



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE - FANESE**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**CLEBERSON DE JESUS GOMES**

**DESEMPENHO DE MÁQUINA: estudo de caso em uma linha de  
envase em uma indústria de alimentos no estado de Sergipe**

**ARACAJU**  
**2019**

**CLEBERSON DE JESUS GOMES**

**DESEMPENHO DE MÁQUINA: estudo de caso em uma linha de  
envase em uma indústria de alimentos no estado de Sergipe**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia de Produção da Fanese  
como requisito parcial e obrigatório para a  
obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de  
Produção.

Orientador: Prof. Williams Alves Azevedo

**ARACAJU  
2019**

G6333d GOMES, Cleberson de Jesus

DESEMPENHO DE MÁQUINA: estudo de caso em uma linha de envase em uma indústria de alimentos no estado de Sergipe / Cleberson de Jesus Gomes; Aracaju, 2019. 45p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. Coordenação de Engenharia de Produção.

Orientador(a) : Prof. Esp. Williams Alves Azevedo.

1. OEE 2. Indicadores de Desempenho 3. TPM 4. ...  
658.511.5 (813.7)

Elaborada pela bibliotecária Lícia de Oliveira CRB-5/1255

CLEBERSON DE JESUS GOMES

**Desempenho de Máquina: estudo de caso em uma linha de envase em uma indústria de alimentos no estado de Sergipe**

Monografia apresentada à Coordenação do curso de Engenharia de Produção da FANESE, como requisito parcial e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2019.2.

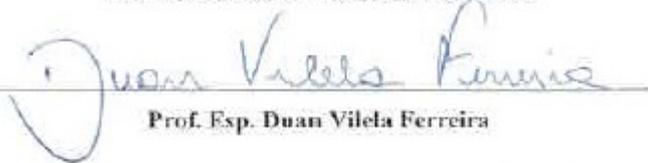
Aprovado (a) com média: 8,5



Prof. Esp. Williams Alves Azevedo



Prof. M. Sc. Bento Francisco dos Santos



Prof. Esp. Duan Vilela Ferreira

Aracaju (SE), 06 de dezembro de 2019.

**“Não quero faca, nem o queijo. Quero a fome.”  
(Adélia Prado)**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e por ter me dado condições físicas e psicológicas e por todas as bênçãos recebidas que me fizeram chegar até aqui.

A minha família, principalmente a minha mãe Denize de Jesus Silva e a minha avó Ana Maria Gomes da Silva, que com seu amor, dedicação e cuidado, fizeram eu me tornar em um cidadão melhor e por todos os ensinamentos transferidos a mim durante essa vida.

Aos meus professores de todas as fases, desde o fundamental até o superior, que transmitiram os seus conhecimentos específicos de forma brilhante e que também me ensinaram muito além da sala de aula.

Aos meus amigos, em particular, ao grupo seletivíssimo chamado hashtag#, que são as pessoas mais maravilhosas, divertidas e que mais me tiram dessa vida corrida de trabalho e faculdade.

Foi graças a todo incentivo que recebi durante estes anos que hoje posso celebrar este passo importante na minha. Obrigado.

## RESUMO

O uso de indicadores de desempenho está cada vez mais comum nas empresas, em particular, o indicador denominado Eficiência Global de Equipamento (OEE), pois permite medir a eficiência global de um equipamento, levando em consideração três áreas, sendo elas, disponibilidade, performance e qualidade. A partir dele, espera-se obter informações relacionado à eficiência do equipamento enchedora, no chão de fábrica, com o intuito de solucionar problemas de baixo desempenho. O presente trabalho teve como finalidade avaliar a máxima eficiência global de uma máquina que compõe a linha de envase de garrafas *pets* de uma empresa do ramo de alimentos de Sergipe. Os resultados mostraram que foi possível identificar deficiências relacionadas ao processo. Após o desenvolvimento de um controle de paradas de máquinas a partir do qual foi possível obter as informações necessárias para análise e avaliação, constatou-se que o OEE do equipamento em análise foi de 44,14% no período em questão, bem abaixo da média considerada pelo Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (JPIM), como sendo *World Class* que é de 60%. No trabalho também foram evidenciadas as maiores perdas de eficiência do equipamento e propostas ações de melhoria para o aumento do seu desempenho.

**Palavras-chave:** OEE. Indicadores de Desempenho. *TPM*.

## **ABSTRACT**

**The use of performance indicators is increasingly common in companies, in particular, the indicator called Global Equipment Efficiency (OEE), it allows measuring the overall efficiency of equipment, considering three areas, they are, availability, performance and quality. From it, it expect it to gain insight into the performance of equipment installed on the shop floor with the of low performance troubleshooting. The present academic work was based on the maximum overall efficiency of a machine that makes up the pet bottle filling line of a food company from Sergipe. The results displayed, which could identify process-related deficiencies. After the development of a machine interruption control from which it was possible to obtain the requested information for analysis and evaluation, verify that the OEE of the equipment under analysis was 44.14% in the period in question, well below the average considered by the Japanese Institute of Plant Maintenance (JPIM), as being world class which is 60%. It is also not possible to highlight the work as greater efficiency of equipment use and improvement actions to increase its performance.**

**Keywords: OEE. Performance indicators. PMS**

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – 5W1H.....	24
Quadro 2 – Variáveis e indicadores da pesquisa .....	29
Quadro 3 – Folha de verificação .....	33
Quadro 4 – Indicador de disponibilidade na máquina enchedora de garrafas <i>pet</i> .....	34
Quadro 5 – Indicador de <i>peformance</i> na máquina enchedora de garrafas <i>pet</i> para diferentes volumes .....	35
Quadro 6 – Indicador de qualidade observados na máquina enchedora de garrafas <i>pet</i>	36
Quadro 7 – Cálculo OEE .....	36
Quadro 8 – Plano de ação .....	37

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Elementos avaliados na eficiência global de equipamentos .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 2 – Gráfico de Pareto .....</b>	<b>23</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Percentual dos tipos de paradas na enchedora.....</b>	<b>31</b>
<b>Gráfico 2 – Gráfico de Pareto - enchedora.....</b>	<b>33</b>

## **LISTA DE TABELAS**

**Tabela 1 – Tempo de parada mensal observados na máquina enchedora de garrafas *pet31***

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	
<b>ABSTRACT</b>	
<b>LISTA DE QUADROS</b>	
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	
<b>LISTA DE TABELAS</b>	
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>17</b>
2.1 Manutenção	17
2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE) – Eficiência Global de Equipamento	18
2.3 Disponibilidade	20
2.3.1 Parada de máquina	20
2.3.2 Setup e regulagens	21
2.4 Performance	21
2.4.1 Pequenas paradas e ociosidade	22
2.5 Qualidade	22
2.5.1 Refugo e retrabalho	23
2.6 Brainstorm	24
2.7 Folha de verificação	24
2.8 Gráfico de Pareto	25
2.9 5W1H	25
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
3.1 Abordagem Metodológica	27
3.2 Caracterização da Pesquisa	27
3.2.1 Quanto aos objetivos ou fins	28
3.2.2 Quanto ao objeto ou meios	28
3.2.3 Quanto ao tratamento dos dados	29
3.3 Instrumentos de Pesquisa	30
3.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa	30
3.5 Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa	30
3.6 Plano de Registro e Análise dos Dados	31
<b>4 ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>32</b>
4.1 Relatório de parada de máquina	32
4.2 Principais paradas não planejadas na linha de produção	32
4.3 Avaliação de desempenho de máquina	35
4.3.1 Disponibilidade	35
4.3.2 Performance	36
4.3.3 Qualidade	37
4.3.4 Cálculo OEE	37
4.4 Plano de melhoria para aumentar o índice OEE do equipamento	38
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>40</b>

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE A – Controle de parada de máquina .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE B – Relatório de paradas de máquinas .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Para se manterem competitivas nos dias atuais, as empresas buscam ferramentas e métodos que auxiliem em seus processos produtivos, visando, como objetivos, aumento da produtividade com menor custo e a garantia de qualidade de seus produtos e serviços. Por essa razão, controlar de maneira eficaz o sistema de manufatura se torna fundamental para que as organizações continuem firmes e competitivas em meios aos seus concorrentes.

A utilização de forma eficiente dos recursos disponíveis em uma fábrica é um dos desafios que as empresas se deparam atualmente. Assim, é necessário que as empresas encontrem mecanismos para analisarem suas atividades, e consigam, de forma objetiva, avaliar sua situação atual e futura. É com este panorama, que os indicadores de desempenho se faz de suma importância por serem instrumentos capazes de fornecer informações necessárias para realizações dessas análises e avaliações.

O uso do indicador *Overall Equipment Effectiveness* possibilita que as empresas analisem e avaliem as condições reais de utilização dos seus equipamentos e as perdas que não são facilmente identificadas, o que, segundo Hansen (2016, p. 86) é denominado como “fábrica oculta”. Ainda segundo Hansen (2016, p.86), o termo é usado para todo o potencial da capacidade de produção instalado e não utilizado pela fábrica por conta do baixo índice de eficiência no uso destes maquinários. Embora o indicador OEE não solucionam os problemas de baixo desempenho, o mesmo é eficaz porque possibilita calcular a real eficiência global dos equipamentos, levando em consideração três aspectos, sendo eles, disponibilidade, performance e qualidade.

