

## Aplicação dos princípios da produção enxuta na eliminação de perdas em um processo produtivo

## Application of the Lean Manufacturing principles to eliminate losses in a productive process

---

Emerson Cleister Lima Muniz\* – [eng.prod.emerson@gmail.com](mailto:eng.prod.emerson@gmail.com)  
Helber Bittencourt de Jesus Oliveira\* – [helberbittencourt@gmail.com](mailto:helberbittencourt@gmail.com)  
Clara Cruz Neves\* - [ccrune97@gmail.com](mailto:ccrune97@gmail.com)  
Victor Hugo Piancó de Oliveira\* - [vhpdo1@gmail.com](mailto:vhpdo1@gmail.com)  
João Artur de Souza\*\* - [jartur@gmail.com](mailto:jartur@gmail.com)

\*Universidade Federal de Sergipe – (UFS), São Cristóvão, SE

\*\*Universidade Federal de Santa Catarina – (UFSC), Florianópolis, SC

---

### Article History:

Submitted: 2019 - 05 - 05

Revised: 2019 - 05 - 08

Accepted: 2019 - 06 - 04

---

**Resumo:** Os princípios da *Lean Manufacturing* são globalmente difundidos no meio industrial, sendo suas práticas aplicadas para o mapeamento do fluxo de valor, a identificação e eliminação de desperdícios e redução dos custos. Em adição, as ferramentas da qualidade são mecanismos de análise e tomada de decisão que auxiliam na compreensão e resolução correta de problemas em processos produtivos. Dito isto, o presente trabalho objetiva reduzir o índice de desperdício de embalagens em uma unidade industrial no estado de Sergipe, tendo como suporte a aplicação de ferramentas da qualidade conjuntamente com os princípios da *Lean Manufacturing* por meio de um estudo de caso. Como resultado, obteve-se redução de 12,1% no índice percentual anual de perda de embalagens mediante implementação de ações de melhoria, dentre outros indicadores. Ademais, obteve-se resultados não mensuráveis, como melhoria na comunicação entre diferentes setores da empresa e maior visibilidade dos indicadores de perdas na unidade. Por fim, os passos metodológicos adotados no trabalho podem ser adaptados e aplicados em outros contextos, especialmente relacionados ao campo da manufatura.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta; Perdas; Ferramentas da Qualidade; Desperdícios.

**Abstract:** The principles of Lean Manufacturing are globally widespread in the industrial environment, and its practices are applied for the value stream mapping, for identification and elimination of waste and for cost reduction. In addition, quality tools are analysis and decision-making mechanisms that assist in the understanding and correct resolution of problems in productive processes. Therefore, this work aims to reduce the packaging waste index in an industrial unit in the state of Sergipe, having as support the application of quality tools in conjunction with the Lean Manufacturing principles through a case study. As results, there was a 12.1% reduction in the annual loss percentage index of packaging through the implementation of improvement actions, among other indicators. Moreover, non-measurable results were obtained, such as an improvement in the communication between different sectors of the company and greater visibility of the losses indicators in the unit. Finally, the methodological steps adopted in the work can be adapted and applied in other contexts, especially related to the manufacturing field.

**Keywords:** Lean Manufacturing; Losses; Quality Tools; Waste.

---

## 1. Introdução

Os sistemas de produção industrial estão continuamente evoluindo a fim de atender as mudanças e desafios da sociedade, transformando-se desde o desenvolvimento do seu conceito até os métodos e ferramentas utilizados para a fabricação de bens de consumo ou venda (Smaeilian *et al.*, 2016; Helleno *et al.*, 2016). Um exemplo claro dessa mudança é a situação crítica do Japão pós-guerra, onde escassez de recursos resultou na migração das empresas automobilísticas do modelo de manufatura em massa, em alta no ocidente, para o desenvolvimento de um novo sistema de produção baseado na eliminação de desperdícios, fundamento base para o *Lean Manufacturing* ou “Produção Enxuta” (May, 2007).

No âmbito dessa necessidade de reinvenção constante, Bornia (2008) destaca que a empresa tradicional de décadas atrás não buscava altos índices de eficiência como as modernas, onde a capacidade produtiva supera a demanda e a concorrência entre elas é elevada. Como consequência, cabe à empresa eliminar suas ineficiências, alavancar produtividade e reduzir custos de modo a obter lucro e sobrevivência (Antunes *et al.*, 2008). Dentro desse contexto, pode-se afirmar que a aplicação de estratégias e práticas embasadas no pensamento enxuto é capaz de alavancar a performance operacional e financeira das empresas (Fullerton *et al.*, 2014).

Além disso, Shah e Ward (2003) destacam o emprego das premissas da *Lean Manufacturing* como uma solução para a melhoria dos processos em decorrência de sua abordagem multidimensional. Característica esta que permite o uso das ferramentas diversas, como por exemplo, as provenientes da área da qualidade que auxiliam o processo de tomada de decisão, compreensão e resolução de problemas na produção (Vergueiro, 2002).

Neste contexto, sabe-se que o setor de bebidas brasileiro apresentou crescimento acumulado de 50% entre 2004 e 2013 (IBGE, 2017). Sendo este setor marcado pela atuação de grandes empresas dedicadas à produção em larga escala de *semicommodities* que competem por meio de suas marcas com foco nos ganhos de produtividade (Cervieri *et al.*, 2014). Devido a isto, é vital que as empresas lutem por competitividade e busquem incessantemente a maximização da sua performance produtiva e gestão de custos.

Isto posto, esta pesquisa analisou uma linha de envasamento de bebidas em embalagens que apresenta problemas recorrentes de perdas por fabricação de produtos defeituosos. Especificamente, o número de embalagens avariadas ou perdidas durante o processo de envase encontra-se acima do esperado para sustentar os resultados de performance da unidade produtiva objeto deste estudo. O que deixa seus indicadores de qualidade e produção abaixo

---

dos padrões esperados pela alta gerência da planta. Logo, o trabalho visa propor melhorias para reduzir o índice de desperdício de embalagens em uma unidade de envase de bebidas brasileira, tendo como suporte a aplicação de ferramentas da qualidade em parceria com os princípios do *Lean Manufacturing*.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1. O Sistema Toyota e Lean Manufacturing

O Sistema Toyota de Produção (STP) é uma metodologia contemporânea de produção nascida da indústria automobilística japonesa no período pós Segunda Grande Guerra e disseminada no setor industrial que propõe a melhoria nos processos por meio, principalmente, da eliminação de perdas (Antunes, 2008). Após seu sucesso no Japão pós-guerra, a busca por conceitos e ferramentas da STP no ocidente viriam a dar origem à filosofia conhecida como *Lean Manufacturing* (Pergher, 2011).

No entanto, apesar da difusão global dos conceitos da “Manufatura Enxuta”, há uma grande discrepância no meio acadêmico quanto à definição exata da teoria que sustenta essa filosofia (Jabbour *et al.* 2013; Pettersen, 2009). Dentre os principais conceitos e mais referenciados na literatura, pode-se destacar os propostos por Ohno (1997) e Shingo (2000). Por Ohno (1997), ela é definida como a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos, produzindo apenas o necessário no momento necessário. Shingo (2000) não traz uma definição simplificada, mas aborda os objetivos dela mediante aprofundamento teórico-prático dos princípios e ferramentas básicas que norteiam a filosofia, destaque para *Just in Time*, separação trabalhador-máquina, dentre outros.

À medida que a *Lean* se expandiu pelo mundo, seus princípios, conceitos e aplicações se diversificaram e dentre outros estudos, Ghinato (2002) propõe novo modelo estrutural para o STP baseado no previamente proposto por Monden (1981, 1984). O autor destaca a importância da autonomia e controle da qualidade com zero defeitos como bases da filosofia. Já Womack *et al.* (2004) popularizaram o termo “*Lean Manufacturing*” na academia e mercado no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” de 1990. Eles registraram a evolução da indústria automobilística e principais pontos que marcaram a transição da produção em massa para produção “*Lean*”.

Já Shah e Ward (2003), salientam que o principal motor da produção enxuta é que suas práticas atuam em sinergia para criar sistemas racionais de alta qualidade que fabrica produtos

---

baseado na demanda e com pouquíssimo ou nenhum desperdício. Já em 2007, estes autores definiram como propósitos principais da *Lean* a eliminação de desperdícios, o tempo de processamento e a demanda. Em linha paralela, o *Lean Enterprise Institute* (2017) define que o ideal que sustenta o pensamento enxuto é sua busca pela maximização do valor para clientes utilizando o mínimo de recursos.

Percebe-se assim uma heterogeneidade das definições e conceitos acerca do STP e *Lean Manufacturing* que dão margem a diversas interpretações e demonstra sua constante evolução (Shah e Ward, 2007). Em continuidade à investigação teórico-literária desse estudo, foram adotados como guias os três princípios básicos de construção do STP apresentados por Antunes et al. (2008): o mecanismo da função produção, o princípio do não custo e as perdas.

O mecanismo da função produção é visto como uma rede de processos e operações, sendo os processos fluxos de materiais no tempo e espaço que transformam bens. Enquanto operações são interações do fluxo de equipamentos e operadores no tempo e espaço (Antunes et al., 2008), devendo-se identificar inicialmente os fluxos de materiais ou produtos (processo) e fluxo de trabalho (operações), para depois analisá-los separadamente (Pergher et al., 2011).

O segundo princípio, “não custo”, é em essência na busca contínua da minimização dos custos e derivado da visão moderna de mercado, onde preço dos produtos é determinado pelo mercado e não pelo produtor, restando à empresa diminuir seus custos para alcançar lucros (Bornia, 2008). Esse princípio caracteriza-se como a tradução econômica do terceiro princípio pois a redução dos custos só é alcançada mediante eliminação das perdas. Logo, definir custos desnecessários e suas origens é essencial para construção de sistemas produtivos baseados nos princípios Toyota (Antunes et al., 2008; Shingo, 2000).

Por fim, o princípio das “perdas ou desperdícios” é definido como qualquer atividade/operação/movimento que gere custos ou reduza ganhos sem agregar valor ao produto (Pergher et al., 2011; Womack et al.; 2004). Sua eliminação é necessária e permite à empresa gerar ganhos competitivos mediante reinvestimento de recursos não consumidos (Pergher et al., 2011).

## 2.2. O conceito de valor e as perdas no *Lean Manufacturing*

Segundo Womack et al. (2004) a visão do cliente acerca de valor e identificação do fluxo de valor dos produtos são passos iniciais da implementação do *Lean*. Assim, valor percebido em produtos/serviços é resultado das atividades, operações e processos necessários

---

para atender as especificações dos clientes (Mostafa e Dumrak, 2015). Neste contexto, atividades desenvolvidas pela produção são categorizadas em três tipos, sendo eles: *value adding activities*, *non value adding activities* e *necessary non value adding activities* (Hines; Taylor, 2000).

