

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LETÍCIA DE MOURA SANTANA

MAPEAMENTO DE FALHAS DE PARADAS NÃO  
PROGRAMADAS EM UMA INDÚSTRIA DE CONSERVAS

ITUIUTABA

2019

LETÍCIA DE MOURA SANTANA

MAPEAMENTO DE FALHAS DE PARADAS NÃO  
PROGRAMADAS EM UMA INDÚSTRIA DE CONSERVAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora da Universidade Federal de Uberlândia como parte das exigências para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Batista  
Penteado

ITUIUTABA

2019

LETÍCIA DE MOURA SANTANA

MAPEAMENTO DE FALHAS DE PARADAS NÃO  
PROGRAMADAS EM UMA INDÚSTRIA DE CONSERVAS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à banca examinadora da  
Universidade Federal de Uberlândia como  
parte das exigências para a obtenção do  
título de bacharel em Engenharia de  
Produção.

Ituiutaba, 08 de julho de 2019.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado (orientador)  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof. Dr. Luís Fernando Magnanini de Almeida  
Universidade Federal de Uberlândia

---

Prof. Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo  
Universidade Federal de Uberlândia

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus anjos da guarda, que durante toda minha graduação me protegeram, me deram forças, esperanças, e um propósito para continuar.

Aos meus pais, Matildes e Ricardo, pelo apoio, pelas palavras de conforto nos momentos difíceis, pela paciência, e por toda força e coragem que me passavam mesmo estando longe, sem eles não teria chegado até esse momento. A toda minha família pelo apoio e força, em especial a minha amada bisinha, que mesmo vendo pouco e não se lembrando muito, sempre me apoiou, incentivou e aumentou minha autoestima me fazendo acreditar que era capaz.

A minha irmã Vanessa que foi e é minha melhor amiga, e mesmo estando a 500km de distância, preocupada com seu mestrado, separava minutos do seu dia para me ouvir, me ajudar e estar lá por mim em todos os momentos, nas madrugadas, nas noites viradas, nos desesperos, e nas horas felizes também.

Também agradeço aos professores do curso de Engenharia de Produção que com imensa paciência e dedicação passaram não somente conhecimento, mas também experiências, conselhos, e visões que me fez ser cada vez mais apaixonada pela engenharia. Em especial ao meu orientador, Prof. Dr. Ricardo Batista Penteado pela orientação, paciência, ideias e apoio durante esse período.

Por fim, agradeço aos meus amigos, tanto os novos feitos em Ituiutaba, que se tornaram uma segunda família durante todos os anos longe, e que tornaram essa graduação um momento único, obrigada as meninas, Marcela Moreira, Marcela Milan, Isabela, Isadora, Mariana e Bruna.

Em especial gostaria de agradecer ao meu grupo de pesquisa PROSSIGA, aos orientadores Yoshida e Patrícia pelos diversos ensinamentos, alegrias, e conselhos, e aos amigos Gabriel, Caroline e Guilherme pelo apoio nos momentos difíceis, pelas risadas, e por todas as monitorias e aulas maravilhosas. Com ênfase para a Caroline por ser a melhor colega de casa, que mesmo por pouco tempo deixou uma saudade enorme, já que me acompanhou em várias loucuras culinárias, noites viradas, e várias manhãs mal humoradas.

Quanto aos amigos de longíssima data, minhas lindíssimas do G7, Ana Paula, Alice, Amanda Garcia, Amanda França, Crystal, Laryssa; e meus amores Victoria, Ludmila, Laura Fardin, Laura Peixoto e Carolina, que mesmo longe estavam mais

perto que tudo, e que mesmo sem nos vermos durante meses mantiveram o mesmo carinho e amizade, não poderia ser mais grata por ter vocês do meu lado.

A todos, que fizeram parte desses cinco anos, deixo meu muito obrigada por todo amor, apoio, paciência, força, e torcida.

*“Mas pra quem tem pensamento forte o impossível é só questão de opinião”*

(Charlie Brown Jr.)

## RESUMO

O presente trabalho aborda a aplicação do mapeamento de falhas, utilizando a ferramenta de Análise de Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis* – FTA), para investigação das causas das constantes paradas não programadas de uma pequena indústria de conservas. A partir da observação do processo, notou-se que havia um grande número de paradas não programadas durante a operação, reduzindo o tempo disponível para produção. Realizou-se a coleta dos tempos de paradas e seus motivos, sendo esses tratados usando o Diagrama de Pareto, e a Classificação ABC para melhor direcionar quais paradas seriam estudadas, encontrar as de maior impacto, que conseqüentemente refletiam significativamente na produtividade da empresa. Sendo assim, investigou-se os motivos das paradas classificadas como críticas utilizando a FTA e proposto de soluções para as causas raízes encontradas utilizando planos de ação baseados no 5W2H. Tendo então, o aumento da produtividade através da redução dos tempos de paradas não programadas na empresa estudada.

**Palavras-chave:** Indústria de conservas; Mapeamento de Falhas; Fault Tree Analysis.

## **ABSTRACT**

The present work approaches an application of fault mapping, using the Fault Tree Analysis (FTA) tool, to investigate the causes of the constant unplanned stops of a small canning industry. From the observation of the process, it was noticed that there were a large number of unscheduled stops during the operation, reducing the time available for production. It was collected the stopping times and their motives, being these treated using the Pareto Diagram, and the ABC Classification better to direct which stops would be studied, to find the ones of greater impact, which consequently reflected significantly in the productivity of the company. Thus, it was investigated the reasons for the stops classified as critical using the FTA, and the proposed solutions to root causes found using 5W2H as base to the action plans. Having then, the increase of productivity through the reduction of the non-programmed down times in the studied company.

**Keywords:** Canning industry; Fault Mapping; Fault Tree Analysis.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da linha automática de envase .....	31
Figura 2 – FTA da parada do carrossel .....	36
Figura 3 – FTA da parada da tampadeira.....	38
Figura 4 – FTA da realização de retrabalho na estação de inspeção do carrossel. ...	39
Figura 5 – FTA da parada da estação de rotulagem e embalagem. ....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação ABC .....	33
Tabela 2 – Produtividade da empresa.....	49
Tabela 3 – Projeção de produção nos tempos de paradas .....	50
Tabela 4 – Projeção de produção para as paradas críticas.....	51
Tabela 5 – Projeções de aumento de produtividade .....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Diagrama de Pareto.....	34
-------------------------------------	----

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

FTA	Fault Tree Analysis
FIFO	First in first out
IDEF	Integrated Definition Methods
UML	Unified Modeling Language

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS DE PESQUISA	15
1.2.1	<i>Objetivo geral</i>	15
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.3	RELEVÂNCIA DA PESQUISA	16
1.4	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	16
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	16
1.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	17
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>18</b>
2.1	MAPEAMENTO DE PROCESSOS	18
2.2	FTA - <i>FAULT TREE ANALYSIS</i>	19
2.3	FERRAMENTA 5W2H	24
<b>3</b>	<b>MÉTODOS DE PESQUISA</b>	<b>26</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	26
3.2	TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS	27
3.3	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	27
3.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>29</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	29
4.2	PROBLEMÁTICA	29
4.3	DIAGRAMA DE PARETO	32
4.4	MAPEAMENTO DE FALHAS	35
4.4.1	<i>Parada do carrossel</i>	35
4.4.2	<i>Parada da tampadeira</i>	37
4.4.3	<i>Realização de retrabalho na estação de inspeção do carrossel</i>	39
4.4.4	<i>Parada da estação de rotulagem e embalagem</i>	40
4.5	PLANOS DE AÇÃO	42
4.5.1	<i>Plano de aquisição de novas borrachas do carrossel de envase</i>	42
4.5.2	<i>Plano de treinamento dos colaboradores</i>	43
4.5.3	<i>Plano de manutenção</i>	44
4.5.4	<i>Plano de estudo de melhoria do maquinário</i>	45
4.5.5	<i>Plano de análise dos fornecedores</i>	46
4.5.6	<i>Plano de otimização de tempos</i>	47
4.6	ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE	48
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>53</b>
5.1	CONCLUSÃO DO TRABALHO	53
5.2	TRABALHOS FUTUROS	54
	REFERÊNCIAS	55

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contextualização e justificativa

Em uma realidade altamente competitiva, como a atual, sobrevive as empresas dispostas a inovar, buscar melhorias nos seus processos, reduzir desperdícios para que reflita no valor de seus produtos e possa ser cortado custos, e que buscam *feedback* de seus clientes para sempre estar atento as necessidades e mudanças no mercado, já que com a velocidade e dinamismo atual o mercado passou a ser mais exigente e mutável (ARAÚJO, 2017; GROSBELLI, 2014; SCHMITT, 2013; ALCOFORADO, LIMA, ÁVILA FILHO, 2017).

Assim, buscando esse perfil inovador e acompanhando as mudanças de mercado, as instituições vem cada vez mais olhando para dentro de seus processos procurando reduzir os custos e agregar maior valor a seus produtos. Essa redução pode ser feita de diversas maneiras, desde a aplicação de princípios do *Lean Manufacturing*, a ferramentas como o 5S para organização de matérias e pessoas, ou até mesmo estudos nos processos e operações para redução de tempos ociosos os transformando em tempos produtivos (ARAÚJO, 2017).

Pelo olhar da operação, pode-se abordar tanto os tempos, quanto as estações e movimentos realizados por cada funcionário. Observando de uma forma sistêmica, as melhorias em processos vão de mapeamentos de uma indústria inteira a investigação de eventos e problemas que impactam desde o recebimento da matéria-prima ao despacho para o cliente, já que como todos os processos são interconectados e influenciam um ao outro, gerando consequências em todos os pontos do processo (GROSBELLI, 2014; SCHMITT, 2013; ALCOFORADO, LIMA, ÁVILA FILHO, 2017). Com isso, um problema que aparenta ser pequeno e irrelevante pode gerar um grande impacto na produtividade, ou no tempo de entrega ao cliente, ou até mesmo no faturamento da empresa.

Buscando enxergar pelo lado do processo, e de como pequenos eventos e ações possuem grande impacto, o presente trabalho aborda como a ferramenta de mapeamento de falhas, em especial a ferramenta de Análise de Árvore de Falhas (*Fault Tree Analysis – FTA*), pode ser aplicada para investigação dos motivos e causas que levam a esses pequenos eventos ou falhas. Com isso, essa pesquisa focou em como pequenas paradas, que parecem ser rápidas e insignificantes, impactam na produtividade de uma indústria de conservas.

A indústria alimentícia no Brasil representou cerca de 9,6% do PIB (Produto Interno Bruto) do ano de 2018 segundo a ABIA (2019), Associação Brasileira da Indústria de Alimentos, ou seja, além de ser um setor de extrema importância na vida dos cidadãos, também possui um impacto significativo na economia do país, já que gerou cerca de 13 mil novos postos de trabalho em 2018 (ABIA, 2019), além dos lucros e faturamentos altos.

Por ser expressiva na economia, estudos e pesquisas nas indústrias alimentícias podem levar a inovações e consequências para sociedade e economia, já que buscando novas forma de operação que reduza desperdício e otimize os processos, há reflexo no custo do produto e no faturamento da empresa, ou seja, bom para o consumidor e para o empresário.

Portanto, a pesquisa realizada neste trabalho foca em uma pequena indústria alimentícia, fabricante de conservas, que para se manter competitiva no mercado atual e visando seu crescimento e expansão para outras regiões do país, procurou uma forma de otimizar seu processo, começando pela resolução dos problemas que aparentam ser mínimos, contudo como ocorrem com uma alta frequência, influenciam tanto quanto um evento de grandes proporções. Dessa forma, utilizou-se ferramentas de mapeamento de falhas para averiguação dos motivos desses eventos.

## **1.2 Objetivos de pesquisa**

### **1.2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho possui como objetivo geral a realização de um mapeamento de falhas para investigação das causas das paradas não programadas da linha de envase automática, visando o aumento da produtividade de uma indústria de conservas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Levantamento dos tempos de paradas da linha;
- Identificação das principais paradas;
- Identificação das causas raízes através da aplicação da FTA;
- Proposição de melhorias para as causas raízes identificadas;

- Análise da produtividade do antes e após a implementação das propostas de melhorias.

### **1.3 Relevância da pesquisa**

Durante a realização desta pesquisa, não foi encontrado muitos artigos, teses, e dissertações sobre a principal ferramenta aqui abordada, a FTA. E aqueles encontrados tinham como foco os mais diversos setores e áreas do conhecimento, desde medicina à eventos em indústrias. Com isso, buscou-se a aplicação da ferramenta em um problema diferente, agregando a comunidade uma nova maneira de se abordar e solucionar as paradas de uma linha.

Assim, do ponto de vista acadêmico, a pesquisa é importante para contribuir como uma nova forma de abordagem de solução de problemas dentro de uma indústria, mostrando a aplicação da ferramenta FTA. Pelo lado empresarial, auxilia não somente a empresa estuda, mas as demais com um novo caminho e uma nova forma de se analisar, investigar e solucionar problemas ligados a sua operação, buscando solucionar os problemas críticos antes de se aplicar um ritmo a produção.

### **1.4 Delimitação do trabalho**

O presente trabalho se limitou ao estudo de apenas um dos processos realizados no setor de produção da empresa, mais especificamente na linha de envase automática, não se estendendo aos outros departamentos e os demais processos realizados na fábrica. Além disso, escolheu-se essa linha por ser a mais automatizada, e por ser a responsável pela fabricação da maioria dos produtos, tendo maior relevância na empresa em questão.