À medida que a competitividade entre as empresas aumenta, cresce também a necessidade de produzir de maneira mais ágil e com alto nível de confiabilidade. Embora exista manutenção corretiva, ela não é suficiente para atender de forma segura essas duas necessidades, para isso, é necessário não apenas atuar na correção das falhas que ocorrem na produção por conta das máquinas, mas também garantir que não ocorra baixo desempenho dos equipamentos. Como essa evolução de pensamento, as empresas começaram a estabelecer planejamento estratégicos de produção e isso incluía calcular o desempenho do seu processo produtivo.

Foi observado nos relatórios de acompanhamento da produção, que a mesma não está alcançando o esperado de acordo com a capacidade nominal das suas máquinas em sua linha de envase, necessitando assim, de mecanismos para avaliação para aumentar sua produtividade. A programação da produção é feita de acordo com um plano mensal de

vendas. A partir desse plano, são feitos todos os levantamentos de materiais, a fim de cumprir com o planejado, isso envolve compra de matérias-primas e insumos, contratação de pessoal a depender da demanda, decisão sobre produzir com as vinte e quatro horas do dia ou com horas extras e data da entrega a partir do ponto de pedido dos clientes. Há paradas aleatórias na produção e como consequência dessas paradas, o não cumprimento da programação da produção nos volumes de produtos estabelecidos, fazendo com que a produção seja reprogramada, a fim de atender a demanda, o que acarreta em *setups* não planejados.

Nesta fábrica existem quatro linhas de produção, são elas, linha de molhos, linhas dos cocos ralados, linhas dos refrescos em pó e a linha das garrafas *pets*. A linha de envase das garrafas *pets* é a principal linha da fábrica devido ao grande *mix* de produto que a envolve e porque é a que gera o maior faturamento para a fábrica. Ela é composta por seis equipamentos, sendo eles: duas sopradoras, uma enchedora, duas rotuladoras e uma embaladora.

A linha de envase da fábrica produz em três gramaturas diferentes, sendo elas 200ml, 500ml ou 1000ml. A depender do tipo de produto a ser envasado, apenas atua na linha uma sopradora, a enchedora, uma rotuladora e a embaladora. A análise usando o indicador de desempenho OEE será feita mais precisamente na enchedora porque independentemente da programação e gramatura estabelecida, todos os produtos passarão por essa máquina, o que não acontece com as demais. O equipamento também é responsável pela maior agregação de valor ao produto, pois clientes consumirão os o produto que está dentro do recipiente, além disso, para efeitos de índice OEE, o equipamento possui todos os parâmetros para aplicação do indicador de desempenho abordado do trabalho.

Desta forma, o que direcionará este TCC é buscar responder a seguinte questão: Como mensurar o desempenho da enchedora na linha de envase das garrafas *pets*?

A empresa em estudo foi a pioneira no Brasil na fabricação de produtos derivados do coco, e atualmente, a linha de envase possui um *mix* de produção de mais de 30 produtos e mais de 100 colaboradores.

A justificativa desse trabalho se dá justamente por possibilitar a identificação de gargalos nas linhas de produções, e, a partir dessa identificação, propor melhorias de maneira que aumente a eficiência do processo fabril como um todo. O indicador de desempenho OEE, usado neste relatório, é bastante vantajoso pois engloba três grandes áreas, a saber: qualidade, performance e disponibilidade.

A empresa pretende melhorar os seus processos, tornar-se mais competitiva no mercado e mudar a cultura de modo que os colabores, e, para isso, está passando por

mudanças o que inclui a melhoria no acompanhamento dos seus processos.

O objetivo geral deste trabalho é utilizar o indicador de desempenho OEE na avaliação do desempenho da enchedora de uma linha de envase. Já os objetivos específicos foram:

- Desenvolver um relatório de paradas de máquina;
- Identificar as principais causas das paradas não planejadas na linha de produção;
- Avaliar o desempenho das máquinas nas linhas de produção com base no indicador proposto;
- Propor ações de melhoria para aumentar o indicador OEE;

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, sendo o primeiro esta Introdução. O segundo capítulo apresenta o embasamento teórico adquiridos por meio de pesquisa bibliográfica a respeito de manutenção e os seus tipos, das ferramentas utilizadas neste relatório, do indicador de desempenho OEE e sobre as suas áreas. O terceiro capítulo contém a Metodologia usada para desenvolver a pesquisa. O quarto capítulo relata o estudo de caso realizado em uma indústria alimentícia de médio porte, e os resultados obtidos. O quinto capítulo mostra as Considerações Finais, com indicações de novas pesquisas posteriores a este trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O principal objetivo dessa fundamentação é embasar o desenvolvimento do tema com a finalidade de contribuir para que os objetivos, geral e específicos, sejam alcançados.

### 2.1 Manutenção

Conforme o SENAI (2013, p.116), a manutenção está condicionada a um conjunto de atividades organizadas na operação sempre objetivando o reparo dos recursos físicos e equipamentos em perfeito estado para funcionamento quanto estes forem requisitados.

Slack; Chambers; Harland (1997, p. 67) dizem que as atividades de manutenção de uma organização consistem, basicamente, na combinação de três abordagens: manutenção corretiva; preventiva e preditiva.

A manutenção corretiva foi a mais primitiva dos tipos de manutenção. A sua atuação é apenas no reparo dos equipamentos depois que os mesmos apresentavam problemas. Segundo Fernandes (2010, p. 30), uma máquina parada compromete toda a produção e manutenção corretiva é a primeira atitude tomada para que esta produção volte à normalidade. Ela também representa a forma mais cara de manutenção se do ponto de vista geral de todo o sistema produtivo, porque além das possíveis compra de peças para substituição, também é levado em consideração o tempo em que o equipamento ficou parado.

Já a manutenção preventiva, tem como objetivo eliminar ou reduzir falhas por meio de manutenção prévia de equipamentos, como, por exemplo, lubrificações, inspeção das instalações e substituições de peças. De acordo com Xenos (2004, p.135), a manutenção é um conjunto de ações preventivas executadas em intervalos fixos ou de acordo com critérios preestabelecidos com o objetivo de reduzir ou eliminar a incidência de falhas ou a degradação das funções de um equipamento. O aspecto fundamental da manutenção preventiva é agir com antecedência, para bloquear as causas potenciais de falhas nos equipamentos.

Em relação a manutenção preditiva, os dados publicados pelo SENAI (2011, p. 9) informam que esse tipo de manutenção como sendo uma ação que tem por base o conhecimento das condições de cada componente de uma máquina. Esse tipo de manutenção realiza um acompanhamento periódico dos equipamentos onde o seu principal objetivo é verificar, pontualmente, as possíveis falhas, para evitar problemas capazes de gerar gastos com manutenção corretiva.

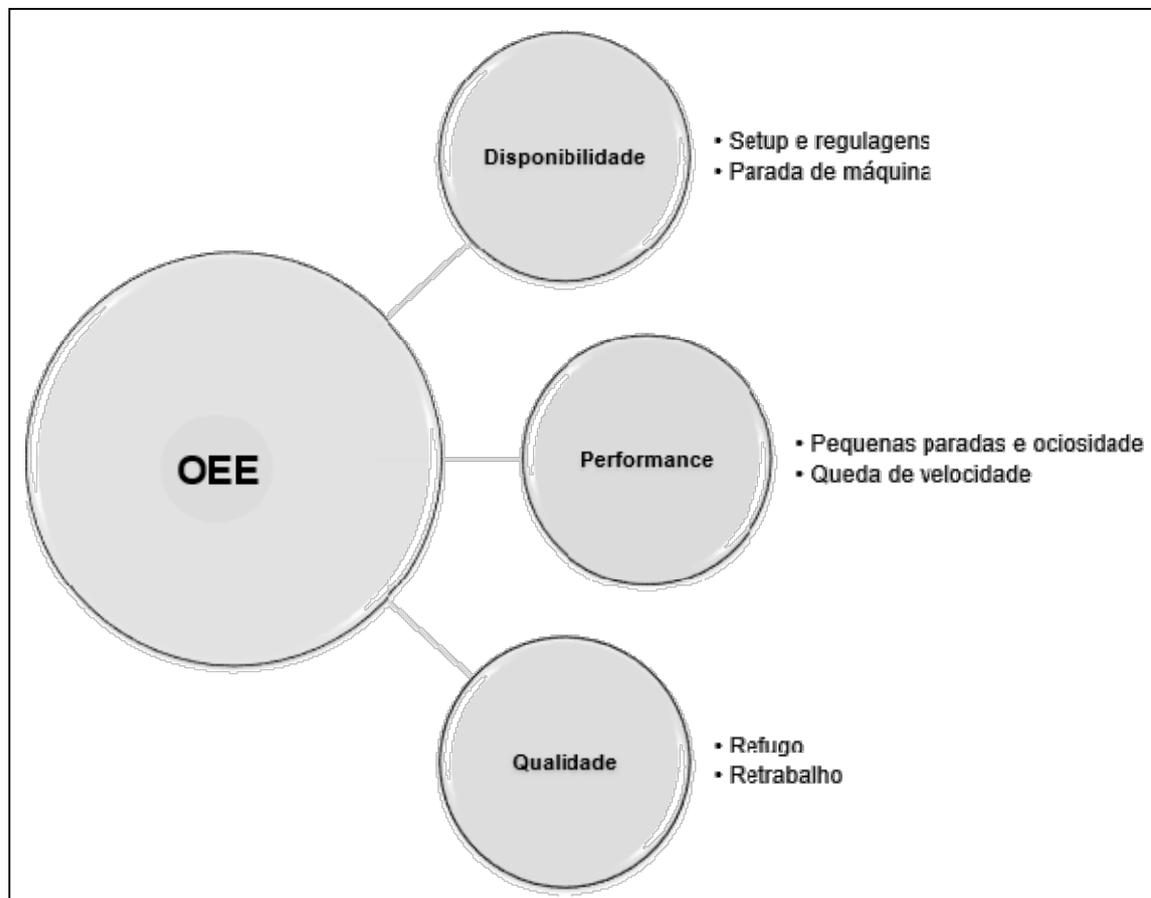
## 2.2 Overall Equipment Effectiveness (OEE) – Eficiência Global de Equipamento

Segundo Garza-Reyes et al. (2010, p. 25), o OEE é uma métrica quantitativa que não é usada apenas para controlar e monitorar a produtividade dos equipamentos da linha de produção, mas também é usado como indicador e condutor do processo.