Na primeira, enquadram-se atividades que tornam o produto mais valioso aos olhos do cliente, enquanto a segunda representa atividades sem nenhum impacto no valor percebido por ele e são consideradas desperdícios a eliminar. Já a última categoria são atividades que não agregam valor ao produto/serviço, mas são estritamente necessárias, não sendo passível de eliminação no processo sem mudança radical nele (Hines e Taylor, 2000).

Portanto, identificar atividades que não agregam valor é primordial para eliminação de desperdícios que sustenta os modelos de produção enxuta, sendo estes classificados por Ohno (1997) e Shingo (2000) em sete tipos clássicos: perdas por superprodução, por transporte, por processamento, por fabricar produtos defeituosos, por espera; por movimento e perdas por estoque. Onde perdas por superprodução são aquelas resultantes da produção além do necessário ou aquelas produzidas antecipadamente sem concretização de sua necessidade, gerando estoques em excesso e cobertura de problemas potenciais nos processos (Pergher *et al.*, 2011, Antunes *et al.*, 2008; Hines e Taylor, 2000; Shingo, 2000).

Perdas no transporte decorrem de movimentação excessiva de pessoas, informações e materiais que usualmente não agregam valor ao produto gerando desperdício de tempo e recursos. Ela está diretamente relacionada aos *layouts* fabris que devem sempre prezar pela eliminação destas movimentações (Bornia, 2008). Perdas no processamento derivam de atividades desnecessárias para garantir qualidade nas entregas e são percebidas mediante análises profundas das atividades (Antunes *et al.*, 2008).

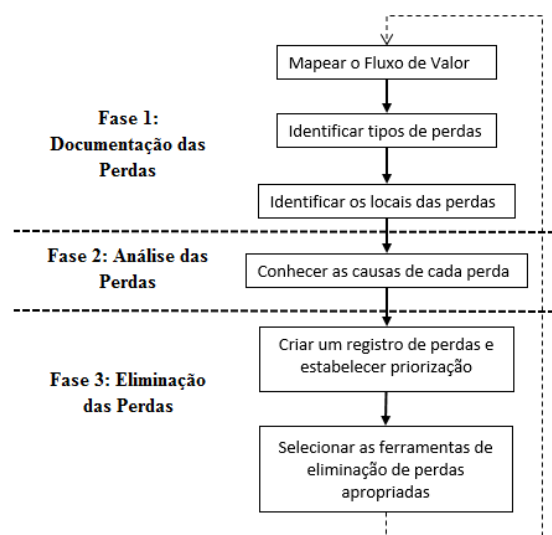
Já as perdas por produtos defeituosos são consequência da fabricação de itens acabados ou fora dos requisitos vinculados à qualidade do produto (Antunes *et al.*, 2008). Elas são identificadas e mensuráveis mais facilmente e eliminadas mediante aumento na confiabilidade do processo, emprego da automação e rápida detecção/solução de problemas (Bornia, 2009; Ghinato, 2002). Perdas por espera derivam da capacidade ociosa associada a períodos onde trabalhadores, máquinas e/ou informações não são utilizados e causam elevados tempos de preparação, falta de sincronização da produção e falhas não previstas (Bornia, 2008; Antunes *et al.*, 2008; Hines e Taylor, 2000)

Perdas na movimentação relacionam-se a movimentos desnecessários dos trabalhadores ao executarem operações (Shingo, 2000; Pergher *et al.*, 2011). Bornia (2008) destaca que a mensuração deste desperdício está ligada à obtenção de padrões de desempenho para operações. As perdas por estoque decorrem de altos volumes de produtos (matérias-primas, produtos em processo ou acabados) que geram custos financeiros para manutenção (Wahab *et al.*, 2013; Taylor, 2000).

Além dos sete tipos clássicos de perdas, Soltan e Mostafa (2015) e Womack *et al.* (2004) adicionam perda por subutilização dos empregados, relacionada ao mau aproveitamento do conhecimento, experiência e/ou habilidades deles. Já no contexto brasileiro, Pergher *et al.* (2011) apresenta a perda por má definição do *mix* de produtos, que gera custos indiretos em todo o sistema. Isto posto, frisa-se que na aplicação prática desta pesquisa serão abordadas especialmente perdas por fabricação de produtos defeituosos que está intrinsecamente relacionada às perdas no processo, por espera e conseqüentemente na perda por subutilização dos funcionários.

Ainda acerca da eliminação de perdas, Mostafa e Dumrak (2015) apresentam um modelo para análise e eliminação delas, que possui seis etapas em três fases conforme Figura 1.

Figura 1 - Processo de eliminação de perdas



Fonte: Adaptado de Mostafa e Dumrak (2015)

A fase de Documentação possui três etapas, onde deve-se inicialmente mapear o fluxo de valor pela cadeia produtiva, classificando operações e etapas quanto ao valor agregado. Na sequência, deve-se identificar os tipos de perdas envolvidas e por fim, identificar os locais no

---

sistema onde as perdas ocorrem. A segunda fase do método, Análise de Perdas, tem como principal objetivo identificar causas que geram as perdas identificadas. Assim, deve-se iniciar a análise a partir dos tipos classificados na fase anterior e na literatura obtém-se prováveis causas para cada tipo de perda. Nesta fase, o uso de certas ferramentas é comum, com destaque para *brainstorming*, questionários, *Failure Mode and Effect Analysis* - FMEA, Diagrama de Ishikawa, dentre outras.

A última fase, Eliminação de Perdas, consiste em duas etapas. Na primeira, é preciso criar um registro das perdas identificadas para definir meios para mensurar, acompanhar e priorizá-las. Já na segunda, mediante todas as informações coletadas, seleciona-se ferramentas adequadas a serem aplicadas com foco na eliminação destas perdas. Para esta pesquisa, esta metodologia foi empregada como base de desenvolvimento, sendo principalmente abordadas as duas últimas etapas em decorrência da utilização das ferramentas da qualidade que aqui foram aplicadas para identificação das causas e seu acompanhamento, sua mensuração e priorização das perdas a serem atacadas.

### 2.3. As ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade são métodos eficazes para melhoria do processo produtivo e redução de defeitos. Sua eficácia vem do fato delas possibilitarem observação cuidadosa do fenômeno e efeito para a busca de suas causas verdadeiras (Falconi, 2004). Seu uso é usualmente associado ao campo do Controle da Qualidade Total ou *Total Quality Control* (TQC) ou ainda *Total Quality Management* (TQM). O TQC/TQM é uma abordagem gerencial de controle que busca a melhoria contínua através de duas dimensões: o sistema de gestão (liderança, planejamento recursos humanos, etc.) e o sistema técnico (ferramentas da qualidade e técnicas de resolução de problemas) (Tarí e Sabater, 2004). Assim, o interesse para esse trabalho está centrado no sistema técnico do TQC, especificamente, na utilização das ferramentas da qualidade como poderosos meios para análise de dados e investigação de causas.

É nítido a evolução delas ao longo dos anos, atualmente, há uma ampla variedade de ferramentas, cada uma com abordagens diferenciadas e/ou funções específicas para a análise de um problema (Donauer et al., 2015). As mais clássicas são aquelas selecionadas por Ishikawa (1976), conhecidas como as “sete ferramentas da qualidade” são essas: diagrama de causa e efeito, folha de verificação, gráfico de controle, estratificação, histograma, diagrama de Pareto e diagrama de dispersão. Essas surgiram da necessidade de técnicas de controle da

qualidade de simples aplicação e aprendizado, sem a necessidade de conhecimento formal de estatística, mas que são eficazes para a solução da maioria dos problemas (Vieira, 2012).

Deste modo, o Quadro 1 sintetiza ferramentas e técnicas da qualidade que são empregadas em diversas empresas ao redor mundo. Dentre elas, as sete ferramentas apresentadas na segunda coluna foram criadas por especialistas japoneses posteriormente às clássicas de Ishikawa e são voltadas principalmente para a resolução de problemas gerenciais envolvendo dados não-numéricos (Tarí e Sabater, 2004).

Quadro 1 - Ferramentas e técnicas da qualidade

As sete ferramentas básicas da qualidade	As sete ferramentas gerenciais	Outras ferramentas	Técnicas
Diagrama de causa e efeito	Diagrama de afinidades	<i>Brainstorming</i>	<i>Benchmarking</i>
Folha de verificação	Diagrama de flecha	Plano de controle	Análise de departamento
Gráficos de Controle	Diagrama de matrizes	Fluxograma	Desenho fatorial
Estratificação	Método de análise de matriz de dados	Análise do campo de forças	Árvore de falhas
Histograma	Diagrama de decisão	Questionário	FMEA
Diagrama de Pareto	Diagrama de relações	Amostragem	Metodologia de resolução de problemas
Diagrama de dispersão	Diagrama sistemático		Custos da qualidade
			Desdobramento da função qualidade
			Times de melhoria da qualidade
			Controle estatístico de processo

Fonte: Adaptado de Dale e McQuater (1998)

Neste trabalho utilizou-se *Brainstorming*, Estratificação, Diagramas de Pareto, Dispersão e Causa e Efeito, por serem ferramentas que melhor se adequaram às necessidades do sistema produtivo objeto de estudo desta pesquisa. Dentre elas, o *brainstorming* é uma ferramenta baseada na criatividade que ajuda na obtenção de muitas ideias ou respostas em um curto espaço de tempo. Ela possui regras de aplicação que devem ser seguidas para que haja um máximo de aproveitamento da técnica, devendo-se definir sempre alguém para conduzi sua aplicação (Maireles, 2001).

Já a estratificação é definida como um método que busca a origem do problema, ao buscar entender como a variação de diferentes fatores impacta em determinado processo ou problema analisado. Ela é um recurso normalmente utilizado na fase inicial de soluções de problemas, e para seu uso eficiente, é necessário que todas as variáveis do problema sejam incluídas na estratificação (Carpinetti, 2010; Falconi, 2004).



---

O Princípio de Pareto estabelece que a maior parte das perdas relacionadas à problemas de qualidade provém de alguns poucos, mas vitais, problemas. Logo, se forem identificadas e atacadas estas causas vitais, é possível eliminar a maior parte dos problemas com poucas ações, tempo e recursos (Carpinetti, 2010). Segundo Falconi (2004), a análise de Pareto divide um problema grande em problemas menores, prioriza os projetos mais importantes e viabiliza o estabelecimento de metas.

Já os Diagramas de Dispersão são ferramentas utilizadas para estudar a relação entre duas variáveis associadas observando a distribuição dos dados. E além da análise visual, pode-se também calcular o coeficiente de correlação entre variáveis de modo a demonstrar existência de interação forte ou fraca entre elas (McCormick, 2002). Por fim, o Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta gráfica de análise de processos que permite visualização das diferentes possíveis causas que contribuem para um problema, além disso, demonstra a relação entre as causas e identifica áreas com oportunidades de melhoria. Ele é utilizado para apresentar correlações entre resultado de um efeito e as causas que o influenciam (Lau, 2015; Werkema, 2006).

