorar a cada oportunidade encontrada em produtividade, processo, matéria prima, entre outros.

## 4.2 MODELO PROPOSTO PARA IMPLEMENTAÇÃO

O escopo do trabalho desenvolveu-se a partir do método de Karim e Arif-Uz-Zaman (2013), adaptado para ser aplicado na indústria de abate de frango (visto que o original foi aplicado em uma indústria de peças), de modo a possibilitar a avaliação do desempenho do setor em análise antes e depois de sua aplicação. A Figura 2 demonstra o modelo do procedimento sistemático desenvolvido nesta pesquisa.

O modelo para implementação do *Lean* está subdividida dentro dos princípios: Proposta de valor, Fluxo de valor, Fluxo, Puxado, Perfeição (KARIM & ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

Figura 2 - Modelo de implementação proposto



#### 4.2.1 Planejamento do caso

No planejamento do caso acontecem as etapas 1 e 2 da pesquisa, conforme demonstrado na Figura 2. A Fase 1, com a formação da equipe *Lean* que atuará no desenvolvimento deste trabalho. Tal equipe será composta de profissionais com autoconhecimento sobre o setor produtivo a ser analisado, receberão pequenos treinamentos buscando obter conhecimento sobre os princípios do *Lean* e a aplicabilidade de suas ferramentas, tendo como objetivo o engajamento dos mesmos. De acordo com Shah & Ward (2003), equipes de trabalho eficientes contribuem, e muito, para o aumento de desempenho, identificando causas raiz de problemas, melhorando o fluxo de trabalho e a eficiência dos equipamentos.

É neste momento que se consolida a Fase 2, será detalhado pela equipe *Lean* o processo produtivo de abate de frango e quais são suas práticas de produção, volume de pedidos, padrões de demanda, quantidade de desperdício, reprocesso e retrabalho, ou seja, conhecimento do real funcionamento deste ramo produtivo.

As etapas 1 e 2 do método de realização do trabalho se enquadram dentro da preposição de valor denominada por (KARIM & ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

#### 4.2.2 Coleta de dados

As etapas 3, 4, 5 e 6, indicadores de desempenho, o mapeamento do processo atual, medição do desempenho e coleta de documento HACCP acontece neste período. Na Fase 3 define-se as variáveis de desempenho pela equipe criada na Fase 1. Tal fase apenas será iniciada quando a equipe *Lean* já possuir conhecimento sobre a atuação do sistema, seus princípios e principais ferramentas e conhecimento do processo produtivo em um todo. Inicia-se, então, a busca pelos indicadores de desempenho recomendados pela revisão de literatura, como: custo, qualidade, flexibilidade, produtividade e tempo.

Na etapa 4, o autor Karim e Arif-Uz-Zaman (2013) indicou como possível ferramenta para visualizar estados atuais de qualquer processo o VSM e estudo de tempos e métodos, buscando a identificação dos resíduos e atividades que não agregam valor.

O mapeamento do fluxo de valor (VSM) permite uma compreensão profunda do estado atual de um processo produtivo pela combinação de dados e métodos quantitativos, de forma a conseguir desenvolver melhorias (FOLINAS et al., 2013). Os mapas de estado atual e

futuro facilitam a avaliação e quantificação de indicadores de desempenho para justificar a implementação de *Lean* (STEUR et al., 2016).

Além das ferramentas pré-determinadas pelo autor, são utilizados outros meios para o levantamento de dados e informações, entre eles análise de documentos, relatórios, entrevistas informais com a equipe de colaboradores do setor. Tais entrevistas são realizadas de forma informal, buscando-se obter a maior riqueza de informações sobre o processo, visto que os funcionários se sentem mais à vontade de relatar quais as principais dificuldades do processo e como ocorreram as melhorias que foram bem-sucedidas.

Na etapa 5, junção do VSM e ferramenta sobre os riscos sanitários e de qualidade. Para essa análise é o HACCP (*Hard Analysis e Critical Control Points*) traduzido para o português como APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle) utilizado para identificar os riscos sanitários de qualidade que envolvem o produto a, o longo da sua produção, ou seja, ferramenta validada que é utilizada para garantir a segurança do alimento.

O objetivo da junção do VSM e HACCP é demonstrar, no mapa de fluxo de valor, os pontos críticos para o desenvolvimento da ferramenta, as melhorias do processo a serem realizadas, de forma segura, em relação às especificações necessárias de qualidade.

Adaptando o processo à regra do HACCP, o modelo acontece respeitando as regras da HACCP. É neste momento que entra um adendo dentro dos modelos tradicionais de metodologia de implementação do *Lean*. A indústria alimentícia precisa seguir diretrizes legislativas para a produção de alimentos.

No entanto, com processo já mapeado, que demonstram os pontos críticos que precisam ser extremamente respeitados e as modificações e implementações sugeridas que devem ocorrer dentro de condições que não interfiram nos trâmites de normas exigidas para qualidade do produto.

O diferencial é que essa análise, feita por um órgão responsável (controle de qualidade), é demonstrada dentro da própria ferramenta de VSM, para proporcionar conhecimento ao executar da ferramenta do que ele precisa manter como regra para indústria de alimentos.

Na etapa 6, o estudo de tempos e métodos e identificação dos resíduos. O estudo de tempos e métodos é elaborado a partir de cronoanálise e auxílio do Excel para organização dos dados.

Constatar a geração de resíduos de alimentos, em algum instante da cadeia produtiva, possibilita a minimização da causa ou, até mesmo, a erradicação do problema e ou desperdício (BESSERIS, 2014).

No modelo proposto pelos autores Karim e Arif-Uz-Zaman (2013), as fórmulas abaixo são inclusas no programa Microsoft Excel, junto aos dados coletados da atividade em estudo e uma proposta sobre a avaliação da relação entre os desperdícios com as ferramentas que serão utilizadas para implementação da melhoria contínua no processo produtivo.

Na etapa 7 acontece a medição do desempenho a partir do CPM (medição contínua de desempenho). Segundo Karim e Arif-Uz-Zaman (2013) o CPM é um processo de medição utilizado para medir a eficiência e eficácia da produção, que compara o valor de saída versus o de entrada em um determinado tempo.

Os parâmetros de entrada são número de trabalhadores e tempo total de trabalho; parâmetros de saída, são a saída total e tempo de conclusão. A seguir a equação:

$$Eficiência = \frac{VS}{RE} * 100\% = \frac{NS * TMT}{NT * TTA} * 100\% \quad (2)$$

Onde:

*VS*: Valor de saída

*RE*: Recurso de entrada

*NS*: Número de saída

*TMT*: Tempo médio total

*NT*: Número de trabalhadores

*TTA*: Tempo total atribuído

$$AP = \frac{NT * TTA}{TMT} \quad (3)$$

Onde:

*AP*: Alvo de produção

*NT*: Número de trabalhadores

*TTA*: Tempo total atribuído

*TMT*: Tempo médio total

$$Eficácia = \frac{ST}{VA} * 100\% = \frac{NAS}{VAS} * 100\% \quad (4)$$

Onde:

*ST*: Saída total

*VA*: Valor alvo

*NAS*: Número atual de saída

*VAS*: Valor alvo de saída

É nessa etapa de pesquisa que é possível obter uma comparação de como está o processo produtivo do projeto piloto: quando mapeado pela primeira vez e identificadas as oportunidades de melhoria. Além de ser possível checar a validação dos métodos sugeridos pelos autores, sua coerência com o processo de abate de frango e as possíveis adequações e melhorias para demais implementações.

### 4.2.3 Análise dos dados

Identificados os processos, seus pontos de desperdícios e resíduos, levantados os dados da linha pré-projeto e os pontos críticos e de controle para a segurança alimentar, é possível adentrar na terceira etapa da pesquisa: de um novo método e sua implementação, com o intuito de eliminar ou, ao menos minimizar, os desperdícios encontrados.

A seleção da estratégia *Lean* deve ocorrer de tal forma que a implementação da ferramenta não aumente o quadro de mão de obra do setor e tempo alocado a atividades que não contenham valor agregado no processo de fabricação: a minimização de resíduos é o objetivo principal desta fase (KARIM;ARIF-UZ-ZAMAN, 2013).

A Etapa 8 configura-se na projeção do novo processo a partir das ferramentas *Lean* e técnicas de melhoria contínua. As melhorias no fluxo contínuo do processo são alcançadas com o auxílio das ferramentas e princípios do *Lean*, como: balanceamento de linha, TQM, TPM, célula de manufatura, SMED, melhoramento do leiaute do processo, entre outros (KARIM; ARIF-UZ-ZAMAN, 2013). A escolha das ferramentas será de acordo com o que a equipe *Lean* tem de objetivo estratégico.

Após a definição das ferramentas adequadas e sua aplicação, ocorre a medição de tal melhoria, estando o processo enxuto. Serão avaliadas a eficiência e eficácia do processo, sua produtividade, o índice de defeitos e, se houve redução de tempo de atividades que não agregam valor à produção.

A última classificação do estágio do processo de implementação do método, adaptado de Karim e Arif-Uz-Zaman (2013), é denominada como perfeição, que se refere à continuidade da metodologia *Lean*, mesmo estando o trabalho finalizado e, talvez, até a sua abrangência para demais áreas por interesse da própria empresa e/ou acadêmico.

## 4.3 ETAPA 1: FORMAÇÃO DA EQUIPE *LEAN*

A primeira etapa é caracterizada pela formação da equipe *Lean*, equipe essa formada por pessoas que têm conhecimento do processo e tenham interesse em buscar melhoria contínua do mesmo. O objetivo desta equipe é fazer a gestão do desenvolvimento do trabalho.

O desenvolvimento da equipe na empresa objeto de estudo, acontece com foco em abordar pessoas de diferentes níveis hierárquicos e que tenham como estratégia, no desenvolvimento de seus trabalhos, a melhoria contínua, sendo a melhoria um dos objetivos estratégicos da empresa, bem como atender à necessidade do cliente.

O gerente industrial é responsável pelo conhecimento geral e aprovação de qualquer atividade que envolva o processo produtivo. Ele busca atender o objetivo estratégico da empresa objeto de estudo e conduziu a escolha dos outros integrantes da equipe.

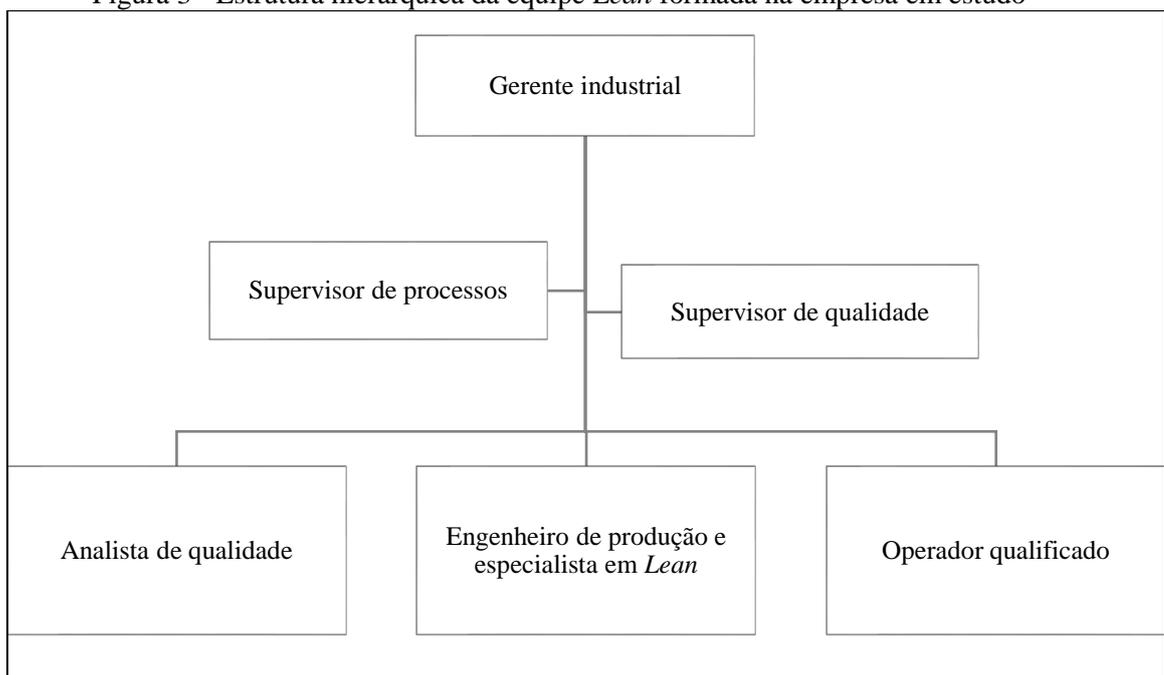
O supervisor de processos foi escolhido por ser o responsável por todo o mapeamento e desenvolvimento de projetos de melhoria já executados desta indústria.

O supervisor de qualidade e o analista de qualidade contribuem com os documentos e informações pertinentes à área de qualidade desenvolvidas neste projeto.

O engenheiro de produção/especialista em *Lean* é responsável por ministrar o treinamento referente aos princípios e ferramentas *Lean* para os demais membros da equipe e pela condução deste projeto.

O operador qualificado é o representante atuante no processo produtivo e tem informações sobre o decorrer das atividades. A estrutura hierárquica da equipe escolhida para tal projeto está apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura hierárquica da equipe *Lean* formada na empresa em estudo



Com o conhecimento sobre os princípios, os desperdícios e as ferramentas apontadas pela metodologia *Lean*, a equipe decidiu em quais pontos do processo produtivo da empresa seriam iniciadas as abordagens *Lean* e a implementação do projeto-piloto, a partir do conhecimento detalhado do processo produtivo.

## 4.2 ETAPA 2: DETALHAMENTO DA PRODUÇÃO E DO PROCESSO

A equipe *Lean* estabelecida realiza avaliação do estado atual da empresa, obtendo o conhecimento detalhado do tipo de produção, dos volumes de pedido e dos padrões de demanda, por intermédio da coleta de dados históricos dos processos realizados e complementados com observações dos processos planejados.

Destaca-se, novamente, que a empresa objeto de estudo é uma unidade industrial de aves, gerando produtos provenientes da carne de frango.

A produção é planejada mediante previsão de demanda realizada, inicialmente, pela área de fomento que é responsável pelo planejamento do ciclo de vida do frango, com uma quantidade determinada para abate diário. Os subprodutos do corte são definidos mediante pedidos provenientes da área comercial que, posteriormente, são programados pelo PCP da empresa.

As operações do processo de industrialização da empresa objeto de estudo são apresentadas na Figura 4. Atualmente há 2 linhas de recepção de frango, que se dividem, novamente, após a etapa de resfriamento, de modo a se transformar em quatro linhas de produção. No final de cada linha dividida, há as operações de embalagem primária e secundária e, após a execução dessas, as linhas se reúnem em uma única para seguir até a operação de expedição.

Esta linha de produção é composta de 17 operações, desde a chegada da matéria prima até a expedição ao cliente, como ilustrada na Figura 4.

