

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE QUALIDADE**

ANGELA RASMUSSEM DE ALMEIDA

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS NO
PROCESSO DE ENVASE DE LEITE UHT EM UMA USINA DE
BENEFICIAMENTO DE LEITE NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA

2018

ANGELA RASMUSSEM DE ALMEIDA

**PROPOSTA DE REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE EMBALAGENS NO
PROCESSO DE ENVASE DE LEITE UHT EM UMA USINA DE
BENEFICIAMENTO DE LEITE NA REGIÃO SUL DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Qualidade, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Joseane Pontes

PONTA GROSSA

2018



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCCE

Proposta de redução do desperdício de embalagens no processo de envase de leite UHT em uma usina de beneficiamento de leite na região Sul do Brasil

por

Angela Rasmussem de Almeida

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização (TCCE) foi apresentado em oito de dezembro de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Qualidade. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profa. Dra. Joseane Pontes

Prof. Orientador

Prof. Dr. Fabio José Ceron Branco

Membro titular

Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday

Membro titular

- A Folha de Aprovação assinada encontra-se arquivada na Secretaria Acadêmica -

RESUMO

ALMEIDA, Angela Rasmussem. **Proposta de redução do desperdício de embalagens no processo de envase de leite UHT em uma usina de beneficiamento de leite na região Sul do Brasil.** 2018. 27 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Qualidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

Para uma empresa colocar um produto com preço competitivo no mercado, ela precisa diminuir ao máximo seus custos de produção, de forma que não altere a qualidade do seu produto final. Desta forma, o presente estudo tem por objetivo propor a redução do desperdício de embalagens no processo de envase de leite UHT em uma usina de beneficiamento de leite na região Sul do Brasil. Para isso, realizou-se um estudo de caso em uma usina de beneficiamento de leite do sul do Brasil, buscando levantar dados, analisar e reduzir as principais causas de desperdício de produto final e de embalagens durante o envase de leite UHT através do FMEA de processo, analisando os modos e efeitos das falhas para priorizá-los e tratá-los. Como resultados, foram apontadas ações desenvolvidas pelo setor de manutenção, como melhoria do plano de manutenção preventiva e elaboração e implementação de um checklist de verificação das máquinas antes do processo de envase iniciar foram identificadas como as mais relevantes para diminuição das perdas durante o processo produtivo, conseqüentemente, diminuição dos custos de produção e aumento do lucro da empresa.

Palavras-chave: FMEA. Qualidade. Custo. Leite UHT. Máquina de envase.

ABSTRACT

ALMEIDA, Angela Rasmussem. **Proposal to reduce waste of packaging in the UHT milk packaging process in a milk processing plant in the southern region of Brazil**. 2018. 27 p. Monograph (Specialization in Quality Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2018.

For a company to place a competitively priced product on the market, it needs to minimize its production costs so that it does not alter the quality of its final product. Thus, the present study aims to propose the reduction of packaging waste in the UHT milk packaging process in a milk beneficiation plant in the southern region of Brazil. For this, a case study was carried out in a milk processing plant in southern Brazil, aiming to collect data, analyze and reduce the main causes of waste of final product and packaging during the packaging of UHT milk through the process FMEA, analyzing the modes and effects of failures to prioritize and address them. As a result, actions developed by the maintenance sector were identified, such as an improvement of the preventive maintenance plan and the preparation and implementation of a verification checklist of the machines before the beginning of the packaging process were identified as the most relevant to reduce losses during the production process, consequently, decrease of the costs of production and increase of the profit of the company.

Keywords: FMEA. Quality. Cost. UHT milk. Packing machine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Número de perdas de embalagens por máquina de envase	22
Gráfico 2 - NPR das causas potenciais de falha	24
Quadro 1 - Valor de NPR e ações recomendadas	25
Quadro 2 - FMEA de processo	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DESENVOLVIMENTO.....	15
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1.1 Leite	15
2.1.2 Processo UHT (Ultra High Temperature).....	15
2.1.2.1 Embalagem.....	16
2.1.2.2 Envase asséptico	17
2.1.2.3 Linha de acondicionamento	17
2.1.3 FMEA (Failure Mode Effects Analysis)	18
2.2 METODOLOGIA	20
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A - FMEA de processo.....	31

1 INTRODUÇÃO

A agroindústria é o ramo da indústria responsável pelo beneficiamento, transformação e processamento de matérias-primas provenientes da agropecuária. Possui participação de aproximadamente 5,9% no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, promovendo maior integração do meio rural com a economia de mercado. Em 2016, o Brasil ocupou o quarto lugar no mundo como maior produtor leiteiro, com produção de 34,23 milhões de toneladas por ano. Os maiores produtores de leite, em 2016, foram: Índia (170,89 milhões de toneladas de leite por ano), EUA (92,28 milhões de toneladas de leite por ano) e Paquistão (45,84 milhões de toneladas de leite por ano). Desde 2014, o maior volume de produção ocorre na região sul, sendo, em 2016, responsável pela produção de 12.458 milhões de litros de leite, 37% da produção nacional (EMBRAPA, 2018).

Para alavancar a competitividade e produtividade do ramo agroindustrial do leite, precisa-se analisar, melhorar e relacionar o custo de produção e o faturamento. Segundo Dotti e Bagetti (2013), é importante para a empresa baixar seus custos e por consequência aumentar os lucros, para isso, a mesma deve estar preocupada em aperfeiçoar as suas atividades. As operações de processamento dos produtos geram custos e podem ser minimizados de várias formas, uma delas é procurar reduzir as perdas no processo.