### **3. Método proposto**

#### *3.1. Caracterização da pesquisa*

Segundo Silva e Menezes (2005) a pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução para um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. Com base neste autor, esta pesquisa se classifica como aplicada ao objetivar gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidas à solução de problemas específicos envolvendo verdades e interesses locais (Moresi, 2003).

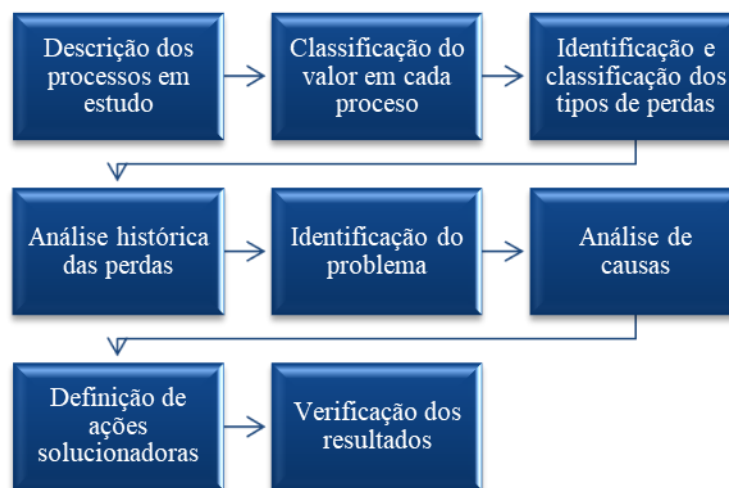
Quanto a sua abordagem, enquadra-se em um viés tanto quali quanto quantitativo por combinar técnicas descritivas para observação e coleta de dados primários para posterior análise numérico-quantitativa. É descritiva, ao buscar descrever com detalhes todos os processos em análise, suas características, e consequentes melhorias para eles mediante análises realizadas (Silva e Menezes, 2005). Mediante isto, enquadra-se em um estudo de caso ao buscar uma profundidade e detalhamento do problema em estudo por meio da aplicação prática em um sistema produtivo específico (Moresi, 2003).

### 3.2. Passos da pesquisa

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os temas abordados para caracterizar conceitos norteadores da problemática, bem como estudar ferramentas da qualidade passíveis de aplicação no estudo de caso.

Em um segundo momento, os passos expostos na Figura 2 foram aplicados de modo a permitir a eliminação ou redução das perdas dentro do processo analisado. Esses passos foram embasados no processo de eliminação de perdas proposto por Mostafa e Dumrak (2015) e sua implementação foi desenvolvida em oito passos, conforme descrito na Figura 2. Assim, a etapa de “Descrição dos processos em estudo” se caracterizou pelo estudo do cenário e dos processos onde as perdas estão inseridas, possibilitando uma análise fidedigna delas e suas respectivas origens.

Figura 2 - Sistemática para redução das perdas



Na “Classificação do valor em cada processo” fez-se a correlação dos conceitos de valor do *Lean Manufacturing* com os processos analisados que permitiram estruturação da base conceitual para introdução das perdas do processo. Na “Análise histórica das perdas” e “Identificação do problema”, foram estudados os comportamentos dos indicadores de perdas de embalagens e seus principais fatores desde o ano de 2013 até março de 2017, sendo essa análise executada em abril de 2017. Para isso, os dados foram coletados a partir do sistema de informação gerencial e estratificados em gráficos, facilitando a observação das suas flutuações no decorrer do tempo e conseqüentemente as correlações entre os fatores observados e o efeito no indicador global, que por sua vez, culminou na identificação da principal problemática do processo.

---

Na “Análise de causas”, os fatores considerados de maior impacto na perda de embalagens (identificados na fase anterior) foram analisados minuciosamente via Diagrama de Dispersão, Diagrama de Pareto, Entrevistas Informais e o Diagrama de Causa e Efeito. Isto permitiu uma análise aprofundada para a detecção das causas fundamentais e onde elas estão concentradas. A técnica de *brainstorming* também foi utilizada durante as reuniões de discussão do projeto, pois, é uma ferramenta de simples utilização, de discussão rápida e que combina a criatividade e o conhecimento dos participantes para a investigação e/ou resolução de um problema.

Na etapa de “Definição de ações solucionadoras” foi proposto uma série de ações para a resolução das causas encontradas e na “Verificação dos Resultados” todos os resultados foram expostos a partir da observação dos indicadores durante e após a execução das ações propostas, com o objetivo de julgar a eficácia das análises realizadas e da execução das ações. Destaca-se que os resultados obtidos são apresentados até o mês de julho de 2017, compreendendo 04 meses após o início das análises.

### 3.3. Limitações da pesquisa

A implementação deste trabalho foi realizada em uma planta industrial de médio-grande porte localizada no estado de Sergipe. Ainda que diversos fatores associados a diferentes áreas da empresa influenciem no problema em análise, o foco deste trabalho está voltado para a linha de produção de uma família específica de produtos. Logo, é importante ressaltar que os resultados obtidos poderão não ser replicados fielmente em outros objetos de estudo, no entanto, a metodologia e as ferramentas utilizadas poderão ser adaptadas para atender a diferentes situações do universo industrial.

Frisa-se ainda que durante o desenvolvimento da pesquisa, outros problemas do sistema produtivo em questão foram identificados. No entanto, os mesmos não são aqui abordados por não estarem diretamente relacionados ao objetivo proposto pelos autores. Por fim, devido à política de privacidade da empresa, informações quanto a sua atuação no mercado, processo produtivo, *layout*, dentre outras informações foram ocultadas. Além disso, os dados reais utilizados passaram por fatores multiplicativos, assim como os resultados expostos são apresentados em porcentagem, a fim de zelar pelo sigilo das informações.

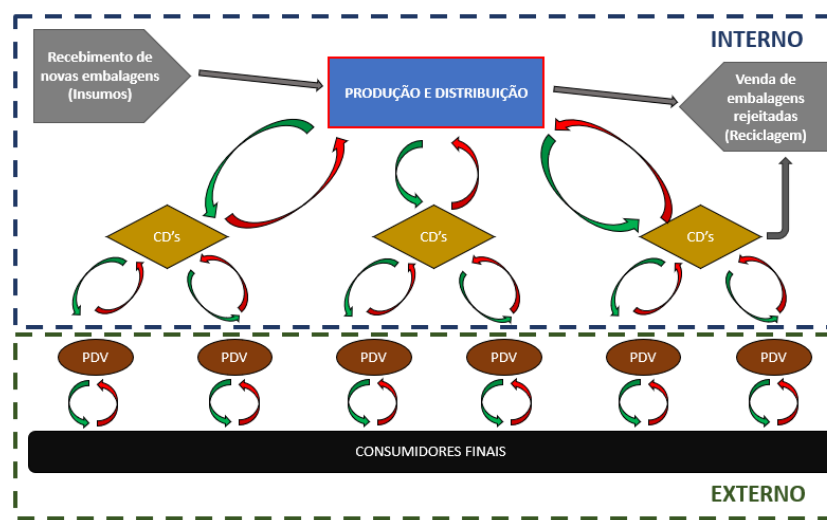
## 4. Resultados

A empresa objeto de estudo faz parte de um grupo internacional líder em seu mercado de atuação com processos bem definidos e padronizados. Ela possui plantas industriais por todo o território nacional, sendo a unidade analisada neste trabalho localizada no estado de Sergipe e considerada de médio porte. Em decorrência do sigilo de informações, mais informações não podem ser disponibilizadas sobre ela.

### 4.1. Descrição do processo

Na planta industrial há duas linhas de produção com características muito similares que envasam duas famílias distintas de produtos diferenciadas apenas pelo tamanho das embalagens processadas. Por sua importância para a análise das perdas de embalagens, a Figura 3 ilustra o entendimento inicial do ciclo de envio e retorno desses materiais.

Figura 3 - Ciclo de distribuição e retorno de embalagens



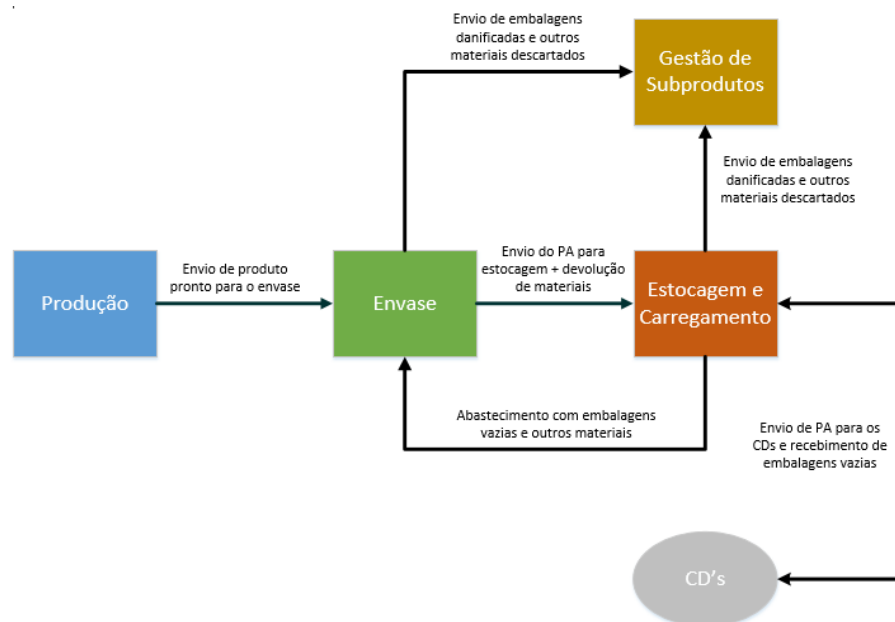
Na Figura 3, as setas representam a movimentação das embalagens entre setores, sendo a cor verde para produtos envasados (embalagens que recebem matéria-prima) e as vermelhas para embalagens vazias. Na “Produção e Distribuição”, as embalagens são envasadas e armazenadas por curto período de tempo até expedição para centros de distribuição - CD’s. A cada saída de embalagens cheias, os CD’s devem enviar a mesma quantidade de embalagens vazias para a “Produção e Distribuição”.

Os CD’s armazenam embalagens cheias e vazias, direcionando as primeiras aos Pontos de Venda - PDV que repassam na entrega a mesma quantidade de embalagens vazias. O processo de distribuição para os PDV’s é de responsabilidade da empresa, mas não os gerenciam, sendo assim entidades externas com gestão autônoma. Há ainda troca de

embalagens cheias por vazias entre consumidores finais e PDV's que não é gerenciada pela empresa.

A empresa pode receber embalagens vazias por fornecedor credenciado, sendo este processo gerenciado por um setor específico da empresa, que faz pedidos mediante análise do estoque atual de embalagens vazias disponíveis para processamento, suas idades e condições de uso. Por fim, embalagens danificadas na produção, estocagem ou movimentação, tanto na unidade quando nos CD's são vendidos para empresas especializadas em reciclagem. Após isto, a Figura 4 apresenta, de modo simplificado para proteger informações, as etapas do processo de envase e distribuição das famílias de produtos.