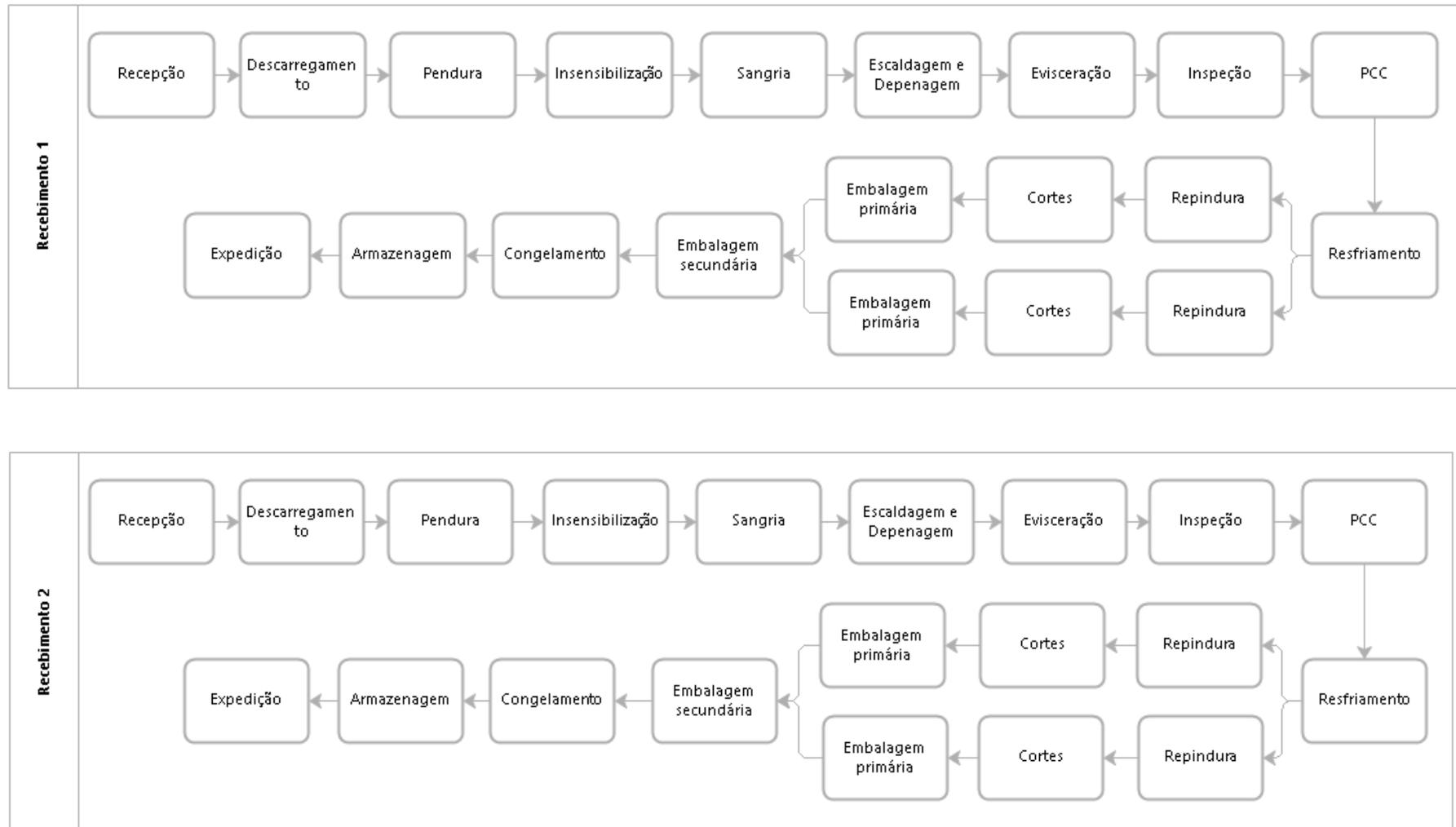
As operações que acontecem do recebimento até o resfriamento são idênticas nas duas linhas de recebimento (sala 1 e sala 2). A partir do resfriamento a linha é dividida em mais duas linhas de produção, dando um total de 4 linhas na indústria (linha 1, 2, 3 e 4). Essas 4 linhas são apresentadas de forma separada por cada uma delas atender um tipo de mercado e por exigência de cliente, então, alguns procedimentos dentro do cortes e embalagem são diferenciados. Após serem acondicionadas na embalagem primária, de acordo as linhas, se juntam novamente retomando a posição de linha para sala 1 e linha para sala 2.

Esse processo produtivo ilustrado, tem uma característica de se manter em fluxo contínuo, as operações iniciam com a pendura da ave na Pendura e somente se encerram quando os produtos derivados do corte chegam à câmara refrigerada para armazenagem.

Qualquer não conformidade que aconteça durante esse processo, gera parada da linha, provocando gargalo, acúmulo de produtos derivados das operações anteriores, o que pode

comprometer a qualidade do produto em relação ao aumento da temperatura ou outros danos que podem ocorrer quando os produtos ficam sobrepostos.

Figura 4 - Fluxograma das principais atividades que acontecem no processo da unidade industrial de aves



Observa-se, pelo fluxo do processo descrito na Figura 4, o fluxo das operações de corte e o momento em que ocorrem as divisões e a junção das linhas.

Na operação de recepção, os caminhões ficam em local apropriado no pátio da empresa para que, por meio de vaporização, as aves recebam uma hidratação para amenizar o estresse ocorrido na viagem do aviário até o abatedouro.

Posterior a este tempo, ocorre o descarregamento, onde os caminhões são estacionados no início da indústria, descarregam as caixas nas esteiras que levam os frangos até a sala de pendura.

A pendura é uma atividade completamente braçal, onde pessoas retiram os frangos das caixas (que continuam nas esteiras) e encaixam o pé do frango em um gancho na esteira de transporte denominada nória, com isso as caixas são direcionadas para o setor de limpeza e depois as caixas são carregadas nos caminhões e os ganchos com os frangos vão ao processo seguinte, a insensibilização.

A insensibilização é quando acontece o atordoamento da ave, por meio da eletronarcose, onde a cabeça da ave é submersa em água e recebe um estímulo elétrico, para que ela fique insensível à dor das atividades seguintes de abate.

Em sequência, a sangria é a atividade de corte da artéria carótida e da veia jugular do frango, a partir dessa atividade o frango vai gotejando até a atividade seguinte.

A escaldagem e depenagem, onde as aves são imersas em um tanque de água quente e percorrem um período dentro deste tanque com fluxo de corrente contra e, posterior a isso, passam por quatro máquinas que fazem a completa retirada das penas do frango e uma atividade de inspeção ao final desta operação.

A evisceração é a retirada das vísceras do frango, que acontece a partir de uma máquina que faz esse trabalho todo de forma automatizada.

Logo em sequência, acontece a inspeção, atividade esta realizada pelo SIF (Serviço de Inspeção Federal), onde ocorre a separação do frango, ou seja, é observado frango por frango, em busca de anomalias como doenças, rompimento de algum miúdo, os frangos que não estiverem aptos ao processo são retirados da linha original e seguem para um outro departamento que faz o devido tratamento a esta carcaça.

Os frangos aprovados na inspeção seguem para o PCC (Ponto Crítico de Controle) atividades realizadas por funcionários do DIF (Departamento de Inspeção Final), local em que ocorre uma segunda inspeção antes do produto passar para o tanque de resfriamento.

O resfriamento é um tanque com água e gelo com temperatura inferior a 4°C ,onde o frango percorre em torno de 80 minutos para fazer a troca de temperatura da carcaça, que até

o momento percorreu pela parte quente da indústria e, a partir do resfriamento, entra para a parte fria da indústria com temperatura igual ou inferior a 7°C.

A operação de cortes depende da previsão de produção enviada pelo PCP. Dados os itens e suas quantidades, nesta operação acontece o corte de cada uma das peças do frango de acordo com a solicitação do cliente.

A operação de embalagem primária, que a equipe *Lean* optou por desenvolver a pesquisa, é responsável por acondicionar os cortes de frango em primeira embalagem, embalagem plástica para, depois, seguir a atividade de embalagem secundária.

Embalagem secundária consiste em acondicionar as embalagens primárias em uma caixa, pesar (em alguns casos) e direcionar à esteira. O congelamento, operação que acontece no túnel de congelamento que tem temperaturas baixíssimas (aproximadamente -18°C), por ter necessidade de congelar o mais rápido possível o produto já processado.

O processo de armazenamento consiste na atividade de retirar o produto da esteira, paletizar, identificar por meio de endereçamento e conduzir até a câmara de estocagem.

Expedição é o processo de retirada do produto da câmara de estocagem para o carregamento dos caminhões que levaram o produto até o cliente.

Este processo atua de acordo com os padrões de processamento de carne redigidos pela Portaria n.º 210, de 10 de novembro de 1998, que traz no regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica de Higiênico- Sanitário de Carnes de Aves, além das Boas Práticas de Fabricação e HACCP e demais normativas exigidas de acordo com clientes e produtos específicos.

Todas as atividades que acontecem dentro das operações desta unidade industrial de aves em estudo são regidas por Normas Regulamentadoras (NR's) do Ministério do Trabalho e Emprego. Em especial a NR 36, que tem o objetivo de garantir a segurança, saúde e qualidade de vida no trabalho de empresas de abate e processamento de carnes e derivados.

### 4.3 ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS DE DESEMPENHO

Após o conhecimento detalhado do processo produtivo, verificam-se os indicadores de desempenho e como são realizadas as respectivas medições. Os indicadores que permitem melhor controle sobre o processo produtivo devem ser identificados pela equipe *Lean*.

É relevante a medição dos indicadores de desempenho para conhecer a realidade do desempenho de um processo específico (podendo, então, comparar situação atual versus situação após aplicação de melhoria).

Na empresa objeto de estudo, os indicadores utilizados permitem esse controle e foram estabelecidos com referência ao recomendado pela revisão de literatura: custo, qualidade, flexibilidade, tempo e produtividade. A equipe *Lean* identificou que a empresa já utiliza os indicadores: qualidade, custo, produtividade e flexibilidade.

O indicador de qualidade é abordado de duas formas: em se tratando da qualidade da carne (produto) é medido a partir da equipe de monitoramento com foco principal na temperatura do produto que deve se manter sempre abaixo de 10°C. Este indicador só terá atitude a ser tomada caso a temperatura não esteja de acordo, quando ocorre a retirada do produto, de forma imediata, e interrupção desta produção. A segunda proposta do indicador de qualidade relacionado aos desvios e às não conformidades presentes no processamento do produto, este indicador trabalha lado a lado com o indicador de produtividade.

O indicador de produtividade será obtido por meio da medição de tempos e métodos, de modo a definir o tempo de processamento de produto e das pessoas envolvidas no processo.

Indicador de custo, cabe à equipe *Lean* avaliar e mensurar os desperdícios encontrados no processo escolhido para medição e avaliação. Mensurar o quanto de item é desperdiçado e o quanto isso representa em dinheiro. Atividade esta medida com VSM da embalagem primária com o foco de estimar o desperdício e converter para capital.

O indicador de flexibilidade também será analisado a partir do estudo dos tempos e métodos. Para o fluxo produtivo, manter a flexibilidade do processo é importante devido à variação modular que acontece por conta do mix de produtos com o qual a empresa trabalha. Diminuir o tempo de *setup* das trocas de produtos está correlacionado à melhoria do desempenho.

Os indicadores qualidade, custo, produtividade e flexibilidade são avaliados dentro da etapa 4 - Medição de desempenho no tópico 7.2 Avaliação de Indicadores.

#### 4.4 ETAPA 4: MAPA DO PROCESSO ATUAL

Diante da grande quantidade de atividades, agruparam-se algumas em operações por serem processos similares e/ou estarem presentes no mesmo espaço físico, de modo a facilitar a visualização do mapa de fluxo de valor:

- Na operação de recebimento acontece a recepção, descarregamento e pendura. As atividades e o número de pessoas são estabelecidos pelas condições

ergonômicas do local (regidas por Normas Regulamentadoras do Ministério Público do Trabalho);

- Na operação de abate, são realizadas as atividades de insensibilização, sangria, escaldagem e depenagem. Tais atividades são realizadas conforme Normas de Bem-Estar Animal, a qual estabelece tempo mínimo para que a ave permaneça em cada processo;
- Na operação de inspeção, onde ocorre a evisceração e as atividades de inspeção 1 e inspeção 2 que é chamada de PCC (Ponto Crítico de Controle), há redução da velocidade da nórea para que aconteça a checagem correta da qualidade da carne de frango, tais atividades são realizadas por funcionários do SIF (Serviço de Inspeção Federal) que fazem parte do DIPOA (Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal) na inspeção 1 e, posteriormente, na inspeção 2 por funcionários da empresa;
- Já na operação de resfriamento, por questões normativas da Portaria n.º 210, há a necessidade de que a carcaça de frango permaneça submersa em água pelo tempo observado em processo, para que ela possa adquirir a temperatura estipulada em legislação, inferior a 7°C, para seguir à próxima etapa de produção;
- Na operação de cortes, a atividade de rependura é realizada de acordo com o fluxo da linha (velocidade da nórea). Essa atividade demanda o tempo necessário para a carcaça ser desossada, de modo que cada posto/equipe de trabalho da seção realize um corte específico na carcaça;
- Nas operações da embalagem primária, é observado um gargalo recorrente das sucessivas paradas realizadas pela máquina envelopadora (parada inerente, ou não, do processo) as atividades que compõem esta operação são alimentar esteira, envelopadora e inspeção;
- Na operação da embalagem secundária, o tempo de acondicionamento dos produtos na embalagem de papelão depende da condição que chegam os pacotes da embalagem primária, por virem, muitas vezes, não uniformes, acabam por gerar reprocesso (necessidade de pesar novamente os cortes embalados por virem fora do padrão estabelecido);

Operação de congelamento demanda de tempo mínimo para que a troca de temperatura aconteça, não superior a  $-12^{\circ}\text{C}$ , e o produto esteja em condições ideais de repasse aos clientes.

A operação de armazenagem pós-congelamento, contempla as atividades de paletização, endereçamento e atividade de câmara de estocagem, que contém variação de tempo, pois este só é expedido quando há solicitação/autorização de saída de cliente, podendo demorar horas e até dias.

Esta junção de operações com os seus respectivos tempos das atividades que agregam valor está detalhada conforme Quadro 12.

Quadro 12 - Atividades divididas em cada operação com seus respectivos tempos

<b>Operação</b>	<b>Atividade</b>	<b>T/C</b>
Recepção	Recepção	0,0050
	Descarregamento	0,0050
	Pendura	0,0045
Abate	Insensibilização	0,0050
	Sangria	0,0050
	Escalda	0,0050
	Depenadeira 1	0,0050
	Depenadeira 2	0,0050
	Depenadeira 3	0,0050
	Depenadeira 4	0,0050
Inspeção	Inspeção	0,0050
	Evisceração	0,0050
	PCC	0,0050
Resfriamento	Resfriamento	0,0040
Cortes	Rependura	0,0100
	Cortes	0,0100
Emb. Primária	Alimentar esteira	0,0120
	Embalar	0,0120
	Inspeção	0,0120
Emb. Secundária	Emb. secundária	0,0050
Congelamento	Congelamento	0,0050
Armazenamento pós congelamento	Paletização	0,0046
	Endereçamento	0,0040
	Câmara estocagem	0,0050
Expedição	Expedição	0,0050

O mapa de fluxo de valor está formado com as atividades agrupadas em operações (Quadro 12) e está ilustrado na Figura 5. A unidade de medida padrão para o mapeamento é minutos/ave.

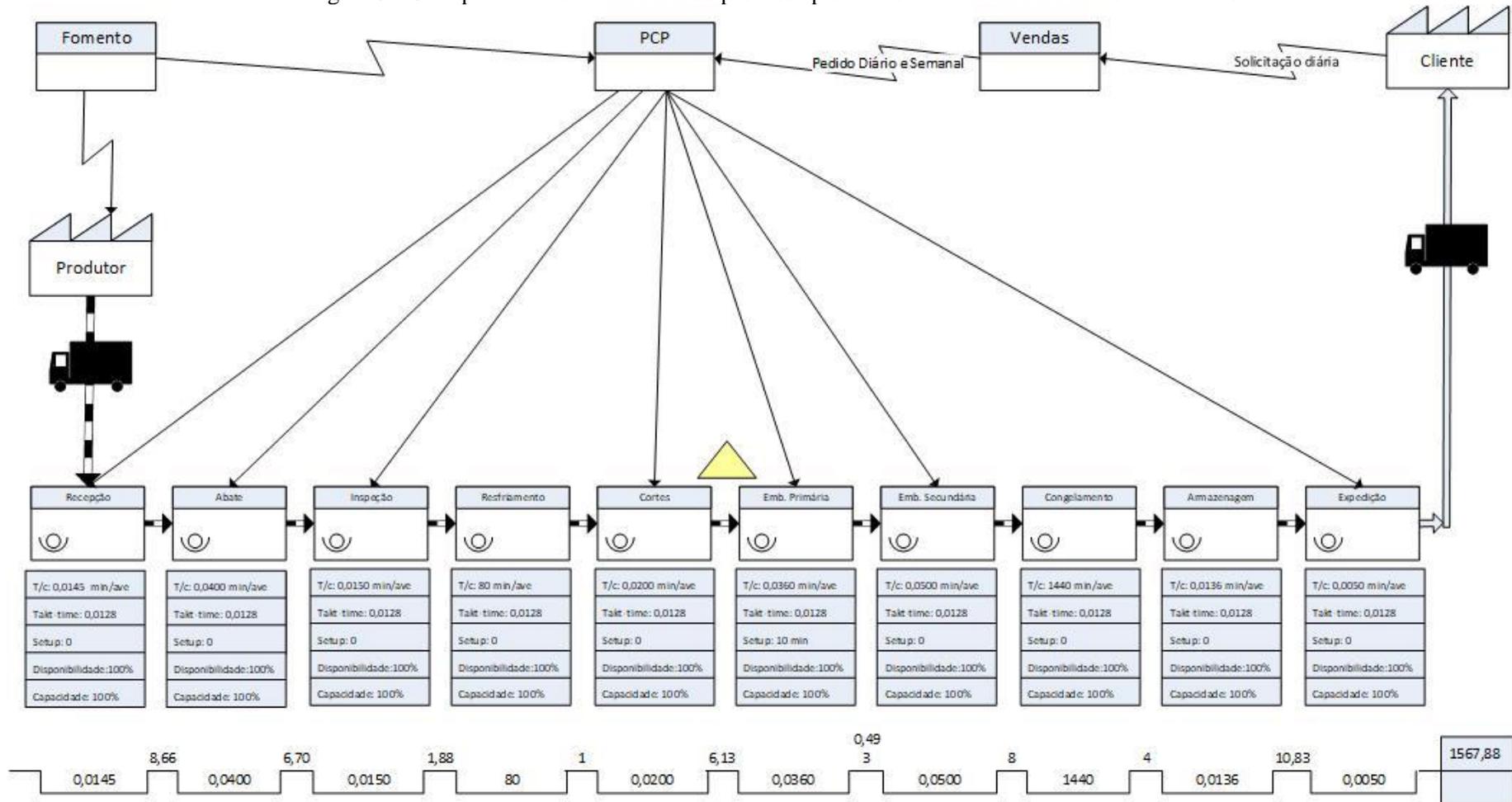
O mapa do processo atual permite avaliar o desempenho do processo produtivo e identificar onde estão as oportunidades de melhorias e deve demonstrar as informações de *lead time*, tempo de ciclo, *takt-time*, capacidade, disponibilidade, *setup* e a produção.