Sabe-se que o processo produtivo do leite UHT tende a gerar um grande desperdício de embalagens e conseqüentemente de produto final, principalmente no momento da troca de bobinas, fitas, parada de máquina, entre outros. O operador pode necessitar parar a máquina por problemas antes do seu processo, por exemplo, no esterilizador, e problemas em sistemas após a etapa de envase asséptico também podem demandar paradas na linha, como na máquina acumuladora de embalagens, na termoencolhedora, na montagem de paletes ou nas empilhadeiras. Ao realizar algum destes eventos de parada, o equipamento demora um tempo para se ajustar e algumas embalagens são descartadas pela máquina antes mesmo de ir para a esteira de produto (MUCIDAS, 2010).

Além disso, por sua composição físico-química e microbiológica, o leite é um produto alimentar altamente perecível, portanto, deve ser submetido a um processo de tratamento térmico. A esterilização pelo processo UHT (Ultra Alta Temperatura, UAT) consiste na conservação de alimentos líquidos através de uma breve e intensa

exposição a aquecimento adequado, com o objetivo de obter um produto bacteriologicamente estéril e que mantenha as características nutritivas e organolépticas do produto fresco (TRONCO, 2008).

Diante do exposto, surge a seguinte pergunta de partida, para o presente trabalho: como reduzir o desperdício de embalagem no processo de envase do leite UHT, em uma Usina de Beneficiamento de Leite na região Sul do Brasil? Neste sentido, este trabalho visa reduzir o desperdício de embalagem no processo de envase de leite UHT, em uma Usina de Beneficiamento de Leite na região Sul do Brasil, com o intuito de identificar as possíveis causas de desperdícios de produto e embalagens. A seguir, será apresentado o referencial bibliográfico sobre o produto Leite, seu processo de produção, esterilização, envase, acondicionamento, bem como a embalagem, e em seguida, a ferramenta que auxiliará na consolidação do objetivo do trabalho.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1.1 Leite

O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) define leite, sem outra especificação, como produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 1980).

No complexo agroindustrial brasileiro a cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes. Sendo o leite um dos seis principais produtos da agropecuária brasileira, ficando à frente de produtos tradicionais como café beneficiado e arroz (BRASIL, 2018). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) constata que no acumulado do ano passado, foram industrializados 24,12 bilhões de litros de leite cru, aproximadamente 4% a mais que em 2016 (IBGE, 2018).

Devido à sua composição físico-química e microbiológica, o leite é um produto alimentar altamente perecível, por isso logo após sua obtenção deve ser submetido a algum processo que evite a multiplicação de microrganismos nele existentes. Dentre estes métodos tem-se: pasteurização, ultra pasteurização, esterilização, estocagem à baixa temperatura, microfiltração, irradiação, entre outros. Os processos de aquecimento são os mais utilizados no ambiente industrial, variando conforme diferentes valores do binômio tempo-temperatura, aumentando a vida de prateleira do produto. O melhor método seria aquele capaz de destruir todos os microrganismos, inativar todas as enzimas e manter a totalidade das propriedades e características do produto (TRONCO, 2008). Para elucidar melhor a complexidade da manutenção da qualidade do produto leite, será apresentada a seguir todos os componentes que fazem parte do processo de industrialização.

2.1.2 Processo UHT (Ultra High Temperature)

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do leite UHT (BRASIL, 1997) define leite UHT como leite homogeneizado submetido de 2 a 4 segundos a

temperatura de 130°C à 150°C, em processo térmico de fluxo contínuo, sendo resfriado imediatamente à temperatura inferior a 32°C e envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas. Este processo pode garantir que o alimento líquido mantenha a cor, a textura, o sabor original e o valor nutricional por até 12 meses, sem refrigeração ou conservantes (TETRA PAK, 2018).

Na esterilização por aquecimento indireto o leite é pré-aquecido de 65 a 75°C em um trocador de placas (ou seja, o agente térmico não entra em contato com o produto), passa por um homogeneizador, vai para a esterilização (140 a 145°C) e é então resfriado (TRONCO, 2008);

Na esterilização por aquecimento direto o vapor culinário é injetado em contracorrente com o leite pré-aquecido em um esterilizador. Ocorre um pré-aquecimento a 50°C e em seguida a 80°C, podendo haver desgaseificação. Em seguida é realizada a injeção de vapor culinário sob elevada pressão (aproximadamente 13 atm), o que faz com que o produto atinja temperaturas de 150 a 160°C. A etapa posterior, em câmara de expansão refrigerada e pressão inferior à atmosférica, o vapor perde pressão e o leite se pulveriza pelas paredes da câmara, perdendo o vapor de água misturado anteriormente, regulando a taxa total de sólidos. A rapidez do tratamento faz com que seja possível obter um produto de alta qualidade. Após a esterilização, o produto é armazenado em um tanque totalmente asséptico e automatizado (TETRA PAK, 2018; TRONCO, 2008).

2.1.2.1 Embalagem

Segundo a ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, (2001) a embalagem para alimentos é definida como o artigo que entra em contato direto com o alimento, desde a sua fabricação até a sua entrega ao consumidor, com a finalidade de protegê-los de agente externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações.

A embalagem cartonada possui 6 camadas, sendo elas, do exterior para o interior: polietileno, papel cartão, polietileno, folha de alumínio e mais duas camadas de polietileno.