Segundo Andrade (2009, p. 43), com o uso do indicador OEE é possível identificar a máxima eficácia que o sistema pode atingir em um período pré-estabelecido, o que dá suporte a definição de metas coerentes com a realidade dos processos, pois ele consegue agregar e interligar, como categorias primárias, três elementos importantes do processo produtivo – disponibilidade, performance e qualidade – em que o produto desses fatores faz com que se obtenha o resultado do desempenho global. Ainda de acordo com Hansen (2006, p. 63), uma análise minuciosa da situação atual dos processos, evidenciando ineficiências ocultas existentes nas operações de manufatura é essencial tanto, para corrigir as deficiências como para otimizar o processo.

A Figura 1 mostra detalhadamente como estão interligadas as três grandes áreas do indicador OEE, assim como também os elementos que compõe cada uma dessas áreas.

**Figura 1 – Elementos avaliados na eficiência global de equipamentos**



Fonte: Adaptado de Vieira (2017)

Busso (2013, 15) descreve que o OEE pode ser entendido como uma relação entre o tempo em que houve agregação de valor ao produto e o tempo de carregamento da máquina, extraindo-se perdas de disponibilidade, perdas de desempenho e perdas de qualidade. Observando o gráfico, nota-se que além dos três elementos centrais do indicador OEE, contém outros componentes que fazem parte desses elementos e o seu entendimento é bastante importante para se obter uma melhor análise.

O Instituto Japonês de Manutenção de Plantas (JIPM) também formulou o conceito de *World Class OEE* (empresas de classe mundial) e é considerado uma empresa produtiva, aquela que possui uma eficiência global acima de 85%. Segundo Murino (2012, p. 5), o *World Class OEE* é um programa de inovação baseado na melhoria contínua, o qual visa à eliminação de todos os tipos de desperdícios e perdas de produção através de todos os níveis e departamentos, tendo como principal propósito o sucesso no mercado com alta qualidade de produtos a preços competitivos, respondendo às necessidades dos clientes, assegurando máxima flexibilidade.

O resultado de desempenho OEE é obtido, como mostra a Equação 1, pelo produto dos três elementos bases que compõem o indicador. Sendo que a disponibilidade refere-se ao tempo em que o equipamento está disponível para produção, a eficiência indica a velocidade que o equipamento indica, levando em consideração a velocidade nominal do equipamento e a qualidade refere-se quanto a produção realizada está aprovada de acordo com os parâmetros da qualidade.

$$OEE = DIS\% \times PERF\% \times QUAL\% \quad (1)$$

Em que:

DIS%: percentual de disponibilidade

PERF%: percentual da performance

QUAL%: percentual da qualidade

Como citado acima, a eficiência que uma planta industrial deve ter para estar dentro dos padrões, como produtiva, do *World Class* é de 85%, entretanto, existem algumas exigências que são estabelecidas para que essa porcentagem esteja dentro do valor esperado.

Conforme descreve Cardoso (2013, p. 17), o JIPM definiu os seguintes valores mínimos para uma empresa ser considerada *classe mundial*, segue a configuração: desempenho deve ser no mínimo 95%; disponibilidade acima de 90%; qualidade deve ser de pelo menos 99%.

Fazendo o a multiplicação dos percentuais definidos como *classe mundial*, encontra-

se como produto 85%, o que significa que a planta deve ter um equilíbrio nesses três elementos, fazendo que haja uma gestão acurada de cada um desses elementos.

### 2.3 Disponibilidade

A disponibilidade refere-se ao tempo em que os equipamentos estão disponíveis para a produção. Com isso, pode-se perceber que quanto maior a disponibilidade das máquinas, melhor será o resultado desse indicador. De acordo com Lemos (2016, p. 69), a disponibilidade é relação entre o tempo em que o equipamento ou processo deveria estar disponível para a produção e o tempo total em que esse equipamento ou processo está efetivamente produzindo.

Compreende aumentar o nível de disponibilidade a redução das paradas de equipamentos e tempo de reparos. Nesse caso, é necessário garantir uma máxima eficiência em relação a destreza para solucionar possíveis falhas ou até mesmo inspeções. Busso; Miyake (2013, p. 34) ressaltam a importância do auxílio da manutenção, para obter elevados níveis de disponibilidade.

Nesse trabalho, foi usado o conceito de disponibilidade inerente, pois ela é a mais utilizada para obter o resultado de disponibilidade de equipamentos industriais. O cálculo da disponibilidade é feito através da fórmula 2:

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\textit{TP}}{\textit{TPP}} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

TPP: tempo programado para produzir

TP: tempo produzindo

#### 2.3.1 Parada de máquina

Máquinas paradas na produção representam a perda mais impactante e é atuando contra essas paradas que a empresa aumenta sua produtividade. As paradas reduzem a competitividade na empresa no mercado e aumenta os seus custos de produção. Segundo Pezarim (2017, p.17), a redução das paradas de máquinas aumenta a lucratividade e a produtividade de uma linha de produção.

Aqui vale ressaltar também que as paradas de máquinas acontecem por diversos motivos e não apenas por questão mecânicas, mas também por falta de insumos, matérias-primas, falta de energia, falha operacional. Pezarim (2017, p. 5) ainda conceitua a respeito da

influência das paradas de máquinas na qualidade do produto, segundo ele, paradas de produção afetam a produção e qualidade dos bens acabados.

### **2.3.2 Setup e regulagens**

Segundo Slack (2008, p. 77), o tempo de setup é definido como o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra. São as paradas que acontecem quando há troca de produtos na linha, que por sua vez, resultam na mudança das configurações da máquina para que ela esteja pronta para a próxima etapa de produção. Embora essas paradas afetem a produtividade da empresa, a sua execução torna-se necessária dependendo de alguns fatores, entre eles, espaço físico de produto acabado, carteira de pedidos, mix de produção, estoque de matérias-primas, etc.

Conforme SENAI (2013, p. 102), esta ação é estabelecida pelo tempo em que a produção é interrompida para que as instalações e equipamentos sejam ajustados, sendo que esta ação está condicionada ao planejamento e controle da produção, já que interfere nas variações do produto.

Conforme Corrêa (2011), as principais variáveis que influenciam no sequenciamento de produção em termos de recursos são: as máquinas que quebram e precisam de manutenção, não estando sempre disponíveis, as matérias primas podem não estar sempre confiavelmente disponíveis, ferramentas podem não estar disponíveis e funcionários podem faltar.

Ainda de acordo com Schoorr (2013, p. 11), para conseguir maximizar o tempo de produção em um processo de fabricação por lotes se faz necessário a otimização dos tempos de setup, transformando ao máximo o setup interno que é feito com a máquina parada, em setup externo, que é feito com a máquina em processo, diminuindo assim o tempo de máquina parada.

## **2.4 Performance**

Segundo Vanzan (2015, p. 76), quanto se refere a máquinas, a performance representa a capacidade de produzir de forma eficiente. A performance na condução da estratégia exige uma mudança na forma de olhar as ações e precisa estar inserida na filosofia de trabalho, não é uma simples receita a ser executada. Dentro desse elemento, existem dois fatores que estão diretamente ligados a boa performance: pequenas paradas e ociosidade e queda de velocidade.

### 2.4.1 Pequenas paradas e ociosidade

Um dos fatores que deve ser controlado quando se trata em desempenho de produção, são as pequenas paradas e ociosidade. Embora não pareça prejudicial, o seu excesso pode resultar em uma grande perda de produtividade. De acordo com Fogliatto (2009, p. 30), são classificadas, nesta categoria, aquelas paradas que duram menos de quatro minutos.

Nesse quesito, é necessário entender o funcionamento das linhas de produção para que possa realizar uma avaliação criteriosa e identificar os gargalos, para que haja um fluxo contínuo da produção, fazendo com que máquinas não fiquem ociosas. Segundo Araújo (2009, p. 96), gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é inferior a demanda.