O *lead time* do processo produtivo é de 1567,88 min/ave.

O tempo de ciclo corresponde ao tempo de execução de cada uma das atividades, registrada a partir de uma cronoanálise.

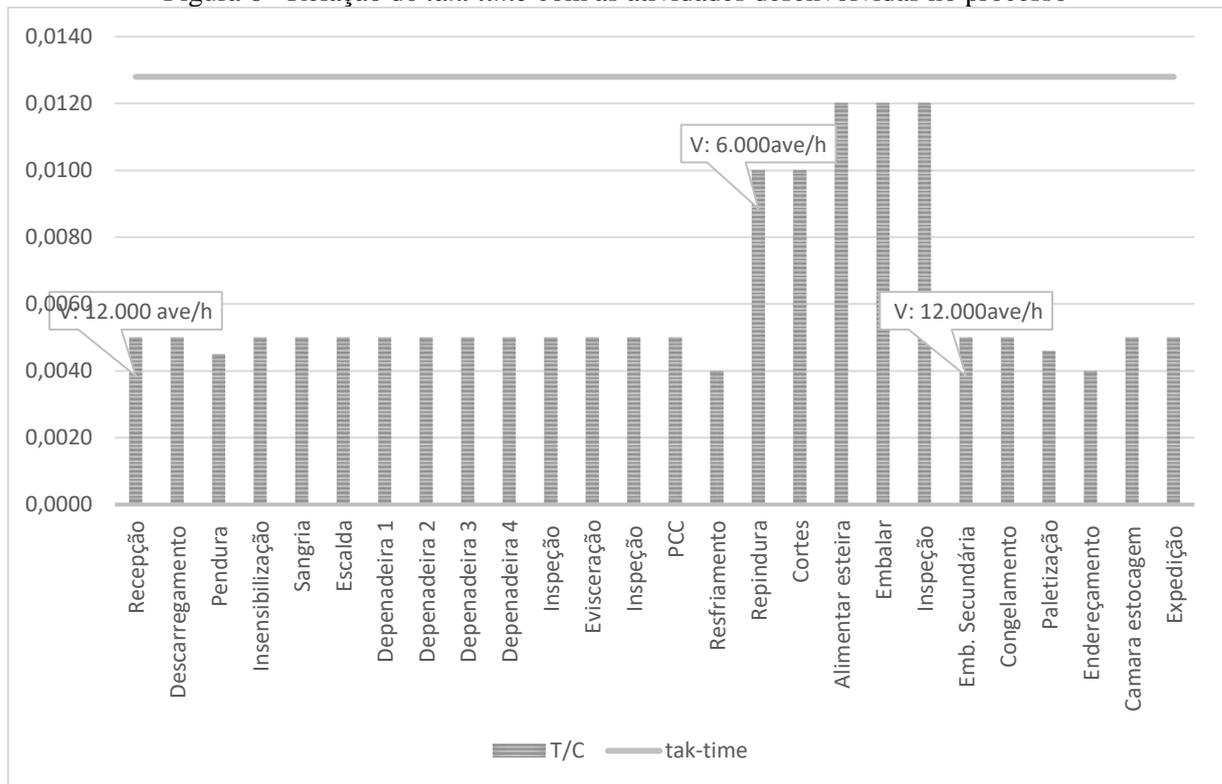
O tempo de *setup* é o tempo que a atividade necessita para troca de ferramentas, na figura 5 apenas a operação de embalagem primária apresenta o dado de *setup*, por ser a única máquina neste processo produtivo que faz *setup* durante o fluxo de produção, os demais ajustes das máquinas e equipamentos acontecem durante as pausas ergonômicas, a equipe *Lean* relata que esta ação é estipulada pela empresa para evitar paradas no fluxo contínuo do produto.

Figura 5 - O mapa de fluxo de material do processo produtivo de uma unidade industrial de aves.



O *takt time* foi calculado pela equação 1, cujo tempo disponível para produção foi de 480 minutos sobre uma demanda de 37500 aves, reflete com o resultado de *takt* de 0,0128 min/ave neste processo produtivo, o qual está representado na Figura 6 que traz o comparativo de tempo de operação para o tempo de *takt*.

Figura 6 - Relação do *takt time* com as atividades desenvolvidas no processo



Todas as atividades deste processo produtivo têm seus equipamentos dimensionados e balanceados para atender o fluxo atual da linha que, até o fim do resfriamento, tem velocidade estipulada de 12.000 aves/hora, da repindura até após embalagem primária velocidade de 6.000 aves/hora cada uma das duas linhas e, quando o produto adentra na embalagem secundária, retorna com o fluxo normal de 12.000 aves/hora. A figura 7 demonstra a capacidade da linha de produção, bem como a disponibilidade dos equipamentos.

As atividades de inspeção e PCC são administradas pelo departamento do DIPOA, é este que determina o tempo para realização das inspeções e o número necessário para atender o fluxo da linha.

#### 4.5 ETAPA 5: MAPEAMENTO DOS RISCOS SANITÁRIOS E DA QUALIDADE NO VSM

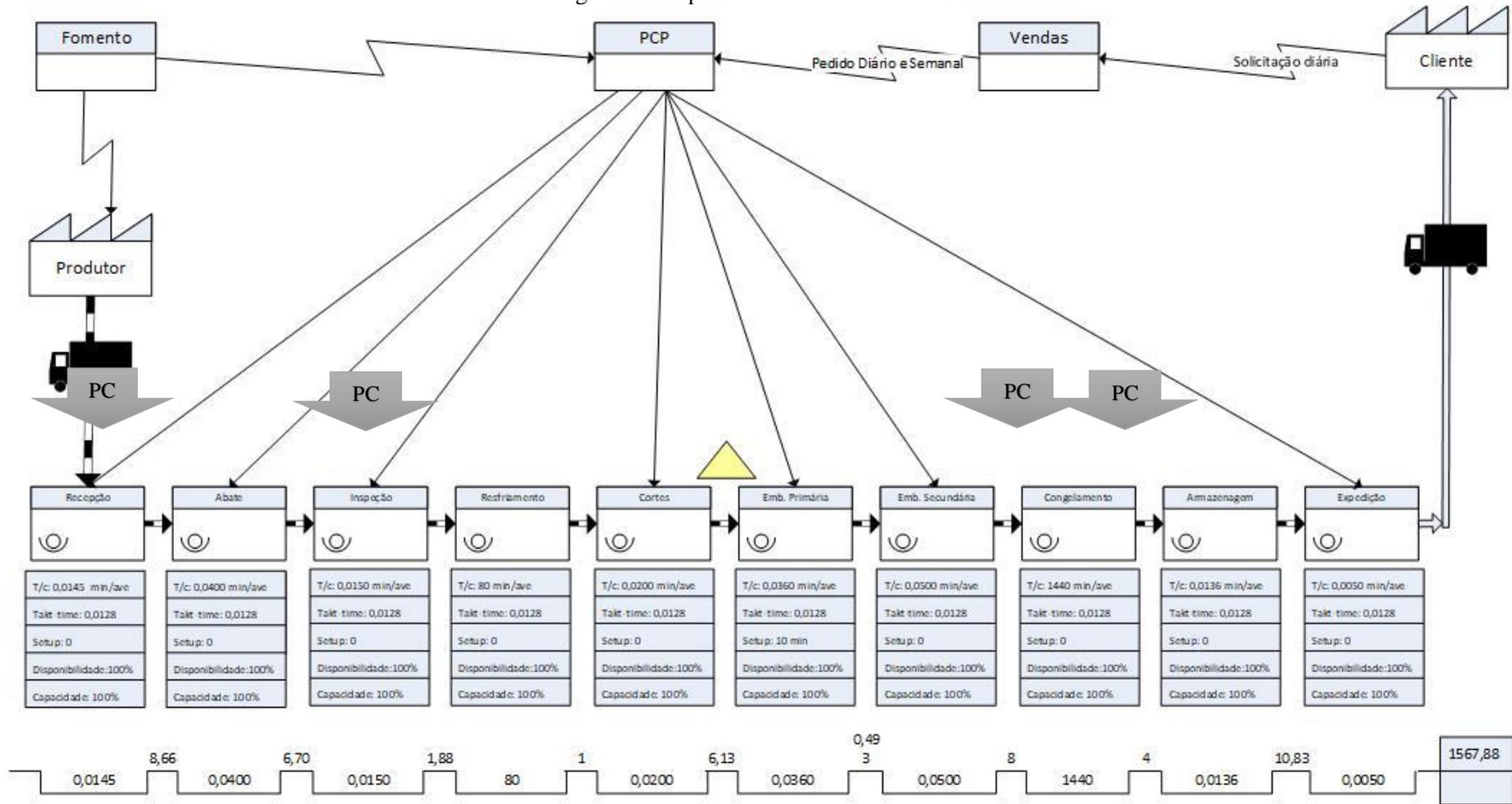
A junção da ferramenta HACCP e VSM tem como objetivo a ilustração do fluxo de material com os respectivos pontos críticos do processo, de modo que, além de poder observar o fluxo do material, possa-se definir quais atividades são críticas à qualidade do produto, para que estas não sejam alteradas.

Com o documento do HACCP ilustrado no VSM pode-se ter conhecimento dos pontos críticos diretamente no processo a se cumprir perante o controle internacional de alimentos. Pontos críticos encontrados neste projeto-piloto da empresa em estudo estão representados na Figura 5 e descritos a seguir:

- Recepção de aves: Não se tolera a entrada de matéria prima com ausência de informações sobre dieta hídrica, drogas veterinárias na criação das aves e ração. O não cumprimento pode ocasionar o cancelamento de abate deste lote. Para evitar que isso ocorra o fomento, setor responsável, emite um relatório com todas as informações necessárias, com 24 horas de antecedência do abate do animal;
- Inspeção: Não são permitidas aves que, visivelmente, possuam contaminação fecal, biliar e/ou conteúdo gástrico. A não conformidade da carcaça ocasiona a sua retirada da linha de produção. Para evitar que isso aconteça, a ave fica em dieta hídrica por 12 horas pré-abate, além de serem realizadas inspeções da carcaça para garantir a ausência dos contaminantes;
- Túnel de congelamento: O limite de tempo permitido da atividade de sangria até o seu congelamento é de 4 horas, sendo que, neste intervalo, a carcaça deve atingir a temperatura de 4°C. O não cumprimento desta normativa ocasiona no sequestro do produto. Para confirmar a eficácia deste processo, amostras são retiradas da linha de produção e levadas a laboratório para análise, onde são realizados testes de multiplicação de microrganismos mesófilos (bactérias patogênicas);
- Raio-x: Nesta etapa é verificada a presença de corpos estranhos (ferrosos, aço inoxidável, não ferrosos) no produto já embalado. Caso seja identificado um corpo estranho, o produto passa, novamente, pelo raio-x, se o teste der resultado positivo, o produto é sequestrado da linha e levado para análise em laboratório.

Na Figura 7 a seguir, são ilustrados os pontos críticos da linha em análise no mapa de fluxo de valor.

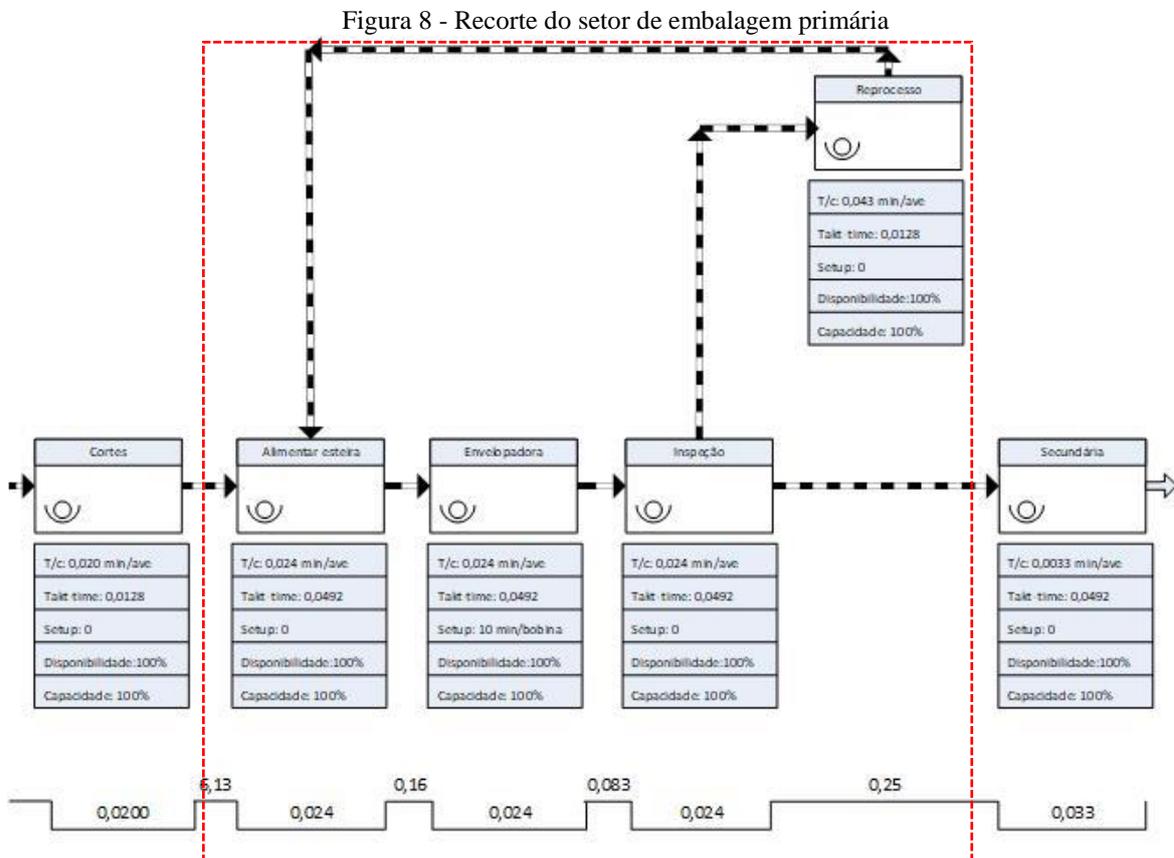
Figura 7 - Mapa de Fluxo de valor e HACCP



Apontados os pontos críticos no mapa de fluxo de valor, a equipe *Lean* pode analisar quais ações estratégicas serão tomadas para melhoria do processo sem que esses pontos sejam abalados.

Com as atividades do processo abaixo do *takt-time*, confirma-se a capacidade de atender a demanda solicitada. A equipe *Lean* apontou, então que o projeto de medição de desempenho realizar-se-ia na embalagem primária em busca de aumento de desempenho da capacidade de produção justificada pelos desperdícios observados, além de grande quantidade de reprocesso e, também, pelo tempo significativo de *setup* (de modo a afetar o fluxo da linha de produção, provocando gargalos). Indiretamente tal medida afeta, positivamente, no desempenho da embalagem secundária (visto que, nessa, o reprocesso também é alto por falhas na embalagem primária), que não será estudada neste projeto-piloto.