Tudo na cadeia de produção precisa estar comercialmente estéril, incluindo o alimento, materiais de embalagem, maquinário e o ambiente em que ocorre o envase. O tratamento UHT requer módulo para esterilização e uma unidade asséptica para envase do produto (TETRA PAK, 2018).

2.1.2.2 Envase asséptico

As máquinas de envase são equipamentos assépticos, utilizados para manter a esterilidade do produto durante o envase. O fluxo de ar estéril necessário para manter as condições assépticas é totalmente controlado em um circuito fechado e projetado para fazer correções automáticas caso ocorram desvios (TETRA PAK, 2018).

No sistema de envase estéril, a embalagem entra na máquina em forma de chapa e vai recebendo a conformação desejada conforme passa pelas etapas dentro do equipamento de envase. Durante esse processo, um banho de peróxido esteriliza por dentro e por fora o material de embalagem e ocorre aquecimento na face interna desta, de forma que o peróxido de hidrogênio se transforma em vapor e cria um ambiente asséptico. Após a evaporação do peróxido, a chapa é transformada em um tubo com a fixação de uma solda vertical, e já está apto a receber o leite. A atuação das mandíbulas, facas e dobradoras promovem a selagem, corte e conformação das caixinhas. As embalagens são liberadas da máquina em posição vertical, o que simplifica o processo de produção e aumenta a confiabilidade (TETRA PAK, 2018).

2.1.2.3 Linha de acondicionamento

É a linha posterior ao envase asséptico. Contém um acumulador, responsável por acumular embalagens, com segurança, entre a máquina de envase e o equipamento de processamento e distribuição (downstream), reduzindo paradas da máquina de envase e evitando eventual dano às embalagens na fila da linha de produção. Na sequência, estão o aplicador de canudos e a empacotadora de filme, que junta as embalagens de 200mL de três em três. Após isso localizam-se a encaixotadora, responsável por empacotar as embalagens cartonadas em bandejas,

e a termoencolhedora, que empacotadora as bandejas com filme retrátil. Interligando todos estes equipamentos e transportando as embalagens únicas, tem-se transportadores de esteiras. Ao final da linha, tem-se o robô paletizador, que empilha as bandejas em paletes, para posterior armazenamento (TETRA PAK, 2018).

2.1.3 FMEA (Failure Mode Effects Analysis)

Conforme a norma NBR 5462 da ABNT (1994), entende-se por FMEA como um método qualitativo para verificar a confiabilidade onde são estudados os modos de falhas existentes em cada item e determinar os efeitos que podem gerar no item e no conjunto.

A FMEA (Failure Mode Effects Analysis) ou análise dos modos e efeitos das falhas surgiu nos anos 60 pela NASA (National Aeronautics and Space Administration), com o intuito de gerar uma maior confiabilidade nos projetos das indústrias aeroespaciais. Foi diversificada para demais setores industriais, automotivos, nuclear e aeronáutica. É uma técnica analítica usada por uma equipe de trabalho multidisciplinar com o intuito de identificar os potenciais modos de falha, como também suas possíveis causas. Busca eliminar as falhas ou minimizar suas ocorrências para melhorar o desempenho de qualidade, confiabilidade e segurança do sistema (ROMEIRO FILHO, 2010).

A FMEA pode ser aplicada tanto em processos como em produtos, através de formulários. Na FMEA de processo são consideradas as falhas decorrentes do planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto (DELGADO NETO, 2005).

Uma vez definida a estruturação da equipe, a etapa do processo e os documentos necessários para dar apoio, pode-se preencher um formulário de apoio os campos pertinentes à função e características do processo, tipos de falhas, efeitos, causas, bem como as ações de controle recomendadas para o processo. Isto servirá para facilitar o desdobramento do estudo e documentá-lo (PALADY, 2004).

Realizando uma avaliação dos riscos pode-se atribuir índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) referentes a cada causa. Baseando-se nessas

três variáveis S, O e D pode-se priorizar quais modos de falha do produto geram maior risco aos clientes.

Severidade (S) é o levantamento qualitativo dos efeitos listados, através do nível de impacto que a falha pode gerar. Geralmente é analisada por uma escala qualitativa de 1 a 10, sendo 1 o indicativo que o efeito não é sério, e 10 o pior indicativo do modo de falha. Ocorrência (O) corresponde à probabilidade em que uma causa escrita anteriormente venha a ocorrer. A análise da ocorrência é feita em uma escala qualitativa de 1 a 10, sendo que o critério utilizado deve ser consistente para garantir uma melhora no processo. Geralmente para reduzir a ocorrência da causa ou mecanismo, é necessário que façam alterações no projeto. Detecção (D) refere-se a uma estimativa, onde os controles atuais são capazes de detectar a falha antes que esta passe para o processo subsequente. Utiliza-se uma escala de 1 a 10, onde 1 representa uma situação de fácil detecção e 10 representa uma situação de difícil detecção, delicada. O índice de detecção avalia a probabilidade do problema chegar até o consumidor ou no processo seguinte. Com esses dados é calculado o Número de Prioridade de Risco (NPR) para priorizar as ações de melhoria do processo. Neste cálculo, considera-se resultado (R), severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D), conforme a fórmula: $R = S \times O \times D$ (PALADY, 2004).