Krajewski; Ritzman; Malhotra (2012, p. 62) ressaltam a importância de identificar o ponto gargalo que impede a produção de atender a programação de entrega. As vantagens de identificar e eliminar os gargalos são o aumento da produtividade fazendo com que ocorra economia com a mão de obra, menor custo de produção e rapidez na realização das atividades que envolvem a linha de produção.

A queda de velocidade faz com que a produção trabalhe com uma cadência menor do que operando normalmente. Essa queda pode acontecer por diversos fatores, entre eles, desgastes de peças, superaquecimento por deficiência de refrigeração e lubrificação nos rolamentos. O cálculo da *performance* é obtido a partir da equação 3:

$$Performance = \frac{QPR}{QPT} \times 100 \quad (3)$$

Em que:

QPR: quantidade de produção real

QPT: quantidade de produção teoria

### 2.5 Qualidade

Conforme Machado (2012, p. 81), inicialmente, a qualidade era vista sob a ótica da inspeção, onde, através de instrumentos de medição, tentava-se alcançar a uniformidade do produto. Após esse momento inicial, buscava-se, através da qualidade, através de instrumentos e técnicas estatísticas, conseguir um controle estatístico da qualidade. Com o aumento da competitividade das empresas, a visão referente ao que é qualidade aumenta, essa nova filosofia gerencial marcou o deslocamento da análise do produto ou serviço para a concepção de um sistema da qualidade

De acordo com Roth (2011, p. 103), o desenvolvimento de novas tecnologias, que propiciaram maior confiabilidade às ferramentas de controle utilizadas, permitiu que uma nova e importante mudança na abordagem da questão da qualidade nas empresas fosse introduzida. Segundo Machado (2012, p. 93), a qualidade deixou de ser um aspecto do produto e responsabilidade apenas de departamento específico, passando a ser um problema da empresa, abrangendo, como tal, todos os aspectos de sua operação. Para equação do índice qualidade, foi usado a equação 4:

$$Qualidade = \frac{Peças P. - Peças R.}{Peças P.} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

Peças P. : peças produzidas

Peças R. : Peças refugadas

### 2.5.1 Refugo e retrabalho

Esse estudo é baseado na linha de produção de uma indústria alimentícia e como tal, os seus cuidados em relação ao processo devem ser feitos de forma rigorosa, pois, além de uma insatisfação dos clientes por conta não conformidade ou falta de qualidade nos produtos, ainda existe o risco de interferir diretamente na saúde das pessoas.

O refugo industrial é entendido como o resultado inutilizável do processo de produção, sendo assim, esse resultado não está dentro das especificações e não pode ser reprocessado, restando apenas o seu descarte.

Para SENAI (2013, p. 98), é importante que se regulem os parâmetros, para medir e identificar como reaproveitar o material rejeitado, pois a qualidade da produção é estabelecida através da redução dos níveis de aproveitamentos dos materiais novos e reaproveitados de outros, vindos da linha de produção.

Retrabalho são os produtos não conformes, aqueles que estão fora dos parâmetros pré-definidos de qualidade, e que necessitam ser reprocessados (RUFINO; ANDRADE Jr, 2014). Em virtude desse acontecimento, o retrabalho faz com que haja perda de tempo, diminuição da produção, perda de embalagens e alguma perda de qualidade do ponto de vista do produto. Neste caso, diferente do refugo, pois permite a sua modificação para se adequar aos padrões de qualidade.

## **2.6 Brainstorm**

O brainstorm é uma das ferramentas da qualidade que, segundo Pereira (2011, p. 107), é uma técnica de recolha de informação muito utilizada na investigação com o objetivo de explorar novas ideias sobre um tema ou alternativas de solução para problemas da mais diversa índole seja em organizações, empresas, negócios, etc.

É necessário entender também, que no brainstorm, nenhuma ideia pode ser descartada e as pessoas devem estar desinibidas e a vontade para participar. Para Kurtzberg (2005, p. 51), embora a informação obtida pela forma do brainstorming não obedeça a um processo racional e planejado de procura e pesquisa de conceitos, a sua utilização poderá proporcionar um conjunto de ideias e de questões que possam constituir o ponto de partida para uma atividade de pesquisa mais elaborada e exigente.

## **2.7 Folha de verificação**

Para Trivellato (2010, p.28), existem diferentes tipos de folha de verificação, dentre eles, as mais comuns são para a distribuição de um item de controle de um processo produtivo, para classificação, para localização de defeitos e para identificação das causas de defeitos. Ainda de acordo com Trivellato (2010, p. 28), para decidir o qual tipo de folha de verificação a ser utilizada, é necessário se saber claramente o objetivo da coleta de dados, como, por exemplo, quais os subgrupos de fatores de estratificação se desejam avaliar.

De acordo com Carpinetti (2012, p. 78), a folha de verificação é utilizada para o planejamento e para a coleta de dados. Sendo que esta coleta é simples e organizada. De maneira geral, pode ser definida como um formulário em que os itens a serem pesquisados já estão impressos. Os dois tipos básicos, mais utilizados, para a folha de verificação são as verificações para a distribuição de um item de controle de processo e verificação para classificação de defeitos.

Segundo Corrêa; Corrêa (2012, p. 35), a ferramenta titulada como folha de verificação deve conter, de maneira simples, clara e objetiva, as verificações que devem ser realizadas no processo, para evitar a repetição dos problemas e o procedimento correto a ser realizado. Lobo (2013, p 76) afirma que a coleta de dados dever apresentar características como a facilidade, a concisão e a praticidade.

## 2.8 Gráfico de Pareto

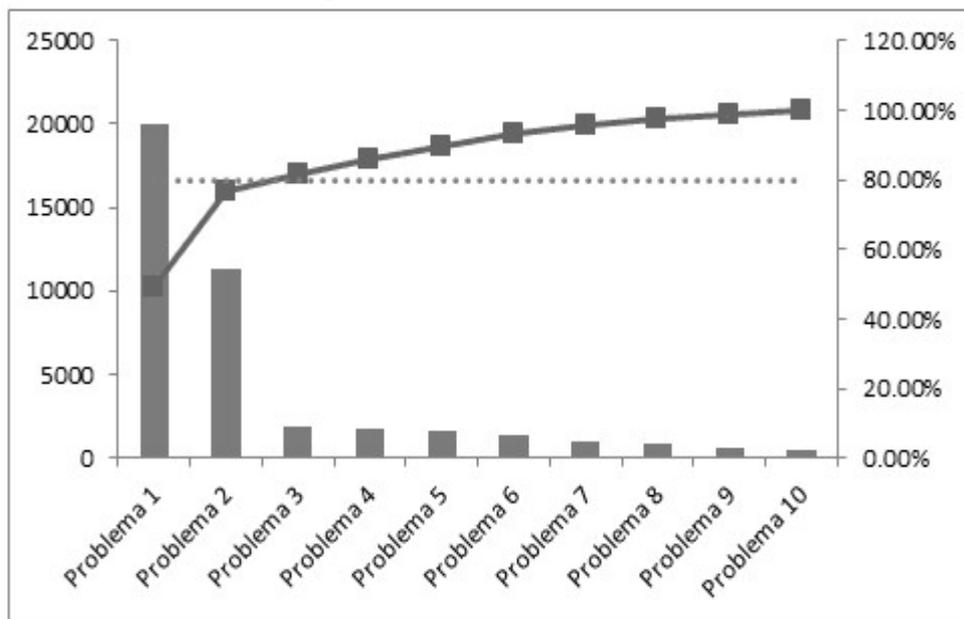
Segundo Trivellato (2010, p. 30), o gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que ordena as frequências das ocorrências de uma determinada característica a ser medida da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Ele dispõe as informações de uma maneira que as torna clara e fácil de se priorizar as ações.

Ainda, de forma geral, Lobo (2013, p. 43) cita que “[...] 80% dos problemas são resultantes de 20% de causas potenciais.” Corrêa; Corrêa (2012, p. 197), exemplificam:

Cerca de 80% do valor dos estoques concentram-se em cerca de 20% dos itens estocados; 80% dos atrasos de entrega (e da dor de cabeça em geral) concentram-se em 20% dos fornecedores; 80% dos problemas de qualidade concentram-se em 20% dos itens fabricados ou 80% das falhas ocorrem devido a 20% das causas prováveis dessas falhas.

A Figura 2 mostra um gráfico de Pareto e as informações contidas nele.

**Figura 2 – Gráfico de Pareto**



Fonte: Almeida (2019)

## 2.9 5W1H

O 5W1H é uma ferramenta usada para implementação de melhorias nos processos. Conforme Carpinetti (2012, p. 116), o 5W1H é uma tabela composta de perguntas como: What (o quê), onde faz-se uma descrição do que está sendo implementado; Why(por quê), onde se faz a justificativa para a implementação da ação; Where (Onde), onde é descrito o lugar onde a ação será implementada; Who(Quem), onde se especifica os responsáveis pela implementação da ação; When(Quando), onde se definem as datas de início e fim da ação; How(como), onde se descreve como a ação será implementada.

Ainda segundo Preinado; Graeml (2017, p. 559), este método também é utilizado para que não se tenha nenhuma dúvida nas funções e responsáveis dentro de cada processo, evitando assim o fracasso de um dado projeto de melhorias. O Quadro 1 mostra como é uma tabela conforme o método 5W1H.