### **1.5 Estrutura do trabalho**

Esse trabalho foi estruturado da seguinte forma: primeiramente foi apresentada a introdução e justificativa para a pesquisa realizada, juntamente com os objetivos e a delimitação do trabalho.



Em seguida, será exposto as teorias usadas como embasamento para realização da pesquisa. Acompanhado pelos os métodos usados, e as técnicas de coleta e análise de dados escolhidas para realização da pesquisa.

Por fim, um estudo de caso com a implementação da FTA juntamente com os resultados e análises para a proposição de planos de ação para a correção das falhas identificadas, além de uma análise que mostra qual será o reflexo na produtividade da empresa caso aplicado as soluções propostas.

## **1.6 Procedimentos metodológicos**

O presente trabalho possui como procedimento metodológico o estudo de caso, sendo estruturado nas seguintes etapas: revisão da bibliográfica para embasamento em teorias e procedimentos aplicáveis a situação estudada, seguida pela coleta de dados para definição e identificação das paradas, de seus motivos e tempos, juntamente com uma conversa com o gerente para melhor entendimento das atividades realizadas em cada parada.

Com os dados coletados, foi feito seu tratamento utilizando o Diagrama de Pareto, e a classificação das paradas para melhor direcionamento do estudo foi feita com base na Classificação ABC, para identificação das paradas de maior tempo, e consequentemente maior impacto na produtividade.

Por fim, a partir das paradas críticas, fez-se a investigação de suas causas com base na FTA, podendo, então, se propor soluções para os motivos encontrados utilizando a ferramenta 5W2H para confecção dos planos de ação. Finalizando com uma análise de como essas paradas impactaram na produtividade da empresa estudada.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho apresenta uma revisão da bibliográfica das técnicas e conceitos abordados para a análise e resolução do estudo de caso apresentado, enfatizando autores, análises e estudos que sejam relevantes para a pesquisa.

### 2.1 Mapeamento de processos

O mapeamento de processos nada mais é que uma forma de se conhecer todas as etapas, operações, informações, e recursos envolvidos em um processo que se deseja conhecer e saber mais sobre, ou desenvolver alguma melhoria.

Realizar o mapa de um processo é verificar como funciona os componentes de um sistema, para que seja analisado sua eficácia e descobrir possíveis deficiências (DATZ; MELO; FERNANDES, 2004), podendo também identificar interfaces críticas, oportunidades de simulação de melhorias, e pontos desconexos ou ilógicos dentro do processo analisado (VILLELA, 2000). O que leva a um maior entendimento dos impactos de qualquer alteração que seja proposta, e fornecendo informações para avaliação das atividades que agregam ou não valor à operação (DATZ; MELO; FERNANDES, 2004).

Sendo assim, mapear é detalhar um processo, buscando os elementos mais importantes que influenciam diretamente o comportamento do negócio, auxiliando também na identificação de desperdícios e na descrição do processo em uma linguagem que seja compreendida por todos, levando as discussões de otimização que envolvam uma visão sistêmica e não apenas de uma tarefa isolada, já que o mapeamento traz todas as relações entre informações, pessoas, e recursos de produção (LEAL; PINHO; CORRÊA, 2005).

O processo executado para se realizar um mapeamento é feito nos seguintes passos: identificação do início e fim dos processos dos produtos e serviços; reunião dos dados coletados; montagem de uma representação visual com base nos dados recolhidos para identificar gargalos, desperdícios, demoras e duplicação de esforços (LEAL; PINHO; CORRÊA, 2005).

Essa representação visual deve mostrar os *inputs*, *outputs*, tarefas realizadas e o fluxo de informações, começando pelo sistema por inteiro que será expandido e detalhada em tarefas menores, que também serão detalhadas sucessivamente,

mostrando como todos esses elementos estão ligados entre si (VILLELA, 2000). Segundo Datz, Melo e Fernandes (2004), a representação gráfica deve expor os detalhes de forma gradual e controlada buscando concisão e precisão na descrição das tarefas, fornecendo uma análise de processos consistente.

A literatura traz diversas técnicas de mapeamento de processos (DATZ, MELO, FERNANDES, 2004; VILLELA, 2000; LEAL, PINHO, CORRÊA, 2005), dentre elas temos o fluxograma, o mapofluxograma, mapa do serviço, IDEF (*Integrated Definition Methods*), diagrama sistemático do *Unified Modeling Language* (UML), mapeamento de fluxo de valor VSM (*Value Stream Mapping*); cabe ao pesquisador identificar aquele que melhor retrata sua realidade.

Realizar o mapeamento de um processo é segundo Leal, Pinho e Corrêa (2005) “identificar, documentar, analisar e desenvolver um processo de melhoria”, representando visualmente as tarefas e suas ligações, levando a uma nova visão de como o trabalho é executado e destacando as áreas nas quais as mudanças propostas terão maior impacto para o processo. Para Datz, Melo e Fernandes (2004) mapear também é “reduzir custos no desenvolvimento de produtos e serviços, falhas de integração entre sistemas e promover melhoria de desempenho organizacional, além de ser uma excelente ferramenta para o melhor entendimento dos processos atuais e eliminação ou simplificação dos que necessitam de mudanças”.

Por fim, o ato de realizar o mapeamento é uma forma de se exercer a gestão do conhecimento interna, já que é registrado e documentado não somente o maquinário usado e a ordem que deve se seguir, mas também o aprendizado construído com base no conhecimento e experiência dos colaboradores e gestores (VILLELA, 2000).

## **2.2 FTA - *Fault Tree Analysis***

As falhas são algo comum em qualquer processo, serviço ou até mesmo situações diárias que cada pessoa passa, contudo o modo como lidamos com elas e as analisamos diferencia seu impacto. Falhas corriqueiras são tratadas com menos importância, não levando nem a análises mais detalhadas das possíveis causas, porém falhas com impacto significativo são mais estudadas, e as formas usadas para resolução daquela situação que deixa todos atônitos é documentada (ALMEIDA et al., 2006; ALCOFORADO, LIMA, ÁVILA FILHO, 2017).

Contudo, as falhas pequenas e corriqueiras que não ganham muita atenção podem ser as responsáveis pelos maiores desperdícios, ou diminuição da produtividade, pois podem não ter um impacto expressivo, mas como ocorre diversas vezes acaba consumindo aos poucos, por um longo período de tempo muitos recursos, e conseqüentemente tendo impactos mais expressivos do que uma falha que ocorre uma única vez com grande impacto (FAGUNDES, 2005).

Visando estudar e entender melhor as falhas, a técnica de mapeamento de processos pode ser aplicada para ter a melhor compreensão da dimensão de como determinado evento afeta todo seu processo ou serviço.

A falha pode ser definida, para Almeida et al. (2006), como o término da habilidade de um item de desempenhar uma função específica, ou seja, a falha pode ser vista como uma quebra, mal funcionamento, consequência de regulagens feitas erradas ou programações equivocadas, ou até mesmo como um erro do operador. O autor ainda enfatiza que, como as falhas podem ser observadas das mais diversas formas, passaram a ser classificadas em modos de falhas, como ela é observada e seu efeito no item que falhou. Elas podem ser associadas a falhas de componentes, erro humano, falhas do sistema, erros nos requisitos, erros de design ou até mesmo *bugs* em programas (YAMANE; SOUZA, 2007). É importante vincular os modos de falha em níveis inferiores as principais respostas dos níveis superiores, a fim de ter a rastreabilidade às respostas essenciais do sistema enquanto a estrutura funcional é refinada (RAUSAND; OIEN, 1996).

Assim, como as causas das falhas dependem de circunstâncias, modo de operação e o contexto de sua ocorrência, se faz necessária sua análise e estudo para evitar reincidências, podendo essas serem feitas através de mapeamentos, consistindo em ilustrar o processo de formação de falhas (ALMEIDA et al., 2006). Uma das ferramentas de mapeamento que pode ser empregada nesse tipo de problema e cenário é a FTA.

A FTA é uma ferramenta para entender como falhas individuais contribuem para um evento indesejável, além de auxiliar no entendimento das interações entre erros ou falhas dentro de um sistema, identificando as falhas e as organizando de forma hierarquizada para demonstrar suas interações e identificar as áreas vulneráveis (ABECASSIS et al., 2015).

A FTA utiliza uma forma dedutiva que parte de um evento topo buscando suas diversas causas, ou seja, a partir de uma falha maior são feitos os desencadeamentos,

relações e interações com as possíveis causas, realizando de forma exaustiva essa procura até se chegar aos motivos principais, as causas raízes que levaram a falha ou problema estudado. Por ter uma natureza e operadores lógicos, é possível realizar análises quantitativas das probabilidades de ocorrência de cada causa da falha, porém a FTA se mostra mais como uma ferramenta qualitativa, já que é de fácil compreensão e busca detalhar como ocorreu, explorando todas as possibilidades.

Autores como Whiteley; Dunnett e Jackson (2015), Liu et al. (2015), Sunaryo e Hamka (2017), Kabir (2017), Peeters, Basten e Tinga (2018), Almeida et al. (2006), veem a FTA como descrito acima, como um método dedutivo para descobrir as causas de falhas e problemas em sistemas, operações, procedimentos, ou até mesmo acidentes. Ressaltam também, que por ter uma representação gráfica, é facilmente compreendida pelos envolvidos no processo.

Segundo Sunaryo e Hamka (2017), a FTA é destinada a identificar de forma exaustiva as causas de uma falha, as fraquezas de um sistema, a avaliar as propostas de confiabilidade e segurança, identificar formas eficientes de upgrades no sistema, a quantificar as probabilidades e contribuições da falha, e otimizar testes e manutenções. O resultado da análise proporcionada pela FTA mostra como diferentes componentes de falhas, ou certas condições ambientais combinadas causam a falha de um sistema (KABIR, 2017).

Já Hyun et al. (2015), caracteriza a FTA como um método sistemático para analisar a causa de riscos, sendo feita de forma dedutiva, permite também a relação teórica entre as categorias de risco, os riscos, e os fatores dos riscos ser esclarecida usando a lógica de “e” e “ou”. Geum et al. (2009) caracteriza FTA como um método para determinar combinações de elementos que possuem o conceito fundamental de traduzir um sistema físico em um diagrama de estrutura lógica, no qual certas causas levam a um evento topo específico.

A FTA também pode ser caracterizada e descrita como um método de avaliação sistemática e padronizada de possíveis combinações de falhas dos componentes de um sistema, que possam causar uma situação indesejada (ALCOFORADO; LIMA; ÁVILA FILHO, 2017). Pode ser considerada uma ferramenta de análise *top down*, já que parte de uma falha particular do sistema, o evento topo, para as falhas básicas (causas), que são os eventos primários, utilizando-se de uma representação gráfica para melhor compreensão (FAGUNDES, 2005).

Segundo Yamane e Souza (2007), o principal enfoque da FTA é a análise em sistemas complexos, já que esses possuem interações múltiplas dificultando a compreensão de uma falha ou imprevisto, assim, por ter a possibilidade de múltiplas causas e por ser uma ferramenta que investiga todos os pontos e minúcias do sistema, se mostra ideal para detalhar e entender falhas em sistemas complexos.

Seu principal objetivo, de acordo com Fagundes (2005), é “melhorar a confiabilidade dos produtos e processos através da análise sistemática de possíveis falhas e suas consequências, orientando na adoção de medidas corretivas ou preventivas”. Sendo assim, buscando a melhoria contínua de um processo, ou padronização de procedimentos visando a redução e otimização de operações que evitem as falhas. Além disso, por ser muito utilizada depois de ocorrida a falha para planejamento de ações corretivas, é uma valiosa ferramenta também para situações de verificação de design, validação de processos em fase de desenvolvimento, e análises de pós-produção em problemas de campo (YAMANE; SOUZA, 2007).

Por ser uma ferramenta lógica de fácil compreensão e aplicabilidade, permite análises dos sistemas simples aos mais complexos, podem ser aplicada em análises de confiabilidade, de melhoria, de modificação, ou até mesmo na determinação de causas potenciais de um acidente, ou de um sistema complexo falhar (SCHMITT, 2013), assim pode ser aplicada em diversas áreas como medicina com estudos de causas de cirurgias feitas erradas, na engenharia em redução de acidentes ou melhorias de tempos, nas ciências sociais buscando sistematizar as causas para algum fenômeno, ou até mesmo em problemas cotidianos e domésticos como o porquê de gastos altos na conta de energia.

Para realizar a montagem da FTA pode-se seguir os seguintes passos propostos por Araújo et al. (2001): primeiro define-se o evento topo, que seja um comportamento atípico do sistema relatado pelos operadores ou falhas em potencial que possam colocar alguém em risco, principalmente. Em seguida deve-se entender o sistema, ou seja, compreender seu funcionamento, componentes, e procedimentos. Com isso em mãos, pode-se construir a árvore de falhas, já que é conhecido todas as relações e ligações dentro do sistema a ser analisado, bem como suas influências em outros componentes, tendo então, a possibilidade de construção de uma árvore que mostre todos os detalhes e consiga explorar e estudar minuciosamente as causas raízes.

Por fim, faz-se a avaliação quantitativa da probabilidade de ocorrência do evento topo, juntamente com a implementação de ações corretivas, já que com a avaliação é possível notar quais elementos estão com baixa confiabilidade, quais estão operando de forma ideal, quais melhorias podem ser aplicadas, quais mudanças deveriam ser feitas, e conseqüentemente, corrigindo as causas raízes encontradas, espera-se uma operação otimizada.