Conforme Rosa e Garrafa (2009) a equipe deve concentrar esforços para os itens em que o NPR é maior. No entanto, Palady (2004) acredita que o NPR deve ser desconsiderado, pois pode desorientar a atenção da equipe, que poderá priorizar os problemas não muito importantes. Para o autor, deve-se trocar NPR por Graus de Prioridade de Riscos (GPR), onde a prioridade à investigação deve ser para o grau de severidade que apresenta um número igual ou maior que 9.

Uma vez que os modos de falha tenham sido identificados e priorizados, as ações devem atacar os índices com maior risco. As ações recomendadas podem contemplar mudanças nos processos, novos controles e tecnologias, a intensificação de manutenções, mudanças de leiaute, etc. (ROMEIRO FILHO, 2010).

2.2 METODOLOGIA

A pesquisa, segundo Gil (2002), é um procedimento racional e sistemático com a finalidade de proporcionar respostas aos problemas propostos. É requerida quando não há informações suficientes para responder ao problema.

A pesquisa realizada utilizou de forma combinada as abordagens de pesquisa qualitativa e quantitativa, conforme defendido por Creswell (2007). Neste estudo de caso, predominará o estudo do tipo retrospectivo, ou seja, coletando dados históricos, investigando o passado. Os procedimentos técnicos utilizados para a obtenção das informações necessárias ao propósito desta pesquisa foram: pesquisa bibliográfica através da utilização de autores de referência e pesquisa documental através da disponibilização de documentos pela empresa pesquisada. Observações da linha de produção e visitas ao chão de fábrica também foram necessários para aumentar as fontes de dados para o estudo.

Neste trabalho aplicou-se o estudo de caso, que é um estudo de caráter empírico com o objetivo de investigar um fenômeno atual no contexto de vida real (YIN, 2001).

O estudo foi realizado em uma usina de beneficiamento de leite na região sul do Brasil. Para manter o sigilo de informações, a pedido da indústria, alguns dados da mesma não serão apresentados. Porém, sabe-se que está há mais de 10 anos no mercado e possui cerca de 350 funcionários. A indústria em questão utilizada esterilização por aquecimento direto de vapor e o envase asséptico é considerado um Ponto Crítico de Controle (PCC), pois, a embalagem é esterilizada nesta etapa, ou seja, é a última etapa que garante a diminuição do perigo biológico (contaminação microbológica) proveniente das embalagens. Será aplicado o FMEA de processo para a análise dos modos e efeitos de falhas.

A primeira etapa para a consolidação do objetivo proposto, foi a formação da equipe de trabalho multidisciplinar. Toma-se como critério para a formação da equipe, pessoas com experiência na área, que trabalham em diferentes setores. Para promover a atividade multidisciplinar, indivíduos, equipes e interlocutores em uma empresa devem constantemente compartilhar informações e trabalhar de maneira integrada. São comumente utilizadas para processos de implantação de novos sistemas de gestão integrada ou para promover mudanças em algum

processo. A tomada de decisão dentro de uma equipe pode depender de consenso, e geralmente é levada por um líder da equipe (LIBÂNIO, 2014).

A segunda etapa foi a determinação da máquina de envase, a partir do histórico disponibilizado pela empresa. Realizou-se a coleta das informações sobre descartes, paradas da máquina de envase, paradas da linha de acondicionamento e manutenção dos equipamentos no período de 15 de julho à 15 de setembro de 2018. Na terceira etapa, com os dados levantados anteriormente, fez-se uma análise dos modos e efeitos das falhas (FMEA) identificando as falhas recorrentes no processo que geram maior quantidade de perdas ou risco à segurança do produto, detalhando como poderia ocorrer essa falha e quais efeitos surtiriam com a sua ocorrência. De acordo com cada efeito, pontua-se a severidade da falha. Na quarta etapa, precisam ser identificadas todas as possíveis causas da falha em questão, associando o nível de ocorrência dessas causas. Em seguida, na quinta etapa, é considerado se existe algum tipo de controle que possa atuar na causa da falha e se ela poderia ser detectada na linha antes de ocorrer. Após a definição dos três índices relacionados à Severidade, Ocorrência e Detecção, utilizando uma escala adequada, os mesmos são multiplicados, determinando-se o Número de Prioridade de Risco (NPR). As causas associadas aos NPRs altos devem ser priorizadas para as tomadas de ações corretivas ou preventivas (ESTORILIO; AMITRANO, 2013). A Sexta etapa resulta na definição dos problemas críticos por parte da equipe multidisciplinar, associados às causas que deverão ser priorizadas no trabalho de melhoria subsequente, devido a representarem alto custo para o processo e até mesmo serem críticos em relação à segurança do produto.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentados os resultados e discussões conforme apontado na metodologia.

Primeira etapa: a equipe multidisciplinar foi formada por um representante do controle de qualidade, um operador, um manutentor, e um supervisor de produção, responsáveis pelo setor de envase da indústria em questão.