A partir da Figura 7, a equipe *Lean* elaborou um outro VSM, observado na Figura 8, representando o fluxo de atividades da embalagem primária. O intuito da elaboração de tal VSM, que foi realizado por meio de uma cronoanálise, é de detalhar as atividades do processo para uma máquina envelopadora (alimentar esteira, envelopar, inspecionar), o real tempo de cada uma delas, quais destas agregam e não agregam valor ao processo além de identificar pontos de desperdício e causas do reprocesso.



Na operação de embalagem primária, as ações realizadas são classificadas em 3 postos operativos: alimentar esteira, envelopadora, inspeção.

O posto operativo de alimentar esteira é realizado por dois colaboradores que transferem os produtos da esteira, oriundos do corte, para a esteira que alimenta a máquina envelopadora. A ergonomia estabeleceu, com base da NR17, a presença de duas pessoas para atender a velocidade da linha neste posto (pelo fato de que apenas uma pessoa exceda o limite de ações técnicas diárias permitidas por funcionário).

No posto da envelopadora, encontra-se a máquina envelopadora e há um operador responsável por promover o funcionamento da mesma, este operador realiza os comandos, ajustes, *setup*, reprocesso, ou seja, atividades em geral voltadas à máquina envelopadora.

O terceiro posto operativo é a inspeção, onde uma pessoa fica observando a conformidade de cada pacote já embalado com o produto que sai da máquina envelopadora, em caso de não conformidade ou algum defeito de selagem/impressão os pacotes são colocados em local específico para reprocesso.

Os produtos destinados ao reprocesso são desembalados pelo operador da máquina e, novamente, direcionados à esteira alimentadora da envelopadora e as embalagens defeituosas são descartadas.

A parada por qualquer motivo da máquina envelopadora ocasiona formação de estoques próximo à esteira de alimentação e, por consequência, ociosidade do posto operativo de inspeção.

Ao analisar o VSM da Figura 8, percebeu-se que, além da atividade de operar a máquina envelopadora, as demais atividades não agregam valor, porém são necessárias à operação. A atividade de inspeção, por exemplo, não pode ser eliminada devido às legislações de órgãos regulamentadores das atividades alimentícias que a tornam obrigatória.

O RISPOA para abate de animais relata que é de suma importância a empresa realizar pontos de inspeção quantas vezes for preciso para que se possa garantir um produto adequado ao cliente.

O ponto crítico de controle de túnel de congelamento e raio-x estão relacionados à embalagem primária, pois um deles, o raio -x, envolve a qualidade de embalo do produto, ou seja, o produto processado de forma incorreta (produto aberto), pode dar oportunidade para a entrada de corpos estranhos. O tempo de processamento, em relação ao tempo que o produto precisa chegar ao túnel, deve ser respeitado para cumprir as legislações deste processo produtivo.

## 4.6 ETAPA 6: MEDIÇÃO DO PROCESSO

Nesta etapa serão analisados os dados obtidos nas etapas anteriores junto a estudo de tempos e métodos que acontece nesta etapa.

### 4.6.1 Estudo de tempos e métodos

Em sequência à realização do mapa do processo com os pontos críticos, a equipe *Lean* realizou o estudo de tempos e métodos.

Pelo fato de as atividades de alimentar esteira e inspeção serem regidas por legislações de ergonomia e qualidade, apenas será focado no tempo do operador de envelopadora, por ser influenciador do tempo total do processo.

As ações do operador que é responsável pela máquina envelopadora foram, inicialmente, listadas e, posteriormente, cronometradas para conhecimento do fluxo de rotina deste posto operativo. Após a cronoanálise, estes dados alimentaram a planilha de resultado do estudo dos tempos.

A Tabela 1 demonstra as ações realizadas pelo operador, a cada nova bobina, com seus respectivos tempos, as que são pertinentes *ao setup* (Nº 1 a 27) foram representadas em cor mais escura. Este não agrega valor ao produto, porém é necessário para realização da atividade.

A planilha está desenvolvida com a coluna inicial da esquerda para a direita que faz a contagem de atividades, a segunda coluna a somatória do tempo de atuação, a terceira, a classificação das atividades pelo verbo, a quarta apresenta a descrição de cada ação do operador, e o tempo necessário para cada ação.

Ainda referente à Tabela 1, a coluna 5, em diante, retrata a parte da planilha que junta todas as atividades pertencentes ao mesmo verbo para poder observar quanto do tempo do operador no tempo de trabalho ele passa realizando cada uma dessas ações.

Este posto operativo realiza, em média, 27 ações para cumprir um *setup* e obtém, em média, 8 *setups* por turno de trabalho, para cada uma das máquinas envelopadora nesta operação.

Tabela 1 - Estudo de tempos e métodos para produção proporcional à utilização de uma bobina

Nº	Somatória	Descrição atividades	Tempo	Abrir	Acompanhar	Ajustar	Anotar	Ativar	Caminhar	Inspeção	Parar	Pesar	Retirar
1	00:15	Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15						00:15				
2	00:27	Caminhar até a balança com bobina	00:12						00:12				
3	00:30	Pesar bobina a ser utilizada	00:03									00:03	
4	00:45	Caminhar com bobina até a máquina	00:15						00:15				
5	01:26	Instalar bobina	00:41										
6	02:27	Ajustar painel operacional	01:01			01:01							
7	02:43	Ajustar /adequar carimbo	00:16			00:16							
8	02:49	Ativar máquina e esteira	00:06					00:06					
9	03:16	Inspeção trabalho da máquina	00:27							00:27			
10	04:04	Inspeção (carimbo/selagem)	00:48							00:48			
11	04:25	Retirar produtos com defeito	00:21										00:21
12	04:30	Parar máquina	00:05								00:05		
13	04:44	Ajustar máquina	00:14			00:14							
14	04:49	Ativar máquina e esteira	00:05					00:05					
15	05:21	Inspeção do produto	00:32							00:32			
16	05:42	Retirar produtos com defeito	00:21										00:21
17	05:45	Parar máquina	00:03								00:03		
18	07:18	Abrir pacotes na bacia	01:33	01:33									
19	07:34	Caminhar até a esteira com bacia	00:16						00:16				
20	07:44	Ajustar máquina	00:10			00:10							
21	07:48	Ativar máquina e esteira	00:04					00:04					
22	08:29	Inspeção do produto	00:41							00:41			
23	08:51	Retirar produtos com defeito	00:22										00:22
24	08:54	Parar máquina	00:03								00:03		
25	10:12	Abrir pacotes na bacia	01:18	01:18									
26	10:30	Caminhar até a esteira com bacia	00:18						00:18				
27	10:36	Ajustar máquina	00:06			00:06							

Tabela 1 - Estudo de tempos e métodos para produção proporcional a utilização de uma bobina (continuação)

28	50:36	Acompanhar produção	40:00	40:00								
29	50:39	Parar esteira e máquina	00:03					00:03				
30	51:07	Retirar bobina	00:28								00:28	
31	51:18	Caminhar até a balança	00:11				00:11					
32	51:21	Pesar sobra	00:03							00:03		
33	52:06	Retirar lixo e pesar desperdício	00:45								00:45	
34	52:45	Anotar dados na planilha	00:39			00:39						
35	53:08	Anotar dados no caderno	00:23			00:23						
<b>TOTAL</b>			02:51	40:00	01:47	01:02	00:15	01:27	02:28	00:14	00:06	02:17

#### 4.6.2 Avaliação dos desperdícios a partir do estudo de tempos e métodos

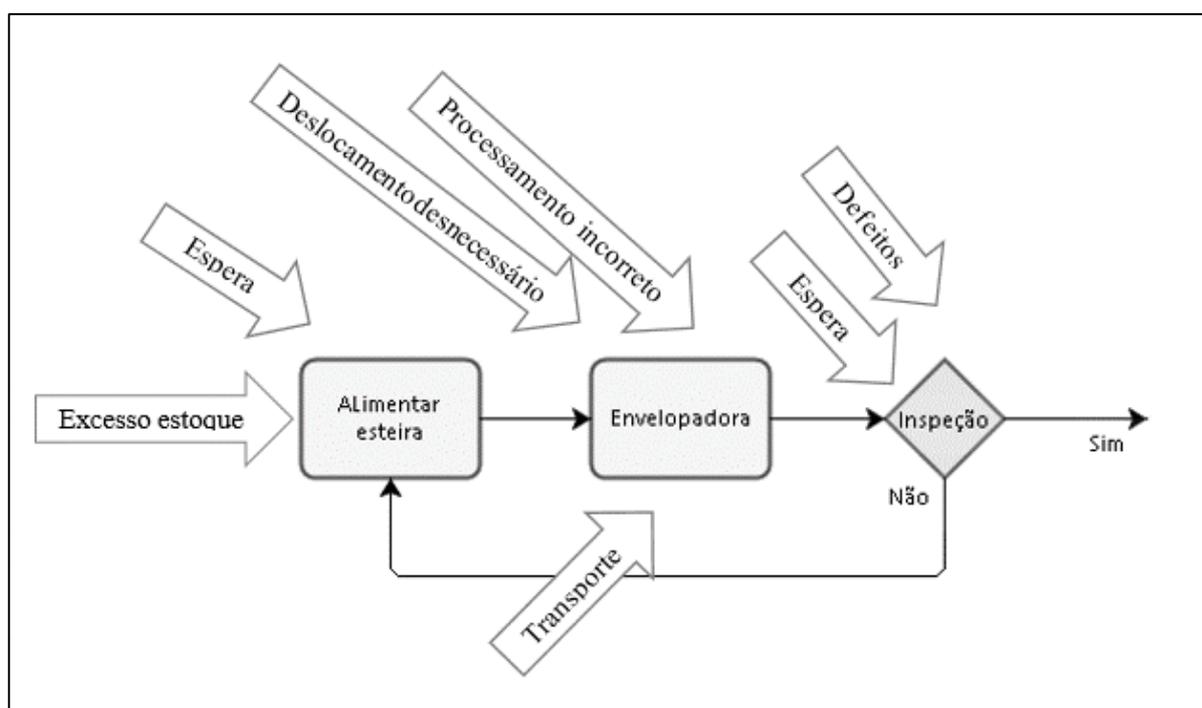
Na operação de embalagem primária, mais especificamente na atividade de envelopar, conduzida por um operador de máquina, foram levantados altos índices de desperdício de embalagem pela má parametrização da máquina, de modo a gerar produtos não selados corretamente (reprocesso), resíduos e também embalagens com muito espaço vazio (embalagem grande para o tamanho da peça de frango a ser embalada).

Além dos desperdícios mencionados, observa-se, ainda, que com a parada da envelopadora, há excesso de estoque (produtos aguardando selagem), de modo a ocasionar espera dos alimentadores da esteira e do funcionário da inspeção.

O deslocamento e transportes desnecessários são outros dois desperdícios que foram observados no processo.

A Figura 9 ilustra os desperdícios de produção apontados pelo *Lean* que se encontram neste processo produtivo.

Figura 9 – Ilustração dos desperdícios do *Lean* observados no processo de embalagem primária



A máquina envelopadora demanda de alto tempo de *setup* (cerca de 11 min), e este é realizado, pelo menos, a cada troca de bobina de filme de embalagem, tempo no qual a linha fica parada. Por depender, especificamente, do operador, tal atividade, muitas vezes, acaba por

demorar mais tempo ainda, visto que este realiza atividades desnecessárias. Enquanto essas atividades se repetem, há um consumo extra de filme que não irá agregar valor ao produto.

Observou-se que este processo não possui padrões pré-definidos, cada operador trabalha de acordo com a sua perspectiva do que é ‘correto’ (de modo a ser encontrados pacotes com variação de até 6 cm, além de serem realizados testes de selagem em que embalagens são descartadas até encontrarem o ideal para o produto em específico).

Em testes realizados pela equipe *Lean*, pode-se mensurar que em, aproximadamente, 1 hora, 1,03 kg de filme de embalagem foram descartados. Porém os desperdícios de matéria prima não param. Em outro teste realizado, pôde-se identificar sobra de 50 % da embalagem (metade do pacote era ocupado pelo produto e a outra metade estava vazia).

## 4.7 ETAPA 7: MEDIÇÃO DO DESEMPENHO CONTÍNUO

### 4.7.1 Medição de desempenho

O objetivo do processo de medição de desempenho contínuo está em medir a eficiência e a eficácia do processo, antes e depois do procedimento *Lean*, de modo a quantificar a melhoria proposta. Para chegar esses valores, utilizaram-se dados do estudo de tempos de métodos de duas máquinas que trabalham em paralelo.

A partir desse, a equipe *Lean* foi capaz de realizar a avaliação do processo atual, em relação ao turno de jornada de produção de um dia. Iniciando pela estimativa de desempenho pelo de tempo disponível do operador para produção, conforme demonstrado no Quadro 13.

Quadro 13 - Tempo disponível de produção

Operadores	1	2
Horário de entrada	06:45	06:45
Horário de saída	15:45	15:45
Tempo de almoço	01:00	01:00
Total de paradas ergonômicas	01:00	01:00
<b>Tempo Total Disponível</b>	<b>08:00</b>	<b>08:00</b>

O tempo disponível para produção é igual a 8 horas, tempo este relacionado às atividades dentro da indústria, ou seja, já descontado o tempo que o funcionário tem para

acessar o vestiário, fazer a troca de roupa, adentrar a indústria, inserir os itens necessários para trabalho (luva, avental, entre outros) e sair da indústria e trocar de roupa no vestiário.

O segundo passo foi identificar qual a capacidade de cada máquina instalada para realizar a atividade de envelopar o produto, demonstrado no Quadro 14.

Quadro 14 - Identificação do tempo médio de atividade

Tempo para completar 1 peça (min)		Tempo médio de atividade
Máquina 1	0,024	0,024
Máquina 2	0,024	

Cada máquina é manuseada por um operador, as duas máquinas presentes na linha em análise têm o mesmo ritmo de produção, ou seja, estando nas condições ideais consegue envelopar, cada uma delas leva 0,024 minutos para selar um pacote, no entanto, a capacidade da máquina é de envelopar 2500 pacotes por hora.

A determinação da capacidade produtiva de cada máquina pode ser observada na Tabela 2. A capacidade e produção da máquina e o tempo de *setup* foram estimados pelo fabricante e os dados se encontram documentados na empresa. Levando em conta a média de 8 *setups*/dia, utilizando 100% do tempo disponível de produção. Para este estudo foram utilizadas duas máquinas totalizando uma capacidade produtiva de 38000 pacotes/dia.

Tabela 2 - Cálculo de capacidade de produção disponível para uma máquina envelopadora

Especificações da máquina	Qtd	Unidade
Capacidade de produção máquina:	2500	Pacote/h
Tempo de <i>setup</i> :	0,05	h
Média de <i>setup</i> dia:	8	un
Tempo disponível para produção	8	h
Tempo total de <i>setup</i> /dia	0,40	h
Tempo total disponível pra produção	7,60	h
Capacidade produtiva da máquina:	19000	Pacote/dia

O terceiro passo foi identificar qual o número de itens produzidos, em média, em um turno de produção em relação a cada operador que manuseia uma única máquina. Os dados estão demonstrados na Tabela 3.

Os tempos demonstrados na tabela estão expressos de acordo com o tempo em que a linha esteve em funcionamento, descontando as paradas ergonômicas e de almoço.

Tabela 3 - Estimativa de unidades produzidas em um dia de produção

Tempo	Operador	Unidades produzidas
6:45 - 7:30	1	1666
	2	1708
8:00 - 10:00	1	3708
	2	3541
11:00 - 13:00	1	3708
	2	3583
13:00 - 14:00	1	1958
	2	1958
14:30 - 15:45	1	2208
	2	2375
Total produzido no turno		26413

Calculada a eficiência (conforme descrito na Metodologia, Equação 2), obteve-se um índice de 71%. Para obter o valor de eficácia, é necessário encontrar o valor de alvo de saída, primeiramente, demonstrado, também, na Metodologia, Equação 3. O resultado obtido foi de 38000 unidades de capacidade projetada diária. Obtido o valor do alvo de saída, encontrou-se que a eficácia obtida pela equação 4 do processo é de 70%.

#### 4.7.2 Avaliação dos indicadores

O indicador flexibilidade é mensurado, neste caso, pelo tempo de *setup*, este tempo é determinado para atividade de embalagem primária. Conforme VSM (Figura 5), a operação de embalagem primária registrou um elevado tempo de *setup*. No detalhamento das atividades que acontecem durante o *setup* da máquina envelopadora (Tabela 1), pode-se observar que o valor total de *setup* é de aproximadamente 11 minutos, conforme Figura 10.

Como esse número alto inviabiliza a troca de bobina com frequência, as trocas são evitadas e a produção do item acontece, em alguns casos, até quando o filme termina. Devido a isso gera superprodução, e a produção do item fica acima do necessário.