Para sua construção são normalmente utilizados símbolos como o retângulo, representando um evento de falha que é resultado de uma combinação lógica de eventos de falhas; o círculo que mostra um evento de falha básico ou elementar; e os operadores lógicos “e” e “ou” como conectores entre as falhas (OLIVEIRA; MARINS; ROCHA, 2012). O operador “e” implica que sua saída só ocorre se todas as entradas ocorrerem, já o operador “ou” denota que a saída ocorre se pelo menos uma das entradas ocorrerem (OLIVEIRA; PAIVA; ALMEIDA, 2010).

Assim, temos que a montagem e elaboração da FTA começa pela identificação da falha ou do componente com maior probabilidade de falhar, seguindo para a listagem dos componentes que tem relação com aquele que apresentou a falha, e por fim, para esses últimos componentes são listados os modos de falha que estão suscetíveis, sendo todos ligados por meio dos operadores lógicos “e” e “ou” (SCHMITT, 2013; GEUM et al., 2009). Para toda a construção é preciso ter conhecimento do sistema e de seu funcionamento para que as ligações sejam reflexo da realidade, e conseqüentemente chegue-se as causas reais.

Vale ressaltar que a não realização de análises quantitativas não invalida a lógica o método, segundo Schmitt (2013), já que a lógica inerente ao método permanece na “determinação da relação funcional entre os eventos que conduzem ao evento topo”.

Kabir et al. (2016) e Geum et al. (2009) dizem que a partir da FTA é possível realizar tanto análises quantitativas quanto qualitativas, a qualitativa é feita pela própria natureza dedutiva começando do evento topo e através das interações entre os componentes ou eventos identifica-se as causas raízes. Após isso, é utilizado a lógica Boleana para obter as menores combinações de falha dos componentes que causam a falha do sistema.

Portanto temos que, a FTA é vantajosa, uma vez que esta mostra de forma lógica as interligações entre os componentes que falharam, e também a probabilidade de ocorrer a falha estudada e como seria seu impacto no sistema como um todo. Além

disso, também é possível analisar a confiabilidade do sistema, e proporciona uma documentação sobre a lógica de desenvolvimento que causou a falha (FAGUNDES, 2005).

Contudo, como desvantagem do seu uso, segundo Whiteley, Dunnet e Jackson (2015), não se pode levar em conta as dependências entre os modos de falha, também tendem a não considerar a causa do modo de falha ao invés de atacar o feito da ocorrência da falha. Além disso, a FTA deve ser feita individualmente para cada modo de falha, não sendo possível analisar toda a gama de condições de operação que o sistema opera em uma única árvore, deve ser feita uma árvore para cada condição de operação para ser totalmente preciso.

### **2.3 Ferramenta 5W2H**

A ferramenta 5W2H pode ser utilizada em diversas áreas e situações, foi desenvolvida pela indústria automobilística do Japão para amparar e promover melhor o PDCA em sua fase de planejamento (ARAÚJO, 2017). Ela funciona como um plano de ação, ou seja, um planejamento que guia as ações que devem ser feitas e implementadas, sendo uma forma de acompanhamento de um projeto e, uma referência para tomada de decisões (REIS et al., 2016). Para Grosbelli (2014), a ferramenta é uma forma de desenvolver com a maior clareza possível atividades pré-estabelecidas, funcionando como um mapeamento delas.

Sua estruturação deve ser feita de modo claro, mostrando um *check list* de todas as ações, responsáveis, recursos utilizados, e os porquês de estarem executando tais atividades (REIS et al., 2016).

O objetivo do 5W2H é o planejamento de forma eficiente através de seus questionamentos, já que esses são interligados abordando de forma detalhada como executar o projeto pretendido, além de ser de fácil visualização e compreensão das ações, dos envolvidos, e dos recursos necessários (REIS et al., 2016). Permite, também, discussões de todas as tarefas planejando-as de forma cuidadosa e objetiva, para uma implementação organizada, pois em um mercado altamente competitivo, como o atual, não planejar ações e processos pode levar não somente a prejuízos mas também a perda de vantagem competitiva (GROSBELLI, 20014).

O método possui sete perguntas como guias para implementação, são elas segundo Lisbôa e Godoy (2012):



- *What* (o que?): o que será feito, o objetivo que deseja se alcançar, qual tarefa será executada, qual atividade será feita.
- *Why* (por quê?): porque será feito, quais são os motivos, as justificativas, porque é necessário.
- *Who* (quem?): quem irá executar, quem serão os responsáveis, quem irá participar, qual será a equipe, quem está envolvido.
- *Where* (onde?): onde será feito, em qual departamento, em qual área da empresa.
- *When* (quando?): quando será feito, quais os prazos para as execuções, quais as datas de entregas.
- *How* (como?): como será feito, de que maneira será a execução, como será acompanhado, como será realizado as atividades.
- *How much* (quanto custa?): quanto irá custar, quais são os gastos para realização das tarefas, quanto custa os recursos envolvidos.

A técnica 5W2H se mostra simples e de fácil aplicação, contudo é poderosa para analisar o conhecimento sobre determinado processo, problema ou ação a serem executados. Pode ser utilizada em três etapas da solução de problemas: no diagnóstico, auxiliando na investigação de um problema ou processo buscando maior informação sobre eles e conseqüentemente a identificação de falhas. No plano de ação, sendo um guia de o que deve ser feito, quais recursos envolvidos, quem são os responsáveis, o tempo que será gasto, entre outros aspectos. E na padronização, auxiliando na confecção de procedimentos para prevenir falhas ou para conhecer melhor o processo (LISBÔA; GODOY, 2012).

Também há destaque para sua praticidade, não necessitando de uma equipe técnica especializada, apenas de alguém que saiba o procedimento e como organizá-lo para obter sucesso, podendo então ser aplicado em empresas de qualquer porte (GROSELLI, 2014), ou até mesmo em tarefas domésticas e do cotidiano.

### 3 MÉTODOS DE PESQUISA

#### 3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa é o resultado da procura por soluções para problemas reais, a partir do emprego de procedimentos científicos, sendo esses racionais e sistemáticos (SILVA; MENEZES, 2005). Assim, quando nos deparamos com situações de difícil resolução, recorreremos aos procedimentos científicos para se ter um caminho claro para obtenção das informações que levam a resolução do problema encontrado.

A pesquisa pode ser classificada em quatro critérios clássicos: quanto a sua natureza, a forma de abordagem, seus objetivos, e os procedimentos técnicos utilizados.

Quanto a natureza pode ser básica ou aplicada, a primeira busca gerar conhecimentos novos, verdades universais, sem aplicação prática (GERHARDT; SILVEIRA, 2009). Já a aplicada tem como foco o conhecimento gerado em situações e problemas específicos através da aplicação prática (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto a abordagem, a pesquisa pode ser classificada como quantitativa, a qual compreende a realidade através da coleta e análise de dados por meio de procedimentos matemáticos (SILVA; MENEZES, 2005). Ou como qualitativa, que preocupa-se com os aspectos que não podem ser quantificados, trabalhando com significados, motivos, valores e atitudes; sendo o próprio ambiente e as pessoas as fontes dos dados, e sua análise feita de forma indutiva (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Quanto aos objetivos temos três grupos: a pesquisa exploratória que busca maior familiaridade do autor com o problema através de levantamento bibliográfico, entrevistas e exemplos. A pesquisa descritiva, voltada a descrever fatos ou fenômenos da realidade, através da coleta de dados em forma de questionários e observação sistêmica. E, por fim, a pesquisa explicativa que a partir dos resultados busca explicar como ocorreu, os fatores que determinaram o fenômeno, busca o “porquê” das coisas. (GIL, 2007).

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser bibliográfica, documental, experimental, de levantamento, estudo de caso, *expost-facto*, pesquisa-ação e pesquisa participante (SILVA; MENEZES, 2005). Cada um possui suas devidas características, como o estudo de caso que busca conhecer com

profundidade uma situação única, estudando o que há de mais essencial e específico nela (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Para o presente trabalho, segundo as definições apresentadas anteriormente, temos uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, com objetivo de caráter descritivo, e procedimento técnico de estudo de caso.

### **3.2 Técnicas de coleta de dados**

Para o estudo do problema a ser analisado, é preciso a coleta de informações e dados para melhor compreender e analisar a situação da empresa.

A coleta de dados foi realizada a partir de duas técnicas: a observação e a entrevista com o gerente da produção. A primeira é do tipo sistemática/não participante, segundo Gerhardt e Silveira (2009), essa consiste em o pesquisador ter um papel de espectador, apenas observando o fato, já tendo o conhecimento de todos os fatos e acontecimentos que devem ser observados.

Já a entrevista é do tipo semiestruturada, a qual possui um roteiro a ser seguido, porém permite-se que o entrevistado desdobre o assunto para outros rumos não previstos no roteiro, que leva a uma visão mais ampla do tema discutido (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

### **3.3 Técnicas de análise de dados**

Para este trabalho foram utilizados procedimentos e técnicas estatísticas, sendo elas o Diagrama de Pareto, a qual permite a classificação dos dados em relação aos tempos totais e como cada um impacta no evento estudado. Assim, após a coleta dos tempos, para que fosse direcionado os esforços e recursos, foi utilizada a Classificação ABC para evidenciar as paradas que mais consumiam tempo de produção, impactando diretamente da produtividade da empresa estudada, tornando a pesquisa mais focada em buscar ações corretivas para essas paradas de maiores tempos.

Também foi utilizado a análise de conteúdo da entrevista realizada com o gerente, para discussão e compreensão dos dados coletados, gerando o conhecimento necessário para entender o sistema estudado e, conseqüentemente,

ser possível montar as FTA de cada parada encontrada, de forma que abrangesse todas as interações e relações existentes.

Além disso, as entrevistas também auxiliaram na elaboração de ações corretivas que condizem com a realidade da empresa, com os recursos já adquiridos, e com os procedimentos que devem ser seguidos para que os planos sejam colocados em prática, levando em conta, também, formas de controle que possam ser implementadas para acompanhamento após a execução das propostas.

### **3.4 Procedimentos metodológicos**

O procedimento metodológico escolhido foi de estudo de caso, esse como já exposto, busca conhecer com profundidade uma situação única, estudando o que há de mais essencial e específico nela (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Assim, primeiramente fez-se a revisão bibliográfica buscando o embasamento teórico que melhor se encaixava para explicar e resolver o problema estudado. Em seguida, realizou-se a coleta de dados para definição das principais paradas da linha automática de envase da empresa, essa coleta se deu a partir da observação sistemática/não participante e da entrevista semiestruturada com o gerente da produção.

A partir dos dados, fez-se o tratamento dos mesmos a partir do Diagrama de Pareto, para ter a classificação das paradas de maior tempo, que conseqüentemente são as mais relevantes para o aumento da produtividade. Por fim, com as paradas de maior tempo, montou-se as FTA para investigação das causas raízes de cada parada principal, e assim, propor soluções e melhorias para cada usando a ferramenta 5W2H como guia de ações.

Por fim, fez-se a análise do impacto de cada parada na produtividade da empresa, já que busca-se o seu aumento através da diminuição dos tempos de parada da linha.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Caracterização da empresa

O presente estudo foi realizado em uma indústria de conservas vegetais, com sede localizada em Goiás, funcionando tanto como indústria, como quanto centro de distribuição; sendo produzido conservas de azeitona, cogumelo, alcaparra, cebolinha, pimentas, pequi; além dos molhos e cremes em suas dependências, por fim temos o palmito que é fabricado nas sedes do Pará sendo transportado para Goiás para realização de sua distribuição pelo país.

A indústria conta com cinco processos, sendo eles: a linha automática de envase; processo de envase manual (produtos de gramaturas de 90g a 2kg); processo semiautomático de envase manual (produtos de gramatura 30g); uma linha de molhos e cremes; e uma linha de *stand up pouches*. Todos os processos são ditados pela quantidade em estoque e por pedidos urgentes não supridos imediatamente pela quantidade armazenada.

A produção diária é definida a partir da inspeção e análise do estoque no início do dia feita pelo gerente da produção, no qual observa os produtos com níveis abaixo do ideal para que haja reposição, não contando com sistema de gerenciamento da produção, apenas com a experiência do gerente.

### 4.2 Problemática

A partir de observações e conversas com o supervisor da produção, notou-se constantes paradas na linha automática de envase, afetando diretamente a produtividade. Além disso, não havia nenhum controle ou indicador implementado que mostrasse a perda de produtividade e de lucro para a empresa, nem mesmo formas de coleta de dados para análises e correções dos problemas mais frequentes.

Sendo assim, o foco deste trabalho foi o levantamento dos tempos de paradas não programadas da linha automática e seus respectivos motivos, buscando, posteriormente, a realização de um mapeamento de falhas buscando a causa raiz das paradas que consomem maior tempo de produção, e conseqüentemente, afetam a produtividade.

O processo de envase na linha automática se dá pelos seguintes processos: as matérias-primas são importadas em bombonas, em seguida são armazenadas em

local adequado e separadas por tipo de produto, sendo utilizado o sistema, *First in first out* (FIFO), como ordem de utilização na produção.

