

PROPOSTA DE MELHORIA DE EFICIENCIA EM UMA EMPRESA DE EMBALAGENS INDUSTRIAIS PLASTICAS DO TRIANGULO MINEIRO

Gustavo Freitas Silva Peralta¹

peraltagfs@gmail.com

Leonardo Gentile Garcia²

leonardo_gto@hotmail.com

Rodrigo Morato Freitas³

rodrigomorato_7@hotmail.com

Wagner Cardoso⁴

wagner.cardoso@uniube.br

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar a eficiência produtiva do cenário atual no contexto do trabalho, que através do uso contínuo e em longo prazo das ferramentas que serão abordadas ao longo da proposta tendem a gerar melhoria de produtividade. A eficiência global dos equipamentos analisa a produtividade, o desempenho e a qualidade, oferecendo o resultado OEE (Overall Equipment Effectiveness) para análise. Através do estudo de caso, realizado em uma empresa do segmento de plástico do triângulo mineiro – Brasil foi buscada a diminuição de refugos no processo, conseqüentemente, aumentando a receita no produto acabado.

Palavras-chave: Produtividade. Eficiência. Qualidade. OEE.

PROPOSAL FOR EFFICIENCY IMPROVEMENT AT A PLASTIC INDUSTRIAL PACKAGING COMPANY IN TRIANGULO MINEIRO

The present study aims to analyze the productive efficiency of the current scenario in the thesis context, which through the continuous and long-term use of the tools that will be approached throughout the proposal tend to generate productivity improvement. Overall equipment efficiency analyzes productivity, performance and quality, delivering the

¹Graduando em Engenharia de Produção na Universidade de Uberaba

²Graduando em Engenharia de Produção na Universidade de Uberaba

³Graduando em Engenharia de Produção na Universidade de Uberaba

⁴Orientador da Universidade de Uberaba, graduado em Engenharia de Produção e Mestre em Engenharia de Produção

Overall Equipment Effectiveness (OEE) result for analysis. Through the case study, that was carried out in a company of the plastic segment of the Triângulo Mineiro - Brazil, it seeks the reduction of scrap in the process, consequently increasing the revenue in the finished product.

Keywords: Productivity. Efficiency. Quality, OEE.

1. Introdução

O indicador de medição de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) é uma ferramenta que está em crescimento exponencial no ramo da gestão industrial, seus indicadores são utilizados na avaliação e estudo de desempenho em vários tipos de sistemas de produtivos.

Com o mercado sendo cada vez mais visado para a qualidade dos produtos, e sempre querendo mais atender as expectativas dos clientes, o indicador OEE se torna uma ferramenta necessária para qualquer tipo de negócio produtivo, pois facilitara no planejamento produtivo e na avaliação de seus produtos.

Quando se fala do método que foi popularizado por Henry Ford no início do século 20, a produção em massa necessita brutalmente de acertar uma alta disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos, o que se torna uma tarefa bem difícil para muitos. Visando sempre o alto desempenho do meio produtivo, os indicativos de perdas na produção (refugos) ou a falta de utilização máxima da capacidade, se tornam uma alternativa para aumentar o OEE.

A pesquisa tem o foco de solucionar problemas que geram um baixo nível de efetividade dos equipamentos, diminuindo a produtividade e aproveitamento de produção.

De acordo com Oliveira (2009), o OEE trata de buscar a eficiência máxima dos equipamentos por meio de três fatores: a Disponibilidade de seu uso, o que implica nos custos; o Desempenho, ligado à velocidade de produção; e Qualidade, que significa excelência com zero de perdas. No primeiro caso, o que se pretende é manter o equipamento em operação pelo maior tempo possível, para que não haja o desperdício de suas funções. Quanto ao Desempenho, alcançar a maior performance técnica do maquinário, conforme suas especificações. E no que se refere à Qualidade, a eliminação de refugos e retrabalhos, que geram custos desnecessários.

Estes estudos têm como principal motivação a resolução do baixo nível de produtividade em máquinas em uma empresa de bombonas plásticas situada em Uberaba-MG em relação a sua capacidade produtiva.

O estudo realizará uma análise de tempo, capacidade, produtividade (peças boas), qualidade, refugo, e porcentagem final.

Tendo a pesquisa analisado os dados de eficiência por máquina, quantidade de peças boas produzidas, horas trabalhadas, desperdícios em relação à capacidade produzida, a hipótese levantada por esta pesquisa é que: Será mais rentável o investimento em novos equipamentos, pois seu custo benefício será enorme, e o dinheiro investido será recompensado rapidamente, devido ao aumento da eficiência (OEE), o que faz que no final de cada ano fiscal, o lucro seja maior e o desperdício (refugo) seja abaixado.

Com os maquinários antigos, a produção não rende, e a eficiência sempre fica abaixo em relação ao pré-estabelecido pelo gerente da planta. Assim, não é mais rentável investir na manutenção preventiva e corretiva para estes equipamentos, pois sua depreciação já chegou ao limite.

2. Overall Equipment Effectiveness

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou Eficácia global da máquina é o resultado do produto da disponibilidade x performance x qualidade da máquina. É analisado cada indicador observando o que ocorre com uma máquina durante os seus turnos de funcionamento. Nem sempre a máquina trabalha por todo o tempo planejado, devido às paradas por manutenções, setup, falta de materiais entre outros.

Os dados coletados para o cálculo do OEE precisam estar detalhadamente adequados e precisos, por isso as informações devem ser coletadas no momento exato em que ocorreu determinado evento. Fazendo com que essa atividade de coleta seja bastante importante para a melhoria da avaliação de desempenho de determinado processo.

Na prática essa atividade não é tão simples quanto parece, pois pode gerar dúvidas sobre as perdas, confusões e falta de precisão no momento dos registros de dados. Os fatores que colaboram para o erro na coleta desses dados são devidos o ambiente industrial ser caracterizado por altos níveis de ruído e temperatura, associado à fadiga e à pressão por resultados. E a coleta errada de dados, segundo Busso e Miyake

(2012) conseqüentemente colaborará por decisões da direção industrial estarem erradas devido as informações equivocadas, dificultando melhoria da eficiência.

O cálculo do OEE é realizado pela identificação de 6 tipos básicos de perdas, que são agrupados nas seguintes 3 classes, conforme ilustra a Figura 1.