Uma maior flexibilidade permite ao setor trocar produtos com mais frequência, evitando, principalmente, estoques em trânsito e superprodução.

Figura 10- Demarcação das atividades de *setup* da máquina envelopadora

Nº	Somatória	Descrição atividades	Tempo
1	00:15	Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15
2	00:27	Caminhar até a balança com bobina	00:12
3	00:30	Pesar bobina a ser utilizada	00:03
4	00:45	Caminhar com bobina até a máquina	00:15
5	01:26	Instalar bobina	00:41
6	02:27	Ajustar painel operacional	01:01
7	02:43	Ajustar /adequar carimbo	00:16
8	02:49	Ativar máquina e esteira	00:06
9	03:16	Inspeção trabalho da máquina	00:27
10	04:04	Inspeção (carimbo/selagem)	00:48
11	04:25	Retirar produtos com defeito	00:21
12	04:30	Parar máquina	00:05
13	04:44	Ajustar máquina	00:14
14	04:49	Ativar máquina e esteira	00:05
15	05:21	Inspeção do produto	00:32
16	05:42	Retirar produtos com defeito	00:21
17	05:45	Parar máquina	00:03
18	07:18	Abrir pacotes na bacia	01:33
19	07:34	Caminhar até a esteira com bacia	00:16
20	07:44	Ajustar máquina	00:10
21	07:48	Ativar máquina e esteira	00:04
22	08:29	Inspeção do produto	00:41
23	08:51	Retirar produtos com defeito	00:22
24	08:54	Parar máquina	00:03
25	10:12	Abrir pacotes na bacia	01:18
26	10:30	Caminhar até a esteira com bacia	00:18
27	10:36	Ajustar máquina	00:06

O indicador de produtividade está relacionado à eficiência do processo, que é mensurado pela medição de desempenho contínuo (seção 4.7.1), uma eficiência com um índice de 71%.

O indicador de qualidade, aliado ao indicador de produtividade, foi mensurado também pelo estudo de tempos de métodos, pela quantidade de reprocesso que representam as não conformidades realizadas nas atividades observadas na Figura 11.

As atividades demarcadas por um retângulo estão relacionadas a ações que acontecem nos pacotes não conformes que são encontrados no processo, pacotes esses que estão mal selados ou com falha de impressão na embalagem e são retirados da linha de produção e destinadas ao reprocesso. O tempo dessas ações voltadas ao reprocesso, somados, representam 42 % do tempo de *setup*.

Figura 11 - Demarcação de atividades que estão relacionadas ao reprocesso

Nº	Somatória	Descrição atividades	Tempo
1	00:15	Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15
2	00:27	Caminhar até a balança com bobina	00:12
3	00:30	Pesar bobina a ser utilizada	00:03
4	00:45	Caminhar com bobina até a máquina	00:15
5	01:26	Instalar bobina	00:41
6	02:27	Ajustar painel operacional	01:01
7	02:43	Ajustar /adequar carimbo	00:16
8	02:49	Ativar máquina e esteira	00:06
9	03:16	Inspeção trabalho da máquina	00:27
10	04:04	Inspeção (carimbo/selagem)	00:48
11	04:25	Retirar produtos com defeito	00:21
12	04:30	Parar máquina	00:05
13	04:44	Ajustar máquina	00:14
14	04:49	Ativar máquina e esteira	00:05
15	05:21	Inspeção do produto	00:32
16	05:42	Retirar produtos com defeito	00:21
17	05:45	Parar máquina	00:03
18	07:18	Abrir pacotes na bacia	01:33
19	07:34	Caminhar até a esteira com bacia	00:16
20	07:44	Ajustar máquina	00:10
21	07:48	Ativar máquina e esteira	00:04
22	08:29	Inspeção do produto	00:41
23	08:51	Retirar produtos com defeito	00:22
24	08:54	Parar máquina	00:03
25	10:12	Abrir pacotes na bacia	01:18
26	10:30	Caminhar até a esteira com bacia	00:18
27	10:36	Ajustar máquina	00:06

O indicador de custos é mensurado com os desperdícios encontrados no processo (Figura 9) e o quanto isso impactaria financeiramente.

Sobre esses desperdícios listados focados na área financeira, o desperdício de embalagem convertido para custo, tem os seguinte resultados: considerando que a cada 1 hora (produção + *setup*) o desperdício de embalagem chega a, aproximadamente, 1kg, multiplicado pelas 7,5 horas disponíveis de trabalho por turno, multiplicado por 22 dias de trabalho no mês, chega-se a uma quantia de 165 kg de resíduos de uma única máquina envelopadora em um único turno de produção, multiplicado pelo preço médio de compra da matéria prima utilizada para embalar o produto de 14 reais/kg, em média R\$ 2.310,00 (dois mil e trezentos e dez) por mês são perdidos.

Outra questão também relacionada ao desperdício deste mesmo filme, é o tamanho do pacote já com o produto acondicionado, que a equipe *Lean* observou que estava grande, e em testes observou que seria possível reduzir o tamanho da embalagem em 15% sem interferir na qualidade do produto.

## 4.8 ETAPA 8: PROJETAR NOVO PROCESSO

A partir dos resultados obtidos no mapeamento, medição de desempenho, a equipe *Lean* simulou a utilização de ferramentas citadas a seguir para projetar um novo processo.

Ao constatar que a máquina envelopadora, durante o que tempo que está em atividade opera 100% da sua capacidade, e que a atividade de inspeção deve permanecer no processo por normativas necessárias, o foco da equipe *Lean* foi em atuar nos tempos em que a máquina permanece parada, nos tempos de *setup*, ou seja, aumentar a quantidade de processamento minimizando o tempo de *setup* em que a máquina fica parada.

Visto que as atividades do operador, durante o *setup*, são as que mais causam inatividade da máquina, de modo a gerar desperdícios nas demais atividades da embalagem primária, esta etapa foi dividida em três partes de atuação: a primeira delas é a seleção de ferramentas para atuar nos desperdícios encontrados, a medição do novo processo e, por fim, a avaliação global deste novo processo.

### 4.8.1 Seleção de ferramentas

Fixados os pontos críticos do processo (pontos onde não são permitidas alterações, devido a normas da qualidade) no VSM, foi simulada a atuação das ferramentas *Lean* nas atividades restantes.

Frente a lista dos desperdícios: espera, excesso de estoque, deslocamento desnecessário, transporte, processamento incorreto/defeituoso, perda de matéria prima pelo tamanho de pacote, consumo extra de filme, a equipe *Lean* sugeriu algumas ferramentas de trabalho com o intuito de reduzir/erradicar tal lista.

As ferramentas citadas foram Trabalho Padrão, SMED, TPM, Andon, Gestão Visual, Kanban, para utilizar em simulação da melhoria deste processo produtivo. Esta escolha foi direcionada pela classificação apresentada no Quadro 11.

A ferramenta trabalho padrão: padronizar a atividade de alimentar esteira com o número de itens por pacote, durante os testes realizados pela equipe *Lean* relacionando

quantidade de itens, peso e tamanho de embalagem, constatou-se que a melhor condição seria 3 itens por pacote, que se aproximaria de 1 kg de produto e conseguiria manter um tamanho padrão de pacote.

O intuito de padronizar nessas condições possibilitaria uma redução no consumo desnecessário de filme nos pacotes, visto que o operador não precisa mais exagerar no tamanho do pacote, pois com a quantidade estimada, ele consegue ter conhecimento sobre a proporção que necessita de pacote para a mesma quantidade de itens.

A ferramenta SMED é sugerida com foco em atuar na redução do tempo de *setup*, a qual é dividida em três estágios de atuação, separação das atividades de *setup* interna e externa, converter configuração interna em externa e promover as melhorias dentro das operações de configurações já existentes.

a) Estágio 1: Separação de configuração interna e externa de *setup*.

A partir da tabela 1, que representa o estudo de tempos de métodos do operador, onde são destacadas as atividades do *setup*, é possível separar entre as configurações internas e externas, conforme apresentando no Quadro 15.

A classificação de configuração interna é referente às atividades que são realizadas na máquina somente quando a máquina estiver parada, ou seja, com o fluxo de produção interrompido.

Já a classificação de configuração externa é sobre as atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina estiver em funcionamento, atividades que são realizadas em paralelo com o fluxo de produção.

Quadro 15 - Classificação entre configuração interna e externa das atividades no setup

	<b>Somatória</b>	<b>Descrição atividades</b>	<b>Tempo</b>	<b>Configuração</b>
1	00:15	Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15	Externa
2	00:27	Caminhar até a balança com bobina	00:12	Externa
3	00:30	Pesar bobina a ser utilizada	00:03	Externa
4	00:45	Caminhar com bobina até a máquina	00:15	Externa
5	01:26	Instalar a bobina	00:41	Interna
6	02:27	Ajustar painel operacional	01:01	Interna
7	02:43	Ajustar /adequar carimbo	00:16	Interna
8	02:49	Ativar máquina e esteira	00:06	Interna
9	03:16	Inspeção trabalho da máquina	00:27	Externa
10	04:04	Inspeção (carimbo/selagem)	00:48	Externa
11	04:25	Retirar produtos com defeito	00:21	Externa
12	04:30	Parar máquina	00:05	Interna
13	04:44	Ajustar máquina	00:14	Interna
14	04:49	Ativar máquina e esteira	00:05	Interna
15	05:21	Inspeção do produto	00:32	Externa
16	05:42	Retirar produtos com defeito	00:21	Externa
17	05:45	Parar máquina	00:03	Interna
18	07:18	Abrir pacotes na bacia	01:33	Externa
19	07:34	Caminhar até a esteira com bacia	00:16	Externa
20	07:44	Ajustar a máquina	00:10	Interna
21	07:48	Ativar máquina e esteira	00:04	Interna
22	08:29	Inspeção do produto	00:41	Externa
23	08:51	Retirar produtos com defeito	00:22	Externa
24	08:54	Parar máquina	00:03	Interna
25	10:12	Abrir pacotes na bacia	01:18	Externa
26	10:30	Caminhar até a esteira com bacia	00:18	Externa
27	10:36	Ajustar a máquina	00:06	Interna

Separando em colunas as atividades de acordo com a configuração interna ou externa, com os seus respectivos tempos de atuação, é possível observar um impacto bem representativo no tempo estimado, conforme ilustrado no Quadro 16.

As atividades de inspeção classificadas na configuração externa (Quadro 16) são realizadas em paralelo ao funcionamento da máquina envelopadora, porém a não conformidade, em qualquer um dos pontos de comparação ao produto desejado pelo cliente, provoca a parada da máquina para que ocorram os possíveis ajustes, portanto fazem parte da configuração interna. O *setup* só finaliza quando o produto atende a conformidade.

Quadro 16 - Atividades separadas em configuração interna e externa com os seus respectivos tempos

<b>Configuração Interna</b>	<b>Tempo</b>	<b>Configuração Externa</b>	<b>Tempo</b>
Instalar bobina	00:41	Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15
Ajustar painel operacional	01:01	Caminhar até a balança com bobina	00:12
Ajustar /adequar carimbo	00:16	Pesar bobina a ser utilizada	00:03
Ativar máquina e esteira	00:06	Caminhar com bobina até a máquina	00:15
Inspeção trabalho da máquina	00:27	Abrir pacotes na bacia	01:33
Inspeção (carimbo/selagem)	00:48	Caminhar até a esteira com bacia	00:16
Retirar produtos com defeito	00:21	Abrir pacotes na bacia	01:18
Parar máquina	00:05	Caminhar até esteira com bacia	00:18
Ajustar máquina	00:14	<b>TOTAL</b>	<b>04:10</b>
Ativar máquina e esteira	00:05		
Inspeção do produto	00:32		
Retirar produtos com defeito	00:21		
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:10		
Ativar máquina e esteira	00:04		
Inspeção do produto	00:41		
Retirar produtos com defeito	00:22		
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:06		
<b>TOTAL</b>	<b>06:26</b>		

Após a separação das atividades, em configuração interna e externa, é possível identificar que o impacto para a redução é de, aproximadamente, 40%.

Em sequência aos estágios de atuação do SMED, encontra-se o estágio 2.

b) Estágio 2: Converter configuração interna para externa.

Nas configurações internas apresentadas encontram-se as atividades que necessitam que a máquina esteja na condição parada para que possam ser realizadas. Com a separação entre interna e externa já foi bem significativa a mudança e restaram apenas as atividades internas que são essenciais e não podem ser realizadas com a máquina em movimento e as atividades repetidas.

Quanto às atividades repetidas, o próximo passo a ser tomado é o estágio 3 atuando em buscas de melhorias no processo para minimizar estas condições de retrabalho.

c) Estágio 3: Melhorias no aspecto de configuração

O estágio 3 do SMED traz a condição de buscar melhorias para os aspectos de configuração de operação dentro do tempo de *setup*. Neste estudo-piloto, foram identificadas atividades repetidas dentro do tempo de *setup* por conta de produtos mal selados ou com má impressão, gerando um número de reprocesso alto e de desperdício de insumos.

Para atuar neste quesito, diminuir esse tempo de retrabalho e processo as ferramentas TPM, Andon, gestão visual e cartão Kanban podem contribuir da seguinte forma: a ferramenta TPM se enquadra neste processo com o foco em buscar o melhor desempenho da máquina, esse desempenho pode ser alcançado com uma parametrização (atualmente não existente) sobre a utilização correta da máquina e treinamento avançado sobre a máquina para os operadores, desde cada peça, cada função da máquina, como ela se comporta, os possíveis problemas, em quais circunstâncias resolvê-los e diferença de cada matéria prima abastecida na máquina.

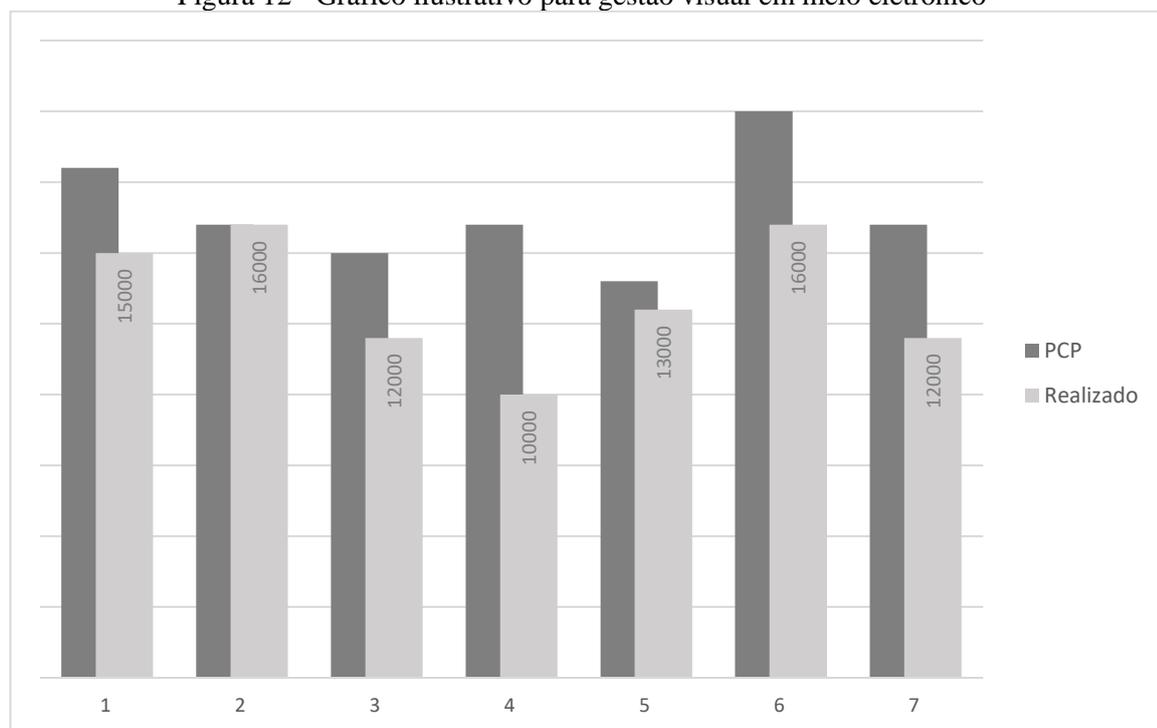
Como consequência de atuação do TPM, conseguindo adequar as corretas ações sobre a máquina, acertando a selagem da primeira vez, obtém-se a possibilidade de diminuir a repetição de atividades e diminuir o tempo de *setup*.