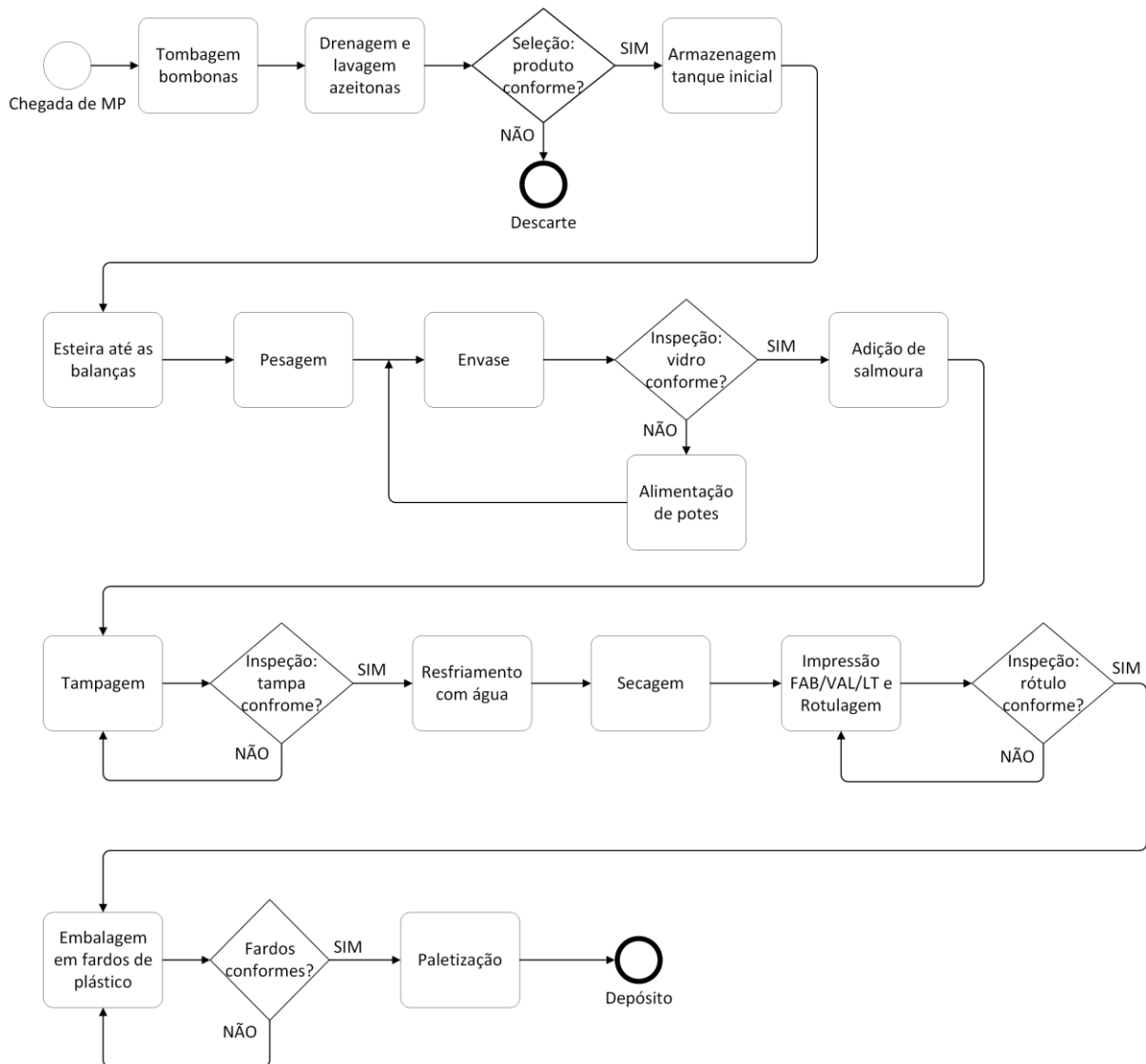
O processo dentro da fábrica começa com o tombamento das bombonas em um primeiro tanque onde são lavadas, passando então para uma esteira na qual ocorre a seleção de produtos de acordo com a qualidade pretendida, sendo armazenadas, em um segundo tanque que alimenta a máquina de envase.

Desse tanque a matéria-prima é levada para caçambas que possuem balanças, essas são programadas de acordo com a gramatura do produto a ser fabricado. Dessas caçambas passam para o carrossel de envase, o qual é alimentado com os vidros por uma esteira lateral, e pelo produto que cai das balanças. Na saída do carrossel há conferência por amostragem do peso do produto, e uma estação de inspeção para retirada de potes fora de conformidade de peso ou que estejam vazios.

Os potes seguem, então, para a adição da conserva, que ocorre por uma máquina que realiza o processo a quente. Após a adição, é realizada a colocação das tampas e vedação dos vidros através da máquina de tampagem, tendo uma inspeção manual logo após a máquina para conferência se foram bem vedados e retirada de produtos não conformes.

Seguindo, então, para o resfriamento, que consiste em um jato de água sobre os potes e secagem, passando para a impressão das datas de fabricação e validade, do lote; para a rotulagem, e embalagem em fardos de plástico. Por fim, os fardos são posicionados em lastros em um palete, strechados, e despachados para armazenagem no depósito. O processo é mostrado no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da linha automática de envase



Fonte: Autoria Própria (2019)

Com a descrição em mãos, nota-se que os processos são dependentes entre si, ou seja, caso ocorresse uma parada na estação de rotulagem geraria fila até o carrossel de envase. Sendo assim, os próprios operadores das máquinas solicitavam ao operador do carrossel sua parada para que os problemas de sua estação fossem solucionados, ocasionando na parada total da linha a cada problema da estação que não fosse possível ser solucionado durante a operação. Além disso, caso o operador da estação não solicitasse a parada do carrossel, filas eram formadas levando ao operador da estação anterior pedir a parada da linha.

A coleta de dados dos tempos de paradas da linha automática de envase foi realizada da seguinte forma: assim que o carrossel era parado pelo operador o cronômetro era acionado. Em cada parada eram realizadas diversas tarefas para

resolução do problema, sendo coletado o motivo principal da parada. Após realizadas todas as atividades, o carrossel era acionado novamente, e o cronômetro, então, era parado e o tempo e motivo anotados.

Foram retiradas as paradas programadas de almoço, lanche e lavagem final da fábrica, e dos dias que foram programados a rotulagem e embalagem de outros produtos que utilizam as estações de rotulagem e embalagem da linha automática, utilizando apenas o tempo de operação da linha. Esse levantamento foi realizado durante três meses para que houvesse variedade entre os dados. Após a coleta, foi realizada uma entrevista com o gerente da produção para melhor entendimento do processo e das paradas observadas, buscando entender suas causas.

Os dados coletados foram classificados utilizando o Diagrama de Pareto, o qual diz que 80% dos problemas são gerados por 20% das causas, representando-as de forma gráfica a partir da sua frequência de ocorrência. Também utilizou-se a Classificação ABC para determinar quais as paradas de maior impacto, já que foram observadas diversas causas para as paradas, buscou-se as que representavam os maiores tempos, e conseqüentemente, refletindo na produtividade.

Com as principais paradas já classificadas, foi utilizado a técnica da FTA para buscar as causas raízes de cada parada principal da linha automática. A partir das causas raízes foi possível apresentar planos de ação para resolução da problemática, utilizando da técnica 5W2H para sua formulação.

### **4.3 Diagrama de Pareto**

A partir da coleta de dados foi realizado a classificação dos tempos de paradas utilizando o Diagrama de Pareto, juntamente com a Curva ABC, buscando as paradas de maior impacto na produtividade. A Tabela 1 mostra os tempos de paradas tanto em horas quanto em minutos, seus motivos, e suas porcentagens com relação ao tempo total, juntamente com a porcentagem acumulado e a Classificação ABC.

Foram coletados dados de três meses para que houvesse diversidade, e mostrasse a empresa diferentes momentos de demanda. Cada motivo descrito resultou da soma de todas as paradas que o tiveram como atividade principal, ou seja, a parada do carrossel é uma junção de diversas paradas com durações variadas que teve como motivo principal a parada do carrossel.



Assim, teve-se um total de 112h e 29min de horas de operação observados e analisados, e as paradas resultaram em 60h e 24min no total de todos os dias coletados.

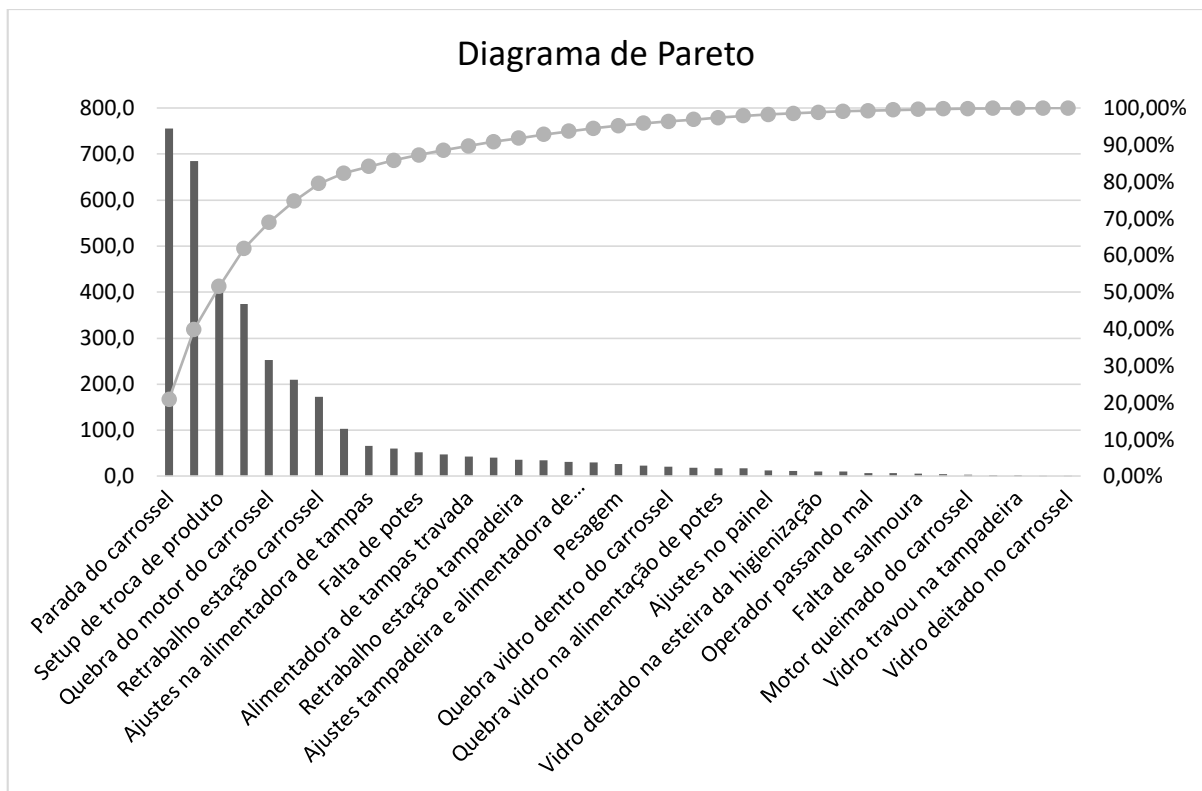
Tabela 1 – Classificação ABC

Classificação ABC					
Duração (h)	Duração (min)	Motivo	%	% acumulada	Tipo
12:35:31	755,52	Parada do carrossel	20,90%	20,90%	A
11:24:37	684,62	Parada da tampadeira	18,94%	39,84%	A
07:03:00	423,00	Setup de troca de produto	11,70%	51,55%	A
06:14:25	374,42	Parada da estação rotulagem-embalagem	10,36%	61,91%	A
04:13:00	253,00	Quebra do motor do carrossel	7,00%	68,91%	A
03:29:47	209,78	Seleção de azeitona	5,80%	74,71%	A
02:52:38	172,63	Retrabalho estação carrossel	4,78%	79,49%	A
01:42:45	102,75	Falta de produto	2,84%	82,33%	B
01:05:45	65,75	Ajustes na alimentadora de tampas	1,82%	84,15%	B
01:00:00	60,00	Problemas com a matéria-prima	1,66%	85,81%	B
00:52:20	52,33	Falta de potes	1,45%	87,26%	B
00:46:54	46,90	Realocar produto entre as balanças	1,30%	88,55%	B
00:42:12	42,20	Alimentadora de tampas travada	1,17%	89,72%	B
00:40:24	40,40	Ajustes no sensor da balança	1,12%	90,84%	B
00:35:47	35,78	Retrabalho estação tampadeira	0,99%	91,83%	B
00:34:55	34,92	Peça caiu do carrossel durante operação	0,97%	92,79%	B
00:30:51	30,85	Ajustes tampadeira e alimentadora de tampas	0,85%	93,65%	B
00:29:53	29,88	Retrabalho estação carrossel e tampadeira	0,83%	94,47%	B
00:26:04	26,07	Pesagem	0,72%	95,20%	C
00:22:35	22,58	Ajustes carrossel	0,62%	95,82%	C
00:20:47	20,78	Quebra vidro dentro do carrossel	0,58%	96,40%	C
00:18:23	18,38	Ajustes iniciais	0,51%	96,90%	C
00:17:40	17,67	Quebra vidro na alimentação de potes	0,49%	97,39%	C
00:16:49	16,82	Problemas no motor da esteira tanque-balança	0,47%	97,86%	C
00:13:03	13,05	Ajustes no painel	0,36%	98,22%	C
00:11:00	11,00	Troca de azeitonas	0,30%	98,52%	C
00:10:19	10,32	Vidro deitado na esteira da higienização	0,29%	98,81%	C
00:09:56	9,93	Vidro deitado na esteira da entrada do carrossel	0,27%	99,08%	C
00:07:04	7,07	Operador passando mal	0,20%	99,28%	C
00:06:53	6,88	Tampas erradas na alimentadora	0,19%	99,47%	C
00:05:43	5,72	Falta de salmoura	0,16%	99,63%	C
00:04:13	4,22	Tampadeira travada	0,12%	99,74%	C
00:03:28	3,47	Motor queimado do carrossel	0,10%	99,84%	C
00:02:00	2,00	Quebra de vidro na est. carrossel e est. tampadeira	0,06%	99,90%	C
00:01:41	1,68	Vidro travou na tampadeira	0,05%	99,94%	C
00:01:31	1,52	Ajustes no sensor da balança e produto	0,04%	99,98%	C
00:00:17	0,28	Vidro deitado no carrossel	0,01%	99,99%	C

Fonte: Aatoria Própria (2019).