**Quadro 1 – 5W1H**

<b>O QUÊ (WHAT)</b>	<b>QUEM (WHO)</b>	<b>QUANDO (WHEN)</b>	<b>ONDE (WHERE)</b>	<b>POR QUÊ? (WHY)</b>	<b>COMO (HOW)</b>

Fonte: Elaborada pelo Autor (2019)

### **3 METODOLOGIA**

Essa seção expõe a metodologia usada na elaboração deste relatório.

De acordo com Moreira (2011, p. 35), a metodologia é o estudo sistemático e lógico dos métodos empregados nas ciências, seus fundamentos, sua validade e sua relação com as teorias científicas.

Segundo Rodrigues (2011, p. 12), a metodologia científica consiste no estudo, geração e verificação dos métodos, técnicas e processos utilizados na investigação e resolução de problemas, para o desenvolvimento do conhecimento científico.

#### **3.1 Abordagem Metodológica**

O método específico utilizado neste relatório caracteriza-se como um estudo de caso, onde o mesmo procura demonstrar, através do indicador de desempenho OEE o quanto a enchedora da linha *pet* está perdendo em produtividade, recursos e qualidade. O presente estudo foi realizado no chão de fábrica de uma empresa alimentícia de estado de Sergipe.

Segundo Yin (2015, p. 43), o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente evidentes.

Ainda, de acordo com Ramalho; Nascimento; Cruz; Terra; Costa; (2013, p. 50), o estudo de caso deve estar bem definido para o pesquisador que irá utilizá-lo, evitando que o desenvolvimento da pesquisa se faça através de um histórico organizacional ou que se obtenha variáveis imprecisas. A pesquisa que utiliza as estratégias do estudo de caso deverá vir precedida de um planejamento rigoroso, auxiliada por um rico referencial teórico, pelas características do caso a ser estudado e todas as ações desenvolvidas no processo da pesquisa até chegar a um relatório final.

Conforme os mesmos autores (2013, p. 52), o estudo de caso é um método específico de pesquisa de campo. Os estudos de campo são investigações dos fenômenos exatamente como eles ocorrem, sem qualquer intervenção significativa do pesquisador.

#### **3.2 Caracterização da Pesquisa**

Uma pesquisa possui alguns aspectos, entre eles, a caracterização quanto aos objetivos ou fins; quanto aos objetos ou meio e quanto a abordagem dos dados coletados.

### **3.2.1 Quanto aos objetivos ou fins**

Quanto aos objetivos ou fins, as pesquisas podem ser exploratórias, descritivas e explicativas/explanatórias.

A pesquisa exploratória tem como objetivo familiarizar o problema que ainda não é ao certo conhecido tendo em vista a criação de hipóteses para encontrar a solução. Esse tipo de pesquisa permite que o pesquisador tenha mais conhecimento a respeito de um fato em busca de maior conhecimento do objeto de estudo. De acordo com Gil (2010, p. 27), as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado.

As pesquisas descritivas, segundo Prodanov; Freitas (2013, p.53), esse tipo de pesquisa assume, em geral, a forma de levantamento, apenas registrando e descrevendo os fatos observados sem interferir neles. Ainda segundo os mesmos autores (2013, p. 52), tal pesquisa procura descobrir a frequência com que um fato ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações com outros fatos. Assim, para coletar tais dados, utiliza-se de técnicas específicas, dentre as quais se destacam a entrevista, o formulário, o questionário, o teste e a observação.

Já as explicativas, como o próprio nome diz, explica o porquê de um fato. Ela preocupa-se principalmente a identificar os fatores que fazem com que um fenômeno aconteça. Conforme Gil (2008, p. 28), este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo, é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente.

A pesquisa em questão, em relação aos objetivos ou fins, é caracterizada como uma junção das pesquisas descritivas e exploratórias. Levando em consideração a descritiva, ela se faz necessária realizar uma análise detalhada de o porquê as paradas de máquinas no processo produtivo e a suas causas.

### **3.2.2 Quanto ao objeto ou meios**

De acordo com Ubirajara (2009, p. 41), as pesquisas quanto ao objeto ou meios podem ser bibliográficas, documental, experimental/laboratorial e de campo.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida fundamentada em fontes secundárias, como, por exemplo, artigos, revistas científicas e livros. Nela, busca-se as principais teorias sobre um determinado tema, a fim de consolidar o conhecimento. Conforme Lopes (2016, p. 65), a

diferença crucial é que na pesquisa documental, ainda não houve um filtro analítico, e os materiais podem sofrer reelaboração de acordo com os objetivos da pesquisa e diferente das bibliográficas, o documental não tiveram tratamento analítico.

As pesquisas experimental/laboral são aquelas que determinam o objeto de estudo e as variáveis que influenciam, assim como também determina como essas influências serão controladas e faz observação sobre essas variáveis. Já as pesquisas de campo, segundo Lakatos; Marconi (2009, p. 188), é aquela cujo objetivo é conseguir informações e/ou conhecimentos sobre um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou ainda descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles.

Em virtude das informações acima, o presente trabalho, quanto ao objeto ou meio, é caracterizado como bibliografia e de campo. Bibliografia porque os conhecimentos adquiridos com as fundamentações teórica foi imprescindível para alcançar os objetivos e o desenvolvimento da estratégia, para aplicar o indicador OEE foi totalmente em cima desse referencial. Além dessa, a pesquisa é caracterizada como de campo, porque as informações coletadas foram obtidas através de observações diretas de quem permanece na área registrando o que foi observado como parada.

### **3.2.3 Quanto ao tratamento dos dados**

Quanto ao tratamento de dados, a pesquisa pode ser quantitativa, qualitativa ou quali quantitativa.

De acordo com as palavras de Prodanov; Freitas (2013, p. 69), pesquisa quantitativa é aquela que considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.).

Já a pesquisa qualitativa, leva em consideração as partes subjetivas de uma situação ou um problema. Conforme Guerra (2014, p. 12), a pesquisa qualitativa é considerada subjetiva e não científica, uma vez que não opera com dados matemáticos que permitem descobrir relações de causa e efeito no tratamento estatístico.

Existem também as pesquisas que utilizam as duas formas, qualitativa e quantitativa, de formas independente. Essa pesquisa, levando em consideração ao tratamento de dados, caracteriza-se como quali quantitativa visto que utiliza análise dos dados coletados baseado e segue um modelo estruturado de controle de parada de máquinas, como também as especificidades das paradas de máquina.

### **3.3 Instrumentos de Pesquisa**

Há diversos meios para coleta de dados, entre eles, questionário, formulário de avaliação, roteiros de pesquisa, entrevista, etc. Os instrumentos de pesquisa usado foram o controle de paradas de máquina (**Apêndice A**) e o relatório de paradas de produção (**Apêndice B**) e as investigações na máquina estudada para entender o seu funcionamento. Os instrumentos são importantes para o recolhimento de dados que podem ser transformados em informações capazes de auxiliarem na tomada de decisão para a melhoria do processo. Nesta pesquisa, como refere-se a um estudo de caso, foi desenvolvido o registro de controle de paradas de máquinas para que os operadores de máquinas pudessem anotar as paradas afim de ter dados suficientes para serem analisados de maneira a identificar o desempenho da produção.

### **3.4 Unidade, Universo e Amostra da Pesquisa**

A unidade de pesquisa é o local onde a pesquisa foi realizada, nesse caso, o estudo de caso foi o chão de fábrica de uma indústria alimentícia do estado de Sergipe.

Neste trabalho, o universo é a linhas de produção, onde, os operadores que compõe etapas estratégicas da linha farão os registros das paradas.

Em relação a amostragem, nesse estudo de caso será dispensada, uma vez que todos os operadores de dessas três linhas foram apresentados ao registro. De acordo com Lakatos; Marconi (2009, p. 225), só ocorre amostragem quando a pesquisa não abrange a totalidade dos componentes do universo.

### **3.5 Definição das Variáveis e Indicadores da Pesquisa**

De acordo com Lakatos; Marconi (2009, p. 139), uma variável pode ser considerada como uma classificação ou medida; uma quantidade que varia; um conceito operacional, que contém ou apresenta valores; aspecto, propriedade ou fator. Os valores que são adicionados ao conceito operacional, para transformá-lo em variável, podem ser quantidades, qualidades, características, magnitudes, traços, etc., que se alterem em cada caso particular e são totalmente abrangentes e mutuamente exclusivos. Por sua vez, o conceito operacional pode ser um objeto, expresso, agente, fenômeno, problema, etc.

As variáveis também são entendidas como diferentes mecanismos que permitem a verificação entre as características e os fatores sendo elas importantes para que as os registros, as análises e as decisões possam ser tomadas de maneira assertiva.

**Quadro 2 - Variáveis e indicadores da pesquisa**

<b>Variáveis</b>	<b>Indicadores</b>
Relatório de parada de máquina	Folha de verificação
Principais paradas não planejadas na linha de produção	Gráfico de Pareto
Desempenho da máquina na linha de produção	Indicador OEE
Ações de melhoria para aumentar o indicador OEE	5W1H

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

### **3.6 Plano de Registro e Análise dos Dados**

Os dados coletados serão inseridos em planilhas eletrônicas como forma de auxiliar a tabulação de dados, assim como, obter gráficos para os relatórios finais. O controle de registro de parada de máquina foi criado também com o auxílio de planilhas eletrônicas. Também foi usado o programa *Microsoft Word*, na sua versão 2015 para a realização deste relatório.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção, encontra-se à apresentação dos resultados que foram obtidos ao decorrer deste relatório.