Associado ao TPM a ferramenta Andon: a informação sobre as condições da máquina por meio de sinal luminoso ou sonoro, informando, neste caso, quando o produto não está sendo selado de forma correta. Adaptar um sinal luminoso no topo da máquina que permaneça desligado caso a máquina não esteja em operação, sinal de cor laranja caso a máquina esteja parada, sinal vermelho se a máquina está em operação e não está realizando procedimento conforme (enroscou produto, plástico, má selagem) e luminosidade verde se a máquina está trabalhando dentro das condições programadas. Dessa forma, proporcionando informações ao operador da máquina caso o mesmo esteja executando alguma outra atividade externa à da máquina envelopadora, e aos demais que estão próximos, favorecendo atitude rápida em casos de não conformidade.

Ferramenta de Gestão Visual: utilizar um cartão anexado ao lado do painel de ajustes na máquina envelopadora com as parametrizações realizadas com o TPM, informando o código do produto, as parametrizações da máquina para uma selagem de acordo com o esperado e tamanho do pacote. Fortalecendo, ao operador da máquina ou a qualquer outro operador que tiver acesso à máquina, os parâmetros corretos para o bom desempenho deste equipamento, evitando a ação intuitiva de como realizar a atividade.

Como uma segunda sugestão da equipe *Lean* voltada à gestão visual, colocar um painel eletrônico que seja de fácil acesso e que obtenha as informações da programação de produção diária versus o que está sendo apontado como produto acabado em tempo real, conforme Figura 12.

Figura 12 - Gráfico ilustrativo para gestão visual em meio eletrônico



Possibilitando informações do fluxo de processos ao operador, que pode tomar ações proativas em favor do processo, tendo conhecimento dos produtos para o turno, que o produto programado já está cumprido ou que, ainda, precisa de um número exato para concluir. Além de um quadro disposto no setor onde o operador pode anotar os desperdícios diários e avaliar a qualidade diária da máquina.

A ferramenta Cartão Kanban: alocação de um único supermercado no processo produtivo para que possa ser instalados cartões kanban para manter comunicação entre os operadores e o estoque de embalagens.

Acondicionar as bobinas utilizadas no setor de embalagem primária em uma única gaiola (prateleira com rodinhas para acondicionar produtos) que estará sinalizada em cores verde, amarela e vermelha, e as bobinas serão acondicionadas de acordo com a cor que representa as etiquetas.

A retirada acontece pelo lado esquerdo, onde, enquanto a última bobina estiver na cor verde, o estoque está suprido, quando a bobina estiver na cor amarela é necessário ficar em

alerta sobre a quantidade, quando a bobina estiver na posição vermelha é necessário providenciar mais bobina para a produção.

Como consequência, minimização de filmes acumulados pelo processo, minimização de transportes e deslocamentos desnecessárias, os produtos estarão presentes no processo produtivo em quantidade necessária para a produção.

Observou-se que uma mesma ferramenta pode contribuir em mais de um aspecto para a diminuição dos desperdícios e resíduos. As técnicas citadas acima são apenas algumas das várias ferramentas do *Lean* que podem ser utilizadas em busca de melhoria do processo.

Como consequência da atuação dessa ferramenta seria possível minimizar, no mínimo, uma das paradas repetidas no processo, conforme Figura 13.

Figura 13 - Demarcação de atividades que seriam minimizadas

Configuração Interna	Tempo	Configuração Externa	Tempo
Instalar bobina	00:41	Caminhar com bobina até pulmão 2	00:15
Ajustar painel operacional	01:01	Caminhar até balança com bobina	00:12
Ajustar /adequar carimbo	00:16	Pesar bobina a ser utilizada	00:03
Ativar máquina e esteira	00:06	Caminhar com bobina até máquina	00:15
Inspeção trabalho da máquina	00:27	Abrir pacotes na bacia	01:33
Inspeção (carimbo/selagem)	00:48	Caminhar até a esteira com bacia	00:16
Retirar produtos com defeito	00:21	Abrir pacotes na bacia	01:18
Parar máquina	00:05	Caminhar até a esteira com bacia	00:18
Ajustar máquina	00:14	<b>TOTAL</b>	<b>04:10</b>
Ativar máquina e esteira	00:05		
Inspeção produto	00:32		
Retirar produtos com defeito	00:21		
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:10		
Ativar máquina e esteira	00:04		
Inspeção produto	00:41		
Retirar produtos com defeito	00:22		
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:06		
<b>TOTAL</b>	<b>06:26</b>		

A minimização representa até 20% da configuração interna e até 40% da configuração externa. De modo geral, o *setup* registrado, inicialmente, foi de 10:36 minutos, e as ferramentas do *Lean* apresentam uma oportunidade inicial de redução de 48,5% do *setup* inicial, que ainda pode ser melhorado no decorrer de sua implementação. Além disso, as ferramentas podem possibilitar minimização nos desperdícios e, também, melhor organização no ambiente de trabalho.

#### 4.8.2 Medição do novo processo

Por não ter sido aplicado no processo, simulou-se o processo pós aplicação das ferramentas pré citadas e pôde-se validar os seguintes resultados referentes à medição de desempenho.

Mantendo os dados apresentados nas tabelas anteriores: Quadro 13, horas disponíveis de máquinas (8 horas), Quadro 14 tempo médio de atividade (0,024min/pacote), Tabela 2 capacidade de produtividade disponível da máquina (19000 pacotes/dia), Tabela 3 total produzido em um turno de avaliação para as duas máquinas (26413), a medição de desempenho incluiu o tempo otimizado no *setup* e o converteu em tempo produtivo, somando a última quantidade medida entre as máquinas, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Relação medição de desempenho atual do processo com a implementação do *Lean*

Especificações da máquina	Atual	<i>Lean</i>	Unidade
Capacidade de produção da máquina:	2500	2500	Pacote/h
Tempo de <i>setup</i> medido:	0,17	<b>0,085</b>	h
Média de <i>setup</i> /dia:	8	8	un
Tempo total de <i>setup</i> /dia	1,4	<b>0,70</b>	h/dia
Tempo disponível para produção	8	8	h/dia
Capacidade produtiva de duas máquinas:	<b>26413</b>	<b>29913</b>	Pacote/dia
Eficiência	<b>71%</b>	<b>80%</b>	

Com o ganho de 50% do tempo de *setup*, isso refletido no tempo de produção, há um aumento de 42 minutos por máquina/dia. Ou seja, multiplicando isso pela capacidade de produção por hora de cada máquina, o aumento de cada máquina seria de 1750 pacotes/dia, multiplicando por duas máquinas, o aumento seria de 3500 itens, em aproximadamente 42 minutos de produção, a mais, em cada máquina.

Esse novo tempo reflete na eficiência do processo que, a partir dos mesmos cálculos realizados para medição de desempenho, consegue chegar a uma eficiência de 80%, enquanto a eficácia aumentou para 79%, dados testes que reafirma a melhora proporcionada ao processo devido à utilização de ferramentas do *Lean*.

A aplicação conjunta das ferramentas *Lean*, possibilita a oportunidade de contribuir para o aumento de desempenho de produção e otimização das atividades do operador, eliminando/reduzindo atividades que não agregam valor e não são necessárias ao processo.

### 4.8.3 Avaliação global para proposta do *Lean*

A melhoria na eficiência global se deu apenas atuando no tempo de parada, visto que a máquina já trabalha na sua capacidade como um todo.

Avaliado pelo indicador flexibilidade, pode-se observar a redução do *setup* como proposto pela simulação de utilização das ferramentas *Lean*, de 10:36 minutos para 5:09 minutos. Esses 49 % aumentam, e muito, a flexibilidade da linha, promove a redução de *setup*, impacta no estoque em trânsito que se obtém na esteira que traz o produto da atividade de corte até a esteira alimentadora, possibilita a troca de itens da mesma envelopadora, de acordo com o necessário, minimizando a superprodução, visto que o tempo parado será menor. O comparativo do tempo de *setup* antes e depois de simulação de aplicação das ferramentas *Lean*, estão dispostos na Figura 14.

Figura 14 - a) *Setup* medido no processo atual, b) Simulação de *setup* após atuação de ferramentas *Lean*

Descrição atividades	Tempo	Descrição atividades	Tempo
Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15	Instalar bobina	00:41
Caminhar até a balança com bobina	00:12	Ajustar painel operacional	01:01
Pesar bobina a ser utilizada	00:03	Ajustar /adequar carimbo	00:16
Caminhar com bobina até a máquina	00:15	Ativar máquina e esteira	00:06
Instalar bobina	00:41	Inspeção trabalho da máquina	00:27
Ajustar painel operacional	01:01	Inspeção (carimbo/selagem)	00:48
Ajustar /adequar carimbo	00:16	Retirar produtos com defeito	00:21
Ativar máquina e esteira	00:06	Parar máquina	00:03
Inspeção trabalho da máquina	00:27	Ajustar máquina	00:10
Inspeção (carimbo/selagem)	00:48	Ativar máquina e esteira	00:04
Retirar produtos com defeito	00:21	Inspeção produto	00:41
Parar máquina	00:05	Retirar produtos com defeito	00:22
Ajustar máquina	00:14	Parar máquina	00:03
Ativar máquina e esteira	00:05	Ajustar máquina	00:06
Inspeção do produto	00:32	<b>TOTAL</b>	<b>05:09</b>
Retirar produtos com defeito	00:21	b)	
Parar máquina	00:03		
Abrir pacotes na bacia	01:33		
Caminhar até a esteira com bacia	00:16		
Ajustar máquina	00:10		
Ativar máquina e esteira	00:04		
Inspeção do produto	00:41		
Retirar produtos com defeito	00:22		
Parar máquina	00:03		
Abrir pacotes na bacia	01:18		
Caminhar até a esteira com bacia	00:18		
Ajustar máquina	00:06		
<b>TOTAL</b>	<b>10:36</b>		

a)

Na figura 14, a tabela apresentada em a) demonstra todas as atividades realizadas no *setup* da máquina, representando um tempo médio de 10 minutos com a máquina parada. A Figura representada em b) demonstra um novo tempo estimado para realização do *setup* após a aplicação inicial das ferramentas de *Lean* em forma de simulação.

O indicador de produtividade, também, apresentou resultados positivos (seção 4.8.2), como demonstram os cálculos obtidos com a minimização do tempo de parada, o tempo de *setup* da máquina proporciona um aumento da eficiência de 71% para 80%, a produção global apresenta um aumento próximo de 10%.

O indicador de qualidade também teve pontuação positiva com a simulação das ferramentas *Lean* e a melhor parametrização das máquinas traz uma proposta de menos paradas, por consequência, menos reprocesso e menos desperdício de filme, conforme Figura 15.

As atividades alocadas como reprocesso foram dispostas como *setup* interno realizadas com a parada da máquina e externo, então não devem ser realizadas durante o *setup* da máquina e, sim, posterior em paralelo com o trabalho da mesma.

No *setup* interno, observando que a otimização foi em uma das atividades repetidas na configuração interna e na configuração externa. No âmbito total essas otimizações somavam 43% do *setup* total, representam, após, 20% de melhoria do tempo total inicial de *setup*.

Figura 15 - Itens minimizados no processo pertencentes ao indicador qualidade

Configuração Interna	Tempo	Configuração Externa	Tempo
Instalar bobina	00:41	Caminhar com bobina até pulmão 2	00:15
Ajustar painel operacional	01:01	Caminhar até balança com bobina	00:12
Ajustar /adequar carimbo	00:16	Pesar bobina a ser utilizada	00:03
Ativar máquina e esteira	00:06	Caminhar com bobina até máquina	00:15
Inspeção trabalho da maquina	00:27	Abrir pacotes na bacia	01:33
Inspeção (carimbo/selagem)	00:48	Caminhar até a esteira com bacia	00:16
Retirar produtos com defeito	00:21	Abrir pacotes na bacia	01:18
Parar máquina	00:05	Caminhar até a esteira com bacia	00:18
Ajustar máquina	00:14	TOTAL	04:10
Ativar máquina e esteira	00:05		
Inspeção produto	00:32		01:49
Retirar produtos com defeito	00:21		00:21
Parar máquina	00:03	TOTAL	02:10
Ajustar máquina	00:10		
Ativar máquina e esteira	00:04		
Inspeção produto	00:41		
Retirar produtos com defeito	00:22		
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:06		
<b>TOTAL</b>	<b>06:26</b>		

O indicador custo, convertendo essa redução proposta em capital, onde o consumo mensal atual de filme para esse produto destinado a essas duas máquinas é de, aproximadamente, 10 toneladas/mês, a um valor de R\$ 14,00 kg, os 15% de economia apenas no tamanho da embalagem resultaria em uma economia mensal de cerca de R\$ 21.000,00 reais referentes ao montante total gasto por mês desta embalagem em duas máquinas. Lembrando que isso é possível associada a padronização de itens colocados na esteira que alimenta a envelopadora que mantém o pacote sempre com um padrão estabelecido.

Se aplicadas as oportunidades de melhorias identificadas, há melhora não apenas na medição de desempenho, mas se percebe, também, reflexo positivo na avaliação global desta atividade de produção: a eficiência e a eficácia global aumentariam em torno de 10% com as sugestões do projeto-piloto.

O *setup* final simulado pelo projeto-piloto com a redução de 50% do estimado na avaliação inicial, pode ser observado na Figura 16.

Figura 16 - Atividades listadas do novo *setup*

<b>Configuração Interna</b>	<b>Tempo</b>	<b>Configuração Externa</b>	<b>Tempo</b>
Instalar bobina	00:41	Caminhar com bobina até o pulmão 2	00:15
Ajustar painel operacional	01:01	Caminhar até a balança com bobina	00:12
Ajustar /adequar carimbo	00:16	Pesar bobina a ser utilizada	00:03
Ativar máquina e esteira	00:06	Caminhar com bobina até a máquina	00:15
Inspeção trabalho da máquina	00:27	Abrir pacotes na bacia	01:18
Inspeção (carimbo/selagem)	00:48	Caminhar até a esteira com bacia	00:18
Retirar produtos com defeito	00:21	<b>TOTAL</b>	<b>02:21</b>
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:10		
Ativar máquina e esteira	00:04		
Inspeção produto	00:41		
Retirar produtos com defeito	00:22		
Parar máquina	00:03		
Ajustar máquina	00:06		
<b>TOTAL</b>	<b>05:09</b>		

As atividades da figura 16, da configuração interna, se classificam como atividades de *setup*, e as atividades de configuração externa são sugestivas a serem realizadas em paralelo com o funcionamento da máquina. Possibilitando, assim, uma melhoria no tempo de *setup*.

Além da redução do *setup*, aumento de desempenho e as melhorias observadas no processo, a sistemática refletiu, de forma positiva nos desperdícios avaliados a este processo. Na medida que há sistema, o projeto-piloto atrelado às ferramentas melhoram o desempenho, e diminuem o tempo de paradas, automaticamente, minimizaram os desperdícios sendo eles de

espera, excesso de estoque correlacionados diretamente ao tempo de *setup*, superprodução, transporte e deslocamento desnecessário, processamento incorreto e os defeitos em consequência da contribuição das demais ferramentas.

A implementação das ferramentas aconteceu por meio de um projeto-piloto, que proporcionou realizar a simulação na indústria em determinado setor (embalagem primária) e, desta forma, demonstraram um resultado bem significativo, acredita-se que a cada novo momento de implementação há a possibilidade de conseguir um resultado mais otimizado.

## 5 DISCUSSÃO

Este capítulo visa analisar a proposta da sistemática da implementação da produção enxuta, na qual faz-se uma análise dos resultados obtidos em relação aos objetivos propostos no estudo, incluindo uma estreita relação com os princípios norteadores de ferramentas do *Lean* referentes à literatura deste trabalho.

### 5.1 PROPOSTA DE VALOR

A metodologia *Lean*, apresenta, como primeiro princípio, a proposta de valor. Dentro deste princípio se enquadraram duas etapas do projeto-piloto, sendo a seleção da equipe *Lean* e o detalhamento do processo. A proposta visou implementar um modelo adaptado de Karim e Arif-Uz-Zaman (2013).

A formação da equipe *Lean* tem grande importância para todas as etapas seguintes de validação da proposta, pois seu foco se dá por meio da busca da melhoria contínua, visando atender às estratégias de produção e necessidades do cliente. Tais encontros, devido à variedade de setores/profissionais envolvidos na empresa em estudo, possibilitaram ampliar a visão estratégica em mais de um único ângulo, setor, dando oportunidade para cada área se pronunciar de acordo com as suas perspectivas.

Neste sentido, os profissionais envolvidos têm uma participação fundamental na agregação de valor, pois atende o princípio que está relacionada ao conhecimento detalhado do planejamento e o fluxo produtivo da organização.