Figura 4 - Processo de envase e distribuição



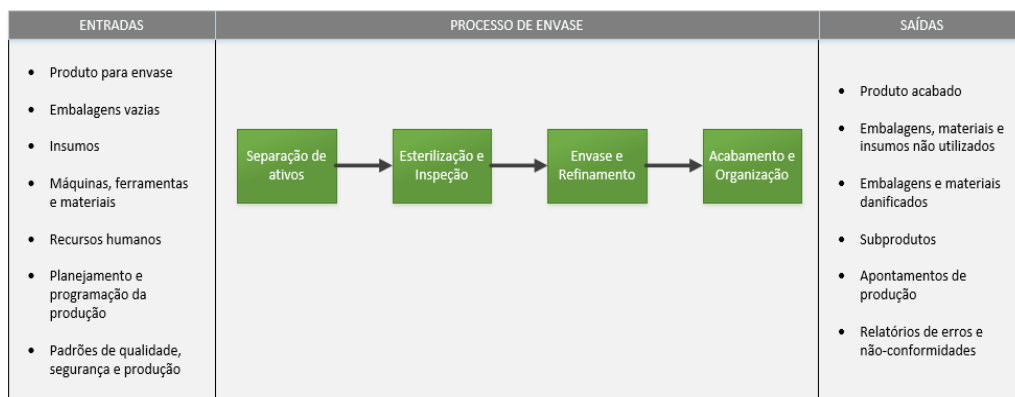
As etapas anteriores ao processo de envase não contemplam o escopo deste trabalho, logo não serão aqui discutidas. Assim, após envase, as embalagens são enviadas para o armazém, que estoca, movimenta e distribui as embalagens cheias para os DC's e vazias para a produção mediante abastecimento contínuo das linhas. Ele responde ainda pela descarga dos veículos com embalagens vazias e demais materiais. A Gestão de Subprodutos é um setor responsável por ativos danificados e subprodutos descartáveis decorrentes do processo de envase. Frisa-se que os processos de envase, estocagem e movimentação são os que causam maior impacto nas perdas de embalagens e serão melhor detalhados.

## 4.2. O conceito de valor nos processos

### 4.2.1. No envase

O modelo de gestão da empresa é embasado em princípios similares ao *Lean Manufacturing*, principalmente quanto à criação de valor nos processos, redução de perdas e controle minucioso de custos. Com isto, sabe-se que as melhores práticas para aprimoramento contínuo dos processos são compartilhadas e implementadas em toda a empresa, logo, seus gestores têm conhecimento do valor de suas atividades e principais perdas. O processo de envase é composto das atividades ilustradas na Figura 5.

Figura 5 - Descrição do processo de envase



Destas atividades, tem-se que a separação de ativos é caracterizada como *necessary non value adding activities*, pois mesmo não adicionando valor ao produto é uma atividade necessária para as atividades de esterilização e inspeção. As quais, são classificadas como *value adding activities*. Por serem críticas na garantia dos requisitos de qualidade e segurança dos produtos.

Já o envase, refinamento e acabamento e a organização dos produtos também foram consideradas atividades *value adding activities*. A primeira por concretizar o produto final, a segunda por dar a eles qualidades de acabamento desejadas pelos clientes e a terceira por ser de vital importância para todas as atividades intermediárias entre o processo produtivo e o consumo.

### 4.2.2. Na estocagem e armazenamento

As atividades deste processo, por natureza, não agregam valor ao produto pois não alteram a qualidade percebida pelo cliente. Logo, são gerenciadas objetivando a máxima redução de perdas dada a realidade estrutural da planta e podem ser classificadas como *necessary non value adding activities*, já que a eliminação total das perdas neste processo

envolveria drásticas mudanças estruturais. Entretanto, algumas atividades do processo poderiam ser eliminadas mediante implementação de novas tecnologias, mudanças de rotina ou ainda aumento da confiabilidade do fluxo de informações.

#### 4.3. As perdas de embalagem previstas pela empresa

A empresa prevê a perda de embalagens em seus processos e as caracteriza em quatro tipos para acompanhamento: perdas por mercado, produção, movimentação interna e contábeis. As perdas de mercado são constituídas por embalagens provenientes dos CD's e refugadas no processamento devido à presença de danos, defeitos ou características incompatíveis com os padrões da empresa.

Por outro lado, as perdas de produção são caracterizadas por danos em embalagens boas durante o processo de envase, ocasionadas por quedas das esteiras automáticas, falha operacional dos equipamentos ou ainda por parâmetros de envase incorretos. Já as perdas de movimentação interna são todas as quebras de embalagens (vazias/cheias) relacionadas à movimentação desses ativos na unidade, podendo ocorrer durante o abastecimento da linha, armazenamento de produtos e carga e descarga de veículos.

As perdas contábeis são resultado de divergências entre a quantidade física e a contábil dos estoques, derivadas do descontrole na gestão dos estoques e operações. Como o fluxo de movimentação, entrada e saída de vasilhames é bastante elevado, o processo não está imune a diversos erros que possam acarretar nesse tipo de perda. Dito isto, o Quadro 2 compara as perdas existentes na empresa com as propostas pela literatura do *Lean Manufacturing*.

Quadro 2 - Relação entre perdas da empresa e o *Lean Manufacturing*

Perdas da Empresa	Perdas da <i>Lean Manufacturing</i>	Perdas
Mercado	Fabricação de produtos defeituosos	Espera
		Processamento
Produção	Fabricação de produtos defeituosos	Espera
		Movimentação
Movimentação Interna	Transporte e Movimentação	Espera
		Movimentação
Contábeis	Estoque	Processamento

Tanto as perdas de mercado quanto de produção estão relacionadas com perda pela fabricação de produtos defeituosos, porém ambas apresentam natureza e implicações completamente distintas. As perdas de produção são decorrentes de falhas operacionais e as de mercado pela entrega de vasilhames danificados pelos CD's. Não obstante, Wahab *et al.* (2013) previram a correlação entre perda pela fabricação de produtos defeituosos e a interação entre cliente e processo de transformação. No caso em estudo, essa relação ganha força pela

reutilização de embalagens ao longo do processo, pois grande parte de recipientes ruins vindos do mercado é apenas refugada na inspeção do processo de envase, logo, nas linhas de produção, justificando a classificação destas perdas por fabricação de produtos defeituosos.

As perdas de mercado geram perdas por espera, pois na inspeção nas linhas de envase, quando uma grande quantidade de embalagens ruins é detectada há diminuição de recipientes envasados, impactando na eficiência produtiva, gerando ainda perdas por parada não planejada (devido a estresse do maquinário de inspeção e das esteiras automáticas). As perdas de produção, além dos danos às embalagens no processo, acarretam perdas por espera e movimentação, sendo a primeira gerada por parada ocasional para ajustes e limpeza. Essas perdas por espera vêm acompanhadas por perdas de movimentação, já que exige o deslocamento dos operadores para o procedimento de limpeza.

As perdas de movimentação interna ocorrem pela necessidade de movimentação dos ativos ao longo da estocagem e carregamento de veículos, caracterizando-se como perdas de transporte, similarmente às perdas de produção, pela necessidade de parada limpeza da área, acarretando perdas de espera e movimentação. Já perdas contábeis ocorrem pelas falhas no controle e manutenção de estoques, gerando perdas de estoque. O descontrole contábil resulta ainda em perda de processamento (recontagem dos estoques).

#### 4.4. Análise dos índices de perdas

##### 4.4.1. Histórico de perdas de embalagens

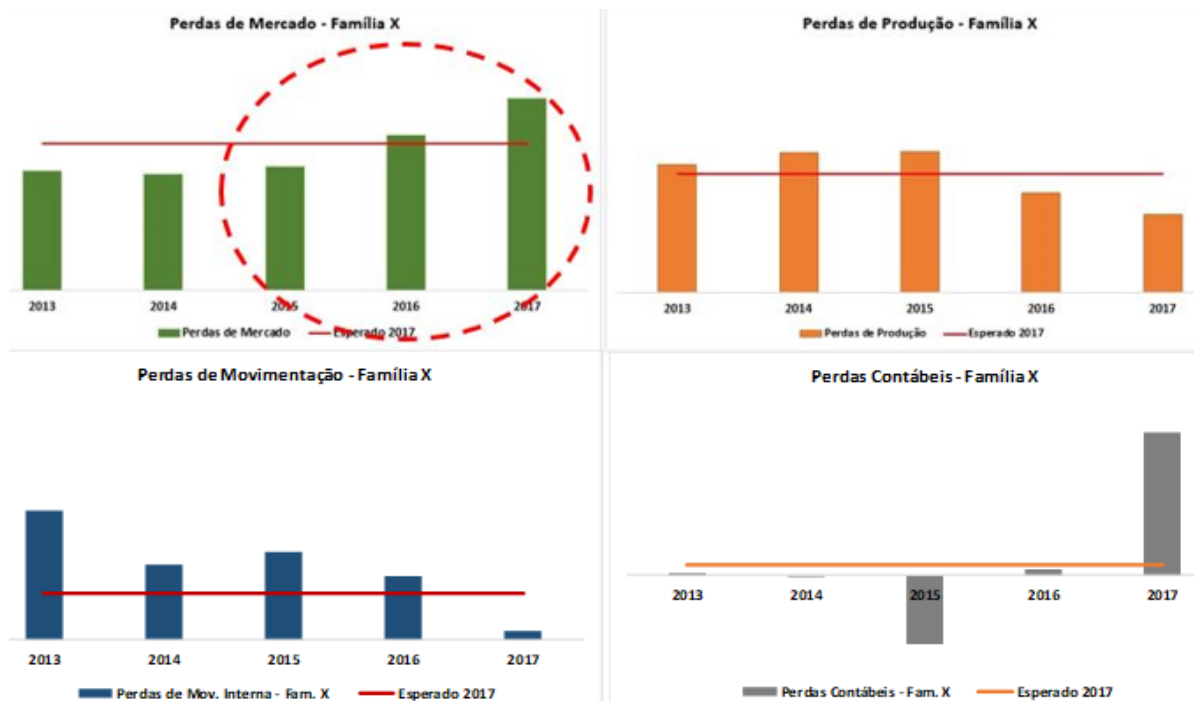
Para compreensão dos elevados índices de perdas de embalagem na unidade, a Figura 6 demonstra este comportamento ao longo dos últimos 5 anos para uma família específica de produto, aqui denominada Família X, enquanto a Figura 7 apresenta a estratificação destas perdas.