### 4.1 Relatório de parada de máquina

Após a obtenção das informações referente as paradas de produção, se fez necessário criar um relatório com algumas observações e recomendações sobre o resultado obtido dentro dos dias analisados. Esse relatório é enviado para as diretorias e gerências da empresa, afim de que todos saibam de como está o desempenho e em quais pontos devem-se mover mais recursos para que solucionar ou amenizar as paradas.

A partir dos dados coletados, foi gerado um relatório referente ao período analisado sobre a situação das paradas do equipamento enchedora dessa linha e foi a partir desses dados que foram feitos os cálculos para o indicador de desempenho OEE. O relatório pode ser analisado no Apêndice B deste trabalho.

A utilização do gráfico de Pareto foi uma ferramenta eficaz para a visualização das principais paradas e de quantos elas representavam em relação das paradas obtidas. Também consta um gráfico, no formato pizza, que mostra a porcentagens das paradas realizadas nas máquinas analisadas. Ainda, no relatório, pode-se obter as porcentagens das horas que a enchedora das garrafas *pets* permaneceu parada no período. Além das porcentagens, observa-se também o tipo de parada que a porcentagem representa.

Analisando a transformação dos dados coletados em um gráfico de Pareto, nota-se que os principais problemas que impactaram o resultado da enchedora foram os *Setups/Ajustes* e as utilidades. Ainda de acordo com o gráfico, fica evidente que a empresa necessidade tomar algumas posições referente aos setups, reduzir retrabalho por meio de controle de processo e melhorar significativamente as suas ações de manutenção, principalmente a corretiva. Os *Setups/Ajustes* representam, 28% de todas as paradas na enchedora. Foram mais de 37 horas de máquina parada apenas com esse item, o que corresponde a mais de 1 dia.

### 4.2 Principais paradas não planejadas na linha de produção

Como é preciso medir para saber a real situação referente ao desempenho da enchedora estudada neste trabalho e para que as paradas de produção fossem contabilizadas, se fez necessário criar uma folha de verificação, disponibilizada no Anexo deste trabalho, para que os operadores das linhas registrassem o tempo de parada e o motivo delas, facilitando

assim a análise dos dados coletados.

Foi utilizada a coleta manual de dados e a partir dela a estratificação das paradas de produção. Foi necessário, antes de iniciar os registros, uma reunião com os operadores, para explicar-lhes sobre o indicador de desempenho OEE e o que os registros nas folhas poderiam gerar como resultado. Alinhado as explicações, foi criada uma de folha de verificação capaz de fornecer informações suficientes para que o indicador de desempenho pudesse ser avaliado.

Nessa folha, existem os campos para ser inserido o mês e o turno que foi registrado, cada turno tem sua própria folha de verificação, também existem campos para data, horário de início e fim da parada de produção e os motivos, assim como também, um campo para identificar mais precisamente o que ocorreu dentro daquela parada em específico. Além disso, a folha é composta de uma legenda e uma breve explicação sobre essas legendas para facilitar o entendimento dos operadores.

- Manutenção Mecânica – MM: Acontece quando há paradas de produção por quebra ou falha de equipamentos, perdendo suas funções específicas;
- Manutenção Elétrica – ME: Acontece quando há paradas de produção por falhas nos sensores, perdendo suas funções específicas;
- Falta de Energia – FE: Acontece quando há parada de produção por falta de energia elétrica;
- Reposição de Material – RM: É a perda de tempo por substituição necessária de um componente ou ferramenta, nessa perda, inclui-se a troca de bobina, tampas ou algum outro componente que deva ser substituído sem realizar necessariamente a troca de produto;
- *Start Up* – STT: Ocorre no início da produção e corresponde ao tempo em que os equipamentos estão se preparando (esquentando) para iniciar a produção. Aqui inclui-se a esterilização, o *clean in place* (CIP) que é uma limpeza feita em um circuito fechado ou algum outro procedimento que precisa ser feito antes de iniciar a produção;
- *Setup/Ajustes* – STA: São paradas que acontecem quando há troca de produto na linha de produção, que, por sua vez, resultam na mudança das configurações da máquina para que ela esteja pronta para a próxima etapa da produção;
- Falha Operacional – FO: Parada ocasionada por falha no procedimento de operação;
- Outros – OT: Esse campo é preenchido que impactem a produção contínua. (Ficou acordado que nesse campo seriam inseridos também as paradas para retrabalhos);

- Utilidades – UT: Paradas por conta de água gelada, ar comprimido ou vapor.

As folhas de verificação foram entregues aos operadores da enchedora. A seguir, o modelo final da folha de verificação.

**Quadro 3 – Folha de verificação**

CONTROLE DE PARADAS DE MÁQUINA											Mês: _____	
MÁQUINA: _____											Turno: _____	
DATA	HORA		MM	ME	FE	RM	STT	STA	FO	OT	UT	OBSERVAÇÕES
	INÍCIO	FINAL										
/ /												
/ /												

Lista de Códigos:      **MM** - Manutenção Mecânica      **RM** - Reposição de Material      **FO** - Falha Operacional  
                                  **ME** - Manutenção Elétrica      **STT** - Start Up's      **OT** - Outros  
                                  **FE** - Falta de Energia      **STA** - Setup's/Ajustes      **UT** - Utilidades

Encarregado: \_\_\_\_\_

Operador: \_\_\_\_\_

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

As folhas eram recolhidas diariamente, durante o período de 31 dias, entre 18 março a 18 de abril de 2019 e os dados foram inseridos em planilhas de Excel criadas para guardar esses dados e transformá-los em informações suficientes que permitissem as análises referentes as paradas de produção.

A Tabela 1, mostra a quantidade de horas em que a linha permaneceu parada no período em questão, como também, o tempo destinado para cada uma das ocorrências.

**Tabela 2 - Tempo de paradas mensal observados na máquina enchedora de garrafa *pet***

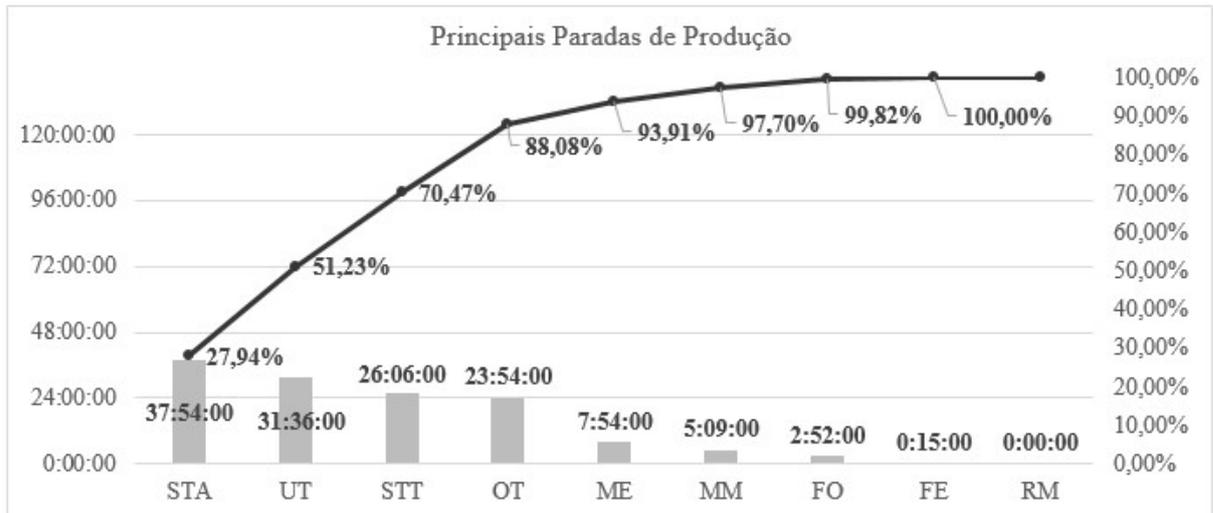
Aspectos investigados	Duração (h)
MM	05:09
ME	07:54
FE	00:15
RM	00:00
STA	37:54
STT	26:06
FO	02:52
OT	23:54
UT	31:36
<b>TOTAL</b>	<b>135:40</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Com base na Tabela 1, é possível perceber um total de mais de 135 horas de máquina

parada. Nota-se que os maiores responsáveis pelas responsáveis pelas paradas desse equipamento foram STA (*setup* ou ajustes), UT (utilidades) e *Start up*, o que revela que há na linha de produção uma quantidade elevada de trocas de produto que não foram programados, falta de manutenção nas utilidades da fábrica e atrasos para iniciar a produção.

Gráfico 2 – Gráfico de Pareto – enchedora



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Transformando dos dados coletados em um gráfico de Pareto, nota-se que os principais problemas que impactaram o resultado da enchedora foram os setups e ajuste e as utilidades. Ainda De acordo com o gráfico, fica evidente que a empresa necessidade tomar algumas posições referente aos setups não planejados e melhor significativamente as suas ações de manutenção, principalmente em suas utilidades.