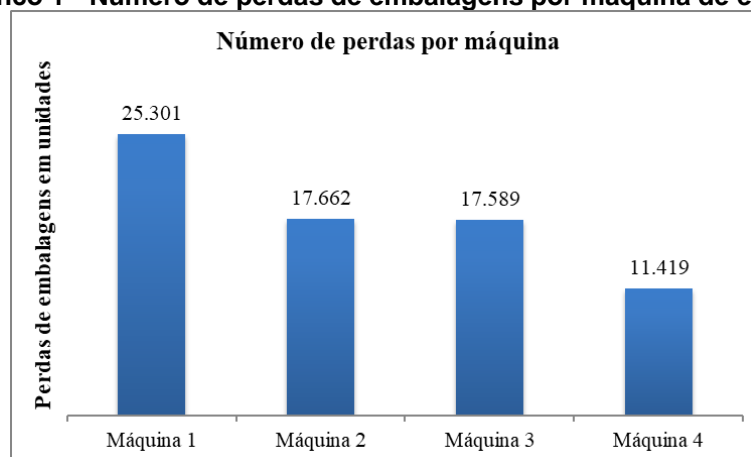
Segunda etapa: existem 7 máquinas no processo de envase, mas o estudo foi realizado considerando as máquinas de envase 1, 2, 3 e 4, pois podem ser

comparadas uma com a outra por envasarem produtos em embalagens cartonadas de 200 mililitros. As demais máquinas envasam quantidades diferentes, sendo 1 litro (máquinas 5 e 6) e 190 mililitros (máquina 7).

O bom funcionamento da máquina de envase depende do bom andamento da linha de acondicionamento, pois caso ocorra a falha de algum equipamento, a linha irá parar e conseqüentemente, a envasadora também. A cada nova partida da máquina de envase, são descartadas automaticamente cerca de 48 embalagens. Desta forma, pode-se afirmar que o desperdício de embalagens é diretamente proporcional a quantidade de paradas da máquina, logo, a envasadora que apresentar maior quantidade de perdas de embalagens, provavelmente apresentou maior número de paradas durante a produção.

Adotou-se como critério de decisão o equipamento que apresentou maior quantidade de perdas nos últimos 2 meses e mais paradas na linha. Assim, fez-se priorização da máquina 1, a qual tem vazão de 1.500 litros, aproximadamente 8.000 unidades por hora. Como pode-se observar na Figura 1, esta apresentou aproximadamente 25.301 unidades de embalagens descartadas, cerca de 39% a mais que as máquinas 2, 3 e 4.

Gráfico 1 - Número de perdas de embalagens por máquina de envase



Fonte: Autoria própria

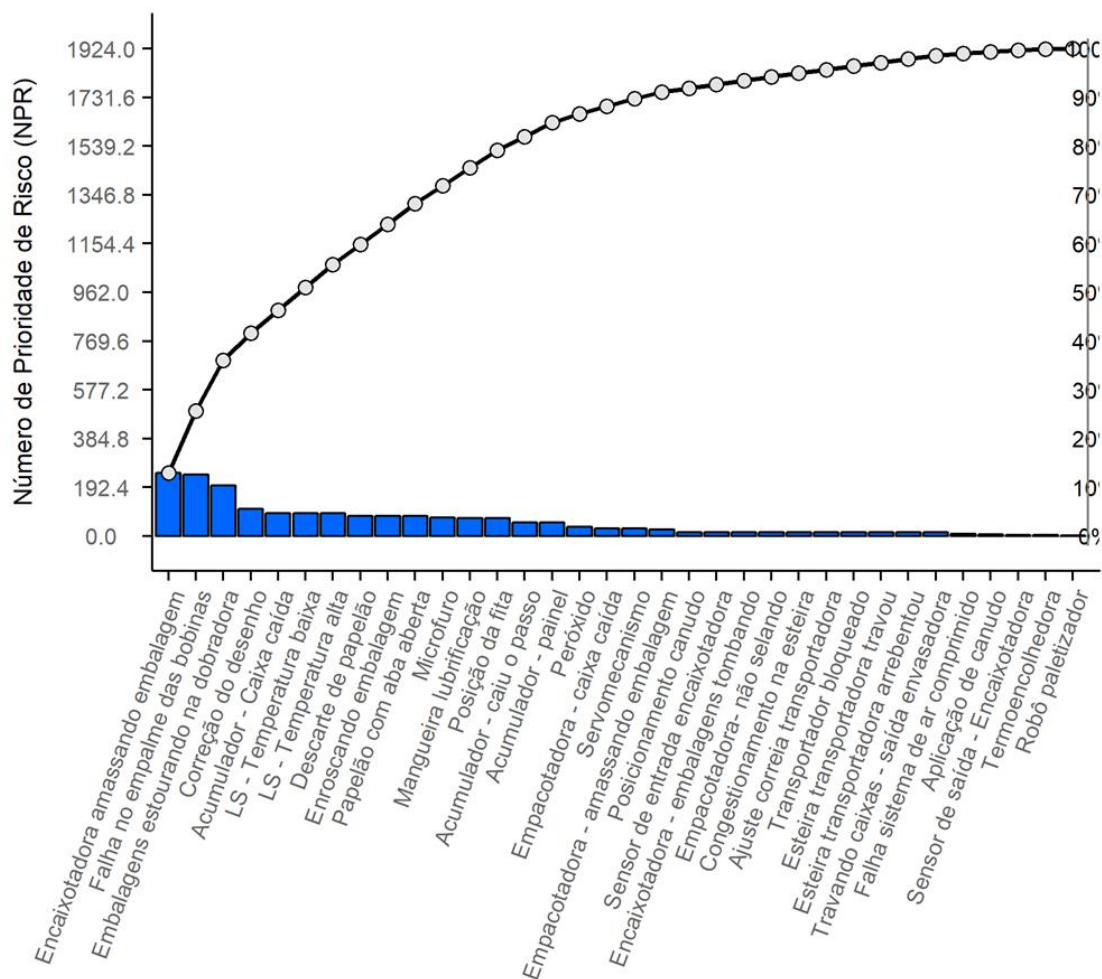
Terceira etapa: após escolha da máquina de envase, fez-se um levantamento de todos os modos de falha que levaram à parada do equipamento no período estudado, com o objetivo de analisar junto à equipe, o que pode estar acontecendo em cada um dos casos que pode comprometer o bom rendimento da produção.