Figura 6 - Comportamento de perdas da Família A entre 2013 e 2017



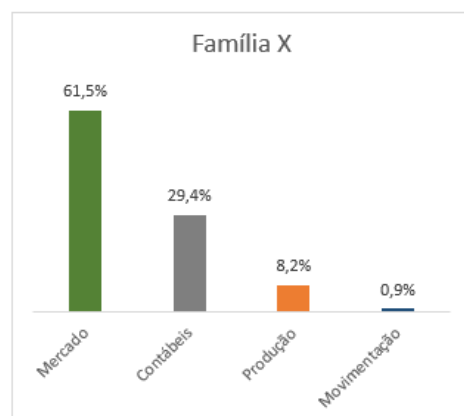


Figura 7 - Perdas estratificadas para a família X



Da Figura 6, nota-se que o índice diminuiu a partir de 2014 com brusca redução em 2015, mas atinge em 2017 valores acima do esperado. Já da Figura 7 percebe-se que os índices de perdas por mercado aumentaram entre 2015 e 2017 e houve uma leve redução nas perdas por produção ao longo de todo o período. Tem-se ainda que as perdas contábeis aumentaram consideravelmente em 2017, justificado por um caso isolado de descontrole contábil (sequência de erros humanos). Em adição, as perdas contábeis negativas percebidas em 2015 são resultado de uma sobra nos estoques físicos, ou seja, embalagens foram incorporadas no sistema ao invés de descontadas como perdas. Na sequência, a Figura 8 demonstram a contribuição de cada perda no indicador global da empresa.

Figura 8 - Contribuição de cada tipo de perda

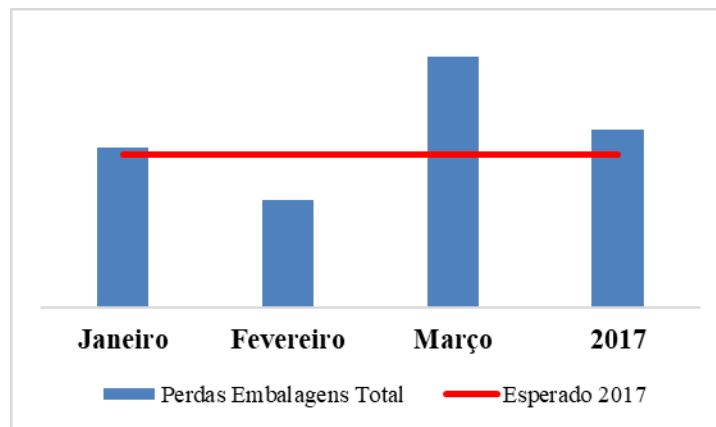


Dentre as perdas analisadas, percebe-se que a relacionada ao mercado representa 61,5% das perdas totais no período analisado, sendo de longe a perda com maior impacto no indicador global em estudo, o que demonstra uma problemática a ser priorizada.

#### 4.4.2. Índices de perdas em 2017

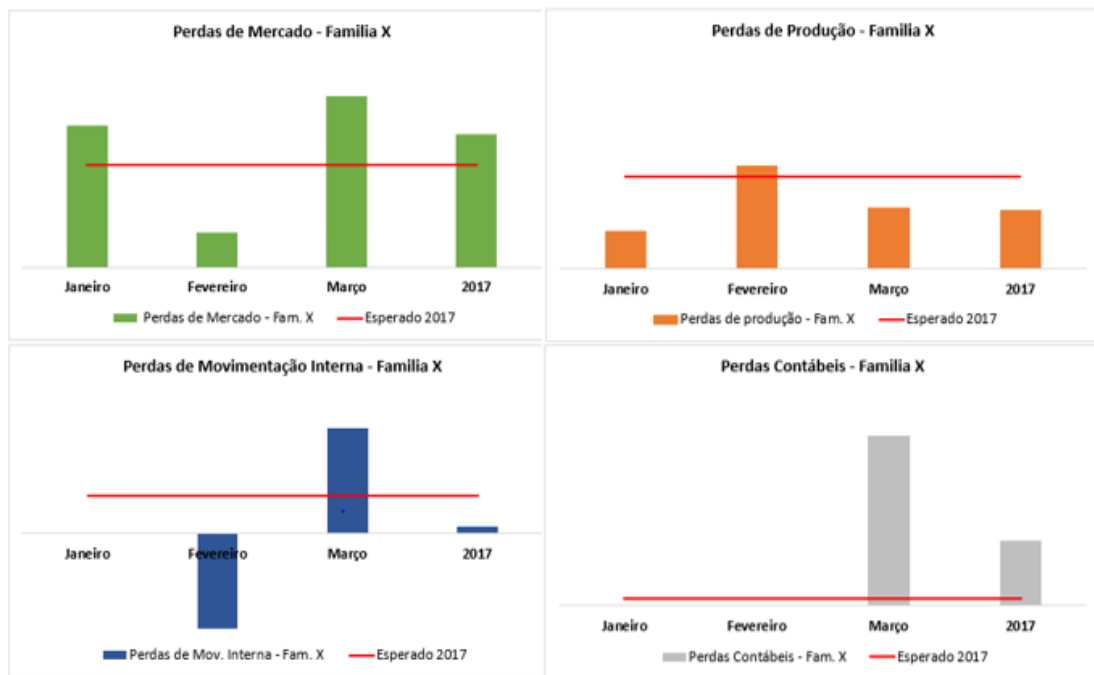
Após análise histórica das perdas dos últimos cinco anos, apresenta-se aqui mais esmiuçadamente as perdas apenas do ano de 2017 da família X. Isto se dá pelo fato do trabalho buscar contribuir para que este índice de perda seja reduzido e permaneça dentro da meta estipulada pela empresa para o referido ano, conforme resultados na Figura 9.

Figura 9 - Perdas totais em 2017 na família X



Com isto, constata-se que nos meses de janeiro e março a quantidade de perdas foi superior ao esperado, com destaque para março onde o índice foi 64,7% acima do limite estipulado pela empresa. Já em fevereiro tem-se um valor abaixo do esperado, o que caracteriza um comportamento fora dos padrões da empresa. Para um maior detalhe destas perdas, a Figura 10 é apresentada.

Figura 10 - Detalhamento de perdas da família X em 2017



A análise das Figuras 9 e 10, quatro informações essenciais podem ser extraídas:

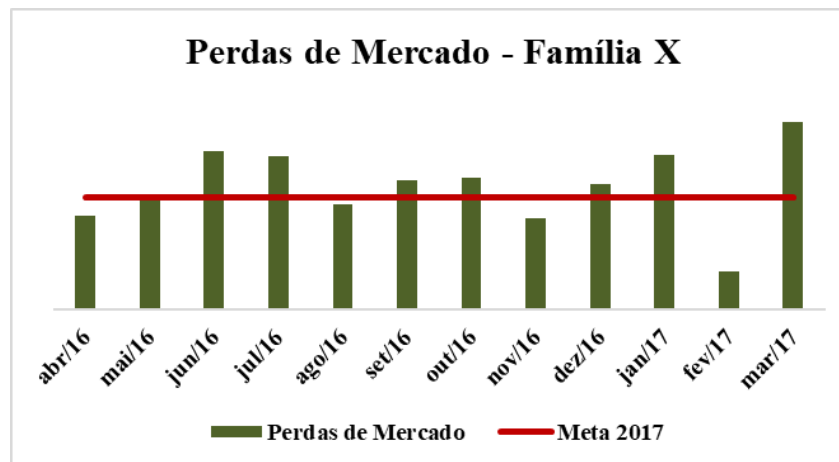
- As perdas de mercado são muito baixas em fevereiro e muito elevadas nos outros meses;
- As perdas de produção são muito elevadas em fevereiro;
- As perdas de movimentação interna em fevereiro apresentaram índice negativo; e
- Há uma explosão nas perdas contábeis em março.

Em uma análise interna na empresa, constatou-se que o comportamento desproporcional em fevereiro e março ocorreu primeiramente devido a um descontrole contábil, sendo justificado por uma série de erros humanos. Assim, a presença deste descontrole repercutiu nos índices de perdas totais, impactando ainda em outras categorias de perdas já que diversos ajustes de estoque foram aplicados para retomar a normalidade contábil. Com isto, tem-se que as perdas em fevereiro não são condizentes com a realidade da empresa, assim, as perdas reais identificadas foram consideradas como perdas contábeis no mês de março, o que explica a explosão desta categoria neste mês.

O aumento das perdas de produção em fevereiro também é consequência do episódio supracitado, já o índice negativo de perdas de movimentação em fevereiro é resultado de uma das decisões errôneas tomadas durante o episódio de descontrole já mencionado, logo, não condiz com as perdas reais para esse mês.

Entretanto, como o foco deste trabalho é eliminar as perdas recorrentes no processo, e por ser notado recorrência de perdas de mercado elevadas, pois, como demonstra a Figura 11, esta problemática ocorre desde o mês de abril de 2016.

Figura 11 - Perdas de mercado da Família X entre abril/2016 a março/2017



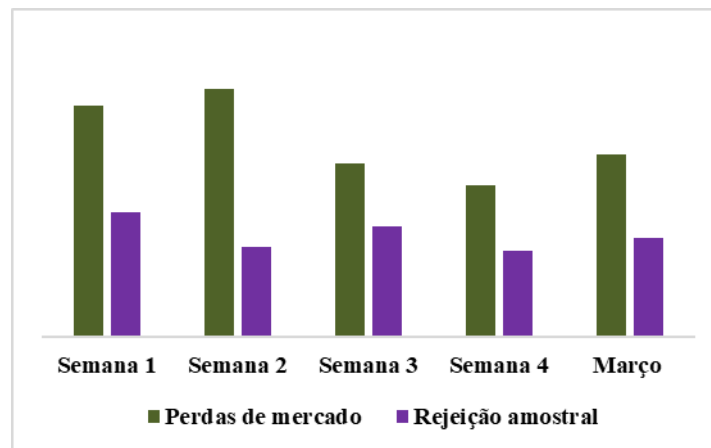
Nota-se então, que apenas em 04 dos 12 últimos meses analisados as perdas de mercado apresentaram-se dentro do esperado. E com base nisto e nas demais análises já realizadas até então, conclui-se que as principais perdas que merece maior atenção por esta pesquisa são as de mercado. Sendo assim, a seção seguinte explora todo o processo de investigação realizado com estas perdas que permitiram identificação das principais causas de sua elevação.

#### 4.5. Investigação das principais causas nas perdas de mercado

##### 4.5.1. Observação do Problema

A primeira análise realizada foi a correlação entre índices de perdas computados na etapa de inspeção no processo de envase e índices de rejeição obtidos na inspeção por amostragem do processo de estocagem e armazenamento. A atividade de inspeção é um reflexo da qualidade das embalagens enviadas para o processo de envase, onde são considerados justamente os defeitos detectados pela linha de produção. Logo, os índices amostrais devem ser próximos às perdas de mercado, e qualquer desvio, é um sinal de inconformidade em um desses processos. Dada estas informações, coletou-se os dados necessários para observação da divergência entre esses dois indicadores durante o mês de março, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Divergência entre perdas de mercado e índices amostrais na família X



Nota-se que em todas as semanas, as perdas de mercado foram extremamente maiores que os índices de rejeição amostral, principalmente nas duas primeiras semanas. Estas divergências deveriam ser, no máximo em torno de 10%, mas foi constatado uma variação de 45,6% que permitem inferir duas possibilidades:

- A linha de envase está rejeitando muito mais embalagens que o esperado em comparação com a qualidade percebida das embalagens advindas do mercado; e
- A inspeção amostral não está sendo realizada corretamente, o que resulta em índices de rejeição amostrais abaixo da realidade.