A partir da Tabela 1, foi construído o Diagrama de Pareto, apresentado no Gráfico 1, sendo que as barras verticais estão representando os tempos totais de cada parada com seus valores numéricos descritos à esquerda do gráfico. Na mesma representação, temos a Curva ABC, mostrando a porcentagem acumulada de cada parada, sendo seus valores apresentados à direita do gráfico.

Gráfico 1 – Diagrama de Pareto



Fonte: Aatoria Própria (2019).

Foram observados 37 causas de paradas na linha automática, sendo 7 classificadas como tipo A, contudo, algumas paradas que receberam essa classificação tiveram causas pontuais como a quebra do motor do carrrossel, a seleção de azeitonas, e a falta de produto, sendo reclassificadas como tipo B.

Já o *setup* de troca de produto não foi abordado neste trabalho, por se tratar de uma análise que deve ser feita de forma separada e mais detalhada, pois realiza-se atividades e procedimentos diferentes das analisadas nesse estudo, como a limpeza do maquinário e novas regulagens. Assim, um estudo a parte poderia detalhar e analisar mais a fundo cada atividade e formas de otimização das mesmas.

Assim, têm-se que apenas 4 paradas que apresentam 20% das causas, se enquadrando dentro do escopo da pesquisa, e foram estudados em maior profundidade. As paradas tipo B e C foram discutidas com o gerente da produção e propostos planos de ação para sua resolução.

#### **4.4 Mapeamento de Falhas**

Quatro motivos se mostraram críticos, sendo eles: a parada do carrossel, parada da tampadeira, realização de retrabalho na estação de inspeção do carrossel e parada da estação de rotulagem e embalagem.

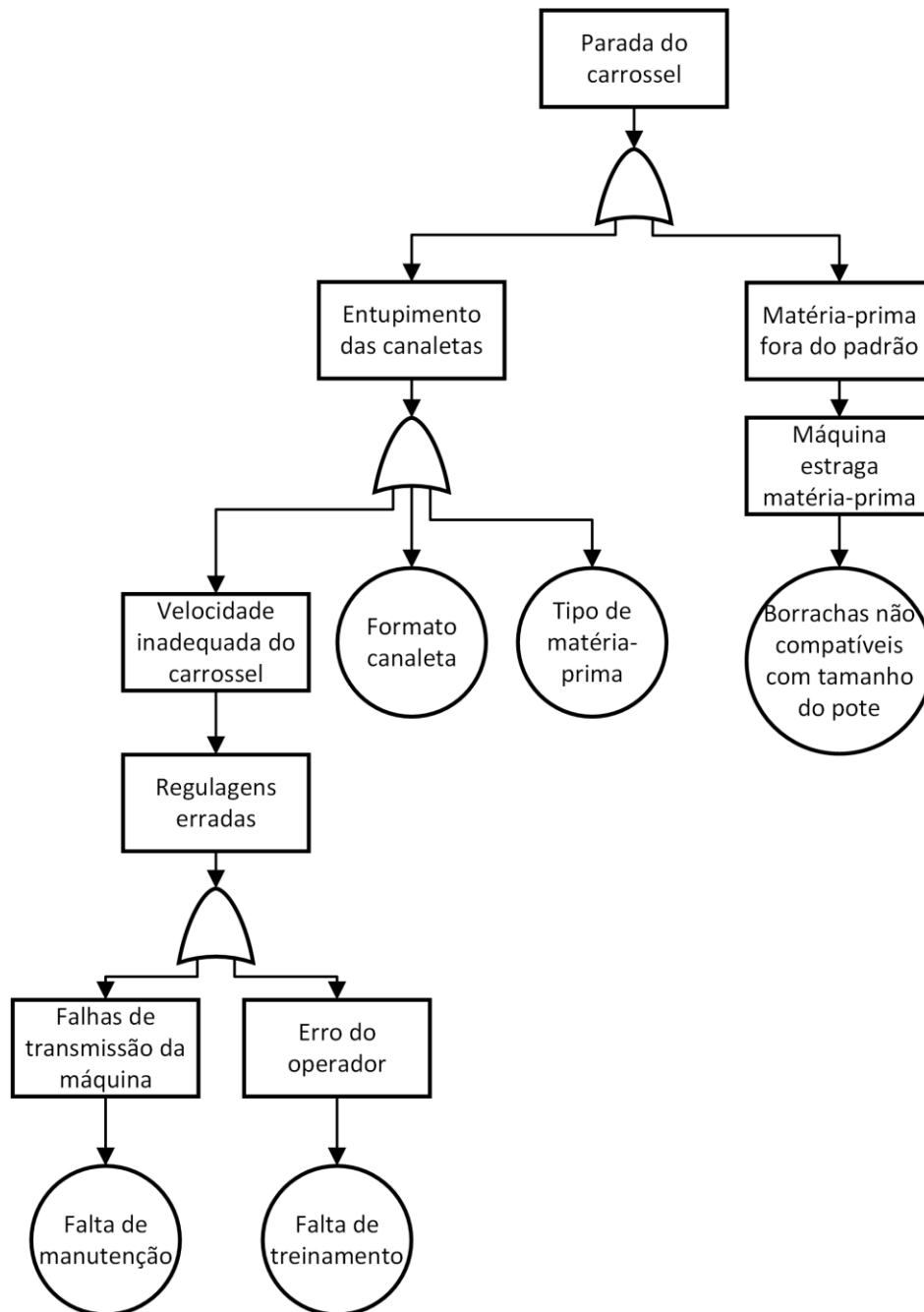
Analisou-se cada parada com auxílio da FTA para investigação de suas causas raízes, além disso, cada uma foi descrita para melhor compreensão das atividades realizadas durante a parada.

##### **4.4.1 Parada do carrossel**

A parada do carrossel consiste em duas atividades principais, desentupir as canaletas que levam a matéria-prima das balanças para os vidros, e a seleção da matéria-prima que cai no carrossel durante o envase que as danifica, as deixando fora do padrão pretendido pela empresa, além de prejudicar o andamento do processo já que causa obstruções entre a máquina e os potes.

As causas dessas duas atividades foram discutidas com o gerente, e juntamente com a observação do processo, resultou na FTA mostrada na Figura 2.

Figura 2 – FTA da parada do carrossel



Fonte: Autoria Própria (2019).

Assim, a parada do carrossel é causada por dois problemas: o entupimento das canaletas e a matéria-prima fora do padrão. A primeira é consequência da velocidade inadequada do carrossel, causada por regulagens erradas, que por sua vez são reflexo de erro do operador ao realizá-las, sendo reflexo da falta de treinamento, ou problemas na própria máquina, que podem ser causados pela falta de manutenção, já que não são realizadas manutenções periódicas apenas corretivas. O formato da canaleta é outro fator que causa o entupimento, esse não permite uma descida

controlada. E, por fim, o tipo de matéria-prima, já que alguns tipos de azeitona, como a fatiada, aderem as paredes da canaleta gerando o seu acúmulo.

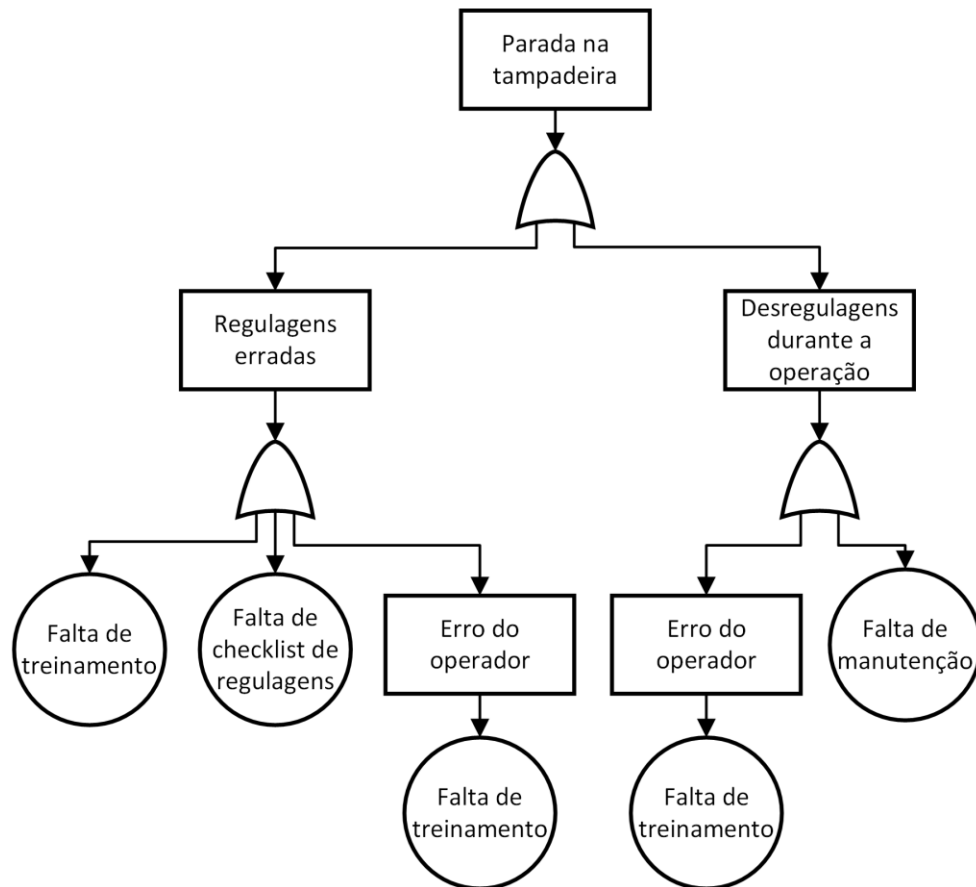
Já a segunda, é reflexo das matérias-primas fora do padrão, que são danificadas durante a operação do carrossel, já que por causa das borrachas incompatíveis com o tamanho do pote, há vazamentos para a parte inferior do carrossel, que quando esse entra em operação e começa a girar danifica os produtos, gerando tanto dano a eles, como possível quebra de potes, já que também obstruem o local dos potes.

Portanto, as causas raízes da parada do carrossel são a falta de manutenção da máquina, a falta de treinamento do operador, o formato da canaleta de envase, o tipo da matéria-prima (que tem influência em sua aderência nas paredes da canaleta), e as borrachas entre as canaletas e os potes que não são adequadas, já que é usado um único tamanho para todos os potes, gerando o escape e caindo dentro do carrossel o que leva ao esmagamento pela máquina e possível obstrução dos lugares dos potes.

#### **4.4.2 Parada da tampadeira**

As paradas na tampadeira eram pedidas quando a colaboradora responsável pela inspeção pós-tampagem percebia um grande número de potes fora da conformidade saindo da máquina. A partir da observação das atividades dessa parada, e conversa com o gerente e o operador para melhor entendimento, fez-se a FTA mostrada na Figura 3.

Figura 3 – FTA da parada da tampadeira.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Assim, a parada da tampadeira é uma consequência de duas causas: as regulagens erradas, que podem ser um reflexo da falta de treinamento do operador, já que em conversa com o gerente foi mencionado que o colaborador havia começado na estação há pouco tempo. Da falta de um *check list* de regulagens, que poderia guiar o operador nos procedimentos e peças que devem ser ajustados a cada troca de potes; ou de um possível erro do operador ao realizar as regulagens, consequência da falta de treinamento.