O OEE pode ser entendido como uma relação entre o tempo em que houve agregação de valor ao produto e o tempo de carregamento de máquina, ou seja, descontando-se as perdas de disponibilidade (A), perdas de desempenho (B) e perdas de qualidade (C). Para o seu cálculo, é adotada a Equação 1, que considera as definições dadas à direita na Figura 1 para os componentes referentes à disponibilidade (D), desempenho (P) e qualidade (Q). A seguir a equação 1:

$$OEE = D \times P \times Q \quad [1]$$

“Alternativamente, o OEE pode ser calculado pela razão entre o volume de produção correspondente ao tempo com valor agregado e ao tempo de carregamento, conforme a Equação 2” (KWON; LEE, 2004) A seguir a equação 2:

$$OEE = (\text{Total de Produtos Bons} / (\text{Tempo de Carregamento} \times \text{Capacidade de produção teórica por hora})) \quad [2]$$

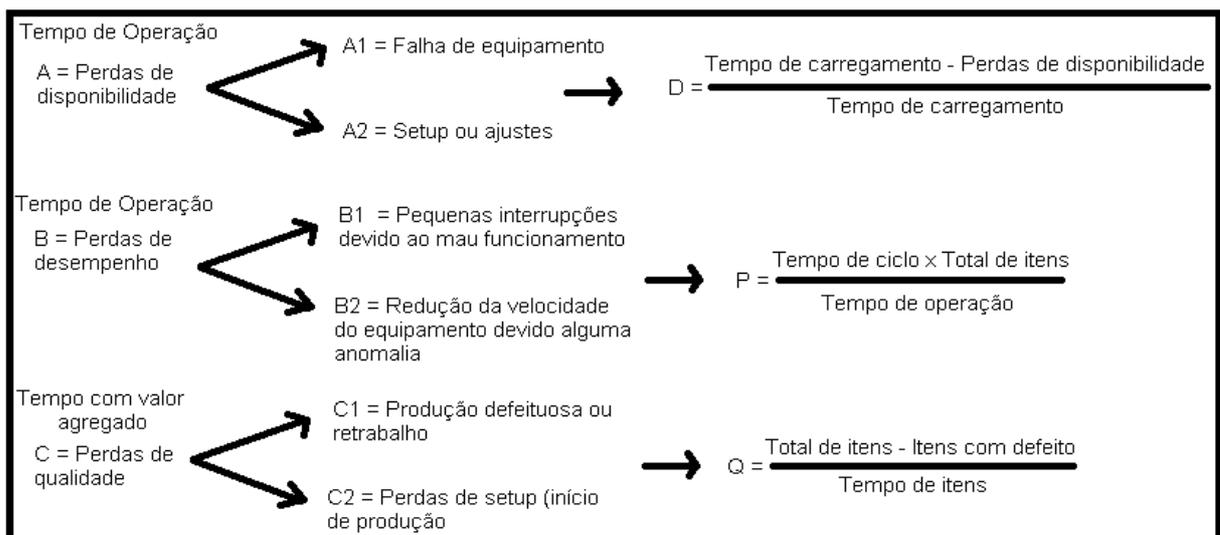


Figura 1 - Exemplos de Estrutura das seis perdas observadas no indicador OEE.

Fonte: Autores (2019)

“A eliminação ou redução dos tipos de perdas identificados por esse indicador requer que, além da manutenção e produção, outras áreas como qualidade e engenharia colaborem no desenvolvimento de esforços de melhoria de modo mais sistêmico.” (BUSSO; MIYAKE, 2012).

Jonsson e Lesshammar (1999) advertem que a maioria das empresas utiliza de forma incorreta os indicadores de desempenho ou falham na escolha de tais indicadores. Segundo esses autores, um sistema integrado de avaliação do desempenho global da manufatura deve contemplar o que deve ser medido sob as perspectivas da estratégia, da orientação ao fluxo, da eficiência interna e da eficácia externa. Adicionalmente, apontam duas características sobre o modo como o desempenho global da manufatura deve ser medido, quais sejam: o potencial de sua utilização no direcionamento de melhorias e a simplicidade/facilidade de acesso/atualização. Assumindo a premissa de que, provavelmente, não existe um sistema de medição que seja uma panaceia que satisfaça plenamente todas essas dimensões e características, esses autores apontam a necessidade de cada organização desenvolver seu próprio sistema de forma dinâmica e interativa.

Taylor (1995) a procura de homens melhores e mais capazes, desde diretores de grandes companhias até simples serventes é essencial para a otimização da eficiência. E agora, mais do que antes, a procura dos competentes excede a oferta. No caminho da maior eficiência global, quando é compreendido completamente que a obrigação, como o interesse, está em cooperar sistematicamente no treinamento e formação dessas pessoas.

Segundo GAITHER e FRAZIER (2002), o planejamento é necessário porque proporciona instalações amplamente utilizadas e mínima a sobrecarga e a subcarga, podendo reduzir assim os custos de produção; um plano de mudança da capacidade produtiva para atender os picos e períodos de baixa demanda esperada; capacidade produtiva adequada para atender a demanda esperada.

3. Seis Sigma

O programa Seis Sigma começou na Motorola em 15 de Janeiro de 1987. Foi desenvolvido por Bill Smith. Bob Galvin foi o braço forte da Motorola que apoiou Smith no projeto inovador de melhoria.

O seis sigma é uma estratégia gerencial predominantemente quantitativa que tem por objetivo aumentar a lucratividade de empresas, através da melhoria na qualidade dos produtos e aumento da satisfação dos consumidores.

O objetivo é chegar próximo a zero defeito com a redução de variabilidade e melhoria dos processos.

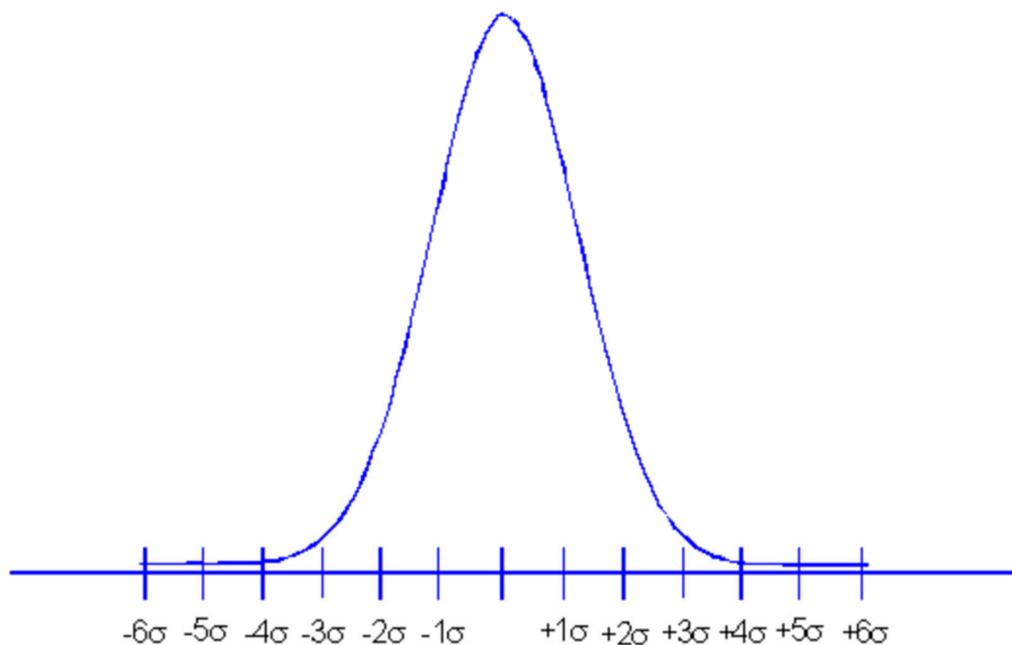


Figura 2 - Nível Sigma.

Fonte: Autores (2019)

Os parâmetros da média (μ) e variância (σ^2), conforme a figura anterior, é um exemplo de uma distribuição normal.

Supondo distribuição normal, o cálculo com boas precisões na média e no desvio padrão do processo, esses parâmetros são usados para estimar a chance de ocorrência de resultados futuros em uma faixa em torno do resultado médio.

Foi proposto com o objetivo de reduzir e eliminar, nos processos, oportunidades de defeito, que possa proporcionar aos clientes um produto ou um serviço próximo da perfeição.