Estes modos de falha foram inseridos na planilha do FMEA de processo (Anexo), visando identificar as possíveis causas dessas ocorrências. É importante salientar que o Anexo encontra-se com as informações completas, porém está em letra reduzida para que possa contemplar todas as informações. Em seguida, para cada modo de falha, a equipe descreveu os efeitos se estas falhas viessem a ocorrer, estipulando valores entre 0 e 10 para a severidade desses efeitos. Sendo 0 o indicativo que o efeito não é sério, e 10 é o pior indicativo do modo de falha.

Quarta etapa: a equipe avaliou as possíveis causas que conduziram a essas falhas, preenchendo a coluna “Causa Potencial da Falha”, pontuando-as de 0 a 10 em relação à probabilidade de ocorrência. Na quinta etapa equipe deu sequência ao preenchimento dos controles atuais de prevenção e detecção, pontuando-os de 0 a 10 quanto à habilidade de detecção desses controles. Por fim, a equipe calculou o índice de risco (NPR) através da multiplicação dos valores de severidade, ocorrência e detecção. Todas estas informações podem ser verificadas no Anexo 1. Os NPRs variaram de 3 a 250.

Na quinta etapa, para decidir quais deveriam ser priorizados, utilizou-se um gráfico de Pareto (Figura 2), preenchido com as causas potenciais de falha e o NPR respectivo.

Gráfico 2 - NPR das causas potenciais de falha



Fonte: Autoria própria

Ao resolver as causas que apresentaram NPR maior ou igual à 70, consegue-se resolver cerca de 80% dos problemas de paradas de máquina, como pode-se observar no Gráfico 2. Desta forma, foram propostas algumas ações para essas causas potenciais, associadas a um responsável, incluindo o prazo de execução. Essas informações são mostradas na Figura 3.

Quadro 1 - Valor de NPR e ações recomendadas

Modo de falha	NPR	Descrição das Ações recomendadas	Responsável	Prazo de Execução
Problemas na encaixotadora	250	Diminuir o intervalo da realização da manutenção preventiva. Elaborar um <i>checklist</i> para inspecionar a linha a cada início de produção.	Supervisor da manutenção	31/10/2018
	80	Manutenção preventiva, realizar limpeza das ventosas e elaborar um plano para substituição das mesmas.	Supervisor da manutenção	31/10/2018
	80	Elaborar procedimento de limpeza do equipamento, para que assim que identificada a ocorrência seja feita a higienização pelos operadores.	Garantia da Qualidade	31/10/2018
	80	Elaborar plano de limpeza dos bicos de cola para evitar paradas durante a produção.	Garantia da Qualidade	31/10/2018
Falha no empalme da bobina (emenda da troca de bobina)	243	Revisar o <i>checklist</i> de inspeção dos mecanismos que realizam o empalme. Sugestão de frequência de realização da inspeção: a cada início de produção.	Supervisor da manutenção	31/10/2018
Embalagens estourando na dobradora	200	Diminuir o intervalo da realização da manutenção preventiva.	Supervisor da produção	20/10/2018
Formação incorreta do desenho	108	Revisar procedimento de reposição de bobina e treinamento de operadores	Garantia da Qualidade	10/10/2018
Esteira transportadora	70	Revisão do plano de manutenção preventiva do sistema de lubrificação	Supervisor de manutenção	15/11/2018
Acumulador	80	Revisão do plano de manutenção preventiva	Supervisor de manutenção	15/11/2018
Problemas com a LS (Solda longitudinal)	90	Elaborar <i>checklist</i> de inspeção dos mecanismos que realizam a selagem longitudinal. Sugestão de frequência de realização da inspeção: a cada início de produção.	Supervisor da produção	15/11/2018

Fonte: Adaptado de Estorilio e Amitrano (2013).

A partir da Figura 3, pode-se perceber que a maioria das ações recomendadas para a resolução dos problemas são de responsabilidade do setor de manutenção. Como propostas de melhoria, sugeriu-se a revisão no plano de manutenção preventiva da máquina de envase e da linha de acondicionamento. Atualmente, esta manutenção ocorre a cada 1.500 horas de produção. De acordo com a equipe, uma alteração na frequência poderá resultar na diminuição das paradas, pois o intervalo de manutenção preventiva atual não está sendo suficiente para evitar que as falhas aconteçam.

Um *checklist* de inspeção de todos os equipamentos antes de iniciar a produção deverá ser elaborado, para que a cada *startup* de linha os itens mais críticos sejam verificados e, desta forma, as paradas sejam minimizadas. Caso algum item do *checklist* seja identificado como não conforme, o executante deverá atuar na causa ou notificar a manutenção para que a correção seja realizada antes do início do processo. Esta inspeção deverá conter verificações de válvulas, sensores, bicos de cola, ventosas, mecanismos do empalme, da aplicação da fita e do encaixotamento.

Os treinamentos dos operadores deverão ser reavaliados. Um operador capacitado deve ser capaz de identificar qualquer desvio no equipamento, afim de realizar a correção adequada para cada caso ou, se necessário, acionar o setor de manutenção para verificação e correção, e deve realizar a correta higienização dos equipamentos, afim de manter o bom funcionamento destes. Caso o operador não seja devidamente instruído, não seguirá corretamente as instruções de operação das máquinas, deixará de fazer as higienizações necessárias para manter o fluxo da produção e o bom funcionamento dos equipamentos e não será capaz de identificar os motivos de paradas da máquina. A eficácia dos treinamentos deverá ser verificada pelo gestor, afim de avaliar se o modo como o conteúdo é transmitido ao operador está sendo eficiente.

