



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE
SERGIPE – FANESSE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

JAIRO SANTOS DE MELO

**ANÁLISE DE DIAGNÓSTICO DE PERDAS: estudo de caso
da aplicação do OEE na fábrica de biscoitos Mabel**

**Aracaju – SE
2016.1**

JAIRO SANTOS DE MELO

**ANÁLISE DE DIAGNÓSTICO DE PERDAS: estudo de caso
da aplicação do OEE na fábrica de biscoitos Mabel**

**Monografia apresentado à Coordenação do
Curso de Engenharia de Produção da
Faculdade de Administração e Negócios de
Sergipe – FANESE, como requisito parcial
para obtenção do grau de bacharel.**

**Orientador: Prof. Esp. Carlosvaldo Alves
Gomes**

**Coordenador do curso: Prof. MSc. Alcides
Anastácio Araújo Filho**

**Aracaju – SE
2016.1**

JAIRO SANTOS DE MELO

**ANÁLISE DE DIAGNÓSTICO DE PERDAS: estudo de caso
da aplicação do OEE na fábrica de biscoitos Mabel**

Monografia apresentada à coordenação do curso de Engenharia de Produção da FANESE em cumprimento da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2016.1.

Aprovado com média: 9,0

**Prof. Esp. Carlosvaldo Alves Gomes
Examinador (Orientador)**

**Profª Drª Maria Susana Silva
(Examinador)**

Aracaju (SE) _____ de _____ de 2016

**Dedico este trabalho à João Vitor e Roberta,
minha família e amigos que contribuíram
para o meu aprendizado.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial ao meu Deus por ter me dado sabedoria e pelo dom da Vida;

Aos meus pais Edésio e Marlene por me darem educação e princípios para superar as adversidades do dia-a-dia.

Aos meus irmãos, cunhados, sobrinhos e aos meus amigos por todo incentivo;

Agradeço a minha Sogra – Terezinha e ao meu Sogro – João Roberto, pelo estímulo nesta jornada, me apoiando na conquista de mais um passo alcançado;

Aos colegas da faculdade, em especial a Anderson, que estava sempre presente, ajudando e motivando;

Agradeço ao amigo e irmão Rivaldo, pelas orações;

A todos os meus colegas de trabalho, em especial, Gilton, Consolação, Anderson, Tiago, Luan, Marcos, Ivana, Cláudio, Saul, Victor, Carlos André, Adailsa, Nara, Ana Carla e Willimarly;

Ao meu grande orientador Prof. Carlosvaldo, pela orientação, incentivo e segurança.

Agradeço ao meu filho João Vitor, por quem abdiquei de vários momentos de felicidade juntos.

Agradeço em especial, a minha grande Esposa – Roberta – por me tolerar todos estes anos e me incentivar ao percurso do curso – Obrigado.

Muito obrigado!

RESUMO

É de máxima importância medir como os equipamentos e a forma como são conduzidos contribuem para a performance das empresas industriais, pois deles dependem vários aspectos chave que, em última instância, determinam o sucesso ou mesmo a sobrevivência da empresa.

Neste contexto o objetivo deste estudo é de apresentar e analisar tal indicador e explorar suas possibilidades de aplicação na busca de um aproveitamento efetivo da capacidade de produção. Então é proposto a implantação de um sistema para demonstrar Overall Equipment Effectiveness (OEE) conhecida como eficiência global dos equipamentos de produção.

Este estudo foi desenvolvido na Mabel para analisar o potencial aplicado do OEE, com objetivos de melhorar o desempenho da linha de produção, identificar os gargalos, monitorar os índices de OEE, sugerir ações de melhoria no processo. O conjunto destes resultados acaba aumentando a produtividade e qualidade, reduzindo custos para a indústria.

Palavras-chave: OEE. Performance. Desempenho

LISTA DE FIGURAS

Figura 01- Evolução da manutenção	18
Figura 02- Tipos de manutenção	19
Figura 03- Exemplo de folha de verificação	25
Figura 04- Exemplo de diagrama de Ishikawa	26
Figura 05- Exemplo de fluxograma	28
Figura 06- Exemplo de Histograma normal	29
Figura 07- Mecanismo de influência da produtividade	30
Figura 08- Processos: input, transformação, output	32
Figura 09- Árvore de falha genérica	38
Figura 10- Gráfico visual das fórmulas OEE	40
Figura 11- Mapeamento do processo	48
Figura 12- Recheadeira	50
Figura 13- <i>Ishikawa</i> da recheadeira	56
Figura 14- Painel do estampo da linha de recheados	57
Figura 15- Foto da nova recheadeira	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01- Resultados x tipos de manutenção	23
Gráfico 02- Perdas por indisponibilidade	55
Gráfico 03- Perdas por indisponibilidade	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 01- Principais finalidades das ferramentas da qualidade	24
Quadro 02- Plano de Ação utilizando método 5W2H	29
Quadro 03- Características dos tipos de sistemas de produção	33
Quadro 04- Modelo conceitual	44
Quadro 05- Variáveis e indicadores da pesquisa	47
Quadro 06- Índice OEE na linha de recheados	51
Quadro 07- <i>Brainstorming</i> da performance da linha de recheados	53
Quadro 08- <i>Brainstorming</i> da disponibilidade da linha de recheados	54
Quadro 09- <i>Brainstorming</i> da recheadeira	55
Quadro 10- Plano de ação para aumentar OEE da linha recheados	59
Quadro 11- Cálculo da OEE após melhorias	60
Quadro 12- Comparativo antes e depois do OEE	61
Quadro 13- Produção de recheados após melhorias implementadas	62

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01.....	39
Equação 02.....	39
Equação 03.....	39
Equação 04.....	39
Equação 05.....	40
Equação 06.....	52
Equação 07.....	52
Equação 08.....	52
Equação 09.....	52

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE QUADROS

LISTA DE EQUAÇÕES

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Situação Problema	14
1.2 Objetivo Geral	14
1.2.1 Objetivo específico	15
1.3 Justificativa	15
1.4 Caracterização da Empresa	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 Manutenção	17
2.1.1 Evolução Histórica da Manutenção	17
2.2 Tipos de Manutenção	19
2.2.1 Manutenção corretiva	20
2.2.2 Manutenção preventiva	20
2.2.3 Manutenção preditiva	21
2.2.4 Manutenção detectiva	21
2.2.5 Engenharia de manutenção	22
2.3 Ferramentas da Qualidade	23
2.3.1 Folha de verificação ou folha de coleta de dados	25
2.3.2 Brainstorming	25
2.3.3 Diagrama de Ishikawa	26
2.3.4 Fluxograma	27
2.3.5 Plano de Ação: método 5W2H	28
2.3.6 Histograma	29
2.4 Produtividade	30
2.5 Sistema Produtivo	31
2.5.1 Tipos de sistemas produtivos	33
2.5.2 Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha	34
2.5.3 Sistemas de produção por lotes	34
2.6 Overall Equipment Effectiveness - OEE	35
2.6.1 Cálculo da OEE	39
3 METODOLOGIA	42
3.1 Abordagem Metodológica	42

3.2 Características da Pesquisa	42
3.2.1 Quanto aos objetivos ou fins	43
3.2.2 Quanto ao modelo conceitual	44
3.2.3 Quanto à abordagem dos dados	45
3.3 Instrumentos da Pesquisa	46
3.4 Unidade e Universo da Pesquisa	46
3.5 Variáveis e Indicadores da Pesquisa	46
3.6 Plano de Registro e de Análise dos Dados	47
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
4.1 Mapeamento do Processo	48
4.1.1 Masseuria	49
4.1.2 Estampagem	49
4.1.3 Forno	49
4.1.4 Recheadeira	50
4.1.5 Túnel de resfriamento	50
4.1.6 Empacotamento	50
4.2 Identificação dos pontos de maior oportunidade	51
4.3 Aplicar ações do Plano de Ação com ênfase em OEE	56
4.4 Medir resultados comparativos (antes e depois)	60
4.5 Comparar resultados e apresentar diferenciais	61
5 CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O acelerado processo de globalização e a crescente concorrência tem levado as empresas a, cada vez mais, buscarem por resultados positivos e modelos de gestão baseados em conceitos de eliminação de desperdícios, melhoria da qualidade, aumento da produtividade e redução de custos.

Para Gagnon (1999), uma forma de conduzir a gestão estratégica das operações procurando atender esses objetivos seria baseá-la na visão dos recursos de produção. Esses recursos envolvem decisões como: desenvolvimento de produtos, tecnologia a ser utilizada, organização da mão de obra, planejamento da capacidade e configuração das instalações, entre outras.

Com o surgimento da filosofia da manutenção produtiva total (TPM) trouxe a noção de que é necessário desenvolver uma visão mais holística do sistema de manufatura e que para isso é fundamental estabelecer uma forma mais abrangente de medir o aproveitamento da capacidade produtiva. O *Overall Equipment Effectiveness* – OEE (Eficiência Global dos Equipamentos) que mede a utilização efetiva da capacidade dos equipamentos foi então proposto como um indicador que cumpre essa função de controle gerencial (NAKAJIMA, 1989).

O OEE destaca-se por ser um indicador de vasta utilização pela sua simplicidade e clareza de sua conceituação, esse indicador revela limitações como dificuldade em definir e medir certos dados para cálculo como tempo de ciclo do processo e pequenas paradas (RON; ROODA, 2005).

É importante ressaltar que, de acordo com Jeong e Phillips (2001), o indicador é muito importante em indústrias, já que avalia a utilização dos equipamentos, demanda e análise das perdas escondidas, além de promover uma análise dos problemas e o tratamento da causa raiz de modo a tornar as ações de melhoria do processo mais efetivas e aumentar o aproveitamento da capacidade dos equipamentos.

Vale ressaltar um estudo de caso citado por Busso (2012) em uma indústria alimentícia, que a aplicação do conceito OEE foi suficiente para estabelecer na primeira fase, uma referência para a eficiência produtiva de uma linha de produção

na segunda fase conseguiu direcionar esforços para redução das perdas operacionais em 14%.

Baseado nos conceitos e metodologias da ferramenta Eficiência Global de Equipamentos, a Mabel iniciou a utilização da mesma na linha de recheados.

A linha de biscoitos recheados, hoje estão divididos os seus processos em seis etapas: preparação de massas, moldagem do biscoito, cozimento do biscoito, aplicação do recheio no biscoito, resfriamento do biscoito, por último o empacotamento.

Para tanto, tem-se percebido que o processo atual vem apresentando alto índice de perdas por: setup, regulagem, quebras, rendimento, redução de velocidade, ociosidade e pequenas paradas e problemas de qualidade. O presente estudo tem como objetivo diante do exposto avaliar os resultados contemplados na medição do OEE, ou seja, as perdas por disponibilidade, de desempenho e de qualidade.

1.1 Situação Problema

Baseado nos problemas de baixa eficiência de equipamentos da linha de recheados por conta do alto tempo de parada de linha, por quebras de equipamentos, setup de máquinas, ciclos lentos, rejeitos durante startup e produção, houve uma análise anterior e definiu-se que o OEE seria uma ferramenta adequada para reduzir os desperdícios que tem causado prejuízos à companhia, ajudando a reduzir os custos produtivo e aumentar a produtividade da linha em estudo.

Diante do exposto surge a seguinte questão: **Os resultados de redução de desperdícios da linha de recheados após aplicação do OEE são significativos?**

1.2 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência da ferramenta OEE na linha de recheados, como proposta para aumentar a eficiência global dos equipamentos na linha de recheados de uma indústria alimentícia de Sergipe.

1.2.1 Objetivo específico

- Mapear o processo;
- Identificar os pontos de maior oportunidade;
- Aplicar ações do plano de ação com ênfase em OEE;
- Medir resultados comparativos (antes e depois);
- Comparar resultados e apresentar diferenciais.

1.3 Justificativa

As indústrias têm como visão estratégica estar sempre à frente no mercado em que atuam e, desta forma, garantir sua permanência neste. Para tal, as empresas fazem uma avaliação de seus sistemas de produção, a fim de melhorar a eficiência global dos equipamentos.

Com a finalidade de aumentar a disponibilidade dos equipamentos, performance operacional e qualidade dos produtos, as indústrias, em algumas situações, deparam-se com algumas inconstâncias, como as perdas ocorridas nos sistemas de produção, por exemplo. Com base na necessidade de redução destas perdas, é importante elaborar um diagnóstico de todo processo produtivo para identificar os pontos que geram estas.

Dentro deste contexto, justifica-se a necessidade de realizar um estudo com a aplicação do OEE, a fim de contribuir com a Indústria analisada para que esta possa maximizar seus indicadores e se manter no mercado.

1.4 Caracterização da Empresa

A Mabel foi fundada pelos irmãos Italianos *Nestore e Údelio Scodro* na cidade de Ribeirão Preto no ano de 1953. A primeira fábrica foi inaugurada em 1962, com capacidade de produzir até 500 kg de biscoito por dia. Em 1975 foi inaugurado o primeiro parque industrial da Mabel. Hoje o grupo é composto de quatro unidades, sendo a matriz na cidade de Aparecida de Goiás, com filiais em Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e Sergipe. A Mabel está entre as quatro maiores produtoras do Brasil e uma das maiores da América Latina.

Sua estrutura permite produzir 1,5 milhão de pacotes por dia, possui mais de 150 produtos em seu portfólio, dos quais podem ser destacados: rosquinhas, cream cracker, leite, maisena, maria, chocolate, amanteigados, recheados, *wafers*, torradas e salgadinhos. Vendidos em mais de 150 pontos de vendas, em todo o Brasil. A Mabel Sergipe, unidade localizada às margens da BR 101 na cidade de Itaporanga D`Ajuda, constituída em uma área de 14.000 m². A empresa possui um quadro de funcionários que é composto de aproximadamente 600 colaboradores.

O Sistema de produção possui seis linhas, sendo que sua produção diária é de 30 toneladas de recheados, 20 toneladas de laminados, 18 toneladas de cream cracker, 8 toneladas de *wafer*, 4 toneladas de torradas e 15 de rosca sendo realizada em três turnos de produção.