Os Seis Sigmas são as combinações dos métodos e ideias fundamentais desenvolvidas por Shewhart, Deming e Juran.

É com dados confiáveis e indicadores que o Seis Sigma é constituído. Essa metodologia consiste em avaliar se os itens produzidos estão dentro da especificação do cliente. É uma metodologia que se baseia no desenvolvimento de produtos e serviços melhores que vão ser entregue aos clientes, reduzindo a variabilidade e melhorando os processos.

O termo Seis Sigma, significa redução da variação no resultado entregue aos clientes numa taxa de 3,4 falhas por milhão ou 99,99966% de perfeição.

O processo do Seis Sigma tem como foco:

- Redução do tempo de ciclo;
- Redução drástica de defeitos e;
- Satisfação dos clientes.

O Seis Sigma tem a finalidade de aumentar a participação de mercado, reduzir custos e aperfeiçoar as operações da empresa que o utiliza. A implantação do Seis Sigma nas organizações tem o intuito de incrementar a qualidade por meio da melhoria contínua dos processos envolvidos na produção, de uma forma estruturada, considerando todos os aspectos importantes para o negócio.

O diferencial do Seis Sigma está na forma de aplicação estruturada dessas ferramentas e procedimentos e na sua integração com as metas e os objetivos da organização como um todo, fazendo com que a participação e o comprometimento de todos os níveis e funções da organização se torne um fator-chave para o êxito de sua implantação. Também atuam como fatores-chave o compromisso da alta administração, uma atitude proativa dos envolvidos no programa, e sistematização na busca da satisfação das necessidades e dos objetivos dos clientes e da própria organização.

4. DMAIC

O DMAIC é um método de resolução de problemas e gestão de mudanças. É considerado um ciclo de desenvolvimento de projetos de melhoria e foi apresentado, originalmente, como parte do programa Seis Sigma (Gupta, 2005; Leaphart et al., 2012).

Segundo Aguiar (2002), Brady e Allen (2006), o DMAIC é estruturado da seguinte maneira:

- *Define* (D): definição das necessidades e desejos do cliente. Estes objetivos são transformados em especificações do processo;
- *Measure* (M): é realizada a medição do desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e passíveis de melhoria e mudanças;
- *Analyse* (A): esta etapa consiste em analisar os resultados das medições que permitirão identificar o que falta nos processos para atender as necessidades do cliente;
- *Improve* (I): nessa fase, propõe-se, avalia-se e programam-se as mudanças necessárias para melhoria do processo;
- *Control* (C): estabelecimento de um sistema permanente de controle para garantia da qualidade alcançada e identificação de desvios ou novos problemas.

Segundo Cleto e Quintero (2011), cada transição entre uma fase e outra do DMAIC deve ser validada e respaldada por uma auditoria, pois essa prática contribui, positivamente, como uma visão externa para o coordenador e para a equipe do projeto, tornando possível uma análise externa da situação.

5. Lean Manufacturing

Após a segunda Guerra mundial surgiu, no Japão, o sistema Toyota de Produção também conhecido como manufatura enxuta. O país se encontrava em ruína e precisava urgentemente se reerguer e para isso ele precisaria realizar um conceito criado por Henry Ford no início do século XX, que era a produção em massa. Mas como o país estava em uma situação pós-guerra, não tinha recurso para tal.

O objetivo desse sistema era produzir mais com cada vez menos, reduzir o tempo de entrega ao cliente, desperdícios, o tempo de entrega ao cliente e ter maior qualidade dos produtos. A junção desses fatores foi que surgiu o conceito *Lean Manufacturing* por James P. Womack e Daniel T. Jones.

Segundo Womack (1992) há de conferir o máximo número de funções e responsabilidades a todos os trabalhadores que adicionam valor ao produto na linha, e a adotar um sistema de tratamento de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de alcançar a sua causa raiz.

Segundo Shinohara (1998) a busca de uma tecnologia de produção que utilize a menor quantidade de equipamentos e mão-de-obra para produzir bens sem defeitos no menor tempo possível, com o mínimo de unidades intermediárias, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requerido pelo cliente. Eliminar todo desperdício através de esforços concentrados da administração, pesquisa e desenvolvimento, produção, distribuição e todos os departamentos da companhia.

O Kaizen, nada mais é que a melhoria contínua, considerada a ponto chave do sucesso dos procedimentos japoneses, é um dos conceitos fundamentais da Manufatura Enxuta. Uma das essências da cultura industrial dos japoneses é aproveitar a experiência coletiva de seus trabalhadores e valorizar a solução de problemas e conjunto. Colocar com uma das metas diárias o aperfeiçoamento dos processos.

Conforme OHNO, (1997) a eliminação de desperdícios e elementos desnecessários a fim de reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida.

6. Payback

O Payback se trata de um método de cálculo simplificado para relacionar o tempo que levará para um investimento se pagar. Seu método é utilizado tanto por empreendedores iniciando um negócio quanto por gerentes industriais que estão querendo implantar alguma mudança ou ideia e necessitam saber o tempo de retorno do seu investimento e nele são utilizadas as ferramentas de Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL). A seguir a equação 3 e :

$$\text{Formula do TIR:} \quad [3] \quad \sum_{i=0}^n \frac{FC_i}{(1+TIR)^i} + \text{Investimento Inicial} = 0$$

$$\text{Formula do VPL:} \quad [4] \quad \sum_{t=0}^n \frac{FC}{(1+i)^t}$$

Vantagens

- Apresenta fórmula simples e fácil de ser aplicada;
- Oferece uma ideia do grau de liquidez e o grau de risco que o projeto / negócio fornece;
- Útil para projetos de risco elevado;
- Útil para projetos com vida limitada;
- Por conta da instabilidade e crise econômica, a técnica aumenta a segurança dos negócios.

Desvantagens

- Trabalha com prazos mais curtos, por isso, quando o projeto é de longa duração, não é recomendado;
- Incompatibilidade com projetos muito complexos e negócios de grande porte.

7. Ferramentas da Qualidade

A qualidade é um dos principais fatores críticos quando se é falado de satisfação de clientes. Cada vez mais as empresas buscam a qualidade total para garantir que seu produto e/ou serviço esteja no topo. E para assegurar a qualidade, existem sete ferramentas da qualidade que podem ajudar a tornar a empresa cada vez melhor, estabelecendo uma melhoria contínua, alavancando os resultados e reduzindo desperdícios que possam estar ocorrendo nos seus processos.

Existem inúmeras ferramentas da qualidade que podem ser aplicadas para melhorar processos e serviços a fim de fazer uma boa gestão da qualidade total. Porém, no decorrer dos anos, algumas delas se destacaram por sua alta eficiência e obtenção de resultados, e são elas:

- Fluxograma;
- Cartas de controle;
- Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa);
- Folha de verificação;
- Histograma;

- Diagrama de Dispersão;
- Diagrama de Pareto;

7.1. Fluxograma

O Fluxograma é uma representação gráfica mostrando todos os passos de um processo. O fluxograma apresenta uma excelente visão do processo e pode ser uma ferramenta útil para verificar como os vários passos do processo estão relacionados entre si. É muito utilizado na abordagem de processo, conforme ISO 9001.