3 CONCLUSÃO

A redução do desperdício de embalagens em uma empresa do ramo agroindustrial do leite faz-se importante para aumentar a produtividade e competitividade da empresa. Para isso, a aplicação do FMEA fez-se muito importante, pois as operações de processamento geram custos, e através da ferramenta é possível diminuir as perdas e desperdícios e conseqüentemente, propor o aumento do lucro. Além disso, a aplicação do FMEA permitiu avaliar e corrigir possíveis casos que envolvem a segurança do produto alimentício, diminuindo o risco de contaminações microbiológicas e possíveis injúrias ao consumidor final.

Com a elaboração do plano de ação utilizando o FMEA de processo, possibilitou-se para a empresa a priorização das falhas, e através de ações mais assertivas, foi possível mitigar as maiores causas de perdas com um menor número de ações. Sem esta ferramenta, faz-se possível analisar apenas a ocorrência ou a severidade de cada modo de falha, não sendo possível fazer uma relação entre os dois. Com o auxílio do gráfico de Pareto, uma ferramenta gerencial, tornou-se possível a visualização dos maiores NPR's e facilitou-se a tomada de decisão sobre os modos de falha que deveriam ser resolvidos para gerar melhores resultados.

Em relação ao objetivo proposto, este foi atingido, pois a equipe conseguiu identificar as possíveis causas de desperdícios de embalagem, priorizá-las e propor ações para evitar que estas aconteçam, afim de promover diminuições consideráveis de perdas.

Com isso, o presente trabalho possibilitou a contribuição acadêmica através da aplicação prática do FMEA para a redução de desperdícios de embalagem em um processo de produção de leite. Além disso, possibilitou contribuição prática à empresa, proposta de melhoria para evitar, da mesma forma, a redução de desperdícios, ocasionando desta forma, redução de custos para a empresa e melhoria de eficiência no processo produtivo.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **RDC nº 91, de 11 de maio de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos, DOU. Brasília, DF, 13 jun. 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal**. Aprovada pelo decreto 30.6912 de 29/03/1952 e alterado pelo Decreto 1255 de 25/06/1962). Brasília, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria 370 de 04 de setembro de 1997**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite UAT. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeto Pecuária ABC**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/projeto-pecuaria-abc/projeto-pecuaria-abc-1>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DELGADO NETO, G. G. **Uma Contribuição à Metodologia de Projeto para o Desenvolvimento de Jogos e Brinquedos Infantis**. 2005. 217p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/264525>>. Acesso em: 5 ago. 2018.

DOTTI, D.; BAGETTI, J. H. Análise de causas de paradas em máquina de envase de leite UHT. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2013, Salvador. **Anais...** Salvador, BA. 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Anuário Leite 2018**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-leite>>. Acesso em: 20 set. 2018.

ESTORILIO, C. C. A.; AMITRANO, F. G. Aplicação de Seis Sigma em uma empresa de pequeno porte. **Produto & Produção**, v. 14, n. 2, 2013.

Gil, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª. ed. São Paulo: **Atlas**, 2002.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária - **Pesquisa Trimestral do Leite**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?edicao=20754&t=o-que-e>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

LIBÂNIO, C. S. **Competências na formação e integração de indivíduos e equipes na gestão de design: um *framework* para a indústria do vestuário**. 2014. 167f. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas de produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

MUCIDAS, J. H. **Aplicação do controle estatístico do processo no envase de leite UHT em uma indústria de laticínios**. 2010. 87f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2010.

PALADY, P. **FMEA: análise dos modos de falha e efeitos**: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 3. Ed. São Paulo: IMAM, 2004.

ROSA, L. C.; GARRAFA, M. Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: subprocesso colheita da canola. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 1, p. 63-73, 2009. Disponível em <<http://scielo.br/pdf/gp/v16n1/v16n1a07>>. Acesso em: 03 set. 2018.

ROMEIRO FILHO, E. Projeto do produto. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2010.

TETRA PAK, 2018. **Tetra Pak**. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/br/processing/uht-treatment/tetra-therm-aseptic-vtis>>. Acesso em: 13 mai. 2018.

TRONCO, V.M. Manual para inspeção da qualidade do leite. 3. ed. **Santa Maria** ed. UFSM, 2008. 206 p.

YIN, R.K. Estudo de caso – planejamento e método. 2. ed. São Paulo: **Bookman**, 2001.