Os setups e ajustes representam quase 28% de todas as paradas na enchedora. Foram mais de 37 horas de máquina parada apenas com esse item, o que corresponde a mais de 1 dia. Ao observar os primeiros itens no gráfico de Pareto, a quantidade de dias perdidos na produção será de quase 3 dias inteiros perdido de produção.

### 4.3 Avaliação de desempenho de máquina

#### 4.3.1 Disponibilidade

Para o cálculo da disponibilidade foram excluídas as paradas planejadas e considerados apenas os valores que a máquina estava efetivamente disponível. De acordo com a literatura, a disponibilidade refere-se ao tempo que a máquina está disponível para produzir e não se deve incluir o tempo que fora planejado para fazer manutenção preventiva, *setup* planejado, limpeza planejada ou alguma outra atividade que fora planejada e que seja imprescindível que a máquina permaneça parada.

**Quadro 4 – Indicador de disponibilidade na máquina enchedora de garrafa *pet***

Horas totais por período de avaliação	388:00
Paradas Planejadas	62:00
Paradas Não Planejadas	73:40
Horas Disponíveis	326:00
<b>Disponibilidade (%)</b>	<b>77,40%</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Os cálculos foram feitos com base na equação 2 deste trabalho. As horas totais, refere-se aos dias, em horas, por turno de produção. A fábrica operou com dois turnos de produção, manhã e noite, sendo que o diurno trabalha com 9 horas, de segunda a quinta, e 8 horas às sextas. Já o noturno opera com 8 horas independente do dia da semana. Teve-se 24 turnos diurnos e 22 noturnos. Foram analisados horas totais de 31 dias corridos e 24 dias úteis para produção. As paradas planejadas não são levadas em consideração para o cálculo de disponibilidade e correspondem aquelas paradas que ocorreram sem conhecimento prévio, por ajuste da máquina, falha nos sensores da máquina, os *setups* entre outros. As paradas planejadas referem-se as paradas ocorridas em função do *mix* de produção e com o conhecimento prévio de todos envolvidos no setor produtivo.

De acordo com o Quadro 4, nota-se um tempo de paradas não planejadas de 73 horas e 40 minutos. É possível perceber que a disponibilidade desse equipamento é de 77,40%, o que mostra que a máquina possui uma disponibilidade que se enquadra dentro do desejado pelo estabelecido por JIPM.

#### 4.3.2 Performance

O cálculo realizado para o índice performance foi feito baseado na capacidade de produção da máquina enchedora em relação ao tempo disponível para produção e a quantidade efetiva de produção no período investigado. O quadro 4 mostra a produção relacionada a máquina enchedora para três gramaturas diferentes de garrafas: 200 ml, 500 ml e 1000 ml. Foram analisados os dados referentes a 24 dias úteis de produção, produzindo por 2 turnos e o valor esperado para o período considerado.

**Quadro 5 – Indicador de performance na máquina enchedora de garrafa para diferentes volumes**

200ml	Real	70.646
	Meta	100.487
500ml	Real	87.344
	Meta	157.247

1000ml	Real	23.165
	Meta	33.497
Total Real		181.155
Total Meta		291.231
<b>Performance</b>		<b>62,20%</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Os cálculos referentes do índice de *performance* estão de acordo com a equação 3 deste trabalho. De acordo com o quadro, nota-se que o equipamento é ineficiente. O padrão mínimo desejado pelo JIPM é de 95% enquanto o equipamento está trabalhando com apenas 62,20% da sua capacidade total, o que aponta uma necessidade de melhoria desse critério dentro do indicador para que haja maior produtividade.

#### 4.3.3 Qualidade

A qualidade foi calculada levando em consideração todos os produtos que foram produzidos dentro do período da pesquisa. Os valores contabilizados em caixa são apresentados no Quadro 5.

#### Quadro 6 – Indicador de qualidade observado na máquina enchedora de garrafa *pet*

Produção total	181.155
Produção Conforme	166.101
Produção não conforme	15.054
<b>Qualidade (%)</b>	<b>91,69%</b>

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

A qualidade fornece informações acerca dos padrões de qualidade esperados para a produção de um certo produto. Nesse caso, os produtos refugados foram aqueles que não foram aprovados por questões de não conformidade devido ao nível de produto formulado nas garradas e falha da vedação das garrafas.

O indicador de qualidade encontrado também não se encaixa no desejado pelo JIPM, embora a esse índice possua mais de 90% de aproveitamento, o JIPM espera pelo menos 99%. O equipamento possui 8,31% de possibilidade de melhoria, que, se alcançados, reduziria tanto o tempo de retrabalhado como o aumento do número de produtos bons produzidos, o que acarreta na melhoria de todos os índices do OEE apenas aumentando o índice qualidade.

#### 4.3.4 Cálculo OEE

Para o cálculo OEE, foi utilizado a equação 1, apresentada na fundamentação teórica deste trabalho.

**Quadro 7 – Cálculo OEE**

Disponibilidade	77,40%
Performance	62,20%
Qualidade	91,69%
<b>OEE</b>	<b>44,14%</b>

Fonte: Elaboração de Autor (2019)

O equipamento em questão apresenta um OEE de 44,14%, o que significa que ele possui 55,86% de capacidade de ser otimizada. O resultado também não se enquadra dentro do estabelecido pelo JIPM como sendo classe mundial, visto que o resultado do indicador de desempenho seja de 85%.

Vale ressaltar que analisando os fatores separadamente, percebe-se que a performance é o principal causador do baixo OEE, visto que a máquina produz pouco mais de 60% de sua capacidade, o que faz com que o equipamento não atue na linha de produção com um melhor desempenho. Embora o mesmo possua o índice de qualidade acima de 90% e uma disponibilidade acima dos 75%, a sua velocidade de envase é baixa o que impossibilita altos níveis de OEE. Aumentar a eficiência da linha deve ser o primeiro ponto de melhoria que necessita de uma ação imediata.

Um ponto observado no estudo de caso que impacta a eficiência da máquina é a quantidade de produto a ser envasado dentro o equipamento. Percebeu-se durante rotina que a bomba do pasteurizador não consegue fornecer o produto formulado no volume e velocidade suficiente para que a máquina opere de forma mais ágil, o que impacta diferentemente o índice da *performance* e conseqüentemente o resultado OEE. Outro aspecto observado está relacionado com as sopradoras da linha de envase que não conseguem fornecer garrafas suficientes para a enchedora trabalhar com sua capacidade total. Além disso existe ainda problemas associados a velocidade da esteira de saída da máquina, pois a mesma não consegue acompanhar a velocidade da enchedora. Tais condições favorecem a redução da capacidade de operação do equipamento.

#### **4.4 Plano de melhoria para aumentar o índice OEE do equipamento**

Como forma de buscar um aumento no índice OEE da enchedora em questão foi desenvolvido com um plano de ação que contém mecanismos necessários para interferir significativamente do desempenho no equipamento.

Quadro 8 - Plano de ação

PLANO DE AÇÃO					
O QUE?	QUEM?	QUANDO?	ONDE?	POR QUE?	COMO?
Automatizar o Controle de Parada de Máquinas.	A gerência Industrial.	O mais rápido possível.	Na linha de produção das garrafas pets.	Para aumentar a acuracidade das informações.	Instalação de software de coleta de dados automatizadas.
Fazer Análise SWOT dos produtos.	Equipe Multidisciplinar.	o mais rápido possível.	Nos produtos da linha pet.	Para analisar os produtos mais rentáveis.	Analisando as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades.
Reduzir o mix de produtos.	Equipe Multidisciplinar.	Após a análise SWOT.	Na linha pet.	Para concentrar recursos nos produtos que mais dão retorno a empresa.	Excluir do catálogo de produtos vendidos pela empresa e parar de comprar os insumos e embalagens para os produtos que serão retirados.
Montar uma equipe de manutenção.	A gerência Industrial.	O mais rápido possível.	Na empresa em questão.	Para iniciar um trabalho de manutenção preventiva e para atuarem nos reparos mais rápidos.	Contratando profissionais capacitados.
Consertar/Trocar a bomba que impulsiona produto para enchedora.	Gerência de Manutenção.	O mais rápido possível.	Equipe de manutenção/ Empresa especializada	Para que ela tenha potência suficiente para mandar o produto pra enchedora.	Solicitando serviço de repado na bomba.
Reprojetar a linha de produção.	Gerência de Produção/Manutenção.	O mais rápido possível.	Na empresa em questão.	Para diminuir os gargalos da produção.	Estudo em relação ao balanço de linha e gargalos na produção.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019)

Ao concluir a realização da análise de resultados foi possível apresentar sugestões para a melhoria do desempenho da enchedora. A ferramenta OEE foi de suma importância para a análise do processo e ficou evidenciado que o maior problema encontrado na linha de envase, mais precisamente na enchedora da linha, é a baixa eficiência

## 5 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos através das análises, pode-se perceber a importância do indicador OEE para a avaliação de desempenho do equipamento, assim como, o seu aumento de desempenho para que a empresa seja mais competitiva no mercado, pois engloba três aspectos, sendo eles a disponibilidade, a performance e a qualidade.

As informações referentes as paradas de produção quanto no indicador de desempenho OEE, mostraram que existem deficiências relacionadas ao processo. O controle de parada de máquinas usado neste trabalho permitiu que os dados fossem coletados e, a partir dele, foi possível iniciar todo o desdobramento do trabalho em questão. No preenchimento do controle de paradas, foi observado que os operadores mais antigos eram mais resistentes as mudanças que os mais jovens.