7.2. Cartas de Controle

Gráficos com limites de controle que nos permitem o monitoramento dos processos. Utilizada principalmente para identificar o aparecimento de causas especiais nos processos.

Carta de controle é um tipo de gráfico utilizado para o acompanhamento de um processo. Este gráfico determina estatisticamente uma faixa denominada limites de controle que é limitada pela linha superior (limite superior de controle) e uma linha inferior (limite inferior de controle), além de uma linha média. O objetivo é verificar, por meio do gráfico, se o processo está sob controle, isto é, isento de causas especiais.

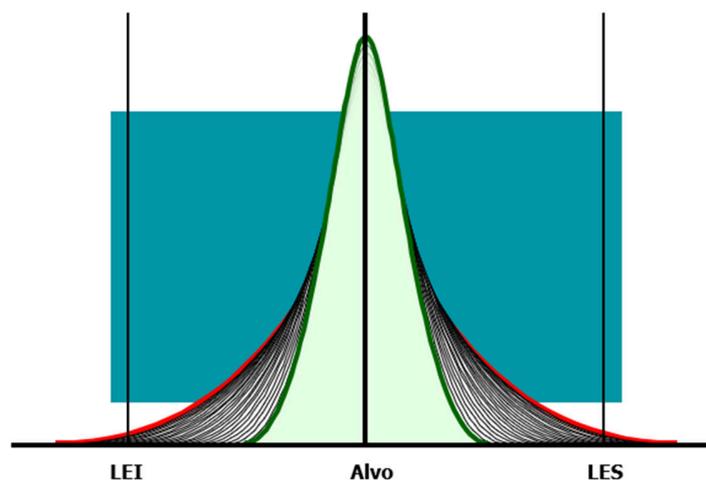


Figura 3 – Exemplo gráfico carta de controle.

Fonte: Autores (2019)

7.3. Diagrama de causa e efeito (Ishikawa)

Utilizado para apresentar a relação entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo. É empregado nas sessões de “*brainstorming*” realizadas nos trabalhos em grupo. Construir um diagrama de causa e efeito não é tarefa fácil. Pode-se afirmar que as pessoas que obtêm sucesso na solução de problemas de controle de qualidade são aquelas que têm sucesso na construção de diagramas de causa e efeito úteis.

Também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito, proporciona uma análise de causas para um determinado efeito. As categorias podem seguir o método 6M, ou podem ser adaptadas de acordo com o contexto do problema:

- Máquina: verificar se há possibilidade de o problema estar numa máquina na realização do processo.
- Mão de Obra: analisar se o problema não está no comportamento errado do colaborador.
- Material: conferir o material utilizado para ver se o problema não está nele.
- Medida: O problema pode estar numa medida que foi utilizada.
- Meio Ambiente: o problema tem a possibilidade de estar tanto num ambiente externo como interno. Como por exemplo, a poluição, a falta de espaço dentro da fábrica.
- Método: o problema pode estar na metodologia utilizada.

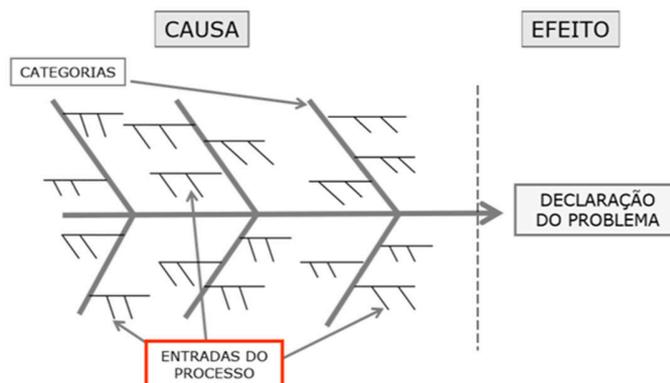


Figura 4 - Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito.

Fonte: Autores (2019)

Assim que o problema é identificado, a equipe deve se concentrar na identificação de todas as possíveis causas. Nessa fase, a equipe deve repetidamente formular e responder a pergunta: Que tipo de variabilidade (nas causas) poderia afetar a característica da qualidade de interesse ou resultar no problema considerado? As causas assim identificadas pela equipe podem ser classificadas nas categorias anteriormente identificadas e em tantas outras quanto necessário para caracterizar as causas primárias. Por exemplo, em processos administrativos, pode-se considerar como causas primárias políticas, procedimentos, pessoas e equipamentos.

Em cada causa primaria, deve se fazer a seguinte pergunta: por que isso acontece? A resposta te levará a possíveis causas secundárias, que se ramificam da primaria, e caso a causa secundária ainda tenha alguma resposta, obtém-se assim a causa terciária que se ramifica da secundaria conforme imagem a seguir.

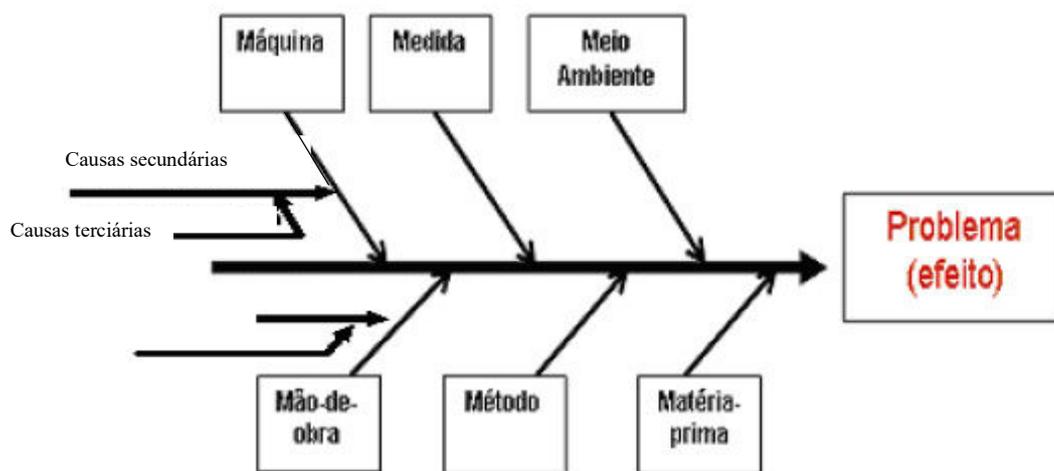


Figura 5 - Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito.

Fonte: Autores (2019)

7.4. Folha de Verificação

A folha de verificação é um formulário no qual os itens a serem verificados para a análise do problema já estão impressos, com o objetivo de facilitar a coleta e o registro dos dados.

Ela pode ser usada para:

- Verificar a distribuição do processo de produção

- Verificar a frequência das situações
- Localizar defeitos
- Classificar defeitos.

7.5. Histograma

Num processo qualquer, é inevitável que um conjunto de dados tenha uma variação e uma distribuição. Embora os valores mudem sempre, eles são governados por certa regra. O Histograma é um método que vai possibilitar conhecer a população através de um exame rápido de uma maneira objetiva.

Com o Histograma é possível avaliar a forma aproximada dos dados, a locação dos valores centrais e a dispersão. O objetivo é analisar cada motivo individualmente, mas também comparar os comportamentos.