A partir disto, investigações foram realizadas na linha de envase para identificar anomalias na etapa de esterilização e inspeção por meio de observações em campo e entrevistas informais com operadores. Durante as observações notou-se um elevado número de embalagens sendo rejeitadas na inspeção eletrônica, embora aparentassem normalidade. O que é justificado pela confiabilidade que o operador dá à máquina de inspeção e não analisa a real integridade das embalagens.

Para confirmar o rejeito de embalagens sem defeitos, durante duas semanas, foram coletados rejeitos na linha de envase e inspecionados visualmente (similarmente ao processo de inspeção amostral discutido anteriormente). Disto, constatou-se que 25% das embalagens aferidas estavam em boas condições para envase, confirmando a existência de rejeitos sem defeitos nesta etapa do processo.

#### 4.5.2. Análise de Pareto

Das informações coletadas na etapa anterior, surgiu a necessidade de uma maior análise do problema, assim, fez-se duas análises de Pareto sendo uma delas no rejeito da inspeção eletrônica e outra no rejeito da inspeção amostral manual. A classificação de defeitos para a inspeção eletrônica foi definida conforme os tipos de rejeito definidos no software do maquinário. Já para a inspeção amostral manual, os defeitos foram classificados conforme estabelecido no padrão corporativo e as Figuras 13 e 14 apresentam os resultados obtidos.

Figura 13 - Análise de rejeito na inspeção eletrônica

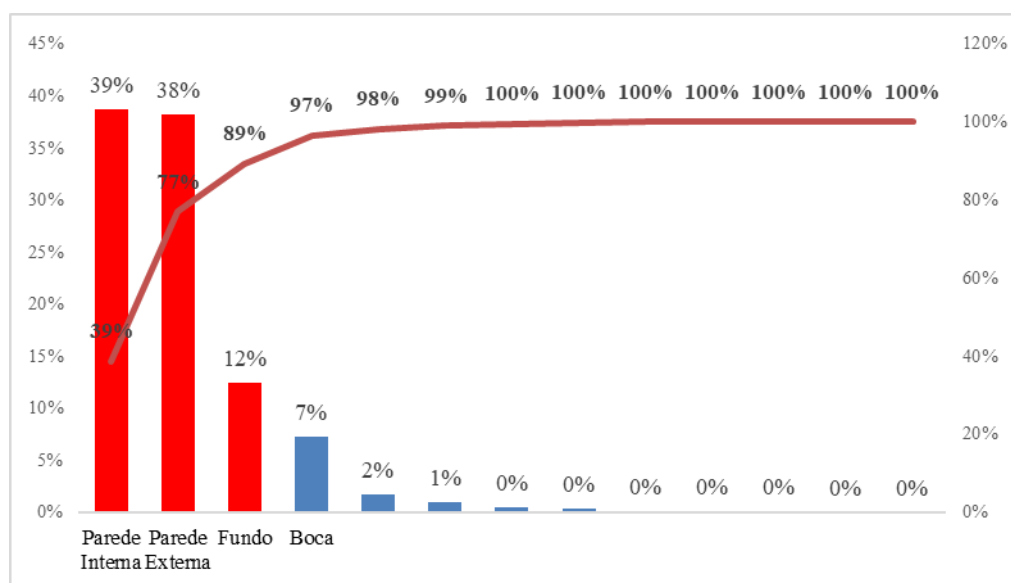
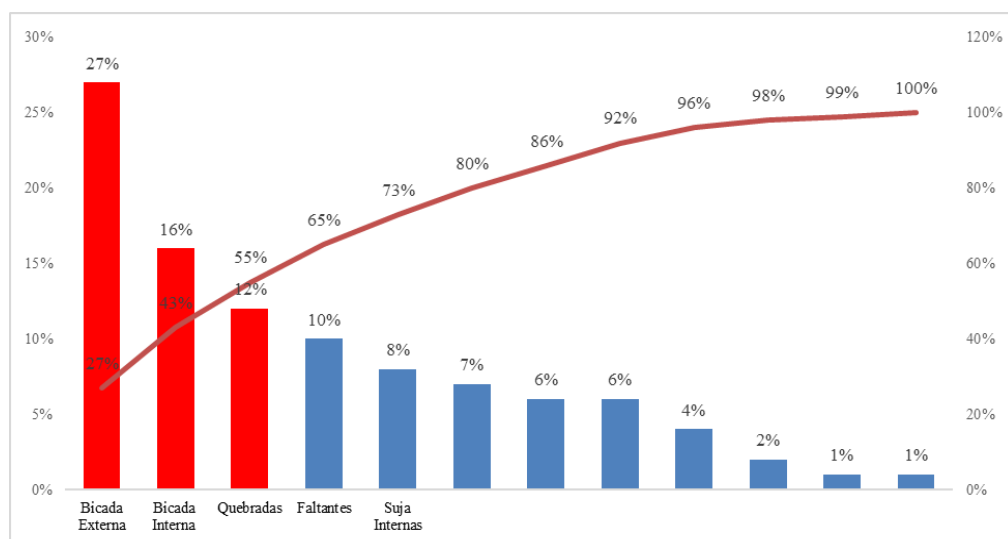


Figura 14 - Análise de rejeito na inspeção amostral



---

Na inspeção eletrônica, os motivos mais percebidos foram “Parede Externa” e “Parede Interna”, totalizando 77% dos rejeitos, e “Fundo” e “Boca”, com 12% e 7% respectivamente. O número superior de rejeitos por Parede Externa e Interna é esperado, já que é inerente ao processo a existência de embalagens que necessitam passar por uma nova esterilização em decorrência de lavagens ineficazes. Já as rejeições por fundo ocorrem por anomalias na superfície inferior da embalagem, como trincas, bolhas, dentre outros.

Já na Figura 14, “Bicada Externa”, “Bicada Interna” e “Quebradas” totalizaram 55% dos motivos críticos de rejeição. Já a anomalia “faltantes”, com 10% de ocorrência, é caracterizada pela falta de embalagens nos suportes onde embalagens são acondicionadas. Enquanto a anomalia “Suja Interna”, com 8%, caracteriza-se pela presença de corpos estranhos ou marcas de sujeira não retiráveis no interior das embalagens.

Percebe-se da análise dos gráficos que os elevados rejeitos por boca na inspeção eletrônica condizem com os rejeitos de bicada externa e internas encontradas na inspeção amostral. Até mesmo as embalagens quebradas são, majoritariamente, rejeitadas pelo motivo “boca”, dependendo da posição da anomalia. No entanto, o rejeito elevado por “Fundo” na inspeção eletrônica não condiz com nenhum índice significativo da aferição amostral, apenas casos específicos de embalagens quebradas na superfície inferior, o que justifica a necessidade de uma investigação mais profunda. Diante disto, são listadas as principais informações levantadas até então:

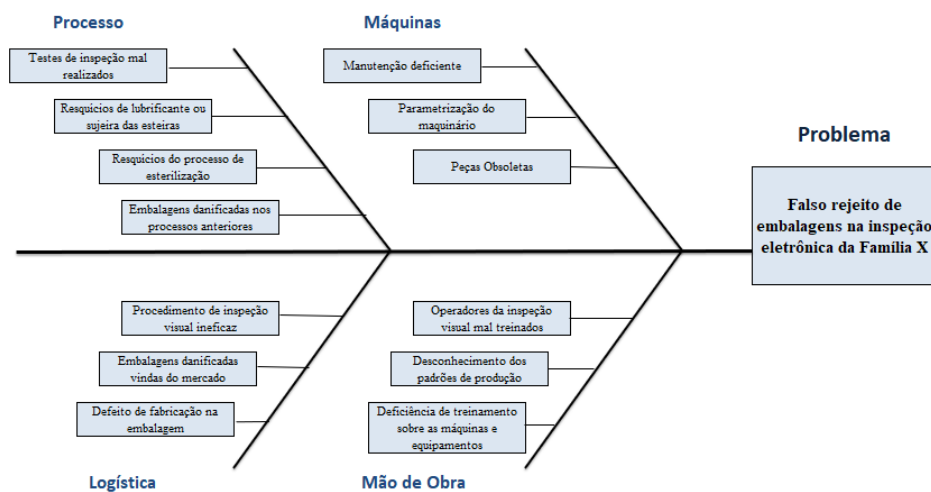
- a) Há elevado rejeito na inspeção eletrônica por defeitos na superfície lateral externa da embalagem;
- b) Há alto rejeito por “fundo” na inspeção eletrônica não identificado na amostral;
- c) Rejeições por danos na superfície superior da embalagem são comuns e condizem com as aferições amostrais;
- d) 25% dos recipientes rejeitados na inspeção eletrônica são bons;
- e) Há suspeita dos operadores que marcas na superfície inferior da embalagem, aparentemente de fabricação, estariam causando elevado rejeito por fundo;
- f) Há quantidade elevada de embalagens refugadas com resquícios na esterilização;
- g) Não foram detectadas anomalias na aferição amostral; e
- h) Não foram encontradas embalagens impróprias encaminhadas para um processo posterior.

Com estas informações, fez-se reunião com gerentes e supervisores de produção, armazenamento e distribuição e especialistas em automação industrial para discussão dos problemas percebidos empregando sessões de *Brainstorming*.

#### 4.5.3. Análise de causa e efeito

Das sessões de *Brainstorming*, Diagramas de Causa e Efeito foram gerados e a Figura 15 apresenta o concatenado deles.

Figura 15 - Diagrama de Causa e Efeito



Foram definidas quatro categorias de análise, suas características e causas mais prováveis de recorrência, sendo todas estas informações expostas no Quadro 3.