Ainda, para complementar a proposta de valor, ao realizar o detalhamento do processo, a equipe pôde ampliar o conhecimento das operações que constituem a empresa objeto de estudo, identificar os pontos que afetam cada etapa do processo, e as normas que regem estas atividades.

Como uma estratégia de melhoria, observa-se que a fase da formação da equipe dentro da empresa é primordial, pois abrange os objetivos da sistemática e oferece um planejamento que corrobora com o comprometimento dos seus recursos humanos no processo de avaliações de desempenho e resolução de problemas, eliminação de desperdícios com o objetivo de oferecer valor o tempo todo aos que recebem o serviço ou produto da empresa atuante.

## 5.2 FLUXO DE VALOR

As etapas 3 a 7, referem-se à coleta de dados, que abrange o princípio norteador Fluxo de valor, neste módulo tem a importância significativa de analisar as atividades que agregam, ou não, valor ao produto, além do tempo necessário para a realização de cada etapa do fluxo, de modo a oportunizar identificação dos desperdícios, atendendo ao objetivo de avaliá-los e conseqüentemente reduzir a variabilidade do processo.

Neste sentido, para prover esse objetivo, deve-se atender às especificações de processamento de produtos alimentícios, a matéria prima deve seguir em trânsito com o fluxo mais rápido possível, de forma a manter a temperatura adequada do produto, fator importante para assegurar a qualidade da carne, pois a aglomeração de produto na linha provoca a queda de temperatura que, estando abaixo do limite, ocasiona perda de qualidade.

É importante ressaltar, que em todas as alterações propostas no processo, prezou-se por manter a qualidade do produto. Para tanto, fez-se necessária equipe responsável pelo monitoramento da temperatura, pois mantendo essa, conforme legislações específicas, fica garantido que o item não sofrerá proliferação de organismos que atuam em temperaturas mais altas e são prejudiciais à saúde humana.

As medidas de desempenho viabilizam a avaliação do movimento do processo produtivo, que têm suas medidas moldadas de acordo com o tamanho da organização, suas estratégias e atuação do processo em direção à estratégia traçada.

Na coleta dos dados, os indicadores de desempenho que a equipe *Lean* apontou puderam ser medidos, ao longo do desenvolvimento do projeto piloto, e foram observadas a qualidade, o custo, o tempo e a produtividade e, assim, constatado que, com a melhoria do desempenho do operador, melhora, consideravelmente, o tempo de processamento do produto e a flexibilidade da linha de produção.

Entre as etapas 4 e 5, o mapeamento do processo voltou-se ao VSM que permite, no decorrer de todo o processo produtivo, identificar tempos, possíveis gargalos, deste modo trouxe confirmações de algumas estimativas de desperdícios já apresentadas pela equipe *Lean*, mas também permitiu mensurar outros desperdícios, até então, não identificados; associado ao HACCP, que busca certificar-se sobre os riscos existentes no processo de operação.

Nas etapas 6 e 7, a ênfase no projeto foi dar prosseguimento à implementação e aplicação do estudo de tempos e métodos, possibilitando identificar e propor melhorias nos desperdícios como espera, defeito, superprodução, movimentação e reprocesso que,

consequentemente, gerava um alto índice de resíduos plásticos, além da variabilidade do processo por conta de todos estes desperdícios.

Ressalta-se que, dentre as atividades que não agregam valor no processo, está a inspeção do produto, atividade crítica e de suma importância aos olhos da qualidade de produtos alimentícios (legislações obrigam a instalação de pontos de inspeção para garantir integridade/conformidade do produto final), porém trata-se de atividade dispensável para a metodologia *Lean*.

As medidas de desempenho aconteceram com o propósito de avaliar as atividades da empresa, antes e depois da simulação de aplicação do *Lean*. Esta etapa, conforme descrito nos resultados, tem importância significativa, pois revela em que parte do processo produtivo deve-se dar atenção aos pontos críticos no mapa de fluxo de valor representados, detalhadamente, na operação de embalagem primária e, desta forma, a equipe *Lean* analisar com mais presteza.

Neste contexto, destaca-se uma implementação importante neste processo, pois utilizando o HACCP em conjunto com o *Lean*, puderam colaborar na proposta do projeto-piloto, a segurança de trabalhar em busca de melhorias sem infringir as normativas do processo produtivo em função da qualidade do produto. As ferramentas utilizadas ao longo do processo identificaram as medições e suas eficiências produtivas. Esse conjunto de ações, revelaram o fluxo de valor identificando os desperdícios.

A implementação das medições, corrobora com o processo de análise, pois as métricas de medidas de desempenho são importantes para gerenciar a eficiência e eficácia nas atuações de uma organização. Nesta avaliação do projeto, aponta-se a viabilidade da eficiência da sistemática do *Lean* simulada na indústria de carnes, o qual apresentou melhora significativa.

### 5.3 FLUXO CONTÍNUO

A etapa 8, refere-se à análise dos dados, que abrange o princípio norteador Fluxo, neste módulo, também conhecido por fluxo contínuo, terceiro princípio do *Lean*, é o ponto onde atua o mapeamento do fluxo de valor, tratamento dos desperdícios e ações para melhoria. O objetivo desta etapa foi delinear uma proposta de melhoria de desempenho para os dados apresentados neste projeto-piloto.

Segundo o Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, é importante manter o tempo de processamento abaixo da legislação bem como a temperatura para garantir

que não haja a proliferação do crescimento de perigos biológicos e se justificam por meio de tempo e temperatura.

A padronização do número de itens fez com que houvesse melhor dimensionamento do pacote, evitando desperdícios de filmes de embalagem, melhorando indicadores de desempenho. Destaca-se que a padronização de atividades/processos se comportou como o início da melhoria contínua, a partir do momento que um padrão é estabelecido há, então, a reabilitação das demais atividades que atuam com os objetivos de atender o padrão e de melhorar outras atividades dependentes, bem como os desperdícios gerados pela falta de padrão.

Para as ações de melhorias, destaca-se a seleção de ferramentas para aplicação de diagnósticos nos setores, dentre elas a ferramenta SMED que traz, como um dos pontos mais importantes, a redução do tempo logo na primeira etapa de seu desenvolvimento, podendo ser aplicada em qualquer máquina, com o foco em redução do tempo de configuração.

A ferramenta SMED teve importante participação no desenvolvimento deste projeto-piloto, confirmando a atuação da ferramenta dada pelos autores nos parágrafos anteriores, obteve-se redução de, aproximadamente, 40% na primeira etapa de desenvolvimento. Este conceito trouxe, inicialmente, uma grande redução do tempo de *setup*, bem como possibilitou ingressar mais ferramentas para atuar na melhoria das demais atividades.

A associação das ferramentas, TPM, Quadro de Gestão Visual e Kanban, dentro de cada finalidade particular das ferramentas, trouxe oportunidade de reduções nas duas classificações de configurações (internas e externas) em especial redução do processamento incorreto,

As atividades de processamento que receberam essas oportunidades são: alimentação da esteira, inspeção, paradas da linha, acúmulo de estoque, tempo de espera, reprocesso e minimização de insumos utilizados para o reprocesso.

Essas oportunidades reduziram a produção de produtos defeituosos e, conseqüentemente, o reprocesso, que permitiram fornecer visibilidade do fluxo de processo, estimular a proatividade do operador, reduzir a superprodução e o transporte e movimentação desnecessária por parte do operador e, ainda, criando um meio de comunicação entre o processo e a produção da embalagem primária e o estoque de insumos.

Conseqüentemente, as ferramentas, além de fornecerem melhores condições de trabalho, minimizaram uma parte das atividades desnecessárias e trouxeram uma redução do tempo total de *setup* de 48,5% do tempo total inicial mapeado neste processo.

A condição de utilizar as ferramentas do *Lean* para melhoria do processo, redução do tempo de *setup* e da quantidade de reprocesso, permite ganhos financeiros a partir da redução dos desperdícios de embalagens deste processo. O custo reforça a condição do quanto a empresa tem a ganhar, economicamente, com a possível utilização das ferramentas *Lean* no seu processo.

#### 5.4 PUXADO E PERFEIÇÃO

Esta etapa está relacionada ao quarto princípio do *Lean*, puxar ou produção puxada. Atua-se para produzir apenas nas condições e quantidades que o cliente solicitou. Esse princípio atende o objetivo de identificar as oportunidades de aumento de desempenho.

Além das atividades realizadas pelo operador, foi possível identificar as atividades que têm oportunidade de serem eliminadas do processo, trazendo como melhoria o aumento de desempenho no processo. Aderindo à eliminação destas atividades, por meio de aplicação de ferramentas do *Lean*, há condições de ser melhorado para que a eficiência do processo passe de 71% para 79%, de modo a aumentar o tempo de produtividade em, aproximadamente, 40 minutos.

Aplicados todos os princípios anteriormente citados, o valor que é definido pelo cliente, o fluxo de valor que é a junção das ações das atividades de cada produto, o fluxo contínuo que traz o mapeamento deste fluxo de atividades, a produção puxada orientada pelo pedido do cliente, a forma como estimar a produção, prossegue-se com o quinto princípio do *Lean*; a perfeição.

Perfeição refere-se ao depois que já se trabalhou todos os princípios, depois que ‘a casa está organizada’, ou seja, já se reduziram os desperdícios, os esforços, o custo, o tempo, os defeitos e passa a se oferecer ao cliente um produto em ótimas condições.

A perfeição não é algo fora de contexto, ela pode se tornar algo contínuo no cotidiano da indústria de alimentos, desde que seja realizada de forma objetiva. A forma como o *Lean* se desenvolve em adentrar em cada operação, em cada etapa do processo e ir atuando em um de cada vez, buscando uma forma de trabalho que não afete a qualidade nem o desempenho diário da empresa oferece isso.

Da mesma forma que este projeto-piloto, na condição de implementação, não tem um fim, ele vai sendo aprimorado de acordo com as necessidades estratégicas da empresa, sempre atuando em busca de melhorias.

## 6 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da sistemática de aplicação de implementação do modelo baseado em metodologia *Lean*, com foco em medição de desempenho dos processos produtivos, demonstrou ser eficaz na aplicação do projeto-piloto que apresenta um aumento de eficiência inicial de 10% da produção obtida com a integração desta metodologia em conformidade com as restrições que regem as legislações do ramo alimentício.

O *Lean* é uma metodologia que atua na detecção de desperdícios e revela fatores de desempenho que caracterizam o processo ou o objetivo proposto daquele segmento. Este princípio também possibilita identificar a oportunidade de aderência das ferramentas *Lean* na linha de produção para redução dos resíduos operacionais. Com a eficiência encontrada a partir das simulações de aplicação das ferramentas do *Lean* à indústria de carnes, essa proposta de implementação irá atender à validação de seus processos produtivos, de forma a colaborar para um processo de melhoria contínua.

A proposta da sistemática da metodologia *Lean* atendeu, significativamente, o desenvolvimento proposto no segmento de industrialização de aves. A metodologia específica, baseada no modelo Karim & Arif-Uz-Zaman (2013), foi adequada e proporcionou pontuações de implementações consideráveis atendendo os objetivos propostos.

O desenvolvimento do procedimento da sistemática da aplicação convergiu com as evidências na literatura e confirmou a proposta da sistemática de implementação de uma metodologia enxuta, por meio do delineamento da metodologia de aplicação *Lean* baseada no modelo e seguiram-se as etapas. As ferramentas utilizadas foram eficientes na avaliação dos processos, atendendo às etapas na simulação dentro da indústria. Um aspecto bastante interessante nesta pesquisa foi a constatação de que os princípios norteadores demonstram fundamentação em todas as etapas, corroborando com a sistemática de implementação.

O desenvolvimento proporciona descrever as etapas, aprimorar o mapa de fluxo de valor, destacando os pontos críticos pelo VSM e HACCP, que foram importantes no processo de avaliação.

As medições no processo avaliaram os desempenhos quanto à flexibilidade, à produtividade, à qualidade e ao custo. Quanto à flexibilidade observou-se que tem maleabilidade no processo produtivo, quanto à variação modular do mix de produtos. Quanto à produtividade, por meio das ferramentas de medição, demonstrou-se o rendimento e a eficiência dos processos, sendo um fator importante em todas as avaliações. O fator qualidade é primordial, é um indicador que visa ausência de erros no processo, atendendo conformidade do produto e

a satisfação do cliente e foi evidenciada no estudo nas atividades de reprocesso. Outro fator não menos importante é o custo, que está correlacionado aos desperdícios relacionados ao processo.

No projeto-piloto, no setor de embalagens primárias, as medições foram realizadas no processo que demonstraram oportunidades de melhoria contínua referente ao desempenho na produção. Destaca-se, no projeto-piloto, o aumento da eficiência e eficácia global *Lean* de 10%, provocada pela redução do *setup* de 50%. Considera-se um resultado nas ações desenvolvidas um resultado importante para avaliações de planejamento estratégico.

Os princípios são norteadores da metodologia e, neste projeto-piloto, foram importantes eixos na avaliação do segmento de carnes. Os cinco princípios enxutos foram fundamentais na avaliação de valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e perfeição.

O princípio valor estabeleceu ao seu produto por meio do processo executado, o princípio de fluxo de valor, demonstrou quais etapas agregam valor ao processo por meio do mapeamento das atividades. O fluxo contínuo se desenvolveu por meio da análise dos dados, detectando desperdícios e melhorias cabíveis, produção e os princípios produção puxada e perfeição, que ressaltam a nova atuação depois de todas as avaliações e melhorias impostas, que não acabam, se mantêm em busca de melhoria o tempo todo.

A relevância deste estudo reforça que as metodologias existentes proporcionam validações e comprovam resultados importantes, deste modo, a sistemática proposta atendeu com êxito e sua aplicação no projeto piloto irá proporcionar a outras indústrias do segmento valorar a sistemática e seus princípios norteadores da produção enxuta.

A validação da justificativa imposta nesta abordagem frisa a busca de constante melhorias como aspecto de vital importância e, mais, proporciona a aplicabilidade em outras indústrias do segmento tendo importante relevância o modo como a sistemática aplicada atendeu à prerrogativa do projeto-piloto.

Como oportunidade de enxergar algo perante as delimitações deste projeto-piloto, sugerem-se pesquisas futuras voltadas a outros setores do segmento de alimentos, explorando a flexibilidade que o modelo, de forma geral, permite.

## REFERÊNCIAS

- ABDELHADI, Abdelhakim. Using Lean manufacturing as service quality benchmark evaluation measure. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 1, p. 25-34, 2016.
- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. O Brasil Avícola. 2017a Disponível em: <http://abpa.br.com.br/setores/avicultura/resumo>. Acessado em: 02 dez. 2017.
- ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. 2017b. Relatório Anual. Exportações. 2017. Disponível em: [http://abpa.br.com.br/storage/files/3678c\\_final\\_abpa\\_relatorio\\_anual\\_2016\\_portugues\\_web\\_reduzido.pdf](http://abpa.br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf). Acessado em: 12 nov. 2017.
- AFONSO, Hugo; DO ROSÁRIO CABRITA, Maria. Developing a Lean supply chain performance framework in a SME: a perspective based on the balanced scorecard. **Procedia engineering**, v. 131, p. 270-279, 2015.
- ALASKARI, Osama; AHMAD, Mohammad Munir; PINEDO-CUENCA, Ruben. Development of a methodology to assist manufacturing SMEs in the selection of appropriate Lean tools. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 1, p. 62-84, 2016.
- ANVISA, Agência Nacional de vigilância Sanitária 2018. Boas práticas de fabricação: informações gerais. Regularização de empresas – alimentos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/alimentos/empresas/boas-praticas-de-fabricacao>>. Acessado em 16/04/2018.
- ARRIETA CANCHILA, Katty Milena. Design of a Methodology that Relates the Techniques of Lean Manufacturing with Innovation: A research in the Clothing Industry of Cartagena (Colombia). **Revista Universidad Empresa**, v. 17, n. 28, p. 127-145, 2015.
- BAMFORD, David; FORRESTER, Paul; DEHE, Benjamin; LEESE, Rebecca Georgina. 2015. Partial and iterative Lean implementation: two case studies. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 35, n. 5, p. 702-727, 2015.
- BERLEC, Tomaž; KLEINDIENST, Mario; RABITSCH, Christian, RAMSAUER, Christian. Methodology to Facilitate Successful Lean Implementation. **Strojnikski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering**, v. 63, 2017.
- BESSERIS, George. Multi-factorial Lean Six Sigma product optimization for quality, Leanness and safety: A case study in food product improvement. **International journal of Lean six sigma**, v. 5, n. 3, p. 253-278, 2014.
- BEZUIDENHOUT, Carel. N. Quantifying the degree of Leanness and agility at any point within a supply chain. **British Food Journal**, v. 118, n. 1, p. 60-69, 2016.
- BHAMU, Jaiprakash; SINGH-SANGWAN, Kuldip. Lean manufacturing: literature review and research issues. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 34, n. 7, p. 876-940, 2014.