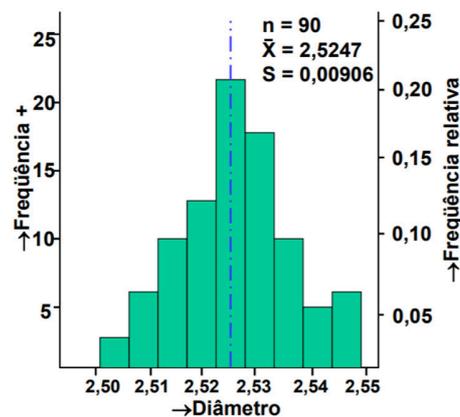


Figura 6 - Exemplo de Histograma.

Fonte: Autores (2019)

7.6. Diagrama de Dispersão

Gráficos usados para visualização do tipo de relacionamento existente entre duas variáveis. Estas variáveis podem ser duas causas de um processo, uma causa e um efeito ou dois efeitos do processo.

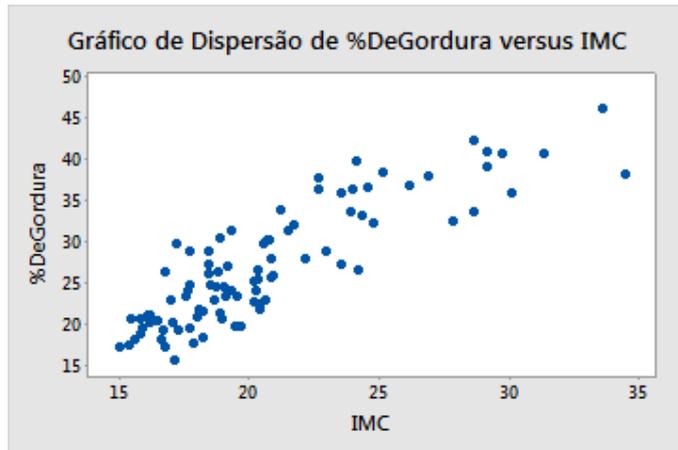


Figura 7 - Exemplo diagrama de dispersão.

Fonte: Autores (2019)

7.7. Diagrama de Pareto

Uma ferramenta da qualidade que em forma de gráfico ajuda na identificação de quais são os fatores mais significativos, indicando assim os itens que devem obter maior atenção, servindo como uma ótima base na tomada de decisão. Assim, ele foi criado para estudar perdas na indústria, sendo organizado em frequências de ocorrências, por mostrar a ordem em que as causas das perdas devem ser resolvidas de acordo com sua frequência e por nível de prioridade. A utilização de gráficos de Pareto para comparações “Antes” e “Depois”, permite avaliar o impacto das mudanças efetuadas no processo e o grau de alcance da meta. Manter a mesma escala vertical à esquerda.

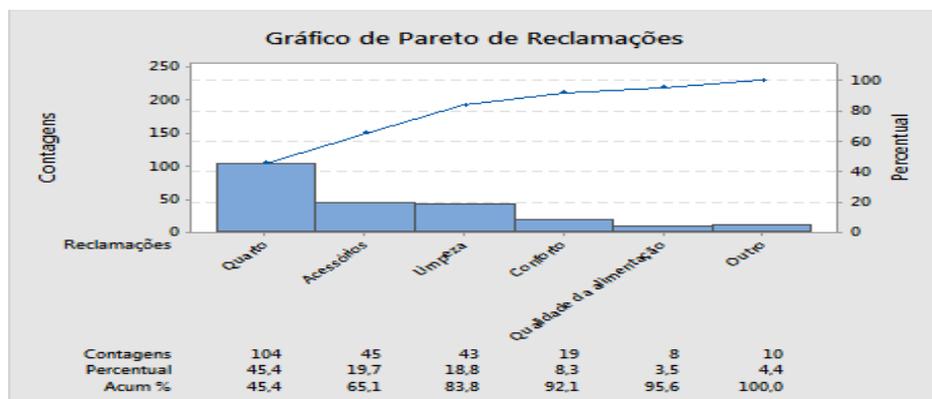


Figura 8 - Exemplo de Gráfico de Pareto.

Fonte: Autores (2019)

8. Estudo de caso: Avaliação de capacidade da eficiência do maquinário em uma empresa de embalagens plásticas.

Busca-se por meio desse estudo demonstrar a aplicação de ferramentas da qualidade e análises para o aumento da produtividade e redução de perdas (refugos). O estudo foi realizado em uma empresa, que atua no segmento plástico, localizada no triângulo mineiro e que atua no mercado há mais de 12 anos.

A escolha da empresa está vinculada ao fato dela ser uma indústria que abrange todas as partes de um ciclo produtivo com muita clareza e ótima execução, mas que infelizmente está passando por sérios problemas de produtividade devido ao fato de seus principais maquinários estarem com o seu tempo de depreciação no limite.

8.1. Metodologia

A partir dos objetivos propostos, utilizou-se a base de ferramentas de qualidade utilizada por analistas e Green Belt's juntamente com dados coletados para desenvolver o estudo. A aplicação metodológica ocorreu durante os seis primeiros meses do ano de 2019. Foram desenvolvidas as seguintes etapas:

1. Duas visitas à empresa G Embalagens, onde o estagiário que faz parte do grupo mostrou todo o processo produtivo desde a chegada da matéria prima até o seu produto final. Além disso, com a autorização do seu gerente, apresentou ao restante do grupo todos os defeitos de qualidade existentes na unidade e apontou os principais causadores do mesmo.

2. Com a ajuda dos coletores dos maquinários juntamente com o ERP da unidade, foi possível a coleta de dados como: %OEE, refugos, paradas não programadas, tempo de ciclo, horas trabalhadas, manutenções, quantidade produzida (turno, dia, mês) e custo de alguns gastos fora da produção (preço do produto acabado, custo energético, gastos com manutenção, custo de mão de obra, preços de devoluções, armazenagem, sucata, retrabalho e não conformidade).

3. Análise de todos os dados coletados durante o período com o auxílio de ferramentas Office e software Minitab. Assim, foi possível analisar críticas exatas sobre o cenário atual.

8.2. Sequência do processo produtivo

Para que propostas futuras fossem elaboradas, foi necessário o conhecimento de todo o ciclo produtivo da empresa base de estudo, facilitando assim o entendimento e análise crítica dos demais apontamentos.



Figura 9 – Processo produtivo.

Fonte: Autores (2019)

8.3. Dados obtidos

Foram observadas durante o período estudado três máquinas (Sopradoras de plástico) em pleno funcionamento: Sopradora 24, Sopradora 35 e Sopradora 36. Todas as três máquinas enfrentam um período crítico de baixa produtividade, alto índice de refugos, alto índice de *Down Time* (Tempo de máquina parada em manutenções), alto

Índice de paradas não programadas e muitos defeitos de qualidade em seu produto final. Através de análises dos KPI's obtiveram-se os seguintes indicadores:

1. Sopradora 24: 77% OEE, Nível 2 Sigma, Taxa de erro = 31% e Defeitos por milhão = 308.535

2. Sopradora 35: 66% OEE, Nível 1 Sigma, Taxa de erro = 69% e Defeitos por milhão = 691.462

3. Sopradora 36: 45% OEE, Nível 1 Sigma, Taxa de erro = 69% e Defeitos por milhão = 691.462

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
%OEE 24	6	0	0,7700		0,0359	0,0879	0,6200	0,7025	0,7850	0,8500	0,8500

77% OEE

Estatísticas Descritivas: %OEE 35

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
%OEE 35	6	0	0,6667		0,0506	0,1239	0,5300	0,5375	0,6550	0,8050	0,8200

66% OEE

Estatísticas Descritivas: %OEE 36

Variável	N	N*	Média	EP	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
%OEE 36	6	0	0,458		0,106	0,259	0,000	0,232	0,559	0,655	0,670

45% OEE

Figura 10 – Análise descritiva %OEE.