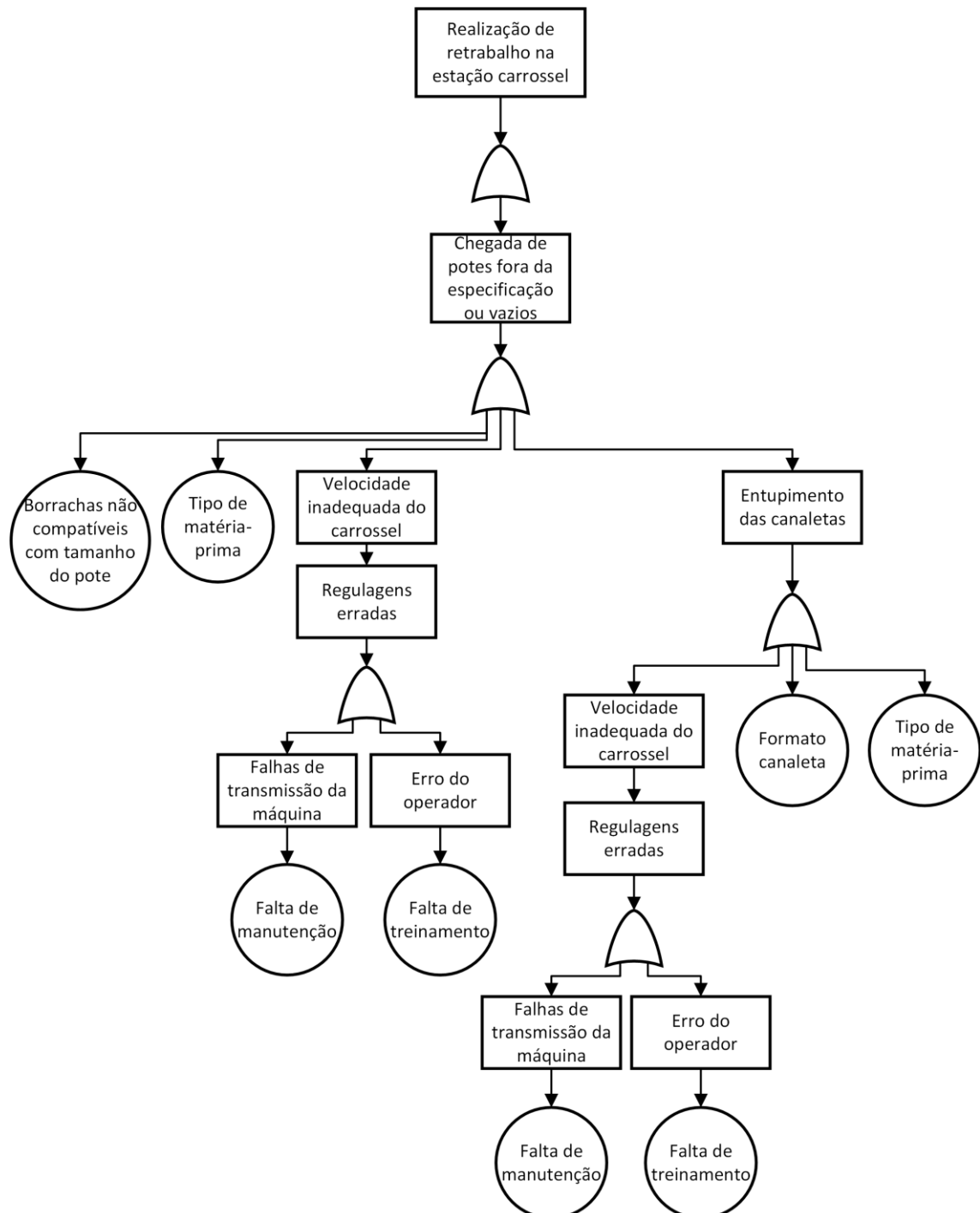
A segunda causa é a desregulagem da máquina durante a operação, que pode ocorrer pela falta de manutenção da máquina, levando-a a operar de forma errada; ou por um erro do operador realizando as regulagens de forma inadequada, sendo reflexo da falta de um treinamento de como realizar as regulagens.

Sendo assim, as regulagens erradas na máquina desencadeiam as paradas para realização dos ajustes, sendo consequência de falta de treinamento do operador, da falta de um *check list* que guie na realização das regulagens necessárias; e, por fim, da falta de manutenção da máquina que resulta em uma operação falha.

#### 4.4.3 Realização de retrabalho na estação de inspeção do carrossel

A parada para a realização de retrabalho na estação de inspeção do carrossel consistia em retirar da linha os potes vazios ou não preenchidos durante o envase. Para cada tarefa foi construído a FTA, com auxílio do gerente da produção, como mostrado na Figura 4.

Figura 4 – FTA da realização de retrabalho na estação de inspeção do carrossel.



Observa-se que o retrabalho na estação de inspeção do carrossel ocorre por dois motivos: a chegada de potes vazios, que é causado pela velocidade inadequada do carrossel, a qual está ligada com regulagens erradas, essas por sua vez, são consequência de falhas na máquina ou erro do operador, que leva a falta de treinamento. Ou também é causada pelo entupimento das canaletas, que como mencionado anteriormente é reflexo da falta de manutenção, falta de treinamento, do formato da canaleta ou do tipo de matéria-prima.

Já a segunda causa são os potes fora da especificação, esses são consequência das borrachas incompatíveis com o tamanho dos potes, o que gera o escape; do tipo de matéria-prima, que está ligada com a obstrução das canaletas levando ao não preenchimento correto dos potes; da velocidade inadequada do carrossel, que como já mencionado é reflexo de falta de manutenção ou da falta de treinamento do operador; e por fim, do entupimento das canaletas, já explicado anteriormente.

Portanto, como causas raízes temos: a falta de manutenção do maquinário; a falta de treinamento do operador para realizar as regulagens; o formato da canaleta que leva ao entupimento; o tipo de matéria-prima que, também, pode obstruir as canaletas; e as borrachas entre as canaletas e os potes serem incompatíveis com os tamanhos dos potes.

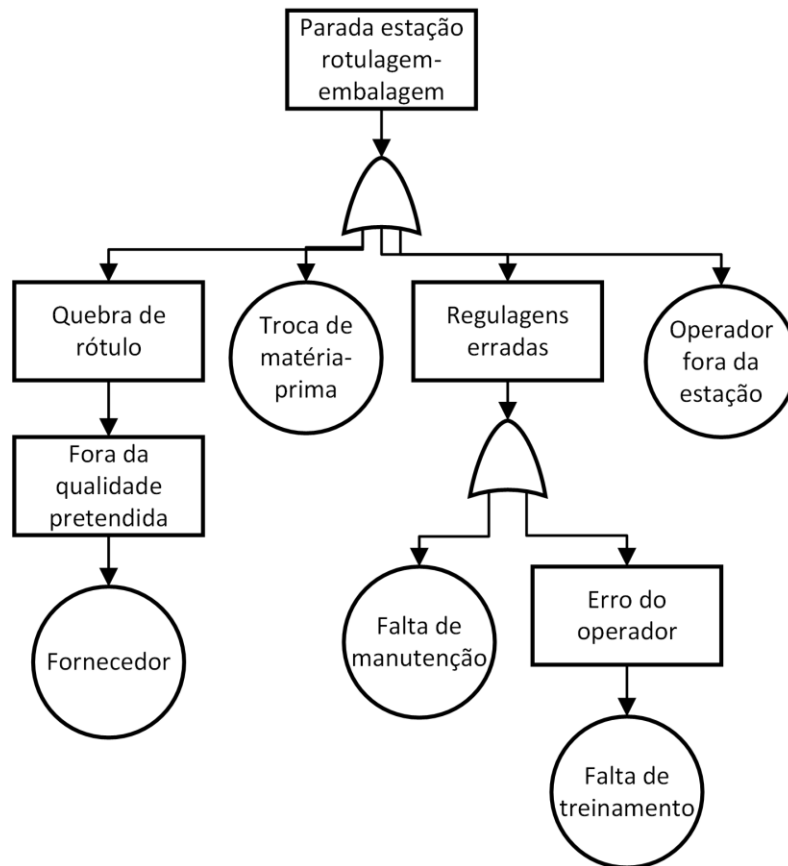
#### **4.4.4 Parada da estação de rotulagem e embalagem**

Paradas da estação de rotulagem e embalagem eram feitas caso haja quebra do *liner* do rótulo, necessitando da nova regulagem do carretel de rótulos na máquina; a troca das matérias-primas da máquina de embalagem; ajustes nas máquinas tanto de rotulagem, quanto na de embalagem; e por fim, pela falta do operador em sua estação, pois com as paradas frequentes da linha, os colaboradores são realocados para as linhas manuais enquanto sua estação está parada evitando a ociosidade do operador.

Essas causas foram analisadas e foi montada a FTA para as paradas da estação de rotulagem e embalagem, mostrado na Figura 5.



Figura 5 – FTA da parada da estação de rotulagem e embalagem.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Assim, nota-se que as paradas dessa estação são consequência de quatro motivos: a quebra do rótulo, que são causadas pela má qualidade dos mesmos, levando então a problemas com o fornecedor. A troca de matéria-prima tanto na máquina de rotulagem quanto na de embalagem, que demanda mais tempo do que o tempo de operação até se formar as filas, gerando então a parada. As regulagens erradas, que são reflexo tanto de um possível erro do operador, consequência da falta de treinamento, quanto da falta de manutenção da máquina que a leva a operar de forma falha. E, por fim, pelo operador ser realocado para outras linhas durante as paradas maiores, gerando atraso no seu retorno, e consequentemente, atrasos na produção, que leva a novas paradas da linha.

Assim, como causas raízes temos: fornecedores de rótulos fora da qualidade pretendida; o tempo de troca de matéria-prima ser alto, podendo ser otimizado; a falta de manutenção do maquinário; a falta de treinamento do operador; e por fim, ser um erro do operador e da supervisão ter falta do colaborador na sua estação.

## 4.5 Planos de Ação

Encontradas as causas raízes de cada parada, usou-se a técnica 5W2H para elaboração dos planos de ação de correção, já que eliminando ou reduzindo as causas raízes, o tempo disponível para operação aumenta, e conseqüentemente a produtividade.

Considerando que algumas causas se repetiram, as principais encontradas foram: as borrachas entre a saída da canaleta e o pote serem incompatíveis com o tamanho do pote, já que é utilizado apenas um tamanho de borracha para diferentes tamanhos de potes. A falta de um *check list* com instruções e procedimentos para garantir a regulagem de todos os componentes de forma correta. A falta de manutenção do maquinário da fábrica, já que não há planos de manutenção preventiva, sendo realizado só a corretiva.

A falta de treinamento dos colaboradores, sendo alguns novos na função e não receberam as instruções de trabalho completa, e outros veteranos que podem não ter recebido instruções iniciais corretas e nem o reforço das mesmas. O formato das canaletas do carrossel, que não proporcionam um escoamento na velocidade correta que evitaria a obstrução das mesmas. O fornecedor não cumprir com o padrão de qualidade pretendido pela empresa.

O operador não estar em sua estação, gerando filas e conseqüentemente as paradas, contudo sendo facilmente corrigido através de uma maior supervisão, e de treinamento para reforçar suas responsabilidades. O tipo de matéria-prima processada, que ao aderir nas paredes das canaletas causa sua obstrução. E, por fim, a troca de matéria-prima, que por demorar mais tempo forma filas que levam as paradas.

Como observou-se causas com soluções em comum, seus planos de ação foram unidos gerando um mais abrangente, porém com o mesmo propósito. Já para os motivos sem conexão, foram elaborados planos de ação individuais.

### 4.5.1 Plano de aquisição de novas borrachas do carrossel de envase

Para as borrachas não compatíveis com os potes elaborou-se o seguinte plano de ação, com base na técnica 5W2H:

*WHAT* (o que será feito?): Primeiramente será feito um contato com o fabricante do carrossel de envase para assistência quanto aos tipo, tamanhos e formatos mais adequados para o modelo da fábrica, em seguida será feita a cotação de preços e prazos com diferentes fornecedores, e por fim, será feito a compra das borrachas.

*WHY* (porque será feito?): O propósito é a diminuição dos tempos de paradas da linha que gera baixa produtividade, já que tempos significativos são gastos para lidar com as consequências das borrachas fora do padrão.

*WHO* (quem será o responsável?): Como a empresa não conta com um departamento de compras específico, o gerente de produção, juntamente com a gerente administrativa e o proprietário serão responsáveis pelas etapas do plano de ação.

*WHEN* (quando será feito?): O prazo dado para solicitação das peças foi de 2 semanas, não incluindo o tempo de chegada pois haverá negociações de prazos e preços durante a cotação.

*WHERE* (onde será feito?): A realização de todos os contatos e negociações serão realizadas pelo departamento de produção, com auxílio do administrativo.

*HOW* (as etapas a serem cumpridas): Primeiramente será realizado o contato com o fabricante do carrossel de envase; em seguida, as cotações de preços e prazos; seguindo para reuniões de aprovação dos orçamentos cotados; por fim, solicitação ao fornecedor escolhido das peças.

*HOW MUCH* (quanto custa?): Como o plano inclui a cotação de preços, os valores estipulados para o presente plano de ação foram estimativas dos preços de venda, buscando valores abaixo deste.

#### **4.5.2 Plano de treinamento dos colaboradores**

Para as causas de falta de treinamento e operador fora de sua estação, foi proposto apenas um plano de ação, já que as causas são semelhantes. O plano foi elaborado da maneira a seguir:

*WHAT* (o que será feito?): Elaboração de um plano de treinamento periódico com os colaboradores da fábrica, e em especial, com os operadores do maquinário da linha automática.

*WHY* (porque será feito?): Será realizado para diminuição dos tempos de paradas da linha, e conseqüentemente, o aumento da produtividade da empresa.

*WHO* (quem será o responsável?): Para a realização dos treinamentos, foi sugerido a coordenação do setor de recursos humanos, para definição de frequência e dos participantes; e para a realização o departamento da produção, que fará a abordagem técnica e das instruções de cada estação de operação.

*WHEN* (quando será feito?): Como observou-se ser um erro recorrente e causador de outras paradas, os treinamentos serão feitos de forma periódica, tanto para revisão e reforço dos operadores veteranos, quanto para os colaboradores novatos que ingressarem na instituição, sendo discutido com o departamento de recursos humanos as melhores formas e intervalos de tempo para a realização dos treinamentos.

*WHERE* (onde será feito?): Será realizado na produção.

*HOW* (as etapas a serem cumpridas): Primeiramente será discutido e planejado, juntamente com o departamento de recursos humanos, o conteúdo e a frequência de cada treinamento; em seguida será definido quem deverá participar de quais treinamentos; por fim, será definido uma forma de obter feedback dos colaboradores de como foi, e como pode ser melhorado o treinamento realizado para que os próximos sejam aperfeiçoados.

*HOW MUCH* (quanto custa?): Sabendo que se trata de um procedimento interno, os possíveis custos levantados seriam matérias de apoio, custo de tempo dos colaboradores para realização dos treinamentos, e possível contratação de consultor externo ou técnico do fabricante para melhores instruções.

#### **4.5.3 Plano de manutenção**

Como se notou que a falta de manutenção, e a ausência de um *check list* de regulagens influencia nas paradas da linha automática, elaborou-se um único plano de ação para resolução das duas causas, já que ao se elaborar um plano de manutenção pode-se já incluir nele os *check list* de regulagens. Sendo assim, o plano de ação para resolução foi elaborado da seguinte forma:

*WHAT* (o que será feito?): Estudo e elaboração de um plano de manutenção preventiva para o maquinário da linha automática de envase, com auxílio de um técnico em manutenção ou engenheiro mecânico.

*WHY* (porque será feito?): O plano se mostra importante, pois grande parte de todas as paradas registradas tem a falha mecânica da máquina como causa, levando ao problema de não haver manutenções preventivas na empresa, gerando gastos com

corretivas e consertos rápidos. Além disso, foi notado que diversos outros problemas com as demais máquinas também seriam amenizados ou resolvidos com um plano de manutenção e de cuidados mais elaborados e detalhados para ser seguido.

*WHO* (quem será o responsável?): Como a empresa não conta com um responsável pela manutenção em seu quadro de funcionários, será necessário a contratação de um, que juntamente com o setor de produção e de qualidade, realizara a elaborações dos planos.

*WHEN* (quando será feito?): Por se tratar de uma solução de que exige maior planejamento e mudanças internas na empresa, foi sugerido uma implementação de longo prazo, ou seja, gradual porém com todas as etapas necessárias para que se alcance um plano factível, e que seja realmente seguido por todos.

*WHERE* (onde será feito?): Será realizado no setor de produção, contando com apoio da administração e recursos humanos.

*HOW* (as etapas a serem cumpridas): Primeiramente seria necessário a contratação de um técnico em manutenção, ou alguém com experiência e formação na área; em seguida, juntamente com os setores de apoio a produção, e o administrativo, seriam elaborados os planos de manutenção de cada máquina presente na produção, detalhando procedimentos, responsáveis, recursos, e frequência. Por fim, seria com todos os dados levantados, e com os planejamentos finalizados, seria colocado em prática, e junto um sistema de controle para acompanhamento das atividades, recursos, e todos os envolvidos. Além disso, durante a elaboração, seria levantado os pontos para o *check list* de regulagens, sendo usando tanto nos treinamentos, quanto em procedimentos criados para o plano.

*HOW MUCH* (quanto custa?): Foram levantados os possíveis custos envolvidos, sendo eles gastos com mão de obra especializada, aquisição de recursos, gastos com treinamentos, e consultorias com fabricantes ou outros profissionais da área.

#### **4.5.4 Plano de estudo de melhoria do maquinário**

Como houve causas relacionadas ao formato das máquinas, e do processamento dos matérias-primas, sendo elas o formato da canaleta que liga as balanças aos potes, e os tipos de produtos que são envasados, ambos causando obstruções seja pela aderência, velocidade de escoamento, ou formato; elaborou-se um plano de ação para sua resolução, sendo ele voltado para inovações e melhorias

que poderiam ser feitas. O plano, então, seguindo a ferramenta do 5W2H, ficou da seguinte maneira:

*WHAT* (o que será feito?): Estudos voltados para melhorias no maquinário e na forma de processamento, visando formas mais eficientes para que não haja a obstrução das canaletas durante o envase.

*WHY* (porque será feito?): Esses estudos são uma forma de otimizar o processo para redução dos tempos de paradas, focando em formas de processamento que permita o escoamento da matéria-prima de forma não turbulenta.

*WHO* (quem será o responsável?): Como se trata de estudos de melhorias fora da alçada dos funcionários da empresa, recomendou-se a contratação de uma consultoria para avaliação e realização dos estudos, com o apoio do setor de produção, e também dos fabricantes para encontrar melhorias.

*WHEN* (quando será feito?): Já que se trata de estudos de melhorias, não foram sugeridos prazos, apenas após as discussões com o pessoal especializado seja levantado os tempos e prazos das atividades.

*WHERE* (onde será feito?): Será realizado no setor de produção, com apoio de consultoria externa.

*HOW* (as etapas a serem cumpridas): Por não ser planejado um processo interno, as etapas para os estudos seriam definidas juntamente com a consultoria, porém como etapas internas teríamos: pesquisas de *benchmarking* com outras empresas para sugestões de consultores; levantamento de orçamentos; e por fim, início da consultoria e dos estudos.

*HOW MUCH* (quanto custa?): Como se trata de um projeto de estudos de melhorias, e de longo prazo tanto para implementação, quanto de planejamento, os custos seriam levantados após a contratação dos terceiros.

#### **4.5.5 Plano de análise dos fornecedores**

As causas relacionadas a qualidade da matéria-prima levaram a questionamentos quanto aos fornecedores e as exigências feitas a eles. Assim, foi elaborado um plano de ação para uma análise dos atuais fornecedores, e possíveis novos, além da criação de parâmetros de qualidade para que um fornecedor seja contratado, evitando futuros problemas. O plano se encontra detalhado abaixo.

*WHAT* (o que será feito?): Análise dos fornecedores atuais, e criação de parâmetros de qualidade a serem seguidos tanto pelos atuais, quanto para os futuros; além de levantamento dos possíveis novos.

*WHY* (porque será feito?): Como o problema com fornecedores não se encontra apenas em um tipo de matéria-prima, sendo observado em outras, gerando impacto nos tempos de trocas e conseqüentemente na produtividade, viu-se a necessidade de análise dos mesmos para evitar problemas futuros.

*WHO* (quem será o responsável?): Os responsáveis pela criação dos parâmetros será o setor de produção aliado ao setor de qualidade; já os departamentos administrativo ficara com a pesquisa de novos fornecedores, juntamente com o contato com os atuais para negociações.

*WHEN* (quando será feito?): Como prazos, sugeriu-se três meses para realização de todos os levantamentos de todos os departamentos envolvidos, seguindo para um prazo de dois meses para negociações e implementações dos parâmetros.

*WHERE* (onde será feito?): Por envolver diversos departamentos, será realizado por toda empresa.

*HOW* (as etapas a serem cumpridas): Primeiramente será realizado os levantamentos, tanto dos parâmetros de qualidade, quanto dos fornecedores atuais e possíveis novos; em seguida, será realizada as negociações e busca por parcerias que estejam dispostos a seguir as exigências de qualidade; por fim, tem-se o estabelecimento das parcerias.

*HOW MUCH* (quanto custa?): Como custos, foram levantados apenas o gasto com a mão de obra, já que por se tratar de negociações, não utilizaria muitos recursos físico, apenas transportes caso necessário.

#### **4.5.6 Plano de otimização de tempos**

Como notado durante o mapeamento, os tempos de trocas de matérias-primas, e até mesmo de regulagens, excedem o ideal, assim, foi elaborado um plano de ação de otimização de tempos, que ataca a causa raiz encontrada e também a redução e otimização de outros tempos da linha automática de envase. O plano se encontra detalhado abaixo:

*WHAT* (o que será feito?): Estudo de tempos da linha, tanto dos processos quanto dos procedimentos de trocas realizadas durante a operação.

*WHY* (porque será feito?): O propósito desses estudos é a redução dos tempos de paradas, e definição de um ritmo para produção.

*WHO* (quem será o responsável?): Equipe de produção será a responsável.

*WHEN* (quando será feito?): Por se tratar de um estudo, a definição de prazos será realizada após a definição da ferramenta que será aplicada.

*WHERE* (onde será feito?): Será realizado no setor de produção.

*HOW* (as etapas a serem cumpridas): Primeiramente será feito uma pesquisa das ferramentas e métodos que possam ser aplicados para a otimização dos tempos de paradas, e para definição do ritmo de produção, como o VSM (*Value Streaming Mapping* ou Mapeamento de Fluxo de Valores). Após definido a técnica a ser utilizada, será feito um planejamento para implementação da mesma, considerando a coleta de dados, análise e demais etapas necessárias; por fim, com os resultados, serão propostas soluções e formas de otimização.

*HOW MUCH* (quanto custa?): Os custos levantados se referem apenas a mão de obra na parte inicial, caso o método escolhido necessite de outros recursos, esses serão cotados e discutidos com a gerencia para sua captação.

#### **4.6 Análise de Produtividade**

Como a pesquisa foi realizada com o propósito de aumentar a produtividade, realizou-se juntamente com o levantamento dos tempos de paradas, a coleta das quantidades produzidas nos dias de operação.

Com dados financeiros, a empresa é capaz de quantificar quanto está deixando de ganhar em cada parada, contudo, como foi solicitado sigilo financeiro, este trabalho irá apenas analisar a produtividade em relação a quantidade produzida, e qual será o impacto caso sejam solucionadas as paradas críticas.

Em cada dia de coleta de dados fez-se o levantamento dos tempos de parada e seus motivos, do tempo real de operação obtido a partir do tempo total de operação da linha subtraindo os tempos de paradas, e as quantidades produzidas em cada dia.

Com o tempo real de operação e a quantidade produzida, foi possível calcular a produção média de potes por minuto em cada dia, assim como também calculou-se a quantidade que poderia ter sido produzida durante as paradas, já que com a quantidade de potes por minuto e a quantidade em minutos que a linha ficou parada, projetou-se quanto teria sido produzido segundo o ritmo daquele dia.



Os dados referentes a produtividade foram compilados e são apresentados na Tabela 2, na qual temos os dias de coleta, o tempo real de operação em horas e em minutos, a quantidade produzida, e a média de potes por minuto.

Tabela 2 – Produtividade da empresa

<b>Data</b>	<b>Tempo real de operação (hr)</b>	<b>Tempo real de operação (min)</b>	<b>Produção total (potes)</b>	<b>Média de potes por minuto</b>
17/01/2019	04:58:37	298,62	15626	52,33
18/01/2019	00:41:04	41,07	2135	51,99
18/01/2019	02:13:55	133,92	3240	24,19
21/01/2019	00:32:10	32,17	1450	45,08
21/01/2019	01:05:45	65,75	8342	126,87
22/01/2019	02:19:55	139,92	8674	61,99
24/01/2019	02:51:04	171,07	9337	54,58
25/01/2019	01:47:28	107,47	5208	48,46
28/01/2019	03:15:37	195,62	9132	46,68
30/01/2019	01:59:59	119,98	6683	55,70
30/01/2019	01:30:46	90,77	4682	51,58
31/01/2019	01:06:26	66,43	3246	48,86
31/01/2019	00:11:29	11,48	382	33,27
04/02/2019	02:06:44	126,73	7822	61,72
04/02/2019	01:27:19	87,32	5588	64,00
07/02/2019	03:43:29	223,48	11704	52,37
08/02/2019	01:10:14	70,23	3216	45,79
11/02/2019	00:39:55	39,92	1940	48,60
11/02/2019	01:03:28	63,47	2720	42,86
14/02/2019	00:51:43	51,72	2559	49,48
14/02/2019	01:07:25	67,42	3591	53,27
15/02/2019	00:53:32	53,53	2820	52,68
15/02/2019	00:40:12	40,20	2186	54,38
18/02/2019	01:29:02	89,03	5141	57,74
18/02/2019	01:33:50	93,83	5790	61,71
07/03/2019	04:07:58	247,97	12235	49,34
08/03/2019	02:15:26	135,43	8602	63,51
15/03/2019	01:37:23	97,38	8054	82,70
19/03/2019	03:00:31	180,52	9610	53,24

Fonte: Autoria Própria (2019)

Durante o período de estudos, nota-se que a empresa produziu 171.715 potes de diferentes gramaturas, e operou por 52h e 22min, levando a uma média de produção de 54 potes por minutos. Sendo que a linha possui capacidade de operação de até 85 potes por minutos, a média de produção geral ficou abaixo, assim, ganha-se em produtividade caso seja solucionado as paradas.

Também foram feitas análises quanto aos tempos de paradas, a partir delas e da média de produção de potes por minuto diária, foi feito uma projeção de quantos potes teriam sido produzidos caso tivesse se mantido o ritmo de operação daquele dia. Esses dados são apresentados na Tabela 3, que mostra a data da coleta de dados, os tempos de paradas em horas e minutos, a média de produção de potes por minuto diária, e a quantidade projetada que teria sido produzida.