BHASIN, Sanjay. Lean and performance measurement. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 5, p. 670-684, 2008.

BRAD, Stelian.; MURAR, Mircea; BRAD, Emilia. Methodology for Lean design of disruptive innovations. **Procedia CIRP**, v. 50, p. 153-159, 2016.

BRASIL, Portaria n.<sup>a</sup> 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico de Inspeção Tecnológica e Higienico- Sanitário de Carnes de Aves. **Diário Oficial da União**, 26 nov. 1998. Seção 1, replicada em 05 mar. 1999. Seção 1.

CEPEA, Centro Avançado de Economia Aplicada. 2017a. A importância do Agronegócio no Brasil. Disponível em: <[http://blog.perfarm.com/agronegocio\\_no\\_brasil/](http://blog.perfarm.com/agronegocio_no_brasil/)>. Acessado em: 12 nov. 2017.

CEPEA, Centro Avançado de Economia Aplicada Esalq/USP. 2017b. Agronegócio sustenta PIB brasileiro, mas setor gera menos postos de trabalho. Disponível em: <[https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib\\_do\\_agronegoc](https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib_do_agronegoc)>. Acessado em: 12 nov. 2017.

CHIARINI, Andrea. Integrating Lean thinking into ISO 9001: a first guideline. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, n. 2, p. 96-117, 2011.

CODEX, Alimentarius. Princípios e Diretrizes para a Aplicação e Avaliação de Riscos Microbiológicos. Versão portuguesa. **Código Internacional Recomendado de Práticas – Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos CAC/RCP 1-1969 (Rev. 4 - 2003)**. Disponível em: <[http://www.actionlive.pt/docs/actionalimentar/codex\\_alimentarius\\_VersaoPortuguesa\\_2003.pdf](http://www.actionlive.pt/docs/actionalimentar/codex_alimentarius_VersaoPortuguesa_2003.pdf)>. Acessado em: 12 mar. 2018

COX, Andrew; CHICKSAND, Daniel; PALMER, Martin. Stairways to heaven or treadmills to oblivion? Creating sustainable strategies in red meat supply chains. **British Food Journal**, v. 109, n. 9, p. 689-720, 2007.

DAKHLI, Zakaria; LAFHAJ, Zoubeir; BERNARD, Marc. Application of Lean to the bidding phase in building construction: a French contractor's experience. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 2, p. 153-180, 2017

DANESE, Pamela; ROMANO, Pietro; BORTOLOTTI, Thomas. JIT production, JIT supply and performance: investigating the moderating effects. **Industrial Management & Data Systems**, v. 112, n. 3, p. 441-465, 2012.

D'ANTONIO, Gianluca; BEDOLLA, Joel Souza; CHIABERT, Paolo. A Novel Methodology to Integrate Manufacturing Execution Systems with the Lean Manufacturing Approach. **Procedia Manufacturing**, v. 11, p. 2243-2251, 2017.

DE-FREITAS, Jessica Galdino; COSTA, Helder Gomes; FERRAZ, Fernando Toledo. Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A survey study. **Journal of Cleaner production**, v. 156, p. 262-275, 2017.

DE-STEUR, Hans; WESANA, Joshua; DORA, Manoj K.; PEARCE, Darian; GELLYNCK, Xavier. Applying value stream mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. **Waste management**, v. 58, p. 359-368, 2016.

DILLON, Andrew P.; SHINGO, Shigeo. A revolution in manufacturing: the SMED system. **CRC Press**, 1985.

DOMBROWSKI, Uwe; MALORNY, Constantin. Methodological approach for a process-orientated Lean Service implementation. **Procedia CIRP**, v. 73, p. 235-240, 2018.

DORA, Manoj, VAN GOUBERGEN, Dirk, KUMAR, Maneesh, MOLNAR, Adrienn; GELLYNCK, Xavier. Application of Lean practices in small and medium-sized food enterprises. **British Food Journal**, 116(1), 125-141. 2014.

DOS-ANJOS, Ari Crespim. Diretrizes para preparação de plano de APPCC (HACCP) para o processo de abate de aves. Circular nº 668/2006. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária – DAS. Departamento de Inspeção de produtos de origem animal – DIPOA. 2006.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Perdas e desperdícios de alimentos. 2017. Disponível em: <[https://www.embrapa.br/tema\\_perdas\\_e\\_desperdicio\\_d](https://www.embrapa.br/tema_perdas_e_desperdicio_d)>. Acessado e: 12 nov. de 2017.

FOLINAS, Dimitris; AIDONIS, Dimitrios; TRIANTA\_LLOU, Dimitrios; MALINDRETOS, Giorgos. Exploring the greening of the food supply chain with Lean thinking techniques. **Procedia Technology**, v. 8, p. 416-424, 2013.

FORMIGONI, Ivan. A produção de carnes no mundo deve ser recorde histórico em 2017. Food News. 2017. Disponível em: <[http://www.foodnewsocial.com.br/gestao\\_e\\_mercado](http://www.foodnewsocial.com.br/gestao_e_mercado)>. Acessado em: 12 nov. de 2017.

FORTUNY-SANTOS, Jordi; CUATRECASAS-ARBÓS, Lluís; CUATRECASAS-CASTELLSAQUES, Oriol; OLIVELLA-NADAL, Jorge. A methodology to implement Lean management in industrial plants. **Universia Business Review**, n. 20, p. 28-41, 2008.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4 ed. São Paulo: Atlas. 2002.

GUNASEKARAN, Angappa; KOBU, Bulent. Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature (1995–2004) for research and applications. **International journal of production research**, v. 45, n. 12, p. 2819-2840, 2007.

HINES, Peter; HOLWEG, Matthias; RICH, Nick. Learning to involve: a review of contemporary Lean thinking. **International journal of operations & production management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

HU, Qing, MASON, Robert, WILLIAMS, Sharon J, & FOUND, Pauline. Lean implementation within SMEs: a literature review. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 7, p. 980-1012, 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Agricultura e Pecuária: Pesquisa Trimestral do Abate de Animais. 2017. Disponível em: [https://www.ibge.gov.br/estatisticas\\_novoportal/ec](https://www.ibge.gov.br/estatisticas_novoportal/ec). Acessado em: 12 nov. de 2017.

ISO 22000:2006. Sistemas de gestão da segurança de alimentos — Requisitos para qualquer organização na cadeia produtiva de alimentos. Disponível em: [https://files.comunidades.net/lodineimarchini/DocGo.OrgABNT\\_NBR\\_ISO\\_220002006.pdf](https://files.comunidades.net/lodineimarchini/DocGo.OrgABNT_NBR_ISO_220002006.pdf) ≥ Acessado em: 12 de mar. de 2018.

JAARON, Ayham; BACKHOUSE, Chris. J. A methodology for the implementation of Lean thinking in manufacturing support services. **International Journal of Services and Operations Management**, v. 9, n. 4, p. 389-410, 2011.

KANIKUŁA, Tomasz; KOCH, Tomasz. Methodology of designing disassembly and reassembly processes using Lean thinking approach. In: **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 11-18. 2009.

KARIM, Azharul; ARIF-UZ-ZAMAN, Kazi. A methodology for effective implementation of Lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. **Business Process Management Journal**, v. 19, n. 1, p. 169-196, 2013.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanada Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. Metodologia da Pesquisa: Um guia prático. 2010.

KLEMKE, Tim; SCHULZE, Candy P.; LÜBKEMANN, Jens; NYHUIS, Peter. Methodology for the development of Lean production in factories. **PPS MANAGEMENT**, v. 14, n. 2, p. 21-25, 2009.

KOUMANAKOS, Dimitrios P. The effect of inventory management on firm performance. **International journal of productivity and performance management**, v. 57, n. 5, p. 355-369, 2008.

LEÃO, Loudres Meireles. 2016. Metodologia do Estudo e Pesquisa: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores. **Vozes**.

LEMAHIEU, Paul G.; NORDSTRUM, Lee E.; GRECO, Patricia. Lean for education. **Quality Assurance in Education**, v. 25, n. 1, p. 74-90, 2017

LEONARDO, Dênis Gustavo; SERENO, Bruno; DA SILVA, Daniel Sant Anna; SAMPAIO, Mauro; MASSOTE, Alexandre Augusto. Implementation of hybrid Kanban-CONWIP system: a case study. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 6, p. 714-736, 2017.

LIKER, Jeffrey K; MEIER, David. O Modelo Toyota-Manual de Aplicação: Um Guia Prático para a Implementação dos 4Ps da Toyota. **Bookman** Editora, 2007.

MAIA, Laura C., ALVES, Anabela C., LEÃO, Celina P., & EIRA, Rubén. Validation of a Methodology to Implement Lean Production in Textile and Clothing Industry. **In ASME 2017 International Mechanical Engineering Congress and Exposition** (pp. V002T02A038-V002T02A038). American Society of Mechanical Engineers. 2017.

MALMBRANDT, Malin; ÅHLSTRÖM, Pär. An instrument for assessing Lean service adoption. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 9, p. 1131-1165, 2013.

MANZOURI, Malihe; NIZAM AB RAHMAN, Mohd, SAIBANI, Nizaroyani; ROSMAWATI CHE MOHD ZAIN, Che. Lean supply chain practices in the Halal food. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 4, p. 389-408, 2013.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Exportação. 2017 a. Disponível em: [http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade\\_an](http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sanidade_an). Acessado em: 12 nov. 2017.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Inspeção de produtos de origem animal – SIF. 2017 b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/sif>. Acessado em: 12 nov. 2017.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. **Elsevier: ABEPRO**, 2012.

MIL-HOMENS, Sofia. HACCP. Autoridade de Segurança Alimentar e Económica. República Portuguesa. 2016. Disponível em: <http://www.asae.gov.pt/pagina.aspx?back=1&codigono=54105579AAAAAAAAAAAAAAAAAA>. Acessado em: 12 nov. 2017

MTE- Ministério do Trabalho e Emprego. Normas regulamentadoras (português). Normatização. Segurança e saúde no trabalho. 2018. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>. Acessado em: 13 abr. 2018.

MOAYED, Farman A.; SHELL, Richard L. Comparison and evaluation of maintenance operations in Lean versus non-Lean production systems. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 15, n. 3, p. 285-296, 2009.

OLIVELLA, Jordi; GREGORIO, Rubén. A case study of an integrated manufacturing performance measurement and meeting system. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 4, p. 515-535, 2015.

OHNO, Taiichi. Toyota production system: beyond large-scale production. crc **Press**, 1988.

ORTEGA, Antonio C.; BORGES, Michelle S. Codex Alimentarius: a segurança alimentar sob a ótica da qualidade. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 19, n. 1, p. 71-81, 2012.

PETTERSEN, Jostein. Defining Lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, v. 21, n. 2, p. 127-142, 2009.

PORTARIA N.º 3.124, 08 DE JUNHO DE 1978. Legislação citada anexada pela coordenação de estudos legislativos – CEDI. Ministério do trabalho e emprego secretaria de inspeção do trabalho. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf>> . Acessado: 12/03/2018.

POWELL, Daryl; LUNDEBY, Sissel; CHABADA, Lukas; DREYER, Heidi. Lean Six Sigma and environmental sustainability: the case of a Norwegian dairy producer. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 1, p. 53-64, 2017.

RAHIMNIA, Fariborz; MOGHADASIAN, Mahdi; CASTKA, Pavel. Benchmarking leagility in mass services: The case of a fast food restaurant chains in Iran. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 6, p. 799-816, 2009.

RANDHAWA, Jugraj Singh; AHUJA, Inderpreet Singh. Evaluating impact of 5S implementation on business performance. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 7, p. 948-978, 2017.

RUTTEN, Martine M. What economic theory tells us about the impacts of reducing food losses and/or waste: implications for research, policy and practice. **Agriculture & Food Security**, v. 2, n. 1, p. 13, 2013.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta. **Lean Institute Brasil**, 2007.

SAMPIERI, Roberto H.; COLLADO, Carlos F.; LUCIO, Maria d. PB Metodologia de Pesquisas. 2013.

SATOLO, Eduardo Guilherme; HIRAGA; Laiz Eritiemi de Souza; GOES, Gustavo Antiqueira; LOURENZANI, Wagner Luiz. Lean production in agribusiness organizations: multiple case studies in a developing country. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 8, n. 3, p. 335-358, 2017.

SCAFARTO, Vincenzo; RICCI, Federica; SCAFARTO, Francesco. Intellectual capital and \_rm performance in the global agribusiness industry: The moderating role of human capital. **Journal of Intellectual Capital**, 17(3), 530\_552. 2016.

SCOTT, Bradley S.; WILCOCK, Anne E.; KANETKAR, Vinay. A survey of structured continuous improvement programs in the Canadian food sector. **Food control**, v. 20, n. 3, p. 209-217, 2009.

SEDDON, John; CAULKIN, Simon. Systems thinking, Lean production and action learning. **Action Learning: Research and Practice**, v. 4, n. 1, p. 9-24, 2007.

SEVERINO, Antonio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. São Paulo:Correz, 2007.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. **Journal of operations management**, v. 21, n. 2, p. 129-149, 2003.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of Lean production. **Journal of operations management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SHARMA, Vikram; DIXIT, Amit Rai; QADRI, Mohd Asim. Modeling Lean implementation for manufacturing sector. **Journal of Modelling in Management**, v. 11, n. 2, p. 405-426, 2016.

SHEPHERD, Craig; GÜNTER, Hannes. Measuring supply chain performance: current research and future directions. In: **Behavioral Operations in Planning and Scheduling**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 105-121. 2010.

SHOKRI, Alireza; WARING, Teresa Shirley; NABHANI, Farhad. Investigating the readiness of people in manufacturing SMEs to embark on Lean Six Sigma projects: An empirical study in the German manufacturing sector. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 8, p. 850-878, 2016.

TAJ, Shahram. Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 19, n. 2, p. 217-234, 2008.

TAYLOR, David H. Value chain analysis: an approach to supply chain improvement in agri-food chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 35, n. 10, p. 744-761, 2005.

TAYLOR, David H. Strategic considerations in the development of Lean agri-food supply chains: a case study of the UK pork sector. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 11, n. 3, p. 271-280, 2006.

TAYLOR, Frederick. W. Princípios da administração científica. São Paulo. **Atlas**. 8 ed. 1990.

TEZEL, Algan; KOSKELA, Lauri; TZORTZOPOULOS, Patricia. Visual management in production management: a literature synthesis. **Journal of manufacturing technology management**, v. 27, n. 6, p. 766-799, 2016.

UBABEF, Associação Brasileira de Avicultura. The saga of the Brazilian poultry industry: how Brazil has become the world's largest exporter of chicken meat. A saga da avicultura brasileira: como o Brasil se tornou o maior exportador mundial de carne de frango / [coordenação Sergio Costa; tradução Vice Versa Tradução Escrita e Interpretação]. - Rio de Janeiro: Insight; São Paulo. 2011 Disponível em: <http://www.brazilianchicken.com.br/files/publicacoes/e3b41c2f61fc671c0ae912bc73735886.pdf>.

USDA, United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service - Production, Supply and Distribution (PS&D). 2017.

WICKRAMASINGHE, G. L. D.; WICKRAMASINGHE, Vathsala. Implementation of Lean production practices and manufacturing performance: The role of Lean duration. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 28, n. 4, p. 531-550, 2017.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. **Journal of the Operational Research Society**, v. 48, n. 11, p. 1148-1148, 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROSS, D. **Machine that changed the world**. Simon and Schuster, 1990.

WOMACK, Jim. From Lean Tools to Lean Management. **Founder and Chairman Lean Enterprise Institute (LEI)**. 2006. Disponível em: <<https://www.Lean.org/womack/DisplayObject.cfm?o=747>> Acessado em: 12 mar. 2018.

YIN, Robert K. Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos. **Bookman editora**, 2015.

ZAHRAEE, Seyed Mojib. A survey on Lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry in Iran. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 2, p. 136-148, 2016.

ZAREI, Mahnaz; FAKHRZAD, Mohammad. B.; PAGHALEH, M. Jamali. Food supply chain Leanness using a developed QFD model. **Journal of food engineering**, v. 102, n. 1, p. 25-33, 2011.

ZOKAEI, Keivan A.; SIMONS, David W. Value chain analysis in consumer focus improvement: a case study of the UK red meat industry. **The International Journal of Logistics Management**, v. 17, n. 2, p. 141-162, 2006.