Fonte: Autores (2019)

Com a utilização da ferramenta Minitab, foi anexado todos os valores mensais de OEE% separados em suas respectivas máquinas. O programa realizou o cálculo de número de ocorrências, média, desvio padrão, valor mínimo, primeiro quartil, mediana, terceiro quartil e valor máximo de média.

Foi possível observar a existência de mais de vinte defeitos de qualidade e que podem, por falta de análise crítica do operador, ser enviado para o cliente que irá envazar seu produto, gerando assim uma não conformidade.

8.4. Cenário Atual

Após coleta foram obtidos os seguintes dados para o cenário atual dos últimos seis meses:

- Produção total das três máquinas no semestre: 546.028 embalagens
- Embalagens que foram deixadas de produzir (Refugos + Máquina desprogramada): 79.091 embalagens
- Custo de matéria prima (Resina): R\$ 2.006.631,99
- Custo da energia utilizada para as três máquinas: R\$ 568.856,00
- Valor utilizado em manutenções corretivas e preventivas: R\$ 375.280,00
- Custo de mão de obra (Operadores e Eletromecânicos): R\$ 293.959,44
- Custo de devoluções: R\$ 11.229,84
- Scrap e Sucata gerada no período: R\$ 121.882,70
- Custos de multas por não conformidade: R\$ 36.192,00

Tabela 1 – Tabela de custos do cenário atual.

MÊS	PRODUÇÃO DAS MAQUINAS (24; 35; 36)	DEIXARAM DE PRODUIR (REFUGO)	CUSTO DE MATERIA PRIMA	CUSTO DE ENERGIA	GASTO MENSAL DE MANUTENÇÃO	GASTO COM MAO DE OBRA	CUSTO DE DEVOLUÇÃO	SCRAP/SUCATA	MULTAS
JANEIRO	112576	16686	R\$ 414.931,02	R\$ 85.800,00	R\$ 36.782,00	R\$ 48.993,24	R\$ 1.915,64	R\$ -	R\$ 11.856,00
FEVEREIRO	70766	9250	R\$ 256.851,36	R\$ 109.516,00	R\$ 69.786,00	R\$ 48.993,24	R\$ 1.915,64	R\$ 31.135,29	R\$ 3.770,00
MARÇO	46592	7843	R\$ 174.736,35	R\$ 77.139,00	R\$ 81.836,00	R\$ 48.993,24	R\$ -	R\$ 6.437,60	R\$ 4.888,00
ABRIL	89260	14666	R\$ 333.602,46	R\$ 75.928,00	R\$ 87.999,00	R\$ 48.993,24	R\$ 1.915,64	R\$ -	R\$ 1.092,00
MAIO	111608	17547	R\$ 414.587,55	R\$ 112.903,00	R\$ 59.967,00	R\$ 48.993,24	R\$ 1.651,64	R\$ 29.630,45	R\$ 3.536,00
JUNHO	115226	13099	R\$ 411.923,25	R\$ 107.570,00	R\$ 38.910,00	R\$ 48.993,24	R\$ 3.831,28	R\$ 53.879,36	R\$ 11.050,00
TOTAL	546028	79091	R\$ 2.006.631,99	R\$ 568.856,00	R\$ 375.280,00	R\$ 293.959,44	R\$ 11.229,84	R\$ 121.082,70	R\$ 36.192,00

Fonte: Autores (2019).

8.4. Cenário com a máquina Multipack EcoBlow

Os seguintes dados referem-se a 6 meses com a máquina Multipack EcoBlow:

- Produção total das três máquinas no semestre: 751.680 embalagens
- Embalagens que foram deixadas de produzir (Refugos + Máquina desprogramada): 25.920 embalagens
- Custo de matéria prima (Resina): R\$ 2.496.096,00
- Custo da energia: R\$ 379.237,33
- Valor utilizado em manutenções corretivas e preventivas: R\$ 250.186,67
- Custo de mão de obra (Operadores e Eletromecânicos): R\$ 120.000,00
- Custo de devoluções: R\$ 3.831,28
- Scrap e Sucata gerada no período: R\$ 90.821,03
- Custos de multas por não conformidade: R\$ 27.144,00

Tabela 2 – Cenário de custos com a máquina Multipack EcoBlow.

MÊS	PRODUÇÃO DAS MAQUINAS (24; 35; 36)	DEIXARAM DE PRODUZIR (REFUGO)	CUSTO DE MATERIA PRIMA	CUSTO DE ENERGIA	GASTO MENSAL DE MANUTENÇÃO	GASTO COM MAO DE OBRA	CUSTO DE DEVOLUÇÃO	SCRAP/SUCATA	MULTAS
JANEIRO	125280	4320	R\$ 416.016,00	R\$ 57.200,00	R\$ 24.521,33	R\$ 20.000,00	R\$ 3.831,28	R\$ -	R\$ 8.892,00
FEVEREIRO	125280	4320	R\$ 416.016,00	R\$ 73.010,67	R\$ 46.524,00	R\$ 20.000,00		R\$ 23.351,47	R\$ 2.827,50
MARÇO	125280	4320	R\$ 416.016,00	R\$ 51.426,00	R\$ 54.557,33	R\$ 20.000,00		R\$ 4.828,20	R\$ 3.666,00
ABRIL	125280	4320	R\$ 416.016,00	R\$ 50.618,67	R\$ 58.666,00	R\$ 20.000,00		R\$ -	R\$ 819,00
MAIO	125280	4320	R\$ 416.016,00	R\$ 75.268,67	R\$ 39.978,00	R\$ 20.000,00		R\$ 22.222,84	R\$ 2.652,00
JUNHO	125280	4320	R\$ 416.016,00	R\$ 71.713,33	R\$ 25.940,00	R\$ 20.000,00		R\$ 40.409,52	R\$ 8.287,50
TOTAL	751680	25920	R\$ 2.496.096,00	R\$ 379.237,33	R\$ 250.186,67	R\$ 120.000,00	R\$ 3.831,28	R\$ 90.812,03	R\$ 27.144,00

Fonte: Autores (2019).

9. Considerações finais e propostas de melhoria

Após todas as análises dos indicadores de produção e outros, foi possível constatar que a solução mais eficiente para o cenário atual será o investimento em uma Sopradora elétrica, substituindo as três hidráulicas que estão com baixa produtividade. Foram estipuladas metas para alcançar métricas satisfatórias para a empresa. Levando em consideração que os dados projetados para a nova máquina foram embasados em dados reais referenciando uma máquina igual já existente dentro da empresa em estudo.

9.1. Metas de Produção

As metas de produção foram calculadas através da capacidade produtiva que seria o ideal para uma produção constante e proveitosa. Foram utilizados histogramas comparativos e aplicando valores junto ao Minitab. Assim, foi possível confirmar que a meta de produção, considerando maior produtividade que aumentará consequentemente média e seu desvio padrão.