Tabela 3 – Projeção de produção nos tempos de paradas

<b>Data</b>	<b>Tempo de paradas (hr)</b>	<b>Tempo de paradas (min)</b>	<b>Média de potes por minuto</b>	<b>Quantidade projetada (potes)</b>
17/01/2019	02:09:23	129,38	52,33	6770
18/01/2019	00:45:56	45,93	51,99	2388
18/01/2019	00:29:05	29,08	24,19	703
21/01/2019	00:56:50	56,83	45,08	2561
21/01/2019	00:54:15	54,25	126,87	6882
22/01/2019	02:27:05	147,08	61,99	9118
24/01/2019	03:31:56	211,93	54,58	11567
25/01/2019	01:38:32	98,53	48,46	4775
28/01/2019	03:16:23	196,38	46,68	9167
30/01/2019	01:31:01	91,02	55,70	5069
30/01/2019	00:44:14	44,23	51,58	2281
31/01/2019	02:15:34	135,57	48,86	6623
31/01/2019	00:09:31	9,52	33,27	316
04/02/2019	01:18:16	78,27	61,72	4830
04/02/2019	00:54:41	54,68	64,00	3499
07/02/2019	02:05:31	125,52	52,37	6573
08/02/2019	04:18:46	258,77	45,79	11848
11/02/2019	00:57:05	57,08	48,60	2774
11/02/2019	01:51:32	111,53	42,86	4780
14/02/2019	01:35:17	95,28	49,48	4714
14/02/2019	01:39:35	99,58	53,27	5304
15/02/2019	00:40:28	40,47	52,68	2131
15/02/2019	00:23:48	23,80	54,38	1294
18/02/2019	00:46:58	46,97	57,74	2711
18/02/2019	02:33:10	153,17	61,71	9451
07/03/2019	02:52:02	172,03	49,34	8488
08/03/2019	01:38:34	98,57	63,51	6260
15/03/2019	02:46:37	166,62	82,70	13779
19/03/2019	01:56:29	116,48	53,24	6201

Fonte: Autoria Própria (2019)

Observando os dados das paradas temos 49h e 8min que a linha não operou, a não produção projetada de 162.857 potes, levando a uma média de perca de 55

potes por minutos. Ou seja, a média de perda de produção se mostrou um pouco maior do que a média de produção real, evidenciando que a empresa está perdendo em produtividade, e também a oportunidade de aumento para se atingir e operar em sua capacidade de 85 potes por minuto.

Com base na projeção de produção de potes por minutos durante as paradas não programadas da linha, fez-se uma análise de quanto seria produzido em cada parada crítica mapeada, e assim, projetar o aumento de produtividade caso a empresa aplique os planos de ação propostos.

A partir das durações totais das paradas críticas mapeadas, sendo elas a parada do carrossel, a parada da tampadeira, a parada para retrabalho na estação de inspeção do carrossel, e a parada da estação e rotulagem e embalagem; juntamente com a projeção de produção média de potes por minutos durante as paradas, de 55, montou-se a projeção de produção mostrada na Tabela 4.

Tabela 4 – Projeção de produção para as paradas críticas

<b>Motivo</b>	<b>Duração (h)</b>	<b>Duração (min)</b>	<b>Projeção de produção (potes)</b>
Parada do carrossel	12:35:31	755,52	41727
Parada da tampadeira	11:24:37	684,62	3781
Parada da estação rotulagem-embalagem	06:14:25	374,42	20679
Retrabalho estação carrossel	02:52:38	172,63	9534

Fonte: Autoria Própria (2019)

Podemos notar que, caso a empresa opte por aplicar os planos de ação propostos visando reduzir ou eliminar as paradas, terá um ganho em produtividade, já que otimizando os tempos tem-se a projeção de aumento em 109.725,14 potes, ou seja, um aumento de 64% na produção.

Caso optem por resolver apenas uma das paradas críticas, os aumentos de produtividades foram listados na Tabela 5, juntamente com os aumentos para a resolução das demais paradas do tipo B e C que não foram abordadas neste trabalho, porém foram discutidos e analisados internamente.

Tabela 5 – Projeções de aumento de produtividade

<b>Motivo</b>	<b>Duração (h)</b>	<b>Duração (min)</b>	<b>Projeção de produção (potes)</b>	<b>Projeção de aumento (%)</b>
Parada do carrossel	12:35:31	755,52	41727	24%
Parada da tampadeira	11:24:37	684,62	37811	22%
Parada da estação de rotulagem e embalagem	06:14:25	374,42	20679	12%
Retrabalho estação de inspeção do carrossel	02:52:38	172,63	9534	6%
Paradas tipo B	09:27:50	567,83	31361	18%
Paradas tipo C	02:53:22	173,37	9575	6%

Fonte: Autoria Própria (2019)

Portanto, as paradas observadas na linha de envase automática prejudicam de forma significativa a produtividade da empresa estudada, contudo, todas possuem formas de minimização ou eliminação, o que leva a projeções otimistas de aumento de produtividade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Conclusão do trabalho

O trabalho constituiu de um estudo de caso em uma indústria de conservas que apresentava problemas com tempos excessivos de paradas não programadas em sua linha automática de envase, não sendo expandido para as outras linhas e processos realizados na fábrica, nem aos demais departamentos. Aplicou-se, então, um mapeamento de falhas com o uso da técnica da FTA para investigação das causas raízes das paradas que geram maior impacto na produtividade da empresa.

Durante a realização do estudo notou-se que de três meses de observações, foram 112h e 29min de operação, dos quais 60h e 24min foram apenas das paradas, o que representa 53% do tempo total de operação, sendo 33h e 07min do tempo parado apenas das paradas críticas analisadas.

Com números tão expressivos, é mais que notável a necessidade de redução e até eliminação das causas dessas paradas, assim, com os planos de ação propostos, eliminando-se as paradas críticas, a empresa terá um aumento de 64% na quantidade produzida.

A partir dos dados obtidos pelas FTA, foram levantadas as principais causas raízes, que foram discutidas e analisadas durante a elaboração dos planos de ação para correção das mesmas. Cada plano foi elaborado com o intuito de reduzir as paradas, e conseqüentemente, aumentar da produtividade, atacando de forma pontual cada evento, e deixando em aberto estudos e análises de problemas não somente percebidos na linha automática, mas na fábrica como um todo.

Gerando impacto, então, não somente na produtividade da linha automática, como abordado nesta pesquisa, mas nas demais linhas e processos da empresa, como, por exemplo, o plano de manutenção, que primeiramente atacaria apenas o maquinário da linha estudada, podendo ser expandido para os outros equipamentos.

Portanto, o mapeamento das paradas é apenas um começo de diversas melhorias, já que ao identificar os pontos que impediam uma produção contínua, e propor formas de elimina-los ou reduzir seu impacto, os processos irão fluir de uma nova forma, evidenciando novos problemas e novos pontos de melhoria.

## 5.2 Trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, propõe-se a implementação das melhorias propostas, juntamente com formas de controle para acompanhamento dos tempos, já que a empresa em questão não possui, e levantamento de dados para fundamentação de outros estudos e melhorias futuras.

Há também o estudo dos tempos de *setup* de início de fabricação e de *setup* de troca de produtos, que apresentam números expressivos, necessitando ser analisado e investigado de forma minuciosa suas causas para sua redução e otimização, já que por se tratar de atividades diferentes, não entram no escopo deste trabalho.

Além disso, há a possibilidade da realização do estudo de tempos e ritmo para a produção, não apenas na linha automática, que foi o foco deste trabalho, mas também para os demais processos, buscando o balanceamento da linha de produção e definição dos tempos e movimentos em cada estação, e de cada máquina.

## REFERÊNCIAS

ABECASSIS, Zachary A.; MCELROY, Lisa M.; PATEL, Ronak M.; KHORZAD, Rebeca; CARROLL, Charles; MEHROTRA, Sanjay. **Applying fault tree analysis to the prevention of wrong-site surgery**. Journal of Surgical Research, V. 193, P. 88–94, 2015.

ABIA. **Industria de alimentos fecha 2018 com aumento de 2,08% em faturamento. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos. 2019**. Disponível em: <[https://www.abia.org.br/vsn/tmp\\_2.aspx?id=393](https://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=393)>. Acesso em: 25 jun 2019.

ALCOFORADO, Ana Caroline; LIMA, Luiz Rogério de Andrade; ÁVILA FILHO, Salvador. **Análise da integração entre as ferramentas FMEA e FTA no processo de britagem de urânio**. In. Congresso Brasileiro de Engenharia de produção, N. 7, Ponta Grossa – PR, 2017.

ALMEIDA, Dagoberto Alves de; LEAL, Fabiano; PINHO, Alexandre Ferreira; FAGUNDES, Liliane Dolores. **Gestão do Conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação**. In. Revista Produção, v. 15, n. 1, p. 171-188, 2006.

ARAÚJO, Luís Otávio Cocito de; GRILLO, Leonardo Melhorato; SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de; MELHADO, Sílvio Burrattino. **O microplanejamento do serviço de concretagem: análise e aplicabilidade das ferramentas da qualidade**. Anais.. Fortaleza: Antac, 2001.

ARAÚJO, André Luiz Santos. **Gestão da qualidade: implantação das ferramentas 5S e 5W2H como plano de ação no setor de oficina em uma empresa de automóveis na cidade de João Pessoa – PB**. 2017. 57 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

DATZ, Danielle; MELO, André Cristiano Silva; FERNANDES, Elton. **Mapeamento de processos como instrumento de apoio à implementação do**

**custeio baseado em atividades nas organizações.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Florianópolis, 2004.

FAGUNDES, Liliane Dolores. **Mapeamento de falhas em concessionária do setor elétrico: Gestão do Conhecimento auxiliando a Gestão da Manutenção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2005.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de Pesquisa.** 1ª ed. Porto Alegre. Editora da UFRGS, 2009.

GEUM, Youngjung; SEOL, Hyeonju; LEE, Sungjoo; PARK, Yongtae. **Application of fault tree analysis to the service process: service tree analysis approach.** Journal of Service Management, Vol. 20 Issue: 4, pp.433-454, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GROSBELLI, Andressa Carla. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira - PR, 2014.

HYUN, Ki-Chang; MIN, Sangyoon; CHOI, Hangseok; PARK, Jeongjun; LEE, In-Mo. **Risk analysis using fault-tree analysis (FTA) and analytic hierarchy process (AHP) applicable to shield TBM tunnels.** Tunnelling and Underground Space Technology, Vol. 49, No. 1, pp.121–129, 2015.

KABIR, Sohag; WALKER, Martin; PAPADOPOULOS, Yiannis; RUDE, Erich. **Fuzzy temporal fault tree analysis of dynamic systems.** International Journal of Approximate Reasoning. n. 77, p. 20–37, 2016.



KABIR, Sohag. **An overview of fault tree analysis and its application in model based dependability analysis**. Expert Systems with Applications. n. 77, p. 114 –135, 2017.

LEAL, Fabiano; PINHO, Alexandre Ferreira de; CORRÊA, Karlos Eduardo Souza. **Análise comparativa de técnicas de mapeamento de processo aplicadas a uma célula de manufatura**. In: SIMPEP, n. 10, 2003, Bauru – SP. Anais.

LISBÔA, Maria da Graça Portela; GODOY, Leoni Pentiado. **Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia**. In. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering (IJIE), v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012.

LIU, Pei; YANG, Lixing; GAO, Ziyou; LI, Shukai; GAO, Yuan. **Fault tree analysis combined with quantitative analysis for high-speed railway accidents**. Safety Science. n. 79, p. 344 – 357, 2015.

OLIVEIRA, Ualison Rébula; MARINS, Fernando Augusto Silva; ROCHA, Henrique Martins. **Procedimento integrado para mapeamento de falhas em manufatura: um estudo empírico em uma montadora de pneus**. In: SIMPOI, São Paulo, 2012. Anais... São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, Ualison Rébula; PAIVA, Emerson José de; ALMEIDA, Dagoberto Alves de. **Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas**. Revista Produção, São Paulo, Vol. 20, n. 1 p. 77 - 91, 2010.

PEETERS, J. F. W.; BASTEN, R. J. I.; TINGA, T. **Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in a recursive manner**. Reliability Engineering & System Safety, n. 172; p. 36 – 44, 2018.

RAUSAND, Marvin; OIEN, Knut. **The basic concepts of failure analysis**. Reliability Engineering and System Safety, n. 53, p. 73-83, 1996.

REIS, Lucas Vinicius; SILVA, Andre Luiz Emmel; CORBELLINI, Raissa Hickmann; RABUSKE, Francini Betina. **O uso das ferramentas Brainstorming e 5W2H no planejamento de combate a incêndio em indústrias de tabaco**. Encontro Nacional de Engenharia de produção, João Pessoa – PB, 2016.

SCHMITT, Jose Claudemir. **Método de análise de falha utilizando a integração das ferramentas DMAIC, RCA, FTA e FMEA**. 2013. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2013.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4<sup>a</sup> ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005.

SUNARYO; HAMKA, Mochamad Aditya. **Safety Risks Assessment on Container Terminal Using Hazard Identification and Risk Assessment and Fault Tree Analysis Methods**. Procedia Engineering, Vol. 194, No. 1, p. 307–314, 2017.

VILLELA, Cristiane da Silva Santos. **Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional**. 2000. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

WHITELEY, Michael; DUNNETT, Sarah; JACKSON, Lisa. **Failure mode and effect analysis, and fault tree analysis of polymer electrolyte membrane fuel cells**. International Journal of Hydrogen Energy, n. 41, p. 1187–1202, 2016.

YAMANE, Alexandre Kenji; SOUZA, Luiz Gonzaga Mariano. **Aplicação do mapeamento de árvore de falha (FTA) para melhoria contínua em uma empresa do setor automobilístico**. In: Encontro Nacional de Engenharia de produção, n. 27, Foz do Iguaçu – PR, 2007.