Pela utilização indicador OEE, é importante salientar que o mesmo viabilizou uma melhor visualização dos motivos de baixo desempenho da linha de envase e a partir disso, é foi formular potenciais melhoria no processo de modo a otimizá-lo.

Com a realização do trabalho, os operadores passaram a entender a importância dos registros e como eles podem se beneficiar dessas informações, além disso, os operadores receberam treinamentos com uma empresa especializada referente a metodologia 5S. Já a parte de diretoria, iniciou-se um projeto para montar uma equipe de manutenção para atuarem mais rapidamente nas paradas de produção. Após a geração dos relatórios, ficou claro que a empresa perde muito tempo por paradas que poderiam ter sido evitadas caso tivessem uma manutenção atuando não apenas na correção do problema, mas também na prevenção do mesmo.

O trabalho também contribui para área acadêmica, pois permite aos estudantes e pesquisadores a terem informações sobre as aplicações das ferramentas utilizadas neste trabalho, assim como sua importância para obtenção de informações relevantes ao processo e pode servir com *benchmarking* para outros trabalhos.

Por fim, este trabalho foi indispensável para verificar o desempenho da máquina que mais agrega valor ao produto final e com isso buscar a melhoria contínua não só do equipamento em questão, mas também da linha como um todo.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.J.A.; SCHERER, C.S. **Estudo de Caso da Aplicação do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos (OEE) para Diagnóstico e Melhoria de Produtividade em uma linha de Produção Automotiva.** XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Anais, Salvador, 2009.
- ARAUJO, Marco Antonio. **Administração de produção e operações.** Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- BARBOSA, Adelman Francisco. **Calcular disponibilidade dos ativos de rede.** São Paulo, 2013.
- BUSSO, C.M.; MIYAKE, D.I.; **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica.** Revista Produção, São Paulo, 2012.
- BUSSO, C. M; MIYAKE, D. I. **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica.** Produção, São Paulo, v. 23, n. 2, pp. 205-225, 2013.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CARDOSO, Caique. **OEE na Prática. Gestão de Produção com índice OEE.** Kitemes, 2013.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica.** 3 ed. São Paula: Atlas, 2012.
- CORRÊA, H. et al. **Administração de Produção e Operações.** São Paulo: Atlas, 2011.
- FERNANDES, João Candido. **Manutenção Corretiva – Manutenção e Lubrificação de Equipamentos.** Universidade Estadual Paulista. UNESP. Bauro, 2010.
- FOGLIATTO, Flávio. *Manutenção e Confiabilidade. TPM – Total Productive Maintenance. Campus, 2009.*
- GARZA-REYES, J. A. et al. **Overall equipment effectiveness (OEE) and process capability (PC) measures: A relationship analysis.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 27, n. 1, pp. 48-62, 2010.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- GUERRA, Elaine Linhares de Assis. **Manual Pesquisa Qualitativa.** Anima Educação – EAD – Educação a distância. Belo Horizonte, 2014.
- HANSEN, R. C. **Overall equipment effectiveness: a powerful production / maintenance tool for increased profits.** New York: Industrial Press, (traduzido ao português), 2016.

KRAJEWSKI, Lee, RITZMAN, Larry, MALHOTRA, Manoj. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson, reimp. 2012.

KURZTBERG, T. **Feeling Creative, Being Creative: an Empirical Study of Diversity and Creativity in Teams**. Creativity Research Journal, Vol 17, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica**. 6. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

LEMOS, Carina. **Análise da Capacidade produtiva dos equipamentos através do indicador OEE em um setor de salgadinho de uma indústria alimentícia**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2016.

LOPES, J. **Fazer Do Trabalho Científico Em Ciências Sociais Aplicadas**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2006.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade: As sete ferramentas da qualidade, Análise e solução de problemas, Jit, Kaisen, Housekeeping, Kanban, Femea, Reengenharia**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2010.

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da qualidade / Simone Silva Machado**. – – Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

MOREIRA, Tereza. Metodologia Científica: **Origem e razão da metodologia**. Disponível em: <<http://tessiemercury.mutiply.com/journal/item/110/110>>. Acesso em: 02 nov. 2018.

MURINO, T. **A World class manufacturing implementation model Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering**. Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering Journal, Italy, 2012.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEREIRA, Clara. **Utilização da técnica do Brainstorming na introdução de um modelo de E/B-Learning numa escola Profissional Portuguesa: a perspectiva de professores e alunos**. Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho. Braga, 2011.

PEZARIM, Geovani Augusto. **Proposta de redução de paradas de produção de uma indústria de fornecimento de borracha no sul do Brasil**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. D. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013.

RAMALHO, Marina e Silva; Nascimento, Aline Vieira; Cruz, Emília Barroso; Terra, Leticia Labati; Costa, Alexandre de Souza. **O uso do método estudo de caso na ciência da**

**informação no Brasil.** InCID: R. Ci. Inf. e Doc., Ribeirão Preto, v. 4, n. 1. jan./jun. 2013.

RODRIGUES, Auro de Jesus. **Metodologia científica**/ Auro de Jesus Rodrigues; co-autores: Hortência de Abreu Gonçalves, Maria Balbina de Carvalho Menezes, Maria de Fátima Nascimento. 4. ed., rev., ampl. – Aracaju: Unit, 2011.

ROTH, Claudio Weissheimer Curso técnico em automação industrial : **Qualidade e Produtividade** / Claudio Weissheimer Roth. – 3. ed. – Santa Maria : Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

RUFINO, P. E.; ANDRADE, P. P. Jr. **Indicadores de qualidade com base em um sistema de custos da qualidade: um estudo de caso.** Qualitas Revista Eletrônica, v. 15, n. 1, 2014.

SCHOOR, Marcos. **Redução de setup através de sequenciamento de impressão em uma empresa de lata.** Trabalho de conclusão de curso – Centro de ciências exatas e tecnológicas – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2013.

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Série Logística: Controle de Produção.** Departamento Nacional, Departamento Regional da Bahia. – Brasília: SENAI/ DN, 2013.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das Sete Ferramentas Básicas da Qualidade no Ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças.** 2010. Trabalho de conclusão de curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

VANZAN, Rodrigo. **Você (realmente) sabe o que é performance?.** *4Buzz*, 2015.

VIEIRA, EDUARDO. **Tire o máximo proveito do OEE com qualidade - Produzir com qualidade não é uma escolha, é sobrevivência.** 2017.

YIN RK. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman; 2015.

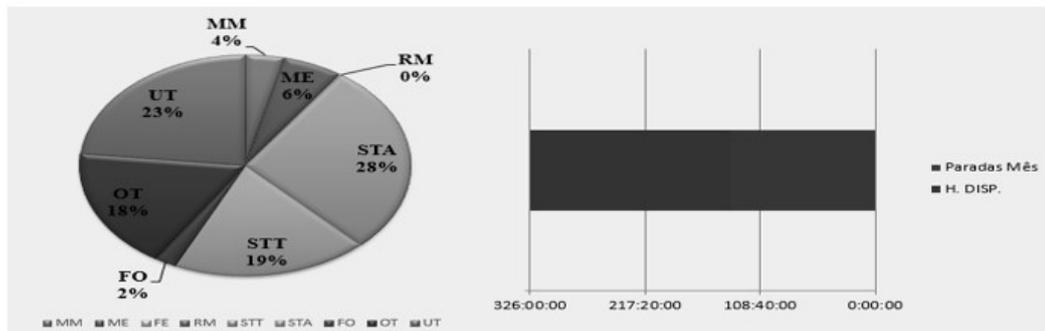


## APÊNDICE B – Relatório de paradas de máquinas

### PARADAS DE MÁQUINAS – MAR/ABR 2019

As paradas de máquina são a maior fonte de perdas na produção e é justamente onde se pode rapidamente aumentar os ganhos e a produtividade. As paradas de máquinas reduzem a lucratividade, a produtividade e a competitividade da empresa no mercado, além de elevar os custos.

LINHA PET: RETRATO MENSAL



#### TOTAL MENSAL (h)

STA	37:54:00	STA - SETUP OU AJUSTES
UT	31:36:00	UT - UTILIDADES
STT	26:06:00	STT - START UP
OT	23:54:00	OT - OUTROS
ME	7:54:00	ME - MANUNTENÇÃO ELÉTRICA
MM	5:09:00	MM - MANUNTENÇÃO MECÂNICA
FO	2:52:00	FO - FALHA OPERACIONAL
FE	0:15:00	FE - FALTA DE ENERGIA
RM	0:00:00	RM - REPOSIÇÃO DE MATERIAL
<b>TOTAL</b>	<b>135:40:00</b>	

Esse é o retrato mensal referente a MAR/ABR 2019

\* Dentro das horas disponíveis no mês, tivemos uma perda de mais de 135h de produção, o que corresponde a 41,61% do total de horas disponíveis.

\*\* De acordo com os registros coletados na folha de verificação, as principais perdas foram causadas pelos setups, problemas nas utilidades e parada de produção para fazer retrabalhos. A manutenção elétrica se deu por falhas principalmente nos sensores; e os setups, pelas trocas não programadas que tivemos que fazer para atender faturamento.