As principais empresas concorrentes da Mabel são: M. Dias Branco, Nestlé, Kraft e Marilan. No ano de 2011 a Mabel foi comprada pela Pepsico, passando a fazer parte de uma das maiores companhias de alimentos e bebidas do mundo. As principais marcas e líderes de Mercado como Quaker, Toddy, Toddynho, Elma Chips, Lucky, Equilibri, Gatorade, Kero Coco, H2OH e Pepsi-cola.

No Brasil, a Pepsico conta com 16 plantas estrategicamente localizadas em todo o território nacional, mais de 100 filiais de vendas e com o trabalho de doze mil funcionários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta fase do trabalho, serão abordadas as definições e conceitos que servirão de base para o desenvolvimento do mesmo. Aqui está contida a fundamentação teórica que servirá de sustentação para a explanação do tema que será abordado.

2.1 Manutenção

A manutenção e suas ações buscam “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente com confiabilidade, segurança e custo adequados”. (PINTO ; XAVIER, 2001, p.16)

Os benefícios da manutenção, citados por Slack (2009, p.610) são expressivos quando se inclui melhor segurança, aumento da confiabilidade, maior qualidade e valor residual dos equipamentos, e com um menor custo operacional.

As atividades de manutenção, de acordo com Xenos (2004, p.18), existem para evitar a deterioração dos equipamentos e instalações, ocasionados pelo desgaste natural durante o seu uso. Esta degradação se manifesta de várias formas, desde a aparência externa até as perdas de desempenho e paradas de produção.

2.1.1 Evolução Histórica da Manutenção

De acordo com Branco Filho (2000, p. 47), a manutenção é uma função empresarial da qual se espera o controle constante das instalações, assim como o conjunto de trabalho de reparo e revisões necessárias para garantir o funcionamento regular e o bom estado de conservação das instalações produtivas, serviços e instrumentação dos estabelecimentos.

As medidas necessárias para manter ou conservar algo, surgiram como necessidade desde a antiguidade onde ainda era desconhecida pelo nome de manutenção, embora já usada, mas não reconhecida. Esta prática de conservar instrumentos e ferramentas deu-se nome de manutenção, que pode ser aproximadamente em três gerações distintas, denominadas como a Primeira Geração

(Mecanização), Segunda Geração (Industrialização) e a Terceira Geração (Automatização), conforme, Siqueira, (2005, p. 4)

Pode-se afirmar que dentre os vários ângulos adotados que conceituam manutenção industrial, percebe-se que todos visam, de alguma maneira, alcançar disponibilidade de acordo com a necessidade, ao menor custo, seja ele de capital humano ou financeiro, objetivando sempre o aumento da produtividade, segundo Branco Filho (2008, p. 47)

A evolução da manutenção esta atrelada ao desenvolvimento das unidades de produção. Quanto mais sofisticado for o processo produtivo, mais sofisticada será a manutenção. Do ponto de vista de organização e de administração não se pode esperar que fosse diferente. Conforme ocorre mudança nas estruturas dos órgãos de produção foi também ocorrendo mudanças nos órgãos de manutenção. (BRANCO FILHO, 2008 p. 47).

A Figura 01 ilustra a evolução temporal destas gerações, após a segunda guerra mundial. De acordo com Siqueira (2005, p.4), cada geração é caracterizada por um estágio diferente de evolução tecnológica dos meios de produção, e pela introdução de novos conceitos e paradigmas nas atividades de manutenção.

Figura 01- Evolução da manutenção



Fonte: Adaptação de Siqueira (2005, p.4)

De acordo com Monchy (1989 apud Gruppi 2006, p.29), o aparecimento do termo *manutenção* na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe progressivamente à palavra *conservação*. Assim, os produtos que incorporavam a tecnologia mais moderna e melhor qualidade, que eram vendidos no exterior a preços mais baixos que os entrados no mercado local, estavam fora do seu alcance, pois as barreiras à importação eram quase intransponíveis.

Segundo Siqueira (2005, p. 9), as indústrias almejavam maior disponibilidade e vida útil dos instrumentos e equipamentos, a um baixo custo. E a competição, mola do desenvolvimento, estimuladora da eficiência e controladora dos preços no mercado, se limitava aos fabricantes locais, todos sujeitos a essas mesmas limitações, segundo Siqueira (2005, p. 9)

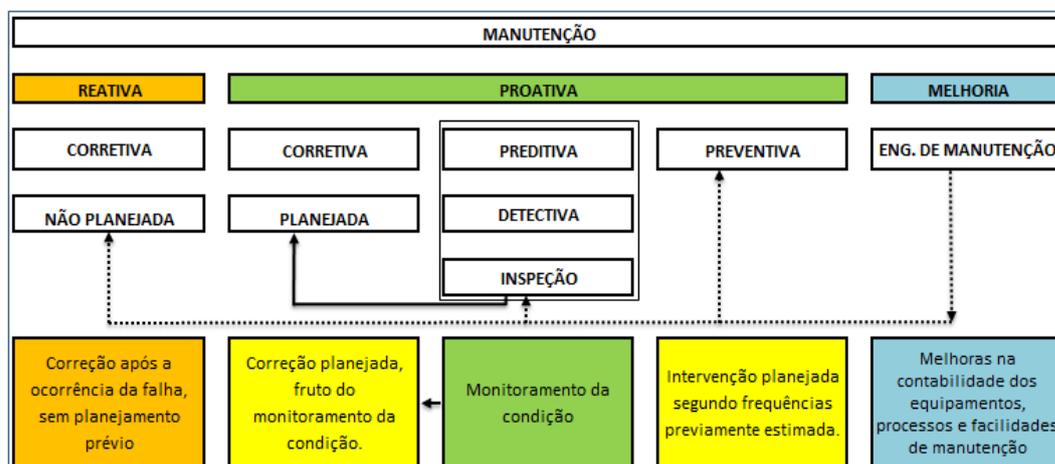
De acordo com Theiss (2004, p.18), a manutenção, por sua vez, tem que ser moderna e eficiente, acompanhando o ritmo de todo este processo de desenvolvimento tecnológico, e antes de se tornar mais um obstáculo aos meios produtivos, ela deve buscar sempre as melhores soluções, procurando tornar o conjunto mais ágil e dinâmico, porque o seu papel é o de suporte da produção.

Hoje, muitas empresas desfrutam dos resultados de uma manutenção bem estruturada, trazendo assim, cada vez mais, a motivação para outras empresas seguirem o mesmo caminho, tornando a manutenção como um alvo nas metas das organizações.

2.2 Tipos de Manutenção

Compreende-se, por tipos de manutenção, a forma como se aborda a paralisação dos equipamentos de produção e como esta se caracteriza os tipos de manutenção existentes. Entre essas políticas de manutenção, tem-se os seguintes tipos: Manutenção Corretiva; Manutenção Preventiva; Manutenção Preditiva; Manutenção Detectiva; Manutenção Autônoma; e Engenharia de Manutenção segundo Viana (2002). Os principais tipos de manutenção são mostrados na Figura 02.

Figura 02- Tipos de manutenção



Fonte: Adaptação Kardec; Nascif (2001, p.53)

2.2.1 Manutenção corretiva

De acordo com as normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) (1994) apud Kardec; Nascif (2013, p.53), a Manutenção Corretiva é a “manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane, destinada a colocar um item em condições de executar uma função requerida”. Ou seja, não há para esta política de manutenção uma preocupação com planejamento, as atuações são feitas por ocorrência de falha ou decorrente da diminuição do desempenho. Este tipo é apenas uma intervenção aleatória necessária para evitar graves consequências aos instrumentos de produção, à segurança do trabalhador ou ao meio ambiente, sendo conhecida nas empresas como (apagar incêndio).

Segundo Pinto; Xavier (2006), há dois tipos de manutenção corretiva: A manutenção corretiva planejada e a manutenção corretiva não planejada. Nesta primeira, a perda de produção é reduzida ou mesmo eliminada, além de que o tempo de reparo e o custo são minimizados, havendo garantia de sobressalentes, equipamentos, ferramental e mão de obra especializada, enquanto que na segunda, acontece exatamente o oposto. Deste modo, embora a manutenção corretiva seja a mais praticada, esta implica em altos custos, pois a indisponibilidade do equipamento acarreta perdas na produção, na qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção.

2.2.2 Manutenção preventiva

A Manutenção Preventiva, para Viana (2002), é todo serviço de manutenção realizado nas máquinas que não estejam em parada por quebras. Estas máquinas obedecem um plano previamente elaborado para reduzir e evitar quebras e diminuição no desempenho e, desta forma, fazer o índice de qualidade alcançar um nível bem mais alto.

Para Kardec; Nascif (2001, p. 61), alguns fatores devem ser levados em consideração para aplicação de uma política de manutenção preventiva.

- Quando não é possível realizar a manutenção preventiva;
- Aspectos relacionados à segurança dos operadores ou as instalações, tornando favorável a intervenção;
- Possibilidade de programação da manutenção para um equipamento crítico de difícil liberação, sem trazer prejuízo à produção;

- Quanto aos riscos de possíveis agressões ao meio ambiente;
- Em sistemas complexo ou operação contínua.

Segundo Xenos (1998, p 24), pode acontecer que, mesmo com sistema de manutenção preventiva implantado as falhas não diminuam. A causa pode ser a falta de padrões e procedimentos de manutenção em relação ao conhecimento, além de habilidades dos técnicos de manutenção e operadores da produção

2.2.3 Manutenção preditiva

Segundo Kardec; Nascif (2001, p.62), entende-se por manutenção preditiva, a atuação que é realizada com base na modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento deve obedecer a uma sistemática.

Intervenção feita de acordo com o acompanhamento de determinados parâmetros do equipamento, para Siqueira (2005, p. 14), esta intervenção consiste em monitorar as condições do equipamento e instalações de modo a antecipar a identificação de um futuro problema.

A manutenção preditiva é tida como o tipo de reparo que garante uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de medições e análises, utilizando-se de meios de supervisão ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva, segundo NBR-5462 (1994, p.7).

Este tipo de manutenção para, Pinto; Xavier (2001, p. 41), é também conhecida por manutenção sob condição, indica as condições reais de funcionamento das máquinas, com base em dados que informam o seu desgaste ou tendência de degradação.

Para Nakajima (1989 apud Azevedo 2007, p. 27), semelhantemente a manutenção preventiva, a manutenção preditiva reduz a probabilidade de defeitos. Porém, ao invés de ser executada em intervalos fixos de tempo, são feitas somente quando a necessidade é iminente.

2.2.4 Manutenção detectiva

“É efetuada em sistemas de proteção, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, preferencialmente pode-se

corrigir a situação, mantendo o sistema operando” (PINTO; XAVIER, 2001, p. 44).

Corroborando com o conceito de Pinto; Xavier (2001), Kardec; Nascif (2013, p.67), afirmam que, neste tipo de manutenção, os especialistas fazem verificação no sistema sem tirá-lo da operação, são capazes de detectar quebras ocultas e, preferencialmente, podem corrigir a falha mesmo com o equipamento operando.

2.2.5 Engenharia de manutenção

Para Kardec; Nascif (2001, p. 67) é a segunda quebra de paradigma na Manutenção, é o poder de transformar a cultura da empresa no tocante a este assunto. A Engenharia de Manutenção é o suporte técnico da manutenção que está dedicado a consolidar rotina de trabalho ao planejamento das manutenções e implantação de melhorias dos equipamentos.

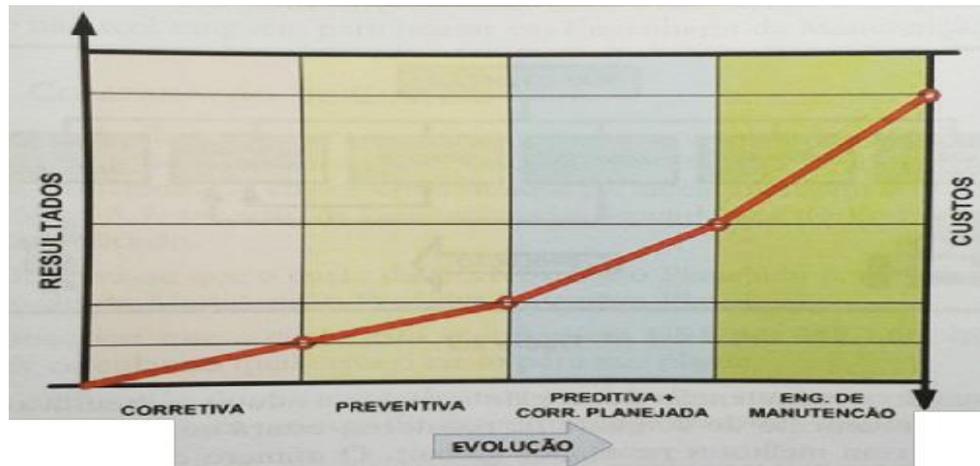
Ainda para Kardec; Nascif (2001, p.68), dentre as principais atribuições da engenharia de manutenção estão: aumentar a confiabilidade; aumentar a disponibilidade; melhorar a manutenção; aumentar a segurança; eliminar problemas crônicos; solucionar problemas tecnológicos e melhorar a capacitação do pessoal.

Praticar a engenharia de manutenção significa substituição de cultura, ou seja, perseguir benchmarks, aplicar técnicas modernas e se adequar às práticas de manutenção do primeiro mundo. Uma instalação industrial, que esteja fazendo uso com frequência da manutenção corretiva não planejada, terá um longo caminho a percorrer para chegar a praticar engenharia de manutenção. O maior obstáculo a ser vencido estará na cultura sedimentada nas pessoas, especificamente o homem de manutenção. (PINTO; XAVIER, 2001 p. 46).

Para Xenos (2004, p. 34), a busca por prosperidade e desenvolvimento, tem contribuído para o bem-estar das organizações. Conseguir isto é ter a capacidade de desenvolver dentro do ambiente organizacional. O uso de ferramentas da qualidade como métodos para viabilizar a implantação de melhoria no processo produtivo.

Segundo Kardec; Nascif (2001, p. 69), mostram no Gráfico 01 que a medida que as empresas crescem, novas técnicas passam a ser utilizadas nas práticas de manutenção. Cabe ressaltar que, entre a manutenção corretiva e a preventiva, ocorre melhora contínua, mas discreta. O que é evidenciado pela inclinação da reta varia, com pequena elevação.

Gráfico 01- Resultados x tipos de manutenção



Fonte: Kardec; Nascif; Amaral (2013, p.69)

Confirmando com as afirmativas citadas pelos autores anteriormente, existem motivos para manter o equipamento e máquinas em boas condições de operação. Entre os principais motivos estão: evitar interrupções na produção, evitar aumento dos custos de produção, manter a qualidade e garantir os prazos de entrega.

2.3 Ferramentas da Qualidade

“Seja qual for o tamanho da empresa, existe programas de qualidade e de melhoria de processos na maioria dos setores econômicos.” (Marshall Junior et al., 2008, p. 33).

A construção de uma visão estratégica para a qualidade, assim, parte de dois pressupostos básicos (1) reconhecer a qualidade é um valor e (2) utilizar a qualidade como diferencial estratégico para a sobrevivência da organização que – quando que seja ela – está inserida em ambientes altamente competitivos. (CARVALHO et al., 2012, p.39).

De acordo com Paladini (2012, p. 41), compreende-se por ferramentas da qualidade: dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação de melhoria no processo produtivo.

Assim, estes dispositivos podem ser usados de diferentes maneiras, sendo seus objetivos específicos distintos entre si, ou seja, cada ferramenta possui uma finalidade especializada que tem o objetivo comum de melhorar o processo em que está sendo aplicado, de acordo com Paladini (2012, p. 41),

Carpinetti (2010, p. 78) concorda com esta afirmativa ao dizer que o objetivo geral das ferramentas da qualidade é de auxiliar no desenvolvimento de ações que

levam à melhoria contínua dos processos. Com a finalidade de exemplificar suas ideias, este autor apresenta o Quadro 01, onde se vê as ferramentas e sua finalidade.

Quadro 01- Principais finalidades das ferramentas da qualidade

Finalidade	Ferramentas
Identificação e priorização de problemas	Amostragem e estratificação
	Folha de verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle
	Mapeamento de processo
	Brainstorming
	Matriz de priorização
Análise e busca de causas-raízes	Brainstorming
	Estratificação
	Diagrama espinha de peixe
	Diagrama de afinidades
	Diagrama de relações
	Relatório das três gerações (passado, presente, futuro)
Elaboração e implementação de soluções	Diagrama árvore
	Diagrama de processo decisório
	SW1H
	5S
Verificação de resultados	Amostragem e estratificação
	Folha de verificação
	Histograma, medidas de locação e variância
	Gráfico de Pareto
	Gráfico de tendência, gráfico de controle

Fonte: Carpinetti (2010, p. 79)

No decorrer do presente trabalho, serão abordadas com mais veemência as ferramentas de qualidade que são utilizadas na empresa em estudo que são: folha de verificação, que vai auxiliar na coleta de dados históricos da manutenção; diagrama de Brainstorm e Ishikawa que proporcionarão a análise e identificação de causas dos problemas; Histograma que irá possibilitar uma visualização dos dados e 5W2H, onde irá contribuir com o controle das ações.

2.3.1 Folha de verificação ou folha de coleta de dados

De acordo com Peinado; Graeml (2007), a folha de verificação é uma das sete ferramentas da qualidade e, dentre elas, é considerada a mais simples. Em suma, ela apresenta uma maneira de se organizar e apresentar os dados em forma de um quadro, tabela ou planilha, facilitando, desta forma, a coleta e análise dos dados. A utilização desta ferramenta tem o objetivo de economizar tempo, eliminando o trabalho de se desenhar figuras ou escrever números repetitivos, não comprometendo a análise dos dados.

Ainda segundo o autor a folha de verificação, é capaz de proporcionar evidência objetiva para análises de eventuais problemas envolvendo a produção de diferentes biscoitos.

Segundo Paladini (1999) apud Oliveira et al. (2009 p.03),

Folha de verificação é uma ferramenta usada para quantificar a frequência como certos eventos ocorrem, sua função é garantir que o ganho obtido pela aplicação das outras ferramentas estatísticas não seja perdido ou esquecido depois que os problemas forem solucionados. (PALADINI 1999 apud OLIVEIRA et al. 2009, p. 03)

Na Figura 03 é mostrada, exemplo de uma folha de verificação aplicada em uma fábrica de biscoitos.

Figura 03- Exemplo de folha de verificação

Produto	Semana				Total
	1	2	3	4	
Waffer	100	80	50	40	270
Recheado	50	70	80	100	300
Salgado	50	50	55	45	200
Leite	80	85	79	82	326
Maisena	47	48	50	49	194

Fonte: Peinado; Graeml, (2007)

2.3.2 Brainstorming

Conforme Rey (2013, p. 1), *brainstorming*, que em inglês significa tempestades de ideias, nada mais é do que uma técnica usada para dar estímulos à criatividade e coletar ideias que visam solucionar problemas.

Segundo Rey (2013, p. 1), o *brainstorming* é dividido basicamente em duas etapas: a produção de ideias e a avaliação das sugestões. Na primeira, é feita uma reunião com pessoas que tenham conhecimento do problema e busca-se produzir o

maior número possível de ideias. Na segunda, é feita uma seleção das sugestões que se adequem melhor aos problemas.

Ainda segundo Rey (2013, p. 1), uma das principais vantagens da aplicação do *brainstorming* é poder extrair o que há de melhor nos colaboradores; valorizando suas opiniões e dando espaço a todos de forma igualitária. Além disso, essa técnica ajuda a melhorar a comunicação entre as pessoas, já que não existem barreiras, e permite a elas um estreitamento e maior cooperação, despertando o espírito de equipe.

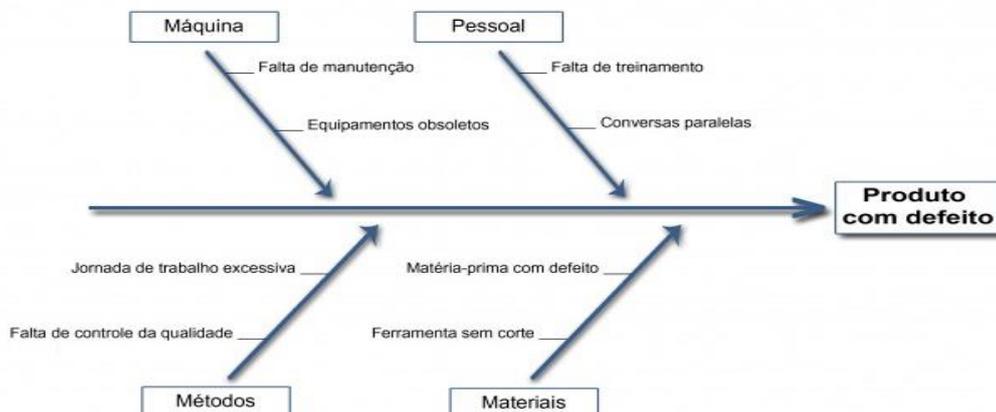
Em contrapartida, para Stuani (2014, p. 1), o *brainstorming* tem a ver com uma abordagem descontraída e informal, sendo que, apesar de ser uma ferramenta de análise bem estruturada que ajuda a resolver problemas, muitas vezes desenvolve ideias limitadas e sem imaginação

2.3.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa também pode ser chamado de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito. Esta ferramenta gráfica é usada para mostrar a relação de causa e efeito ou de características e os fatores em que estão envolvidas, como diz Alvarez (2012, p. 112). É importante dizer que estas causas podem ser ramificadas em secundárias e terciárias.

De acordo com Carpinetti (2010, p. 85), o diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para relacionar todas as possíveis causas de uma falha. Desta forma, ele serve de guia para a identificação da causa fundamental e determina as medidas corretivas a serem tomadas. As categorias de causas são, matéria-prima, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e método, como mostra a Figura 04.

Figura 04- Exemplo de diagrama de Ishikawa



Fonte: Peinado; Graeml, (2007)

Segundo Miguel (2006, p. 140), o diagrama de Ishikawa pode ser elaborado de acordo com os seguintes passos: Determinar o problema a ser estudado (efeito); Relatar as possíveis causas e registrá-las no diagrama; Construir o diagrama agrupando as causas em (4M) (mão-de-obra, máquina, método e matéria-prima), ou em (6M), incluindo “medida” e “meio ambiente” na análise; Analisar o diagrama à procura das causas verdadeiras e corrigir os problemas.

De acordo com Peinado; Graeml (2007), o diagrama de Ishikawa é uma das ferramentas mais importantes utilizadas na produção, já que este permite o agrupamento e a fácil visualização das várias causas de um problema. Ele representa a forte relação que existe entre um determinado resultado de um processo qualquer (efeito) e os diversos fatores (causas), que contribuem para esse resultado específico.

Pode-se afirmar que o diagrama de Ishikawa contribui efetivamente para o melhoramento dos processos e do trabalho em equipe, reunindo os colaboradores e promovendo uma série de discussões em torno das causas potenciais de um problema e dos efeitos que impactam diretamente na qualidade do que é produzido.

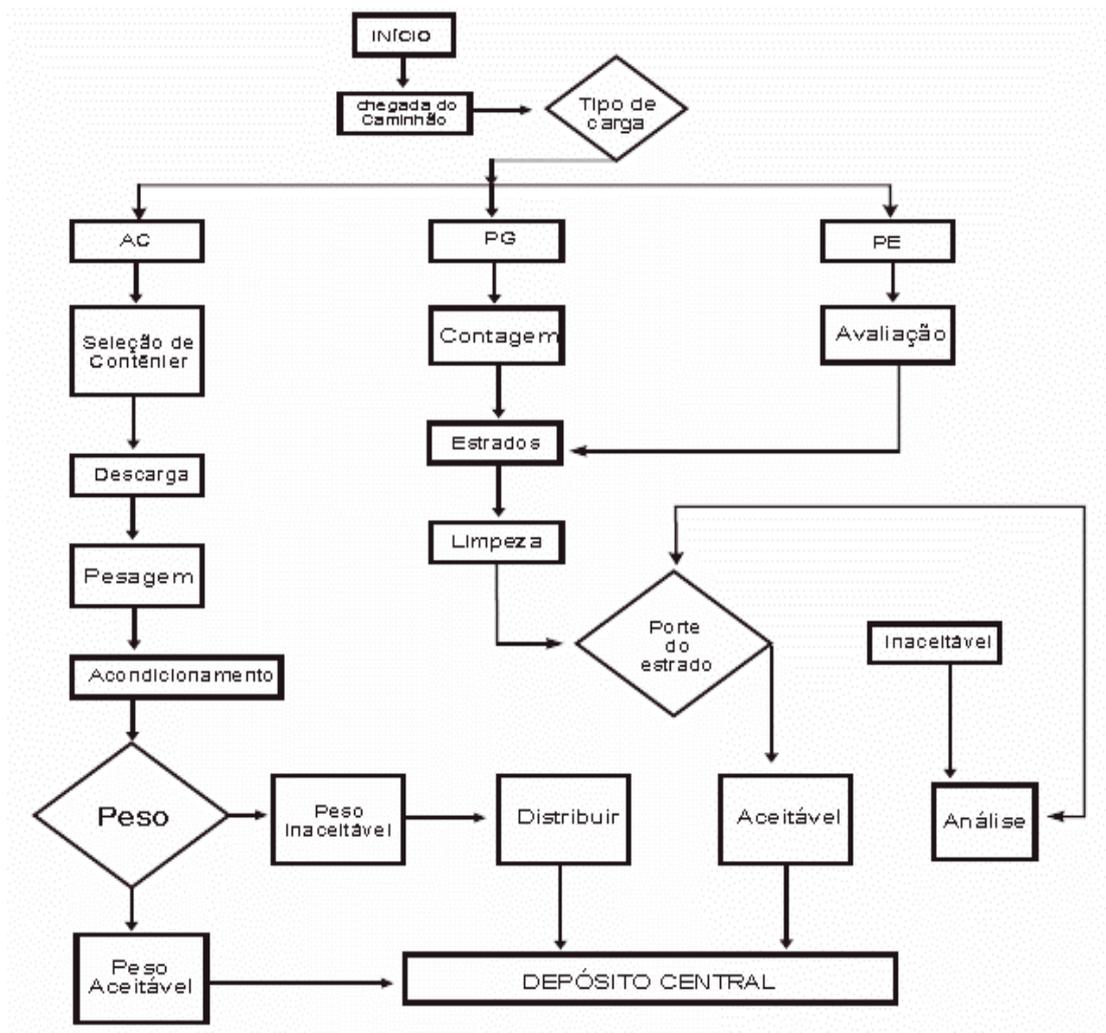
2.3.4 Fluxograma

A contribuição que os fluxogramas conferem à Gestão de Qualidade refere-se, principalmente, à ênfase que conferem ao planejamento de atividades. Definindo-se as relações entre elas, fica caracterizada a ação planejada, na qual existe momento próprio de execução, pré-requisitos a atender, elementos que podem ser acionados simultaneamente, e assim por diante [...]. (PALADINI, 2012, p. 212)

A visualização gráfica permite facilitar a interpretação do processo, de modo a se obter uma visão integrada de todo fluxo do processo produtivo, o que permite a realização de uma análise crítica para detecção de falhas, assim tornando viáveis alternativas para ações de melhorias, como mostra a Figura 05.

Segundo Carvalho *et al.* (2012, p. 229), o fluxograma é uma ferramenta que facilita a compreensão dos passos em um processo, permite identificar as oportunidades de melhoria, seja na complexidade da operação, na identificação de desperdícios, em atrasos durante processamento, ineficiência em alguma parte do processo e gargalos.

Figura 05- Exemplo de fluxograma



Fonte:Carvalho et al. (2012, p.371)

2.3.5 Plano de Ação: método 5W2H

Segundo Cardella (2011. p. 35), uma das melhores formas de se alcançar uma meta idealizada pela empresa, é a elaboração e execução de um plano de ação. Este é um método de controle básico e, para sua elaboração deve ser realizada uma avaliação comparativa entre a situação real encontrada e a desejada, estabelecendo-se ações mitigadoras que eliminem causas de um problema previamente identificado.

Como se percebe, a elaboração de um plano de ação deve ser associado a aplicação de outras ferramentas que permitam a identificação e análise das causas que se deseja eliminar através dele, podendo se destacar, como exemplo, as ferramentas já mencionadas ao longo desta pesquisa, tais como: diagrama de Pareto e diagrama de Ishikawa.

Um dos métodos mais utilizados para a apresentação de um plano de ação é o método 5W1H. De acordo Carpinetti (2010, p. 137), o método 5W1H representado por um quadro, geralmente feito em Excel, onde devem ser respondidas às seguintes questões: O que deve ser feito? (What), quem deve realizar a ação? (Who), até quando deve ser realizada a ação? (When), onde deve ser executada? (Where), por que deve ser realizada? (Why) e Como deve ser feito? (How), como mostra o Quadro 02.

Quadro 02 - Plano de Ação utilizando método 5W2H

O QUE? WHAT	QUEM? WHO	QUANDO? WHEN	ONDE? WHERE	POR QUE? WHY	COMO? HOW

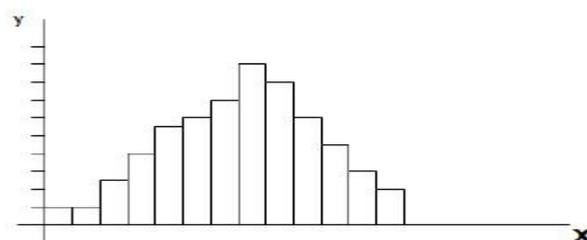
Fonte: Carpinetti (2010, p. 137)

2.3.6 Histograma

O histograma é um gráfico de barras que mostra a distribuição de dados por categorias. Enquanto os gráficos de controle mostram o comportamento de uma variável ao longo do tempo, o histograma fornece uma fotografia da variável num determinado instante. Representa uma distribuição de frequência. As frequências são agrupadas estatisticamente na forma de classes, nas quais se observa a tendência central dos valores e sua viriabilidade (ROCHA et al, 2008).

Portanto, o histograma é uma ferramenta que possibilita uma visualização global de um grande número de dados, através da organização destes dados em um gráfico de barras separado por classes, como mostra a Figura 06.

Figura 06- Exemplo de Histograma normal



Fonte: Carvalho et al (2012)

Com o uso das ferramentas da qualidade, pode-se coletar, organizar e analisar dados e informações do processo. A empresa em estudo tem procurado aplicar as

ferramentas da qualidade na linha de recheados, pois estas ferramentas podem ajudar na obtenção de um sistema que assegure melhoria contínua da qualidade.

2.4 Produtividade

Apesar da palavra produtividade estar sendo demasiadamente utilizada como solução para diferentes tipos de problema dentro de uma empresa, a maioria dos administradores ou gerentes não sabem de fato sua real definição, já que o conceito de produtividade abrange uma série de estudos complexos. De uma maneira geral, a produtividade num sistema de produção, mede a quantidade que se pode produzir, partindo de uma quantidade específica de recursos. (MOREIRA,2009)

Para uma empresa isolada, o senso comum afirma que a produtividade gera, por consequência, melhoria de competitividade no mercado e aumento dos lucros, como pode ser observado na Figura 07.

Ainda segundo o autor, a Figura 07 diz que, com o aumento de produtividade, os custos de produção e de serviços diminuem, partindo do princípio de que cada unidade de produto ou serviço foi gerada de uma menor quantidade de matérias-primas e de um menor gasto de tempo. Dessa forma a empresa pode inserir seu produto no mercado a um preço mais baixo aumentando seu poder de competitividade, o que faz com que gere lucros que poderão ser usados como investimentos de melhoria, na busca de manter o produto competitivo entre os concorrentes.

Figura 07- Mecanismo de influência da produtividade



Fonte: Adaptado de Moreira, (2009)

A produtividade pode ser calculada em diferentes unidades de medida da produção e dos insumos. Moreira (2009, p. 601) exemplifica essas unidades em “toneladas de cereal por hectare (numa fazenda), carros produzidos por funcionário ano (numa montadora de veículos), toneladas de aço por homem ano (numa siderúrgica)”, entre outros.

Slack (2009) e Corrêa (2010) concordam na análise de que uma boa programação de manutenção nos equipamentos da empresa ou indústria contribui fortemente no alcance da produtividade ideal. Quando as paradas decorrentes desse planejamento ocorrem conforme o programado, o que viria a ser perdas de produtividade por indisponibilidade de equipamentos, não são, já que as mesmas, assim como a manutenção, fazem parte do cronograma da produção

2.5 Sistema Produtivo

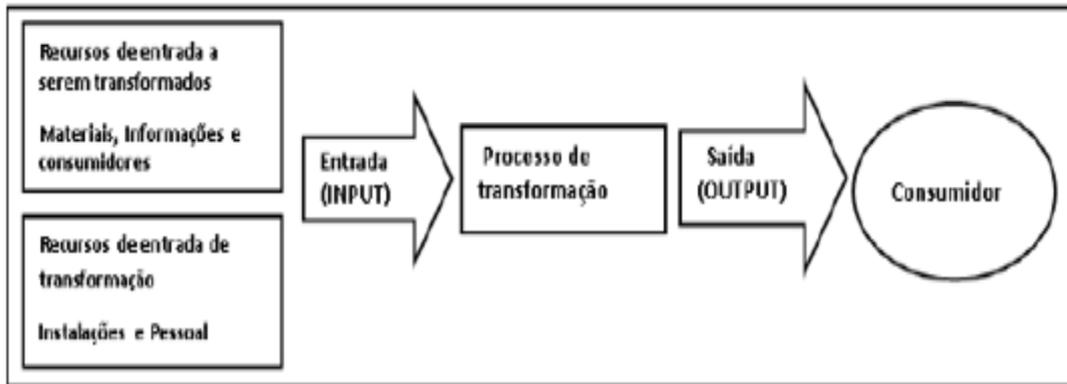
As empresas podem ser vistas, estudadas e administradas como sistemas. “As Organizações são constituídas por uma complexa combinação de pessoas, procedimentos, tecnologia e outros recursos, interdependentes, que buscam alcançar objetivos comuns, de forma a minimizar o uso desses recursos e maximizar a produtividade”. (MYWISEOW, 2005, apud BARBARÁ, 2006, p. 145).

O processo de transformação aos quais os produtos sofrem para serem comercializados pelas empresas, sedia o princípio dos sistemas de produção, que Tubino (2009, p. 1) define como a transformação de entradas em saídas, por meio de um ou mais processos de conversão, essas saídas são as diversas utilidades para os clientes.

Segundo Moreira (2009, p. 7) o sistema produção é a reunião de ações e operações que se relacionam compreendendo a produção de bens manufaturados ou serviços e ainda complementa que os vários tipos de sistemas que existem se diferenciam a partir dos elementos como insumos, processo de criação ou conversão, produtos ou serviços e subsistema de controle.

Já para Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 8-9) “Todas as operações produzem produtos e serviços através da transformação de entradas em saídas, o que é chamado de processo de transformação ” .O sistema de produção abrange um conjunto de entradas usado para transformar ou ser transformado em saídas de bens e serviços, conforme mostra a Figura 08.

Figura 08- Processos: input, transformação, output



Fonte: Adaptado de Slack, Chambers, Johnston (2009, p.9)

No processo de transformação, (*input*) os recursos transformados, são subdivididos em materiais (transformam as propriedades físicas ou modificam sua localização), informações (modificam as propriedades informativas) e consumidores (modificam as propriedades físicas, sendo estas no tratamento de pessoas). Os recursos de transformação se subdividem em instalações (edifícios e tecnologia do processamento da produção) e funcionários (pessoas que estão ao redor da produção), conforme Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 9).

Ainda considerando Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 11) no processo de transformação (*output*) são produzidos produtos e serviços, sendo a principal diferença entre eles a relação da tangibilidade. As operações podem produzir produtos e serviços “puros” e produtos e serviços facilitadores. Também Ritzman; Krajewski (2008, p. 5) relacionam os clientes e fornecedores que são subdivididos em internos (funcionários ou que fazem parte do desenvolvimento da organização) e externos (fornecedores de insumos).

Os processos fornecem resultados ou saídas (*outputs*) – muitas vezes os resultados são serviços, na forma de informações – aos clientes. Cada processo e pessoa de uma organização tem seus clientes. Alguns são clientes externos, que podem ser usuários finais ou intermediários (como fabricantes, instituições financeiras varejistas) e que compram os produtos ou serviço da empresa. O cliente da agência é um cliente externo. Outros são clientes internos, que podem ser funcionários ou processos que dependem dos insumos de outros para poder realizar seu trabalho (RITZMAN;KRAJEWSKI 2008, p. 5).

2.5.1 Tipos de sistemas produtivos

A atividade fim de uma empresa determina os tipos de sistemas produtivos, que por sua vez, possuem características inerentes às atividades que compõem o processo de transformação de seus produtos e sua complexidade de planejamento e controle.

Segundo Tubino (1997, p. 27), o sistema de produção se classifica a partir de três características: o grau de padronização dos produtos (produtos padronizados e sob medida), o tipo de operações (processos contínuos e processos discretos) e a natureza dos produtos (manufatura de bens e prestador de serviços).

Há ainda a classificação tradicional de Moreira (2008, p. 9) que agrupa os sistemas de produção em três grandes categorias “sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha; sistemas de produção em lotes ou por encomenda; sistemas de produção para grandes projetos sem repetição”. Ele conclui ainda que é de grande importância classificar e identificar o sistema estudado para determinar quais as ferramentas de planejamento e gestão da produção que deverão ser aplicados.

Ritzman; Krajewski (2008, p. 470) ressaltam que o tipo de produto por si só não caracteriza ou classifica o tipo do sistema de produção, mas a forma como a demanda e o tempo que o cliente se dispõe esperar para obter o produto forçam a produção a se organizar à melhor maneira. Pode-se dizer que um sistema de produção deve estar voltado para a geração de bens ou serviços, ou para ambos, já que há uma tendência atual de empresas produzirem os dois produtos, conforme o Quadro 03.

Quadro 03 - Características dos tipos de sistemas de produção

Características	Contínuo	Repetitivo em massa	Repetitivo em lotes	Projeto
Volume de produção	Alto	Alto	Médio	Baixo
Variedade de produtos	Pequena	Média	Grande	Pequena
Flexibilidade	Baixa	Média	Alta	Alta
Qualificação da MOD	Baixa	Média	Alta	Alta
Layout	Por produto	Por produto	Por processo	Por processo
Capacidade ociosa	Baixa	Baixa	Média	Alta
Lead times	Baixo	Baixo	Médio	Alto
Fluxo de informações	Baixo	Médio	Alto	Alto
Produtos	Contínuos	Em lotes	Em lotes	Unitário

Fonte: Adaptado de Tubino (1997, p. 29)

2.5.2 Sistemas de produção contínua ou de fluxo em linha

É possível reconhecer esse tipo de organização da produção por algumas características comuns a alguns mercados, neste caso, há predominância dos chamados bens de base como energia elétrica, produtos químicos, petróleo e derivados, ou a exemplos alguns serviços como de aquecimento e ar condicionado.

Ao adotar esse tipo de produção, é importante conhecer os riscos inerentes, como por exemplo, a organização do trabalho, que pode levar os empregados a monotonia, a vasto avanço da tecnologia que podendo ocasionar mudanças drásticas no processo e o risco do produto se tornar obsoleto no mercado.

De acordo com Moreira (2008, p. 10), nos sistemas de produção contínua (fluxo em linha) o fluxo na produção segue uma ordem linear com velocidade de fluxo balanceada, com altos padrões do produto e baixa flexibilidade. Esse sistema é dividido em produção em massa, onde há uma montagem em larga escala e baixo grau de diferenciação, e em produção contínua tendo um alto nível de padronização devido à grande automatização dos ciclos.

De forma similar Tubino (1997, p. 28) diz que nos processos contínuos há um elevado grau de uniformidade, onde os produtos e os processos não possuem dependência beneficiando assim a automação, há também uma grande inflexibilidade no processo devido a um alto volume de produção, onde a mão de obra é empregada basicamente para a manutenção das instalações.

Redige Tubino (2009, p. 6-7), “É chamado de contínuo porque não consegue facilmente identificar e separar dentro da produção uma unidade do produto das demais que estão sendo feitas.” De forma Complementar Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 97) afirma que o processo é executado por períodos de tempos mais longos, ou seja, sua produção opera de forma ininterrupta, com baixo lead time (tempo gasto para transformar matérias primas em produtos acabados) e alto tempo de setup.

2.5.3 Sistemas de produção por lotes

De acordo com Ritzman; Krajewski (2008, p. 290) um lote “é uma quantidade de itens processados juntos”. A caracterização desse tipo de sistema produtivo é dada por certa flexibilidade na carteira de produtos, onde é possível produzir mais produtos com volume de produção médio, layout favorecido para grupos de trabalho geralmente chamados de departamento, menor investimento em automação, o que gera a

necessidade de uma maior quantidade de recursos humanos, e abastecimento do estoque para garantir a sequência das atividades em cada núcleo e transformação.

Moreira (2008, p. 10) diz que nesse sistema a fabricação de produtos se dá por lotes, em que a produção de um lote de produto é feita após o término do outro, sendo que a mão de obra e os equipamentos são dispostos em centros de trabalhos, por tipo de habilidades, operação ou equipamento. Dessa maneira, os equipamentos e os funcionários agrupados, serão determinados como um arranjo físico funcional ou por processos, como é o caso da empresa em estudo. Outra característica importante é a flexibilidade como citado abaixo:

A flexibilidade conseguida com o uso de equipamentos genéricos leva a outros problemas, principalmente com o controle de estoques, com a programação da produção e com a qualidade; se a fábrica ou o centro de trabalho estiverem operando próximo à capacidade limite, haverá muito estoque de material em processamento, o que fatalmente aumentará o tempo das rodadas de produção, pois vários trabalhos irão requerer as mesmas máquinas ou a mesma mão de obra ao mesmo tempo (MOREIRA 2008, p. 11).

Outra forma de caracterizar esse sistema segundo Moreira (2008, p.10) é a chamada de produção intermitente por encomenda, ou seja, quando o cliente especifica o produto desejado, e Slack; Chambers; Johnston (2009, p. 95) caracteriza como processo em massa, onde os bens são produzidos em grande escala, porém o mix é relativamente pequeno.

Para Ritzman; Krajewski (2008, p. 109), esse tipo de sistema é o mais encontrado nas empresas, onde são usadas as expressões como lote pequeno e lote grande para diferenciar o tipo de processo que será utilizado, tendo uma boa flexibilidade no processo, porém o fluxo não é seguido em ordem padronizada.

2.6 Overall Equipment Effectiveness - OEE

Na busca pela melhoria da eficiência dos equipamentos dentro de uma organização, pode ser utilizado, para estabelecer metas, o índice de eficiência global do equipamento ou (*Overall Equipment Efficiency*) OEE, o qual mede os impactos gerados na operação, por consequência da indisponibilidade dos recursos físicos (CORRÊA, 2010).

O cálculo do OEE é baseado nas taxas de utilização, de qualidade e de disponibilidade de equipamentos. Corrêa (2010) define que os recursos são disponíveis, quando estão prontos para uso, e que o tempo disponível de um recurso

é o tempo sucessivo entre duas falhas. Slack (2009, p. 603) então complementa dizendo que “uma operação não está disponível, se ela acabou de falhar, ou está sendo consertada após uma falha”.

No entendimento do autor Hansen (2006, p.8), a OEE deve primeiramente ser aplicada nos gargalos (restrições na produção, falta de capacidade de produção) que, afetam o ganho ou em qualquer outra área crucial e dispendiosa da linha de manufatura. A OEE é benéfica para todas as etapas do processo, no entanto, as etapas não-gargalos devem ser subordinadas às etapas gargalos.

Segundo Amorim (2009), o OEE é um indicador que mede o desempenho de uma forma tridimensional, pois considera os seguintes aspectos.

- Quanto tempo útil o equipamento tem para funcionar, ou seja, produzir;
- A eficiência demonstrada durante o funcionamento, isto é, a capacidade de produzir à cadência normal;
- A qualidade do produto obtida pelo processo em que o equipamento está inserido;

Conforme Nakajima (1993 apud CHIARADIA, 2004 p.38), podem ser determinadas seis grandes perdas nos equipamentos (recursos), que influenciam diretamente em suas produtividades.

Perdas por Quebra: são caracterizadas pela parada da função, ou seja, o equipamento fica indisponível por um determinado tempo, até que se restabeleça a condição original e inicie novamente a operação, seja pela atividade da manutenção, *pret-set*, engenharia ou outro departamento. As quebras estão divididas em dois tipos, esporádicas e crônicas.

As quebras esporádicas caracterizam-se por paradas repentinas e drásticas, porém de fácil visualização e correção, enquanto que as quebras crônicas são geralmente ignoradas ou negligenciadas por tratar-se de paradas de curta duração, porém de frequência alta. O restabelecimento da operação do equipamento é efetuado rapidamente pela manutenção ou pelos próprios operadores, entretanto, a solução completa destas quebras não é facilmente atingida.

Perdas por Setup e Regulagens: estão relacionadas a mudanças de produtos e regulagens até que seja concluído o Setup. Cabe salientar que as regulagens feitas depois de concluído o Setup devem ser caracterizadas como perdas, porém relacionadas à perda 1. A regulagem é, de modo geral, responsável pela maior parte do tempo perdido;

Em relação perdas por Ociosidade e Pequenas Paradas: que se caracterizam por interrupções dos ciclos dos equipamentos, paradas intermitentes de linhas de produção gerando partidas e paradas constantes. Diferentemente da perda 1 (Quebra), caracterizam-se por interrupções de tempo relativamente pequeno. Suehiro (1992) define que as pequenas paradas são problemas no equipamento que não necessitam de mais de cinco minutos para o reparo, e para que a verdadeira causa seja encontrada.

Perdas por Redução de Velocidade: caracterizam-se pela velocidade real ser menor que a velocidade teórica ou de engenharia, implicando tempos elevados de ciclo. Estas perdas podem ser ocasionadas por problemas de manutenção, operação, qualidade ou processo, que levam os operadores, técnicos de manutenção, entre outros, a reduzirem as velocidades de trabalho dos equipamentos, permitindo que os equipamentos se mantenham em operação, porém encobrendo as suas reais causas.

Perdas por problemas de qualidade e retrabalhos: são relativas à geração de produtos não-conformes, causados pelo mau funcionamento dos equipamentos. De forma semelhante às perdas por quebras, os problemas de qualidade podem ocorrer de forma esporádica e crônica;

Perdas por Queda de Rendimento (Startup): estão relacionadas às restrições técnicas dos equipamentos, que obrigam um período para estabilização das condições dos equipamentos após períodos de parada do equipamento. Shirose (2000) define que estas perdas são oriundas de paradas do equipamento após reparos periódicos ou corretivos, feriados, refeições, entre outras.

A Eficiência Global dos Equipamentos ou *OEE*, considerada como a evolução métrica do processo TPM (manutenção produtiva total), é mensurada a partir da estratificação das seis grandes perdas, e calculada através do produto dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade segundo Nakajima, (1993).

A Figura 09 serve para demonstrar os tipos de perdas, sua classificação e sugestões de medidas a serem adotadas para combate. Esta figura apresenta alguns exemplos de perdas que podem contribuir para redução do indicador OEE e algumas ações que devem ser observadas.

Figura 09- Árvore de falha genérica



Fonte: Adaptado de Chiaradia, (2014)

Três índices compõem a sistemática do cálculo do OEE, e os mesmos são compostos por seis tipos de perdas dos equipamentos, as quais são consideradas de grande relevância. Conforme determinado na Figura 06, são elas: perdas por quebra, setup e regulagens fazem parte do índice de disponibilidade. As perdas pequenas paradas, queda de velocidade influenciam a produtividade. Enquanto que o índice de Qualidade é composto pelas perdas produtos com defeitos e queda de rendimento, segundo Chiaradia (2014, p, 40)

Para entendimento dos índices, algumas definições chaves necessitam serem estabelecidas. Conforme Hansen (2006, p. 42-43) são as seguintes:

- Tempo de Carga: Também chamado de tempo planejado ou programado para produção. É o tempo no qual as operações regulares pretendem produzir. Inclui todos os eventos comuns para atingir as programações de entrega, como troca de produto ou transições; setups; transferências de informações; todo o tempo de operação e as interrupções não planejadas para o equipamento, pessoas, qualidade e testes, como manutenções preventivas, tempo de descanso, limpeza do equipamento, treinamentos, entre outras. As paradas programadas não são consideradas no cálculo de eficiência. As paradas não programadas são devidas: Às perdas 1 – Quebra/Falha e 2- Setup e regulagens.
- Tempo Operacional ou tempo de Operação: É a porção do tempo de carga no qual o sistema está realmente produzindo.
- Tempo de Paradas (*ST – Stop Time*): pode ser planejado ou não.
- ST Produzido: Tempo de paradas não-planejada, quando a linha para por razões externas (não relacionadas com a máquina), como falta de

matérias-primas e suprimentos; falta de pessoal, falta de informações e reuniões não planejadas.

- Ciclo Ideal: É a melhor taxa de velocidade ou tempo de ciclo para o equipamento chave ou para linha gargalo de produção, para um determinado tamanho ou formato do produto.
- Perda de Velocidade: É a redução percentual da OEE pelo equipamento estar operando em velocidade inferior a Taxa de Velocidade ideal, para um tamanho e formato de produto ou família de produto. Ela representa a diferença entre o tempo teórico para a taxa ou ciclo e o tempo real utilizado para produzir.
- Taxa de Qualidade: É a quantidade de produtos bons dividida pela quantidade total de produtos fabricados.

2.6.1 Cálculo da OEE

Segundo Hansen (2006, p. 60), a eficiência global dos equipamentos ou dos sistemas de produção por meio de três fatores principais que são a Disponibilidade do Equipamento, a Performance Operacional e a Qualidade dos produtos. Conforme mostrado abaixo nas Equações 1,2,3 e 4:

$$OEE = ID \times IP \times IQ \quad (1)$$

De acordo com Chiaradia (2014, p. 42), o índice de Disponibilidade é dado como:

$$ID = \frac{\text{Tempo real de produção} - \text{Tempo de paradas não planejadas}}{\text{Tempo de produção planejada}} \quad (2)$$

O índice de performance é dado por:

$$IP = \frac{\text{Tempo de ciclo padrão}}{\text{Tempo de ciclo real}} \quad (3)$$

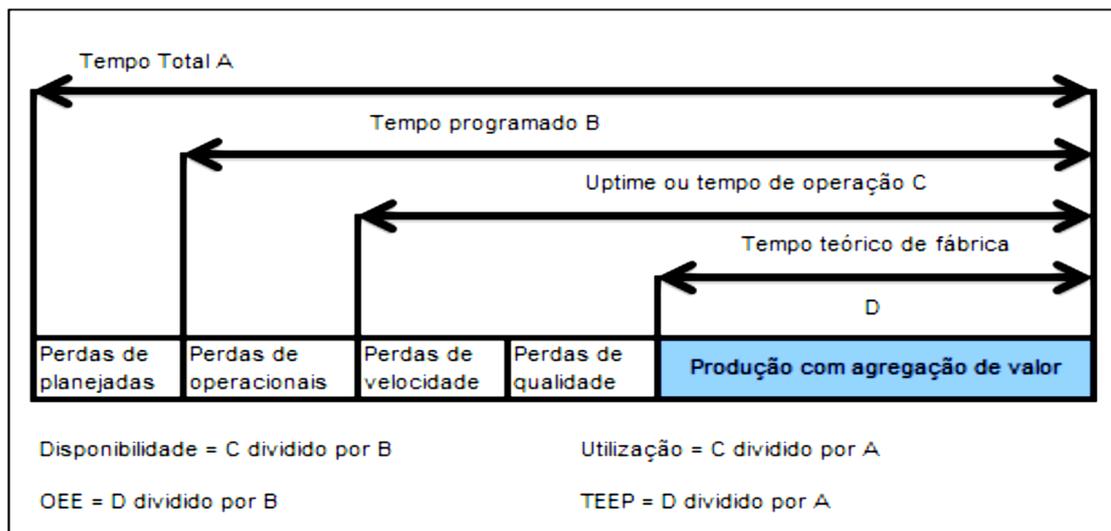
O índice de qualidade é dado por:

$$IQ = \frac{\text{Quantidade de produtos processados} - \text{Quantidade de produtos refugados}}{\text{Quantidade de produtos processados}} \quad (4)$$

Entende-se que as ações para solução dos problemas em busca da melhoria contínua do OEE devem esta apoiada no cálculo completo do OEE, o qual foi descrito anteriormente, pois este é realizado a partir das seis grandes perdas, revelando onde estão às perdas e quais são as mais significativas e necessárias na avaliação do processo produtivo como um todo.

Como demonstra na Figura 10, é possível visualizar as fórmulas do OEE através de gráfico segundo Hansen (2006, p.60).

Figura 10 -Gráfico visual das fórmulas OEE



Fonte: Adaptado de Hansen (2006, p.60)

Através de seus estudos Nakajima (1993) define como um índice competitivo no mercado internacional, um OEE de 85%, a qual deve ser traçado como meta ideal, no que diz respeito a rendimento de processo de produção, índice esse obtido por empresas ganhadoras de prêmios reconhecidos.

Na mesma linha de raciocínio de Nakajima (1993), as metas para os índices que compõem o cálculo do OEE para atingir os 85%, deverão ser maiores que 90% para o índice de disponibilidade, maior que 95% para a performance e maior que 99% para a qualidade, como representado na Equação 5, abaixo

$$\text{OEE} = 0,90 \times 0,95 \times 0,99 \times 100 = 85\% \quad (5)$$

Baseando-se nos pontos anteriormente citados e afirmativas feitas pelos autores, fica claro que, em termos de performance e melhoria dos equipamentos, a

medida que melhor representa esta finalidade é a ferramenta Eficiência Global dos Equipamentos.

Com respeito ao processo em estudo, a OEE se mostra muito eficiente, pois a característica deste sistema de produção é compatível com a aplicação da ferramenta.

3 METODOLOGIA

Segundo Ubirajara (2013, p. 46) a metodologia:

trata-se do momento em que o pesquisador especifica o método que irá adotar para alcançar seus objetivos, optando por um tipo de pesquisa. É também o momento de definir como se irá proceder na coleta de dados. A metodologia tanto pode referir-se ao tipo de investigação, de argumentação, como pode apresentar a caracterização da pesquisa.

Para tanto, este item terá o objetivo de destacar os métodos e os procedimentos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa. Desse modo, o presente trabalho trata-se de um estudo de caso caracterizado pela abordagem metodológica aplicada, realizado em uma indústria de alimentos situada em Itaporanga D`Ajuda, principalmente por se tratar de uma pesquisa que busca “explorar situações da vida real, cujos limites não estão claramente definidos; descrever situações da realidade em que está sendo feita a pesquisa [...]”. (GIL apud UBIRAJARA, 2013, p. 25). Ainda de acordo com Batista (2013, p. 24), vale ressaltar que

não é papel do estudo de caso deduzir leis ou teorias ou propor hipóteses gerais candidatas a leis ou a teorias. Entretanto, um estudo de caso, seja sob um prisma de interpretação de um contexto, retratando uma realidade simples de forma mais ampla, seja visando à descoberta de uma não-conformidade, ele tende a ir além do caso específico motivo (problema) da investigação.

3.1 Abordagem Metodológica

Baseado na explicação de Gil (2010, p. 37), é definido como um estudo de caso, pois consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento. Embora que seja um estudo como explica Ubirajara (2013, p. 10) “[...] se trata de estudo/pesquisa em um local particular do estágio, a abordagem metodológica ou o método específico do trabalho, como um todo, é a de um estudo de caso.”

O presente estudo de caso foi desenvolvido na Mabel situada em Itaporanga D`Ajuda, com a finalidade de análise de diagnóstico de perdas, aplicando o OEE na fábrica de biscoitos recheados.

3.2 Características da Pesquisa

Medeiros (2010, p. 29) caracteriza a pesquisa como:

Um conjunto de procedimentos que permite a distinção entre aparência e essência dos fenômenos menos perceptíveis pela inteligência humana. As peculiaridades de seu método diferenciam a ciência das muitas formas de conhecimento humano.

Assim percebe-se o quanto é importante para a pesquisa à escolha do método, pois ele orientará o pesquisador no planejamento e em como realizar a análise dos dados obtidos. Além de ser essencial para que a pesquisa torne-se científica, pois para Medeiros (2010, p. 30) só é considerada pesquisa científica “[...] se sua realização for objeto de investigação planejada, desenvolvida e redigida conforme normas metodológicas consagradas pela ciência.”

Conforme explica Ubirajara (2013, p. 27) existem três formas de caracterizar a pesquisa, são elas: quanto aos seus objetivos ou fins, quanto ao objeto ou meios e quanto ao tratamento dos dados.

3.2.1 Quanto aos objetivos ou fins

Segundo Gil (2010, p. 27) “Toda pesquisa tem seus objetivos, que tendem, naturalmente, a ser diferente dos objetivos de qualquer outra.” É importante que todas as pesquisas tenham um objetivo bem definido e que todas as atividades realizadas sejam direcionadas a fim de atingir os resultados pré-estabelecidos no mesmo. As pesquisas podem ter semelhança com outras, porém nunca será igual, da mesma forma acontece com os seus objetivos.

Quanto aos objetivos ou fins, as pesquisas podem ser consolidadas como: exploratórias, descritivas e explicativas.

Conforme cita Gil (2010, p. 27), a pesquisa exploratória tem como finalidade:

[...] proporcionar maior familiaridade com problemas, 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.

No que diz respeito aos estudos acadêmicos, em geral as pesquisas não iniciam com seus objetivos bem definidos sendo induzido a realizar uma pesquisa exploratória.

Gil (2010, p. 28) caracteriza a pesquisa descritiva como aquela que tem “[...] a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis.” E não para por aí, ela vai

mais fundo e busca o sentido para as relações. Esse tipo de pesquisa utiliza uma metodologia bem definida e como explica Ubirajara (2013, p. 122) ela “[...] possui procedimentos formais, bem estruturados com objetivo direcionados a resolução de problemas. Assim, os perfis e as propriedades encontradas ou reveladas pelos pesquisados são descrições dos mesmos.”.

A pesquisa explicativa para Gil (2010, p. 28):

[...] têm como propósito identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de fenômenos. Estas pesquisas são as que mais aprofundam o conhecimento da realidade, pois têm como finalidade explicar a razão, o porquê das coisas.

Portanto, por se tratar de uma primeira aproximação com tema pesquisado, qual seja, a eficiência global dos equipamentos, é que a pesquisa explicativa oferece as melhores condições para conhecimento e análise do mesmo. Por se tratar deste tipo de pesquisa, primeiramente será realizado um mapeamento de todo o processo com interesse em familiarizar-se com o caso a ser explorado, e após esta etapa as métricas utilizadas atualmente serão identificadas.

3.2.2 Quanto ao modelo conceitual

Quanto ao modelo conceitual (objeto ou meios), a pesquisa pode ser: bibliográfica, documental, de campo, experimental ou laboratorial. Ou ainda: de observação-participante, pesquisa-ação, etc. (UBIRAJARA, 2013, p. 46). Ainda conforme Ubirajara (2013, p. 46) a pesquisa pode ser como demonstra o Quadro 04.

Quadro 04- Modelo conceitual

a)	Bibliográfica	Aquela desenvolvida exclusivamente a partir das fontes já elaboradas – livros, artigos científicos, publicações periódicas. Tem a vantagem de cobrir uma gama ampla de fenômenos que o pesquisador não poderia contemplar diretamente. Há autores que incluem, aqui, a pesquisa documental;
b)	Documental	Assemelha-se à pesquisa bibliográfica, porém utiliza-se das fontes que não receberam tratamento analítico. Ex: certidões, atas, laudas, cartas pessoais, fotografias.
c)	Experimental/ Laboratorial	É o que representa o melhor exemplo de pesquisa científica. “Consiste em determinar o objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz.” (GIL, 2002, p. 53).
d)	Campo	Os conceitos são concebidos a partir de observações: diretas – registrando-se o que se vê (aqui entra, também, a observação-participante); e indiretas, por meio de questionários, opinários ou opinionários, formulários, etc.

Fonte: Ubirajara (2013, p.16)

Diante disso, este trabalho também se caracteriza como pesquisa de campo na medida em que será necessário um exercício da observação e de ações *in loco*, conforme descreve Vergara, “[...] é investigação empírica realizada no local onde ocorre ou ocorreu um fenômeno ou que dispõe de elementos para explicá-lo.”. (VERGARA, 2000, p. 47).

Como a pesquisa será desenvolvida nas instalações da empresa e o tema abordado está relacionado com o sistema de produção utilizado pela organização, o modelo conceitual utilizado foi o de pesquisa de campo direta. Estes modelos conceituais “são concebidos a partir de observações: diretas – registrando-se o que se vê” (Ubirajara, 2013, p.46). Sendo assim, a pesquisa é considerada pesquisa de campo e bibliográfica, pois é desenvolvida a partir de livros, publicações e também coletando os dados *in loco*.

3.2.3 Quanto à abordagem dos dados

Segundo Ubirajara (2013, p. 123) em relação ao tratamento dos dados a pesquisa pode ser classificada em qualitativa, quantitativa ou ambas. A caracterização de qual abordagem será empregada leva em consideração a quantidade de informações, assim pode-se classificar em quantitativa ao utilizar uma grande quantidade de dados numéricos ou classificar em qualitativa quando a amostra é pequena e aí usa-se informações baseadas em entrevistas, observações entre outros.

A pesquisa pode ser caracterizada como quantitativa quando são utilizados dados que se pode quantificar, ou com representação estatística, além de disso como explica Ubirajara (2013, p. 123) ela é “[...] apresentada uma análise de compreensão, de percepções, de interpretação do problema ou do fenômeno, pelo autor da investigação informa [...] ou pelos indivíduos entrevistados. ”

O levantamento dos dados contendo os tempos das atividades serão extraídos através dos relatórios com valores numéricos necessários para realização do estudo.

Após este momento proceder-se-á à análise dos dados, os quais serão apresentados por meio de tabelas e gráficos, o qual proporcionará uma melhor análise e visualização dos mesmos, pois aponta informações mensuráveis, caracterizando-se desta forma como pesquisa quantitativa.

3.3 Instrumentos da Pesquisa

Conforme Ubirajara (2013, p.124) muitos são os tipos de coletas de dados ou informações para corroborar com uma pesquisa. Ele ainda exemplifica estes tipos ou modelos de coleta de dados como: entrevistas, questionários, observação pessoal, formulários entre tantos outros.

O método de coleta de dados utilizados neste estudo foi de observação pessoal sistemática que de acordo com Gil (2010, p.121) “a observação sistemática, nesta é elaborado um plano de observação para orientar a coleta, análise e interpretação dos dados.”. Também foi realizada coleta de dados através de cronometragem.

3.4 Unidade e Universo da Pesquisa

O local onde a pesquisa foi realizada se denomina a unidade de pesquisa. No caso do presente estudo, o mesmo ocorreu na Cipa Nordeste Industrial Produtos Alimentares S/A, que fica localizada na Br. 101, na cidade de Itaporanga D`ajuda/SE. Segundo Ubirajara (2013, p.125) “o universo ou população é o conjunto de elementos (empresa, produtos, pessoas, por exemplo) que possuem as características que serão objeto de estudo”. O universo da unidade examinada é a linha dos produtos recheados. Este universo é dividido em: preparo de massas, estampagem de massa, cozimento de biscoito, recheadeira, refrigeração do sanduiche, e empacotamento do biscoito.

3.5 Variáveis e Indicadores da Pesquisa

Segundo Gil (2005, p.107) Apud Ubirajara (2012, p.125) variável nada mais é que “[...] um valor ou uma propriedade (característica, por exemplo), que pode ser medida através de diferentes mecanismos operacionais que permitem verificar a relação/conexão entre estas características ou fatores [...]”.

Fundamentado nas descrições dos objetivos específicos, foram elaboradas as variáveis: mapeamento do processo, identificação dos pontos de maior oportunidade, aplicação do plano de ação com ênfase em OEE, medir os resultados comparativos (antes e depois), comparar os resultados e apresentar diferencias, os seus indicadores que são apontados no Quadro 05:

Quadro 05- Variáveis e indicadores da pesquisa

Variáveis	Indicadores
Mapeamento do processo	Taxa de OEE da área de recheados
Identificação dos pontos de maior oportunidade	Horas de levantamento de dados
Aplicação do plano de ação com ênfase em OEE	Horas de Treinamento
Medir os resultados comparativos (antes e depois)	Índice de paradas de máquinas
Comparar os resultados e apresentar diferenças.	Índice de produtividade (ANTES e DEPOIS das ações)

Fonte: Autor do estudo

3.6 Plano de Registro e de Análise dos Dados

Para as informações da pesquisa que foram obtidas de forma quantitativas, procurou-se mensurá-los com o auxílio de formulário elaboradas no Excel e também para representar graficamente, a fim de facilitar as análises e realizar comparações entre os indicadores obtidos nos projetos.

Para os dados qualitativos foi feita uma análise de fluxo e mapeamento do processo. Em seguida, procedeu-se à análise interpretativa dos resultados ilustrados, apoiando-se na fundamentação teórica, de forma descritiva.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A fim de alcançar os objetivos formulados, foi realizado um diagnóstico de perdas em cada etapa do processo na linha de recheados da Mabel, começando pela masseira, local onde inicia-se o processo, até o empacotamento onde se finaliza a produção.

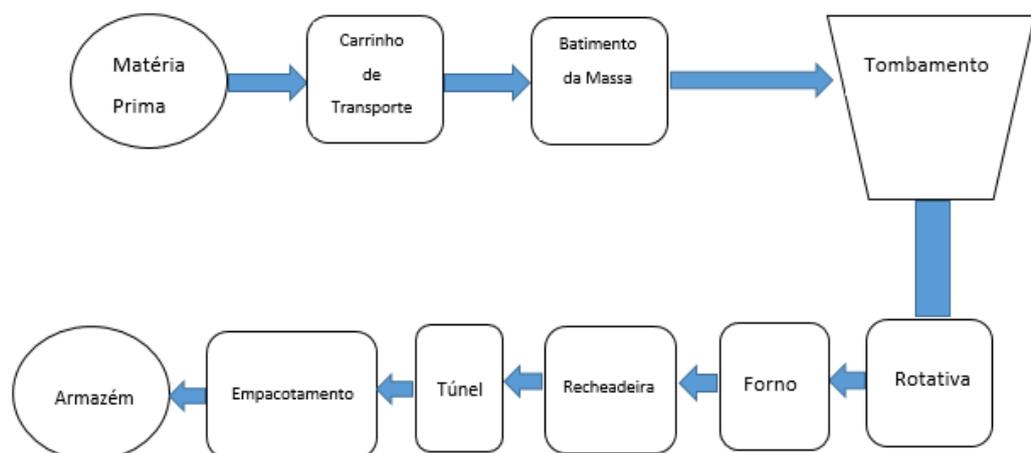
Neste trabalho serão abordados os principais pontos de geração de perdas no processo, assim como identificação dos problemas gerados a partir destes. Tais abordagens serão demonstradas através de dados obtidos por meio da ferramenta OEE e, posteriormente, apresentar os resultados encontrados no processo produtivo.

A seguir, será detalhado o mapeamento do processo encontrado durante a análise da pesquisa.

4.1 Mapeamento do Processo

O processo de produção de biscoitos recheados na Mabel envolve etapas que devem ser realizadas com máxima atenção, para que a obtenção do produto final seja de qualidade. No entanto, torna-se indispensável o esclarecimento destas etapas para o entendimento de todo o processo conforme mostra o fluxograma da Figura 11.

Figura 1- Mapeamento do processo



Fonte: Autor da pesquisa (2016)

A partir do Fluxograma apresentado, torna-se relevante a abordagem das etapas de fabricação de biscoitos: Masseuria, Estampagem, Forno, Recheadeira e Empacotamento.

4.1.1 Masseuria

A masseria é o início de todo o processo de fabricação de biscoitos, e é uma área muito importante já que toda a linha depende deste setor. No setor da masseria, são armazenadas as matérias-primas e insumos necessários para o processo produtivo. Estes são misturados em batedeiras industriais e levados para os tombadores, que são silos que auxiliam a descida da massa.

4.1.2 Estampagem

Após o transporte da massa, esta passa por cilindros rotativos um processo chamado de estampagem que faz a massa adquirir uma forma de biscoitos, podendo então passar para a etapa de cozimento.

No setor de moldagem há necessidade de controlar o peso cru dos biscoitos, velocidade angular e paradas indesejadas. O controle do biscoito cru é extremamente importante para o controle de muitas das características do produto final, por esta razão, o seu controle deve ser realizado constantemente.

Como forma de monitorar estes eventos elabora-se uma planilha de monitoramento de controle de processo para que seja feita a coleta de dados de acordo com as necessidades do setor.

4.1.3 Forno

No forno, muitas transformações devem ocorrer para que possa ser obtido, a partir da massa crua, o biscoito assado. Algumas dessas mudanças são alterações de cor, definição de textura, extração de umidade, sabor e dimensões. A parte interna deste equipamento é composta por bicos queimadores inferiores e superiores distribuídos em quatro zonas, pois o processo de cozimento dos biscoitos requer calor bem distribuído.

4.1.4 Recheadeira

Logo em seguida o produto passa pela recheadeira (Figura 12) onde é aplicado o recheio do biscoito através de duas bombas de creme independentes, as quais proporcionam um controle do depósito de creme na casquinha que são chamados de sanduíches.

Figura 12- Recheadeira



Fonte: Autor do estudo

4.1.5 Túnel de resfriamento

A etapa do resfriamento é desenvolvida em um túnel refrigerado que tem como objetivo dar uma melhor consistência do recheio ao biscoito, ou seja, criar certa aderência do recheio ao biscoito para que se torne um corpo físico uniforme.

4.1.6 Empacotamento

O empacotamento é a fase final do processo de produção. Neste momento, os operadores colocam os biscoitos em uma fôrma preenchendo com a quantidade necessária para cada pacote. E, logo após, são transportados para a embalagem e colocação da data, para então serem armazenados em caixas.

4.2 Identificação dos pontos de maior oportunidade

Com o processo mapeado, inicia-se a análise das paradas ocorridas no período em observação, com intuito de identificar os pontos de maior oportunidade e, procura solução ótima através da ferramenta OEE.

Inicialmente foi observado o setor de trabalho visando obter uma ideia geral dos principais tipos de perdas que afetavam os equipamentos e visualizar dentro do contexto da organização formas para o combate das mesmas. A medição foi realizada no setor onde estão localizadas as máquinas por um período de quatro semanas de trabalho e registradas no relatório de ocorrência das paradas da linha. Todas as ocorrências que causaram parada das máquinas e que afetavam o índice de disponibilidade e outras ocorrências que afetam os índices de performance e qualidade foram apontadas. O período de quatro semanas foi considerado suficiente pelo fato dos eventos serem repetitivos e de uma maneira geral serem os mesmos para os quatro equipamentos como será mostrado a seguir. O resultado da medição indica o Índice de Eficiência Global dos Equipamentos dos quatro equipamentos analisados (moldagem, forno, recheadeira e empacotamento) como mostra o Quadro 06. Por estes equipamentos passam os produtos.

Quadro 06- Índice OEE na linha de recheados

Equipamento	μ_1 -> Índice de Disponibilidade (%)	μ_2 -> Índice de Performance (%)	μ_3 -> Índice de Qualidade (%)	OEE (%)
Moldagem	77	67	99	51
Forno	98	53	92	48
Recheadeira	60	42	93	23
Empacotamento	78	52	96	39
Média	78	54	95	40

Fonte: Autor do estudo

Segue demonstração dos cálculos obtidos para formação dos índices do setor de recheadeira, nas equações 1, 2 e 3 a seguir:

$$ID = \frac{\text{Tempo real de produção} - \text{Tempo de paradas não planejadas}}{\text{Tempo de produção planejada}} \quad (6)$$

$$ID = \frac{112h - 35h}{128h}; = 0,60$$

$$IP = \frac{\text{Tempo de ciclo padrão}}{\text{Tempo de ciclo real}} \quad (7)$$

$$IP = \frac{7\text{min}}{3\text{min}}; = 0,42 \quad (8)$$

$$IQ = \frac{\text{Quantidade de produtos processados} - \text{Quantidade de produtos refugados}}{\text{Quantidade de produtos processados}}$$

$$IQ = \frac{89.053,16 \text{ Tn} - 5.895 \text{ Tn}}{89.053,16 \text{ Tn}} = 0,93$$

$$OEE = 0,60 \times 0,42 \times 0,93 \times 100 = 23,43\% \quad (9)$$

O Índice de Performance médio dos quatro equipamentos (μ_2) medido foi de 54%, abaixo dos padrões internacionais tido como aceitável 95%. Esta constatação foi a mais preocupante de todas por significar que na prática a empresa estava desperdiçando 46% de sua performance. Através da Ferramenta Brainstorming foram levantadas as principais causas para a não obtenção de 100% de eficiência no Índice de Performance, tais quais: a) velocidade do molde operando em 10 Rpm, sendo abaixo do padrão de 15 Rpm, com isso vem a provocar o baixo índice em cadeia nos demais equipamentos; b) alguns bicos queimadores do forno estão danificados, sendo que o seu funcionamento interfere no processo de cozimento do biscoito; c) outra observação pertinente é que com as péssimas condições das correntes de arraste da recheadeira, não sendo viável produzir com a velocidade estabelecida. O quadro 07 mostra as causas primárias e secundárias do baixo índice de performance identificadas no Brainstorming realizado.

Quadro 07- Brainstorming da performance da linha de recheados

BAIXO ÍNDICE DE PERFORMANCE	CAUSAS SECUNDÁRIA	CAUSA PRIMÁRIA
Linha Recheados	Quebra de correntes	<ul style="list-style-type: none"> - Fator Humano (insegurança); - Aquisição de correntes não indicadas; - Ausência plano de limpeza; - Ausência plano de lubrificação. - Guias (tabarellas) empenadas.
	Velocidade do Molde	<ul style="list-style-type: none"> - Anéis de estampo danificados; - Ausência de padrão de velocidade.
	Bicos Queimadores	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência plano de manutenção; - Substituição de bicos danificados; - Fator Humano (Treinamento).

Fonte: Autor da pesquisa (2016)

O índice de Disponibilidade médio dos quatro equipamentos (μ_1) medido foi de 78%, abaixo dos padrões internacionais tido como aceitável que é de 90%. Foi constatada através do cálculo de OEE no Quadro 06 que este índice é o segundo mais preocupante de todos por significar que na prática a Empresa estava desperdiçando mais de 22% do tempo total disponível.

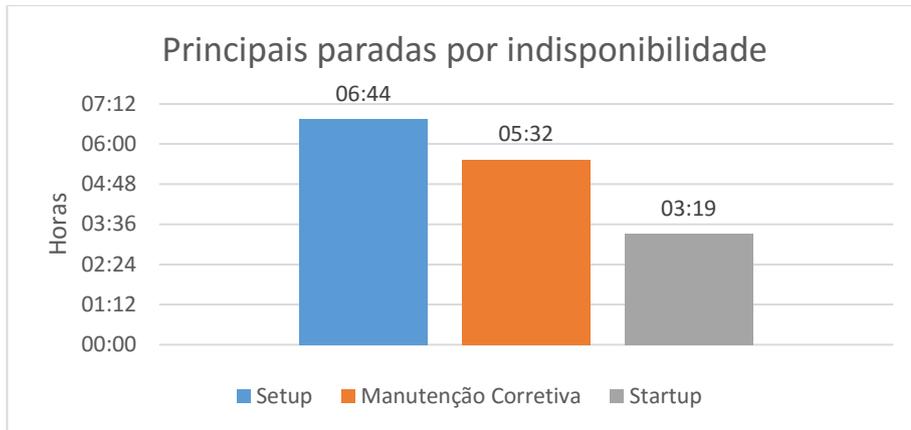
Analisando os tempos de paradas através da ferramenta *brainstorming*, chegou-se aos três principais responsáveis pelos baixos índices anteriormente, conforme mostrado no Quadro 08.

Quadro 08 - Brainstorming da disponibilidade da linha de recheados

BAIXO ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE	CAUSAS SECUNDÁRIA	CAUSA PRIMÁRIA
Linha Recheados	Tempo Setup	<ul style="list-style-type: none"> - Fator Humano (treinamento operacional); - Uso de ferramentas apropriadas; - Definição tempo padrão;
	Manutenção Corretiva	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência plano de manutenção; - Necessidade de peças para reposição; - Fator Humano (capacitação dos eletromecânicos)
	Startup	<ul style="list-style-type: none"> - Ausência plano das atividades; - Acompanhamento da Supervisão; - Fator Humano (Treinamento).

Fonte: Autor da pesquisa (2016)

Ocorreu o levantamento das principais perdas por indisponibilidade da linha de recheados, o *setup* foi o maior responsável pelas paradas não programadas conforme mostra Gráfico 02, ficando no total para os quatro equipamentos em 06 horas e 44 minutos. O segundo maior responsável por paradas de máquinas, foi a manutenção corretiva, sendo o tempo total de 05 horas e 32 minutos. O período de estabilização das condições dos equipamentos para a linha, e voltar às condições normais de operações ficou em terceiro. Essas perdas ocorrem após períodos de finais de semana, feriados e retorno de refeições.

Gráfico 02- Perdas por indisponibilidade

Fonte: Autor do estudo

Diante disso, foi realizado *Brainstorming* para levantamento das principais causas de quebra da recheadeira, conforme mostra o Quadro 09.

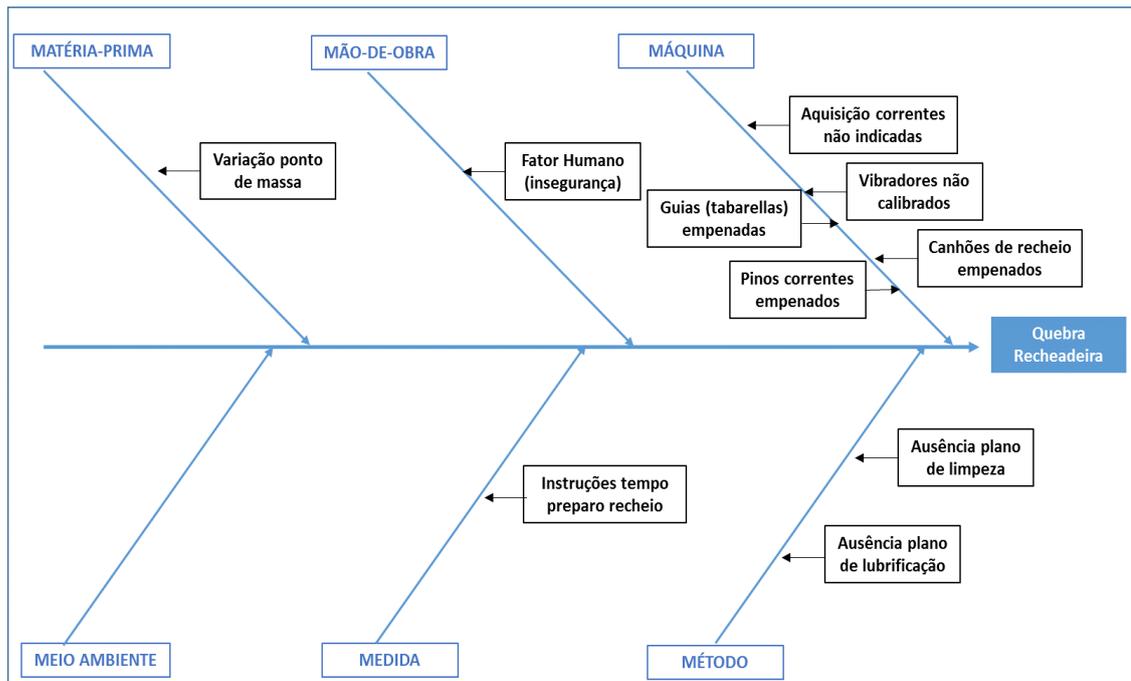
Quadro 09- *Brainstorming* da recheadeira

PARADA DE MÁQUINA NÃO PLANEJADA	CAUSAS SECUNDÁRIA	CAUSA PRIMÁRIA
Recheadeira	Quebra de correntes	<ul style="list-style-type: none"> - Fator Humano (insegurança); - Aquisição de correntes não indicadas; - Ausência plano de limpeza; - Ausência plano de lubrificação. - Guias (tabarellas) empenadas.
	Varição percentual de recheio	<ul style="list-style-type: none"> - Canhões de recheio empenados; - Instruções no tempo de recheio.
	Quebra de biscoitos	<ul style="list-style-type: none"> - Pinos das correntes empenados; - Instabilidade no processo de massa; - Vibradores não calibrados.

Fonte: Autor do estudo

De acordo com o *brainstorming* da recheadeira apresentado no Quadro 9, foi desenvolvido o diagrama de *Ishikawa* para relacionar todas as possíveis causas das falhas da recheadeira, conforme mostrado na Figura 13.

Figura 13- *Ishikawa* da recheadeira



Fonte: Autor do estudo

Para retratar as informações coletadas com o sistema de sugestões foi utilizado o diagrama de *Ishikawa*, Figura 13. Segundo mostrado nesse diagrama, dentre as informações que apresenta em maior quantidade está relacionada a ausência do plano de manutenção, e condições da recheadeira (canhões e pinos das correntes), apontando assim como as causas fundamentais. A próxima etapa é aplicação das ações para alcance dos objetivos.

4.3 Aplicar ações do Plano de Ação com ênfase em OEE

Uma vez realizada a medição inicial das perdas, foi estabelecido plano de ação para o combate das mesmas utilizando a ferramenta 5W2H, após a coleta de informações junto à Supervisão, foi elaborado pelo autor desse estudo, o planejamento das ações, que define a ação (o que se deve ser feito), o responsável

(quem deve realizar), o prazo (até quando realizar), local da aplicação (onde deve ser aplicado), por que deve ser realizada (por que) e como deve ser feito (como).

As ações propostas devem ser coordenadas com objetivo de estabelecer um plano para o combate das perdas do Índice de Performance, Disponibilidade e as perdas do Índice de Qualidade.

Diante das causas identificadas foram propostas as ações para contribuir com índice de OEE na linha de recheados:

a- Aumentar velocidade do estampo – para corrigir esta anomalia foi alterada a velocidade gradativamente pela operação até alcançar a velocidade padrão estabelecida no painel de controle como mostra Figura 14.

Figura 14- Painel do estampo da linha de recheados



Fonte: Autor da pesquisa

b- Substituição e revisão dos bicos queimadores – esta atividade foi realizada em conjunto entre a área de manutenção e operação autônoma.

c- Redução do tempo de *setup* – com o conceito de transformar *setup* externo em interno, foi colocado em prática pelas equipes responsáveis em realização do *setup* nas máquinas de empacotamento.

d- Revisão plano de manutenção – todo planejamento da linha de recheados foi revisado, com objetivo de torna-la eficiente.

e- *Startup* – A supervisão foi responsável em implantar ações corretas (estabeleceu horários e sequencia de atividades), eliminando o tempo perdido com atividades.

f- Instalação da nova recheadeira – vale destaque ao planejamento para substituição da recheadeira, a mesma estava em uma unidade fabril sem utilização. A gerência não mediu esforços para realizar transferência, conforme mostra a Figura 15

Figura 15- Foto da nova recheadeira



Fonte: Autor do estudo

- g- Orientação – realização de treinamentos junto a equipe de operação
- h- Comunicação – foram adquiridos rádios comunicadores para melhorar a comunicação entre as áreas de laminação, forno e recheadeira.
- i- Substituição rolo estampo- foi adquirido o conjunto de novos anéis para o estampo.

O Quadro 10 mostram o plano de ação definido, contendo as ações planejadas para alcance dos objetivos.

Quadro 10- Plano de ação para aumentar OEE da linha recheados

		PLANO DE AÇÃO				
SETOR: Manutenção/Operação		RESPONSÁVEL: Jairo Santos de Melo				
O QUE?	QUEM?	QUANDO?	ONDE	POR QUE?	COMO?	STATUS
Aumentar a velocidade do estampo rotativo para 15 Rpm	Operador	Imediato	Rotativa do recheado	Garantir performance de eficiência	Intervenção operacional / Revisão padrão	
Substituir e revisar os bicos queimadores do forno	Manutenção Autônoma / Tec. Mecânica	Mensalmente	Forno recheado	Garantir estabilidade do processo	Por meio da intervenção mecânica no forno	
Reduzir o tempo de setup	Manutenção Autônoma / Tec. Eletromecânica	Diariamente	Máquinas empacotamento	Otimizar tempo gasto com setup	Esclarecendo e implementando a prática do conceito de setup interno, setup externo e atividades desnecessárias	
Revisar o Plano de Manutenção	Sup. Manutenção / PCM	25/12/2015	Linha Recheado	Garantir disponibilidade dos equipamentos durante a produção	Apresentando um novo planejamento de manutenção dos equipamentos	
Gerenciar a rotina operacional referente a realização de startup	Sup. Produção	Semanalmente	Linha Recheado	Otimizar tempo gasto com startup	Esclarecendo e implementando práticas para startups	
Instalar nova recheadeira	Gerência	20/01/2016	Linha Recheado	Para garantir estabilidade do processo	Solicitar a transferência da recheadeira Pitter, que está na unidade de Sorocaba sem utilidade.	
Orientar operadores quanto à aplicação da ferramenta OEE	Supervisores	Mensalmente	Linha Recheado	Melhorar a eficiência OEE da linha	Reunião de eficiência de linha	
Desenvolver comunicação eficaz entre setores	Supervisores	Mensalmente	Rotativa / Forno / Recheadeira	Melhorar comunicação entre áreas	Adequando rádios de comunicação e realizando treinamentos	
Substituir o rolo estampo	Supervisor Manutenção	20/12/2015	Rotativa do recheado	Garantir estabilidade do processo	Realizando a aquisição de novos moldadores do estampo.	

Fonte: Autor do estudo

4.4 Medir resultados comparativos (antes e depois)

Após as novas adequações realizadas, foi possível fazer mais uma vez o cálculo da OEE com os novos dados, que foram analisados no intervalo de 128h equivalente a 16 turnos. O Quadro 11 a seguir, mostra o resumo dos novos índices, bem como a OEE de cada equipamento.

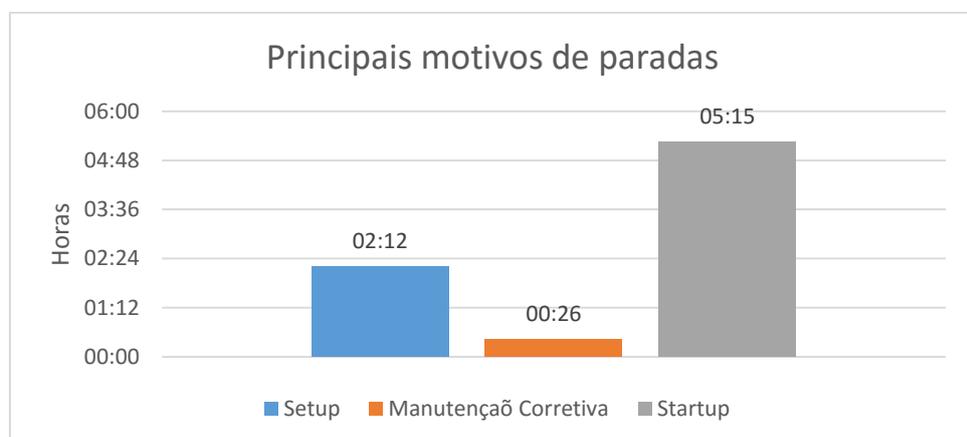
Quadro 11-Cálculo da OEE após melhorias

Equipamento	μ_1 -> Índice de Disponibilidade (%)	μ_2 -> Índice de Performance (%)	μ_3 -> Índice de Qualidade (%)	OEE (%)
Moldagem	98	100	100	98
Forno	100	79	95	75
Recheadeira	98	62	96	58
Empacotamento	92	77	97	69
Média	97	80	97	75

Fonte: Autor do estudo

Comparando estes dados com os da primeira medição no Gráfico 02, constata-se no Gráfico 03 que ocorreram inversões nas posições dos principais motivos de paradas, invertendo de posição o setup passou a ser o segundo e o startup para o primeiro devido a bomba da torre de resfriamento não atender a demanda da nova recheadeira, e a manutenção corretiva em terceiro.

Gráfico 03- Perdas por indisponibilidade



Fonte: Autor do estudo

Contudo, vale ressaltar a evolução para os índices de disponibilidade que saiu do patamar de 78% para 97% atingindo o índice mundial, o índice de performance de 54% para 80% ficando ainda abaixo do índice mundial, mas com uma melhora de 48% em relação ao anterior, e o de qualidade de 95% para 97% também não atingindo o índice mundial, mas com uma melhora de 2% em relação ao anterior. Com estes novos índices alcançados o OEE saiu da média de 39% para 75% como mostrado no Quadro 12.

Quadro 12- Comparativo antes e depois do OEE

Equipamento	μ_1 -> Índice de Disponibilidade (%)		μ_2 -> Índice de Performance (%)		μ_3 -> Índice de Qualidade (%)		OEE (%)	
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
Moldagem	77	98	67	100	99	100	51	98
Forno	98	100	53	79	92	95	48	75
Recheadeira	60	98	42	62	93	96	23	58
Empacotamento	78	92	52	77	96	97	39	69
Total Geral	78	97	54	80	95	97	40	75

Fonte: Autor do estudo

4.5 Comparar resultados e apresentar diferenciais

No Quadro 12, é possível verificar que a OEE média foi alavancada de 40% para 75%. Este aumento foi obtido muito em função do Índice de Performance que passou de 54% para 80%, o Índice de Disponibilidade aumentou de 78% para 97% e o Índice de Qualidade aumentou apenas de 95% para 97%.

A elevação de 40% para 75% do Índice de Eficiência Global dos equipamentos em estudo, trouxe resultados diretos no volume de produção da empresa, em torno de 35% período anterior 89.053 Ton/mês e no período depois das ações aplicadas 120.221 Ton/mês a mais para a Produção de biscoitos recheados na Mabel como mostra Quadro 13 . Cabe destacar que esta elevação no volume de produção deu-se em função da substituição da recheadeira. Sendo que, este aumento da produção não

teria sido possível caso não tivessem ocorridas as melhorias relatadas no plano de ação.

Quadro 13- Produção de recheados após melhorias implementadas

 QUANTIFICAÇÃO (Kg) ACUMULADA - RECHEADOS		
Ano	Mês	Produção (Ton)
2015	Agosto	89.053
2016	Março	120.221

Fonte: Autor do estudo

Elevar o Índice de Eficiência Global de equipamentos críticos de um sistema de produção pode significar a oportunidade de estruturar o sistema através do uso de recursos na área do sistema de produção, proporcionando elevações significativas no volume de produção da empresa e conseqüentemente reduzindo perdas e maximizando os resultados de empresa como um todo.

5 CONCLUSÃO

O estudo foi executado na linha de biscoitos recheados da Mabel, com objetivo de avaliar a eficiência da aplicação da ferramenta OEE como proposta para melhoria da eficiência global dos equipamentos da linha. Para tanto, foi necessário realizar o mapeamento do processo, identificar os pontos de maior oportunidade, aplicar ações do plano de ação com ênfase em OEE, medir os resultados comparativos (antes e depois), comparar resultados e apresentar diferenças.

A linha em estudos apresentou um índice de OEE em 40%. Após a análise foram coletados dados e detectados alguns pontos vulneráveis, os quais corroboravam para a existência do baixo índice da eficiência da linha, tendo em vista que o tempo para realização de setup, manutenção corretiva e startup eram os que mais interferiam no índice de OEE.

Como destaque, foram sugeridas ações para melhoria do índice de Eficiência Global dos equipamentos. As principais ações implementadas foram: padronização da velocidade do estampo de rotativa, reposição dos bicos queimadores do forno; para disponibilidade: planejamento para setup, plano de manutenção e criação de um plano para o startup; para qualidade: substituição da recheadeira, treinamento operacional.

Após aplicação do OEE, puderam-se obter resultados favoráveis, tais quais: índice de disponibilidade dos equipamentos passou de 78% para 97%; aumento do índice de performance da linha de 54% para 80%; o índice de qualidade de 95% para 97% e o índice geral da linha de 40% para 75%. O que trouxe um incremento na produção de recheados em torno de 35%.

Por último pode-se concluir que este estudo de caso, permitiu mostrar que as melhorias dos processos produtivos são factíveis não apenas no âmbito dos grandes investimentos em tecnologias, mas principalmente, através de ações conjuntas de equipes multidisciplinares através do uso de ferramentas simples e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Maria Esmeralda Bollesterio, Gestão da Qualidade, Produção e Operações, São Paulo, 2012.
- AMORIM, J.P. OEE – A Forma de Medir a Eficiência dos Equipamentos. www.scribd.com, 2009. Acesso 12/08/2015
- BRANCO FILHO, G. Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade, Rio de Janeiro, ed. Ciência Moderna Ltda., 2000.
- BUSSO, Chrisstianne Matias, Aplicação do Indicador Overall Equipment Effectiveness (OEE) e suas Derivações como Indicadores de Desempenho Global da Utilização da Capacidade de Produção. São Paulo, 2012
- CARDELLA, Benedito. Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes: Uma abordagem holística. São Paulo: Atlas, 2011.
- CARPINETTI, L.C.R., Gestão da Qualidade – Conceitos e Técnicas, São Paulo, Atlas, 2010
- CARVALHO, Marly Monteiro et al. Gestão da qualidade: teoria e casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- CHIARADIA, AÚREO J. P. Utilização do indicador de eficiência global dos equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística. 2004. (Dissertação Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul) Porto Alegre, 2004
- GAGNON, Stéphane. Resource-based competition and the new operations strategy. International Journal of Operations & Production Management, v. 19, n. 2, p. 125-138, 1999.
- GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HANSEN, R. C. Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de manutenção/produção para aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- JEONG, K. Y.; PHILLIPS, D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. International Journal of Operations and Production Management, v. 21, n. 11, p. 1404-1416, 2001. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1108/EUM0000000006223>. Acesso em 23/09/2015.
- KARDEC, A. & NASCIF, J. Manutenção – Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed. – 2001.
- MARSHALL Jr., Isnard, et al. Gestão da qualidade. 9. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.
- MIGUEL, P. A. C. Qualidade: enfoques e ferramentas. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006

MONCHY, FRANÇOIS. A função da Manutenção: Formação para a gerencia da Manutenção industrial. São Paulo, 1989

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC, 1989.

NAKAJIMA, S. Introduction to TPM. Cambridge, MA: Productivity Press, 1993.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da qualidade: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba: Unicenp, 2007

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. Manutenção Função Estratégica, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

ROCHA, Duílio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

RON, A. J.; ROODA, J. E. Equipment effectiveness: OEE revisited. IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, v. 18, n. 1, p. 190-196, 2005. <http://dx.doi.org/10.1109/TSM.2004.836657>

SIQUEIRA, Iony Patriota. Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implantação. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 3.ed. São Paulo; Atlas, 2009.

STUANI, Priscila. **Brainstorming: 7 Maneiras de Gerar Ideias Criativas**. 09 de Setembro de 2014. Disponível em: < <http://negocioemdetalhe.com.br/brainstorming-7-maneiras-de-gerar-ideias-criativas/>>. Acessado em 09 out. 2015.

SUEHIRO, K. Eliminating Minor Stoppages on Automated Lines__Portland. OR: Productivity Press, 1992.

THEISS, Roger. Protótipo de um Sistema de Manutenção Preventiva. Dissertação de Graduação em Sistema de Informação. Rio do Sul, 2004. UNIDAVI.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. São Paulo: Atlas, 1997

UBIRAJARA, Eduardo. Guia de orientação para trabalhos de conclusão de curso: Relatórios, artigos e monografias. Aracaju: FANESE, 2013. (caderno)

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e Relatórios de Pesquisa Em Administração. 13. ed. São Paulo: Atlas, 2009

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. PCM, Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro. Editora: Qualitymark, 2002.

XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Preventiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998. 302 p. ISBN 85-86948-04-7.