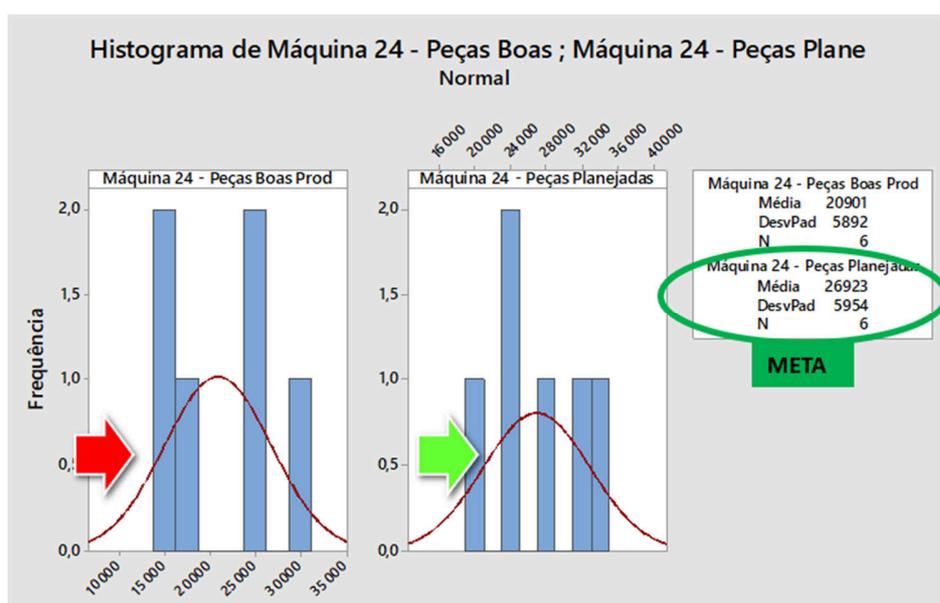


Figura 13 – Metas de produção para máquina 24.

Fonte: Autores (2019)

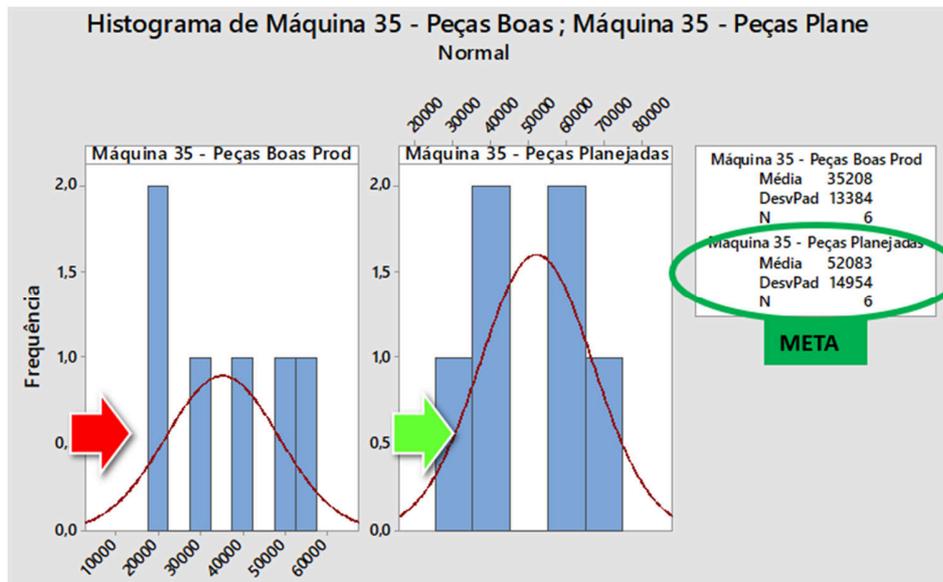


Figura 14 – Metas de produção para máquina 35.

Fonte: Autores (2019)

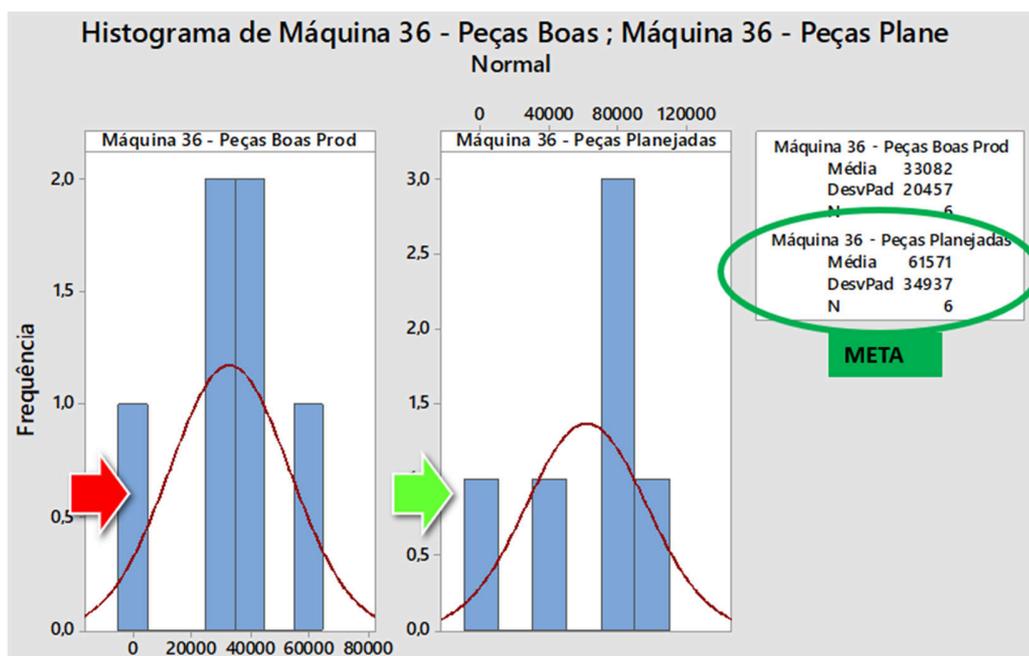


Figura 15 – Metas de produção para máquina 36.

Fonte: Autores (2019)

9.2. Metas Sigma

A meta esperada para ser alcançada com o investimento é: Nível Sigma 3, Taxa de erro: 6.70%, Defeitos por milhão = 66.807 e OEE = 90%.

9.3. O Investimento

A sopradora escolhida possui a capacidade de produzir 180 embalagens por hora, uma taxa de refugo de 3%, 13% a menos que as máquinas hidráulicas atuais. Além de ser totalmente elétrica, a máquina é composta por um sistema pneumático de alta precisão, rebarbadores automáticos, resfriamento automático e três extrusoras. O investimento garantirá uma eficiência mais próxima possível da meta da empresa (90%), que representa embalagens com mais qualidade, garantindo um menor número em produtos não conformes.



Figura 16 – Multipack EcoBlow 20 litros.

Fonte: Site Multipack (2019)

9.3.1. Preço do Investimento e Payback

A empresa terá que desembolsar o valor de 4.95 milhões de reais. Que após toda uma análise de viabilidade financeira, foi constatado que o retorno será em 1 ano e 10 meses. Assim, mostra que o gasto obtido será recuperado rapidamente e a empresa não continuará tendo prejuízos constantes.