APÊNDICE A - FMEA de processo

Quadro 2 - FMEA de processo

FMEA		Failure Mode and Effects Analysis				FMEA número: 001			
		Processo: Envase e Acondicionamento UHT				Data do FMEA: 20/09/2018			
						Revisão: 000			
Definição Etapa do Processo	Falha Potencial		Severidade	Causa Potencial de Falha	Ocorrência	Controles Atuais		Detecção	NPR
	Modo	Efeito				Prevenção	Detecção		
Acondicionamento	Problemas na Encaixotadora	Parada da linha de produção. Pode parar a máquina de envase	Falha no sensor de saída da encaixotadora	1	Inesistente	Visual, após parada da linha	1	5	
			Amassando a embalagem	10	Manutenção preventiva	Visual (durante a produção ou na classificação dos paletes)	5	250	
			Descartando papelão. Devido a má formação da caixa. O equipamento para até o papelão ser descartado.	4	Inesistente	Visual, após parada da linha	4	80	
			Enroscando embalagem no tapete devido a má higienização do mesmo decorrente de embalagens estouradas	4	Inesistente	Visual	4	80	
			Papelão saindo com aba aberta. Bico injetor de cola entupido, o operador tem que parar a máquina e chamar a manutenção.	4	Inesistente	Visual, após parada da linha	4	80	
			Ajuste do sensor na entrada da encaixotadora	1	Inesistente	Visual, após parada da linha	3	15	
			Embalagens tombando no momento no encaixotamento	1	Inesistente	Visual, após parada da linha	3	15	
Envase asséptico	Falha no empalme da bobina (emenda da troca de bobina)	Parada de máquina de envase para ajuste pela manutenção	9	O empalme das bobinas arrebenta após a troca devido a ineficiência da solda transversal	9	Manutenção preventiva	Máquina emite alarme e para a produção	3	243
Envase asséptico	Embalagens estourando na dobradora	Perda de embalagem. Operador precisa parar a linha para ajuste	10	Falha de sincronismo na dobradora	5	Check list operacional com 120 horas (de produção)	Visual, máquina não para	4	200
Envase asséptico	Formação incorreta do desenho	Perda de embalagem, parada de máquina para correção.	9	Formação errada do desenho após troca da bobina	4	Instrução de trabalho	Sensor de leitura de embalagem. Análise laboratorial.	3	108
Acondicionamento	Falha na empacotadora de trios	Parada da linha para manutenção corretiva, se não for imediata, causa para da máquina de envase	Equipamento não faz selagem do filme	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	3	15	
			Amassando a embalagem	1	Manutenção preventiva	Visual (durante a produção ou na classificação dos paletes)	5	25	
			Tombando embalagem	2	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	3	30	
Acondicionamento	Esteira Transportadora	Parada da linha de produção. Pode parar a máquina de envase	Congestionamento na saída da máquina de envase	2	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	2	28	
			Ajuste na correia	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	2	14	
			Transportador bloqueado	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	2	14	
			Travou a esteira transportadora da canudeira	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	2	14	
			Problemas com a mangueira de lubrificante	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	10	70	
			Arrebentou correia transportadora	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	2	14	
			Caixa caída no acumulador	2	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	5	80	
Acondicionamento	Problemas no acumulador	Parada da linha de produção e da máquina de envase	Caiu o passo do acumulador	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	6	48	
			Desligou o painel do acumulador	1	Manutenção preventiva	Visual, após parada da linha	6	48	
			Falha na colocação de canudo devido a má aplicação de cola	1	Inesistente	Visual	7	7	
Acondicionamento	Ajuste da canudeira	O operador precisa parar a linha para ajuste na máquina	Falha no sistema de ar comprimido	1	Manutenção preventiva	Visual	8	8	
			Canudo mau posicionado (falha operacional)	2	Instrução de trabalho	Visual	8	16	
			Filme arrebenta devido ao mau posicionamento	2	Instrução de trabalho	Visual, após parada da linha	1	4	
Acondicionamento	Falha na termocolhedora	Parada da linha de produção. Pode parar a máquina de envase	2	Falha na leitura do código de identificação da caixa	1	Inesistente	Máquina emite alarme	3	3
Envase asséptico	Problemas com a LS (Solda longitudinal)	Perda de embalagem devido a parada para ajustes e possível perda por contaminação microbológica se não for detectado	Temperatura baixa na solda, não faz a selagem	1	Procedimento de verificação da temperatura de hora em hora	Análise de hermeticidade durante o envase	9	90	
			Temperatura alta na solda, forma grumos, queima do material (vinco, enrugamento, ramificações na solda)	1	Procedimento de verificação da temperatura de hora em hora	Análise de hermeticidade durante o envase	9	90	
			Posicionamento da fita: diminuição da área de selagem de um dos lados	1	Inesistente	Análise de hermeticidade durante o envase	7	70	
Envase asséptico	Falha no datador	Operador precisa parar a máquina de envase para ajuste. Reprocesso	2	Impressão fora de posição	1	Manutenção preventiva	Inspeção visual pelo operador. Análise laboratorial de hora em hora.	5	10
Envase asséptico	Falha Servomotor - sistema de mandíbula	Parada da máquina de envase	8	Falha no sistema eletrônico do servomecanismo	1	Check list de manutenção preventiva com 120 horas de produção	Máquina emite alarme e interrompe a produção	3	24
Envase asséptico	Nível baixo de HI	Parada da máquina de envase	6	Dificuldade na substituição do cilindro de HI devido ao local de armazenamento	1	Inesistente	Máquina emite alarme	5	30
Envase asséptico	Alarme peróxido	Parada da máquina de envase	9	Concentração de peróxido abaixo do mínimo necessário para esterilização da embalagem	1	Procedimento de verificação a cada 30 minutos	Máquina emite alarme e interrompe a produção	4	36
Envase asséptico	Eletrolítico positivo	Possibilidade de contaminação microbológica do produto final gerando perdas por descarte de produto.	9	Microfuro na embalagem	1	Manutenção preventiva	Análise de hermeticidade. Verificação de embalagens estufadas durante a classificação	7	63

Fonte: Adaptado de Estorilio e Amitrano (2013).