Quadro 2 – Causas identificadas e suas características

Categoria	Causa	Características
Máquinas	Manutenção deficiente	Manutenção preventiva e corretiva ineficazes ou inexistentes nos equipamentos de inspeção eletrônica, que podem afetar a acuracidade da inspeção
	Parametrização do maquinário	Parâmetros de ajuste fora de especificação nos equipamentos de esterilização e inspeção acarretam anormalidades no processo
	Peças obsoletas	Manutenções falhas ou falta de recursos resultam em peças obsoletas, impactando no processo de inspeção
	Testes de inspeção eletrônica mal realizados	Testes de inspeção eletrônica realizados de forma inadequada e não sinalizam problemas de maquinário



<b>Categoria</b>	<b>Causa</b>	<b>Características</b>
<b>Processo</b>	Resquícios de lubrificante ou sujeira das esteiras	Resquícios de lubrificante e sujeira das esteiras de transporte na parte inferior das embalagens boas que geram falsos rejeitos
	Resquícios do processo de esterilização	Resquícios de materiais decorrentes de falhas na esterilização podem gerar rejeito de embalagens fisicamente íntegras
	Embalagens danificadas nos processos anteriores	Alta ocorrência de embalagens danificadas durante o processo de envase que não são retiradas antes da inspeção eletrônica impactam no elevado índice de rejeição
<b>Mão de Obra</b>	Operadores da inspeção visual mal treinados	Operadores da inspeção visual podem não estar treinados bem e podem não detectar defeitos mínimos
	Desconhecimento dos padrões de produção	Desconhecimento dos padrões corretos de produção por parte dos operadores podem impactar na parametrização e testes de inspeção
	Deficiência de treinamento sobre as máquinas e equipamentos	Desconhecimento de especificidades técnicas dos equipamentos resulta em falhas na execução de ações para minimizar rejeitos
<b>Logística</b>	Procedimento de inspeção visual ineficaz	O procedimento de inspeção visual amostral definido pela empresa pode não abranger defeitos detectados na inspeção eletrônica
	Embalagens danificadas vindas do mercado	Alto número de embalagens danificadas vindas do mercado pode gerar alto índice de rejeição
	Defeito de fabricação na embalagem	Operadores e supervisores suspeitam que uma marca de fabricação nas embalagens esteja sendo acusado como defeito

Todas as causas listadas no Quadro 3 foram investigadas em campo juntamente com discussões com operadores, supervisores e especialistas. Assim, cinco das treze causas identificadas foram retiradas da lista de análise e posterior atuação de melhoria conforme exposto no Quadro 4.

Quadro 3 – Causas descartadas

<b>Categoria</b>	<b>Causa Descartada</b>	<b>Razão do descarte</b>
<b>Máquinas</b>	<b>Testes de inspeção eletrônica mal realizados</b>	Acompanhamento <i>in loco</i> demonstrou eles estavam sendo realizados conforme especificado
<b>Processo</b>	<b>Resquícios de lubrificante ou sujeira das esteiras</b>	Não foi verificado excesso de lubrificante nas esteiras e usualmente são feitas limpezas sistemáticas nas esteiras
	<b>Embalagens danificadas nos processos anteriores</b>	Há embalagens danificadas em etapas anteriores ao envase, mas não em frequência e quantidade que justifique os altos índices de rejeito e perdas de mercado
<b>Mão de Obra</b>	<b>Desconhecimento dos padrões de produção</b>	Sistematicamente são realizadas revisões e discussões acerca dos padrões de produção
<b>Logística</b>	<b>Procedimento de inspeção visual ineficaz</b>	Verificou-se outras linhas de produção e foi percebido consistência na inspeção o que indica inexistência de <i>gaps</i> expressivos

Descartadas as causas menos correspondentes, ações foram executadas para amenizar os efeitos do problema, mitigar as prováveis causas ou ainda investigá-las profundamente, em busca do objetivo de reduzir o índice de perdas de mercado na unidade fabril em estudo.

#### 4.6. Ações propostas e resultados preliminares

Diante de toda análise até então realizada, a etapa seguinte consistiu na proposição de ações para mitigar ou amenizar os problemas e suas causas identificadas. Para tanto, criou-se três grandes grupos de ações com base na natureza das causas que são expostos no Quadro 5.

Quadro 4 – Principais ações para resolução do problema

Grupo	Ação	Descrição
<b>Maquinário e Inspeção</b>	Adquirir e instalar componente K da inspeção eletrônica	O componente K estava danificado e foi trocado
	Realizar manutenção do componente L da inspeção e possível troca dele	O componente L estava apenas desalinhado e foi necessária a troca
<b>Processamento</b>	Alterar concentração de substâncias na esterilização	Além dos problemas encontrados, houve uma pequena alteração no design da embalagem, logo foi necessário um estudo para adequar a concentração dos componentes utilizados na esterilização
	Acionar fornecedor de embalagens	O fornecedor visitou a linha de produção para descartar junto aos gerentes e supervisores quaisquer impactos no processo provenientes da fabricação das embalagens, bem como auxiliou na resolução do problema
	Averiguar parametrização da esterilização e inspeção com outras unidades	Foi averiguado a parametrização desses componentes em outras unidades e pequenas modificações foram executadas
	Avaliar e novamente treinar a operação quanto a separação e contabilização das embalagens refugadas	A fim de evitar confusão entre embalagens boas e refugadas ou erros de contabilização das perdas
<b>Inspeção Visual</b>	Adequar estrutura física de inspeção amostral	Instalada iluminação própria no local, para maior confiabilidade durante a inspeção
	Treinar equipe no procedimento de inspeção visual	Toda a equipe de inspeção foi novamente treinada nos procedimentos e política de refugo da empresa
	Aprimorar monitoramento diário dos índices de rejeito da inspeção amostral	Passou a ser enviado informativo diário para os clientes com índices de rejeito na inspeção amostral acima de uma meta estipulada, bem como infográficos com análise de Pareto sobre principais motivos do rejeito
	Criar gerenciamento do índice de rejeito da inspeção amostral	O índice de rejeito passou a ser registrado graficamente para observar o comportamento dele no tempo. Além disso, os CD's com piores índices no período são identificados e contatados
	Segregar paletes com embalagens mofadas	Notou-se ocorrência de índices de rejeito nas linhas por embalagens com mofo, as quais passaram a ser identificadas e separadas na estocagem e carregamento
	Estabelecer estrutura para nova seleção de todas as embalagens refugadas no processo de envase	Para combater o efeito e evitar descarte de embalagens boas, todas as embalagens refugadas passaram por uma última inspeção visual

Nota-se que, majoritariamente, as ações foram concentradas no processamento e na inspeção visual. No que tange a “Acionar o fornecedor de embalagens”, os gestores convocaram seus fornecedores para alertá-los sobre a possibilidade de existência de uma pequena marca de

---

fabricação nas embalagens utilizadas e que supostamente estaria sendo acusada pela inspeção eletrônica como motivo de rejeição por fundo.

Além disso, a visita de um especialista na planta deu suporte à resolução de problemas encontrados, onde foi possível constatar por meio de testes e comparações com outras unidades da empresa, que a marca de fabricação não estava impactando nos índices de rejeição. Ademais, foi confirmado pelo especialista algumas falhas na esterilização, pois, notou-se um número significativo de embalagens com resquícios desta etapa, tanto na superfície externa como pequenos segmentos no interior, sendo essas as causas mais prováveis e impactantes da rejeição de embalagens boas.

Dada esta informação, confirmou-se a suspeita da necessidade de adequação da etapa de esterilização, principalmente quanto à concentração das substâncias utilizadas no processo e parametrização de itens como temperatura e pressão. Essa necessidade de atuação culminou em duas ações, “Alterar concentração de substâncias da etapa de esterilização” e “Averiguar parametrização da esterilização e inspeção com outras unidades”.

Quanto a inspeção visual dois focos de ação foram definidos, no primeiro deles, gerou-se uma nova seleção das embalagens refugadas eletronicamente. Isto se deu pelo estabelecimento de uma dupla de operadores dedicados, responsáveis por realizar uma última inspeção visual das embalagens. Esta ação representa uma perda por retrabalho, no entanto, de posse dos cálculos de custos, constatou-se a rentabilidade em manter uma equipe imediata para uma segunda inspeção que descartar um grande volume de embalagens retornáveis de boa qualidade. Além disso, o controle dos resultados desta nova seleção, com registro das quantidades aferidas, salvas e rejeitadas, é um bom indicador para a efetividade das ações durante o projeto.

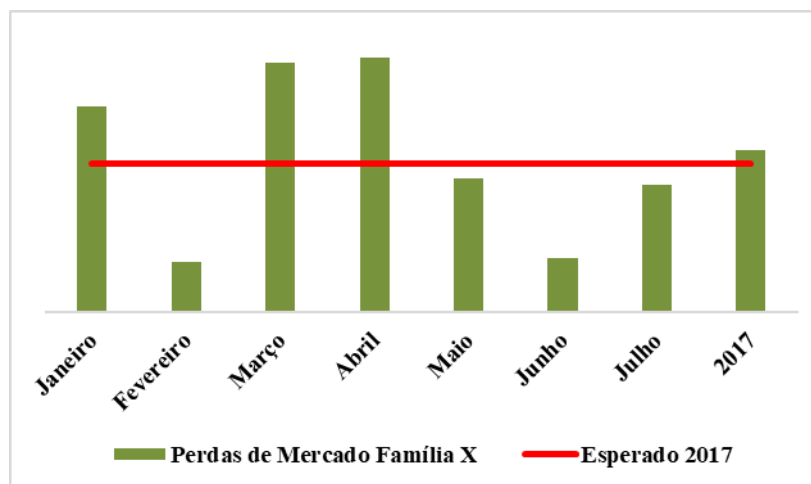
As ações no grupo de inspeção visual se deram via reciclagem dos monitoramentos da inspeção amostral das embalagens recebidas do mercado. Em termos estruturais, foi realizada uma melhoria na iluminação do local de aferição, melhorando a eficácia visual principalmente nos turnos da noite. Em termos gerenciais, ocorreram melhorias no monitoramento diário de amostras com índices de refugo elevados, a fim de tornar mais rígida e transparente a cobrança dos centros de distribuição. Ademais, foi criado um monitoramento quinzenal, com estratificação dos piores CD's no período e motivos de rejeição de maior impacto. A partir da estratificação, a equipe responsável deve entrar em contato com os mesmos propor ações de melhoria.

Iniciou-se ainda o monitoramento semanal da correlação entre o rejeito encontrado nas amostras e o refugo do processo de envase, já que qualquer disparidade expressiva entre esses índices representa anormalidades em um ou ambos processos. Por fim, toda a equipe de inspeção visual passou por um novo treinamento nos procedimentos da empresa para essa atividade.

#### 4.6. Verificação dos resultados

Com a implementação da maioria das ações, observou-se diminuição dos indicadores de perdas nos meses seguintes. Assim, foi estabelecida que perdas de mercado nas embalagens eram a principal problemática e a Figura 16 demonstra o comportamento desse indicador para os meses de abril a julho de 2017, após aplicação das ações.

Figura 16 - Novo comportamento das perdas de mercado



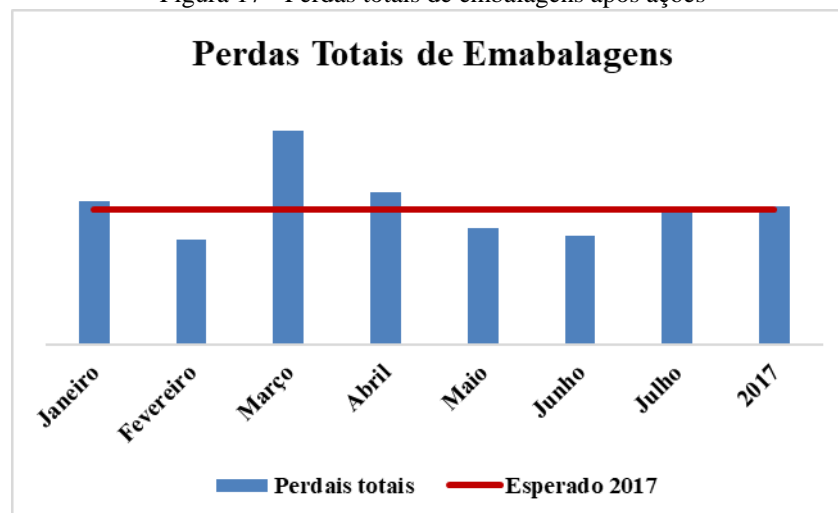
Nota-se que o índice de perdas apresentou queda robusta de maio a julho, com resultados mensais dentro do esperado para o indicador no ano de 2017. Para a estimativa anual, percebe-se que o indicador percentual acumulado para 2017 reduziu 16,2% se comparado o valor do mesmo em março do mesmo ano e em julho, com tendência de alcance do valor de referência até o final do ano.

No mês de abril, essas perdas continuaram elevadas porque foi justamente nesse período que ocorreram as implementações e adequações da maioria das ações. Já o índice extremamente baixo no mês de junho se deve ao fato que parte integrante das embalagens enviadas para despejo no mês de abril foi segregada e selecionada novamente apenas no mês de junho, devido

a necessidades na adequação da equipe, essa atividade salvou cerca de 30% dessas embalagens, que foram reinseridas no estoque e abatidas nesse mês.

Dentre as ações responsáveis por esse resultado, destaca-se a visita do fornecedor das embalagens, que eliminou a possibilidade de o alto rejeito na inspeção eletrônica ter como causa fundamental algum defeito de fabricação. Ele também prestou suporte na confirmação de problemas de parametrização em etapas anteriores do processo, que foram ajustados pela equipe da linha de envasamento como proposto em outras ações estabelecidas. Frisa-se também o trabalho desenvolvido para aprimoramento e maior controle da inspeção amostral visual, com tratamentos envolvendo a melhoria no fluxo de informação da unidade produtora com os centros de distribuição. Essas ações resultaram, de fato, numa sensível diminuição dos índices de rejeição dos lotes advindos dos centros de distribuição. Em uma análise do indicador global da empresa quanto às perdas, exposto na Figura 17, pode-se perceber a evolução uma melhora neste indicador.

Figura 17 - Perdas totais de embalagens após ações



A partir do gráfico, nota-se uma melhora considerável dos resultados mensais de perdas totais na unidade a partir do mês de abril, com impacto no resultado anual. O resultado do índice percentual acumulado computado no mês de julho é 12,1% menor que o mesmo computado em março. Esse resultado comprova o método de análise, investigação de causas e as ações tomadas para a diminuição de perdas utilizada nesse trabalho.

Ademais, destaca-se que outros resultados não calculáveis foram notados durante e após o desenvolvimento do trabalho, como a criação de novas rotinas relacionadas ao controle de perdas de embalagens na unidade, a visibilidade do indicador para toda a unidade produtiva

---

através de informativos dos resultados e reuniões de discussão, colaboração entre diferentes áreas para a resolução do problema, melhora no fluxo de informação quanto a qualidade das embalagens com os centros de distribuição.

## 5. Conclusões

O objetivo principal do trabalho foi alcançado, mediante emprego conjunto dos conceitos de perdas do *Lean Manufacturing*, no método de eliminação de perdas proposto em Mostafa e Dumrak (2015) e na aplicação de ferramentas clássicas da qualidade. Após aplicação das ações propostas, obtiveram-se resultados satisfatórios quanto à redução do índice de perdas de embalagens na unidade em estudo, com uma redução de 12,1% no indicador percentual acumulado entre os meses de março e julho. Notou-se ainda, uma redução de 16,2% no índice percentual acumulado de perdas de mercado na família X entre os mesmos meses, tendo esse tipo de perda sido definido como a principal problemática a ser solucionada.

Os resultados obtidos provaram a eficácia da aplicação das ferramentas da qualidade na análise de dados e informações para a investigação de causas. Assim como, a importância dos princípios da *Lean Manufacturing* para a eliminação de custos desnecessários nas empresas.

Outros ganhos organizacionais foram observados, como, a renovação da rotina de controle do processo de inspeção amostral das embalagens advindas do mercado. O que contribuiu diretamente para a redução dos índices de rejeição dessa inspeção e consequente redução das perdas de mercado. Em adição, houve um aumento da cooperação entre áreas funcionais da empresa e maior visibilidade dos indicadores de perdas. No entanto, destaca-se que o estabelecimento de uma equipe para a reinspeção visual de todas as embalagens refugadas na inspeção eletrônica tem caráter imediatista e de impacto no efeito do problema, logo, como continuidade deste trabalho, estima-se que essa atividade seja eliminada num futuro próximo em decorrência de melhorias para garantir a eficácia das etapas de esterilização e inspeção no processo de envase.

As maiores dificuldades encontradas na pesquisa são relacionadas à interação entre diferentes áreas da empresa. Dado que, em um primeiro momento, houve certa resistência da operação e supervisão em colaborar no compartilhamento das informações e execução das ações. Ademais, a profundidade da análise apresentada no texto escrito foi comprometida devido à política de proteção de dados da empresa, que impossibilita o compartilhamento de informações mais detalhadas e explicações minuciosas sobre certos pontos de discussão.

Sugere-se também, como continuidade prática deste trabalho, a replicação de todo o método utilizado para outras famílias de produtos da empresa para reduzir ainda mais as perdas presentes no processo. Em adição, o projeto desenvolvido poderá ser replicado em outras plantas industriais da empresa, gerando ganhos financeiros ainda maiores.

Por fim, este trabalho é importante para o campo da Engenharia de Produção ao apresentar uma aplicação prática de conceitos e ferramentas essenciais para profissionais e acadêmicos da área. Além disso, a metodologia aqui explicitada, apesar de específica para o cenário estudado, poderá ser adaptada para a resolução de problemas e eliminação de desperdícios em outras situações e outros segmentos da produção industrial.

## AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem à Universidade Federal de Sergipe e Universidade Federal de Santa Catarina por todo suporte. Assim como aos órgãos de fomento à pesquisa, com destaque para Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e à Fundação de Apoio ao Apoio à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio dado.

## REFERÊNCIAS

- Antunes, J., Alvarez, R., Pellegrin, I. De, Klippel, M., & Bortolotto, P. (2008). *Sistemas de Produção Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção Enxuta*. 1ª Ed. Porto Alegre: Bookman.
- Bornia, A. C. (2008). *Análise Gerencial de Custos: aplicação em empresas modernas*. 2ª Ed. São Paulo: Atlas S.A.
- Carpinetti, L. C. R. (2010). *Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas*. São Paulo: Atlas.
- Cervieri Júnior, O., Teixeira Junior, J. R., Galinari, R., Rawet, E. L., & Silveira C. T. J. (2014). *O setor de bebidas no Brasil*. BNDES Setorial, 40: 93-130.
- Dale, B. G., & Mcquater, R. (1998). *Managing Business Improvement and Quality*. Oxford (UK): John Wiley and Sons Ltd.
- Donauer, M., Peças, P., & Azevedo, A. (2015). Identifying nonconformity root causes using applied knowledge discovery. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 36: 84-92.
- Falconi, V. (2004). *TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Nova Lima (MG): INDG Tecnologia e Serviços, LTDA.
- Fullerton, R. R., Kennedy, F. A., & Widener, S. K. (2014). Lean manufacturing and firm performance: The Incremental contribution of lean management accounting practices. *Journal of Operations Management*, 32: 414-428.
- Ghinato, P. (2002). *Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta*. Caxias do Sul: EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul.
- Helleno, A. L., Moraes, A. I. M., & Simon, A. T. (2016). Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to Assess Manufacturing Processes: Application Case Studies in Brazilian Industry. *Journal of Cleaner Production*, 30: 1-12.
- Hines, P. P., & Taylor, D. (2000). *Going Lean*. Lean Enterprise Research Centre, Cardiff Business School.
- Ishikawa, Kaoru. (1976). *Guide to Quality Control*. Tokyo: Asian Productivity Organization.



- 
- Jabbour, A. B. L. S., Teixeira A. A., Freitas, W. R. S., & Jabbour, C. J. C. (2013). Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. *Revista Administração*, 48(4): 843-856.
- Lau, C. Y. (2015). Quality Improvement Tools and Processes. *Neurosurgery Clinics of North America*, 26(2): 177-187.
- Lean Enterprise Institute. What is Lean? Disponível em: <https://www.lean.org/WhatsLean/>. Acesso em: 18 março, 2017.
- May, M. E. (2007). *Toyota – A Formula da Inovação*. Rio de Janeiro: Campus – Elsevier, 2ª Ed.
- Mccormick, K. (2002). *Quality - Farmaceutical Engineering Series*. Oxford (UK): Elsevier.
- Meireles, M. (2001). *Ferramentas administrativas para indicar, observar e analisar problemas*. São Paulo: Arte & Ciência.
- Monden, Y. (1981). What Makes the Toyota Production System Really Thick? *Industrial Engineering*, 13 (1): 36-46.
- Monden, Y. (1984). *Produção sem Estoques: Uma Abordagem Prática do Sistema de Produção Toyota*. São Paulo: IMAM.
- Moresi, E. (2003). (Organizador). *Metodologia de Pesquisa*, Universidade Católica de Brasília.
- Mostafa, S., & Dumrak, J. (2015). Waste elimination for manufacturing sustainability. *Procedia Manufacturing*, 2: 11-16.
- Ohno, T. (1997). *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Editora Bookman.
- Pergher, I., Rodrigues, L. H., & Lacerda, D. P. (2011). Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo o logica do ganho da Teoria das Restrições. *Gestão & Produção*, 18(4): 673-686.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21 (2): 127-142.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean Manufacturing: contexto, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21: 129-149.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, 25: 785-805.
- Shingo, S. (2000). *Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman.
- Silva, L. S., & Menezes, E. M. (2005). *Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 2ª Ed. Florianópolis: UFSC.
- Smaeilian, B., Behdad, S., & Wang, B. (2016). The evolution and future of manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 39: 79-100.
- Tarí, J. J., & Sabater, V. (2004). Quality tools and techniques: Are they necessary for quality management? *International Journal of Production Economics*, 92(3): 267-280.
- Vergueiro, W. (2002). *Qualidade em serviços de informação*. São Paulo: Arte & Ciência.
- Vieira, S. (2012). *Estatística para a qualidade*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Wahab, A. N. A, Mukhtar, M., & Sulaiman, R. (2013). A Conceptual Model of Lean Manufacturing Dimensions. *Procedia Technology*, 11: 1292-1298.
- Werkema, M. C. C. (2006). *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. N. (2004). *A Máquina que Mudou o Mundo*. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
-