Tabela 3 – Tabela de considerações.

Considerações			
investimento	Ganhos	Impostos	Taxa de atratividade
-R\$ 4.950.000,00	R\$ 2.719.400,67	R\$ 985.782,74	10%

Fonte: Autores (2019).

Taxa de atratividade = o quanto os proprietários esperam de retorno por terem feito o investimento (vamos considerar 10% na análise).

Tabela 4 – Tabela de fluxo de caixa simples.

	Semestre 0	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5
1. INVESTIMENTO	-R\$ 4.950.000,00					
2 RECEITA DE VENDAS		R\$ 2.719.400,67				
3. Impostos sobre vendas		-R\$ 985.782,74				
4. (=) FLUXO LIQUIDO CAIXA	-R\$ 4.950.000,00	R\$ 1.733.617,92				

Fonte: Autores (2019).

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} - \text{Investimento inicial} = 0$$

$$\frac{6.934.472}{(1 + TIR)^4} - 4.950.000,00 = 0$$

Figura 17 - Demonstração da fórmula utilizada

Fonte: Autores 2019.

Tabela 5 – Tabela de impostos considerados.

Impostos considerados (MG)	
ICMS	12%
Pis	2%
Cofins	7,60%
IPI	15%
Total imposto sobre vendas	36,25%

Fonte: Autores (2019).

Tabela 6 – Resultado da taxa interna de retorno

TIR	14,99%
------------	---------------

Fonte: Autores (2019).

Resultado da Taxa Interna de Retorno = 14,99%. Significa que o investimento é VIÁVEL, e que dentro do prazo de 1 ano e 10 meses o retorno aos investidores é de 14,99%. Ou seja, 4,99% acima do exigido.

$$VPL = \sum_{t=0}^T \frac{FC_t}{(1+i)^t}$$

$$VPL = \frac{1.733.618}{(1+0,1)^t}$$

Figura 18 - Demonstração da fórmula do VPL utilizada.

Fonte: Autores (2019).

Tabela 7 – Tabela de VLP.

VPL (c/ taxa de atratividade de 10%)	1	2	3	4
	R\$ 1.576.016,29	R\$ 1.432.742,09	R\$ 1.302.492,81	R\$ 1.184.084,37

Fonte: Autores (2019).

VLP (Valor presente líquido) - Estuda o valor do dinheiro no tempo.

Tabela 8 – Tabela da soma dos fluxos.

Investimento		soma fluxos descontados	
-R\$	4.950.000,00	R\$	5.495.335,55

Fonte: Autores (2019).

A soma dos fluxos de caixa, é maior que o investimento, demonstra viabilidade.

Tabela 9 – Tabela do *Payback* descontado.

Payback descontado			
SEMESTRE	investimento	payback descontado	valor líquido
1	-R\$ 4.950.000,00	R\$ 1.576.016,29	-R\$ 3.373.983,71
2	-R\$ 3.373.983,71	R\$ 1.432.742,09	-R\$ 1.941.241,62
3	-R\$ 1.941.241,62	R\$ 1.302.492,81	-R\$ 638.748,81
4	-R\$ 638.748,81	R\$ 1.184.084,37	R\$ 545.335,55

Fonte: Autores (2019).

Tabela 10 – Tabela da proporção em meses.

No 4º semestre encontra-se a proporção em meses	
R\$ -638.748,81 / R\$ 1.184.084,37	-0,539445356
0,539445356*6 meses	3,236672139
3,23 meses (4 meses)	
Payback = 1 anos e 10 meses	

Fonte: Autores (2019).

9.3.2. Proposta após implantação do investimento

Após o maquinário novo estiver em pleno funcionamento, o grupo realizará novamente a viabilidade de manter o investimento, aplicará auditoria durante seis meses com o novo equipamento, e inspecionando todo o ciclo produtivo até o produto acabado. Além disso, apresentará resultados mensais a diretoria, mostrando que os indicadores sofreram alterações, análises de KPI's e novas métricas.

10. Referências

BUSSO, Christianne Matias; MIYAKE, Dario Ikuo. Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica. **Production**, [s.l.], v. 23, n. 2, p.205-225, 2 out. 2012.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CORONADO, Ricardo Banuelas; ANTONY, Jiju. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The Tqm Magazine**, [s.l.], v. 14, n. 2, p.92-99, abr. 2002. Emerald.

DANIELS, Lorraine. Managing Six Sigma: A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy That Yields Bottom Line Success. **Journal Of Quality Technology**, [s.l.], v. 33, n. 4, p.525-526, out. 2001. Informa UK Limited.

GONÇALVES, Victor. 7 Ferramentas da qualidade. **Voitto**. 2019. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/as-7-ferramentas-da-qualidade>>. Acesso em set. 2019.

JONSSON, Patrik.; LESSHAMMAR, Magnus. **International Journal of Operations & Production Management**: Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE, Vol. 19, pp.55-78, 1999.

KWON, Ohwoon; LEE, Hongchul. Calculation methodology for contributive managerial effect by OEE as a result of TPM activities. **Journal Of Quality In Maintenance Engineering**, [s.l.], v. 10, n. 4, p.263-272, dez. 2004. Emerald.

MORANDO, G.H.F. **Gestão da Qualidade: seis sigma na 3m do Brasil**, 2004. Disponível em < <http://www.convibra.com.br/2004/pdf/71.pdf> >. Acessado em out. 2019.

OLIVEIRA, Ailson Luiz de; HU, Osvaldo Ramos Tsan. **Gerenciamento do Ciclo da Qualidade**: Como gerir a qualidade do produto — da concepção ao pós-venda. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

OLIVEIRA, Ruy. **Metodologia O.E.E.** (Eficiência Global dos Equipamentos). Disponível em <<http://engenhariadeproducaoindustrial.blogspot.com/2009/10/metodologia-oe-eficiencia-global-dos.html>>. Acessado em abr. 2019.

OHNO, TAIICHI. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 137p.

PFEIFER, T.; REISSIGER, W.; CANALES, C. Integrating six sigma with quality management systems. **The TQM Magazine**, v. 16, n. 4, p. 241-249, 2004.

REZENDE, Daiane Maciel; SILVA, Jessica Freitas da; MIRANDA, Sheila Marcela. **Lean Manufacturing: Redução de desperdícios e a padronização do processo.** 2013. 13 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Automotiva, Faculdade de Engenharia de Resende, Resende, 2013.

RIANI, Aline Mattos. **Estudo de caso: O Lean Manufacturing aplicado na Becton Dickinson.** 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

SALOMÃO, Alexandre. **OEE – Eficiência Global dos Equipamentos.** Disponível em <http://blog.qualidadesimples.com.br/2016/07/05/oeeficiencia-global-dos-equipamentos/>. Acessado em abr 2019.

SILVA, L. C.; OLIVEIRA, M. C.; SILVA, F. A. **Implementação da metodologia Seis Sigma para melhoria de processos utilizando o ciclo DMAIC: um estudo de caso em uma indústria automotiva.** Exacta – EP, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 223-232, 2017.

TAYLOR, Frederick W., **Princípios de Administração Científica.** 7 ed. São Paulo: Atlas, 1995

WERKEMA, Cristina. **Métodos Pdca e Dmaic e Suas Ferramentas Analíticas,** 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D., 1992, **A Máquina que Mudou o Mundo,** 5 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda.