

ANÁLISE DA PRODUTIVIDADE EM UM EQUIPAMENTO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE PET

Charles da Silva Azevedo (CENTRO UNIVERSO RECIFE) Charlesjn18@hotmail.com.br

Antônio Machado de Souza Neto (CENTRO UNIVERSO RECIFE) Machado-axe@hotmail.com

Hélder Henrique lima Diniz (UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO) helderhld@gmail.com

Resumo

O trabalho tem como objetivo realizar um estudo utilizando ferramentas da qualidade, para definir as causas da baixa produtividade em uma linha de produção de pré-forme embalagens pet. A empresa objeto do estudo é do segmento de injeção plástica. Foram aplicadas várias ferramentas da qualidade no processo de análise, finalizando com apresentação de um Plano de Ação. Utilizou-se para análise, três indicadores da linha de produção de pet, da base histórica do primeiro trimestre de 2022 e abril de 2022. Os indicadores selecionados foram OEE eficiência de máquina, MTBF parada de máquina e SCRAP peças. Os principais resultados obtidos foram melhoria na produção diária, e consequentemente, uma redução de perdas de pré-formas. OEE atingiu o índice de 83,7%, havendo, portanto, um ganho de produção de 19.68% em relação ao resultado do primeiro trimestre de 2022. No que diz respeito as perdas de pré-formas os SCRAP, a média do primeiro trimestre de 2022 foi de 1.71%, evoluindo no período de estudo para 0.76%. Também foi constatado oportunidades para melhoria futuras no processo de injeção plástica.

Palavras-Chaves: *Produtividade, ferramentas de qualidade, pré-formas, Pet, melhorias.*

1. Introdução

A competitividade entre as indústrias, o crescimento acelerado e a exigência do mercado têm induzido as empresas a buscarem adequação em seus sistemas, visando a eliminação de desperdícios, sejam estes de tempo, de esforço, de energia, melhorando sua eficiência produtiva.

Para que seja possível a obtenção da eficiência operacional desejada, deve-se estabelecer um planejamento de atividades de forma a encontrar as falhas do processo e corrigi-las adequadamente, e implantar sistemática que eliminem a reincidência das falhas identificadas. Desta forma a empresa caminhará para redução de custos e estabelecendo a melhoria contínua.

A análise constante do processo produtivo e a utilização correta das ferramentas possibilitam as organizações estabelecerem melhores estratégias de mercado e consequentemente o alcance dos objetivos da empresa (Ghinatto, 2000).

A busca pela eficiência desejada, exige a aplicação de vários métodos e ferramentas da qualidade para atender o novo cenário: redução de custos com a diminuição/eliminação de desperdícios, retrabalhos e falta de qualidade (Reis, 2010).

A falta de lubrificação, por exemplo ou o mau uso do produto estão diretamente relacionadas à falhas em máquinas. Uma solução para este problema é o sistema de lubrificação automático, pois utilizará de dosagem correta, no tempo certo, evitando-se desperdícios, devido a paradas não programadas para manutenção, quebra de componentes, aumentando à sua produtividade e confiabilidade.

O objetivo geral deste estudo é analisar a produtividade de uma máquina injetora de uma linha de produção de PET. As etapas estabelecidas nesta pesquisa para alcance do objetivo geral proposto foram as seguintes: Determinar a Produtividade de uma Máquina Injetora de uma linha de produção de PET; identificar as Causas de Baixa Produtividade; aplicar Ferramentas de Qualidade e apresentar os resultados da análise.

2. Referencial teórico

2.1 Produtividade

A produtividade de um recurso aplicado no processo produtivo é a relação entre quantidade de produtos ou serviços produzidos (saídas do processo) num determinado período (intervalo de tempo) dividido pela quantidade aplicada desse recurso (entrada do processo) (Gaither; Frazier, 2002. p. 459). Há uma recomendação por parte dos autores citados de que a empresa deve estabelecer procedimentos de medir adequadamente cada recurso usado nos processos, visando identificar a produtividade.

A produtividade varia com o volume de produção planejado, em relação à quantidade de recursos aplicados, num determinado intervalo de tempo, Gaither e Frazier (2002). Pode obter o a produtividade, aumentando-se o volume de produtos ou serviços (saída), mantendo constante o volume de recursos (entrada). Uma outra forma de se obter a produtividade é manter constante o volume de produtos e serviços (saída), buscando-se reduzir o volume de recursos aplicados (entrada) e por fim pode-se aumentar o volume de produtos e serviço (saída), reduzindo-se os recursos (entrada).

Já na visão Pasqualini, Lopes e Siedenberg (2010), “a produtividade pode ser calculada tomando-se como base variadas referencias como um dia de produção, um setor produtivo ou um processo específico”. Os autores estabelecem desta forma que a produtividade que reflete a realidade, deve estabelecer um tempo padrão de produção, e o tempo real de produção. A equação (1) é utilizada para calcular o índice de produtividade, na perspectiva dos autores citados.

$$I_p = \frac{P \cdot T_p}{T_r} \quad (1)$$

Onde I_p é o Índice de produtividade, P é a produção, T_p é o tempo padrão e T_r é tempo real de trabalho.

2.2 Administração de operações

A administração de operações deve ser entendida com uma função central nas empresas, responsável pela produção dos produtos ou serviços que atenderam a demanda de mercado, ou seja, é responsável pela transformação de matéria prima e insumos, em produtos e serviços. Posiciona central, uma vez que se relaciona e é influenciada pelas outras funções da empresa. (Slack, Chambers E Johnston, 2002)

Estabelecer indicadores de produtividade deve ser um fator primordial e que estejam relacionados, facilitando a adoção do conceito. Pasqualini, Lopes e Siedenberg (2010), afirmam que dois fatores que podem afetar seu desempenho dos processos de produção na empresas: a produtividade dos trabalhadores (recurso de entrada no processo, se constantemente treinados por exemplo, a produtividade tende a ser maior) e a forma como age o departamento responsável pelo planejamento e programação de paradas para manutenção ou preparação dos equipamentos.

A tecnologia utilizada nos processos produtivos pode influenciar os índices de produtividade, afirmam Slack, Chambers e Johnston (2002), mostrando que as empresas que estabelecem estratégias de produção, alinhadas a tecnologia em seus processos de produção respondem mais rapidamente a aumento de demandas de mercado.

2.3 Ferramentas de qualidade

As ferramentas da qualidade segundo Santos e Kawakame, 2019, são métodos aplicados para analisar processos produtivos, buscando-se identificar problemas de qualidade, e aplicar

soluções que elimine os problemas, estabelecendo a melhoria contínua nos processos produtivos

“As organizações buscam incessantemente a perfeição como forma de produzir produtos de qualidade, pois obter a qualidade em seus produtos não é apenas uma estratégia de mercado e sim uma “condição de preexistência” (Oliveira, 2006, p. 3).

As ferramentas conforme Bonduelle (2007), são aplicadas para se analisar o processo e ao se identificar os problemas, saná-los de forma que se alcance os índices de produtividade estabelecidos pela empresa. Algumas destas ferramentas, tais como gráfico de Pareto, são abordadas nas seções a seguir.

2.3.1 Gráfico de Pareto

O diagrama de Pareto é um esboço gráfico que permite identificara ordem em causas de perdas ou problemas que devem ser sanados, sendo possível a priorização de problemas (Campos, 2004).

Na análise de um processo produtivo, o diagrama de Pareto é importante para identificação de defeitos que apresentam custo elevado (Santos e Kawakame, 2019). Sua aplicação é conhecida como uma regra 80-20, na qual 20% das causas relevantes são responsáveis por 80% dos defeitos. Tal fato também ocorre para 80% das causas que apresentam baixa relevância, as quais são responsáveis por 20% dos defeitos (Santos e Kawakame, 2019).

2.3.2 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de *Ishikawa* ou Diagrama de Causa e efeito, segundo Leão, 2023: “é uma ferramenta visual para levantar todas as possíveis causas de um problema e assim descobrir quais são as verdadeiras causa-raízes do problema”. O uso dessa ferramenta em busca da causa raiz dos possíveis problemas encontrados em uma linha de produção é de extrema eficiência pois possui uma característica de representação visual dos pontos de falha do processo o qual está sendo estudado. A análise das causas raízes dos pontos de falha de maneira descritiva de cada etapa de forma individual e possibilitando a discrição de cada sessão necessária para a realização das correções.

2.3.3 Método dos “5” porquês

Essa ferramenta tem por objetivo descobrir a causa raiz de um problema para o auxiliar a desenvolvimento de ações corretiva para solucionar um problema Slack, Chambers e Johnston,

(2002). A análise dos “5 porquês se iniciam com a determinação de um problema e segue com a pergunta, porque o problema ocorreu. Para essa nova resposta ou causa, novamente é perguntado por que e assim sucessivamente, até que a causa fundamental seja definitivamente encontrada, esgotando-se todas as hipóteses (Slack, Chambers E Johnston, 2002).

2.3.4 5W2H

Ferramenta de análise que tem como principal objetivo direcionar a discussão em uma única meta, evitando a dispersão das ideias. É útil em duas situações distintas de análise: (a) Verificação da ocorrência de um problema, e (b) Elaboração de um Plano de Ação (Bonduelle, 2007).

É uma técnica utilizada para planejar as ações propostas pelo Diagrama de Causa e Efeito/Diagrama de Ishikawa, como afirma Kume (1993). Segundo Araújo (2006), o plano de ação proposto pelo 5W2H permite especificar, de maneira clara e objetiva, cada ação planejada e é responsável por estabelecer as tarefas apontadas como relevantes. A ferramenta 5W2H auxilia os gestores para as devidas tomadas de ações, em cada tarefa abordada, fazendo as perguntas.

A figura 1 apresenta um exemplo da tabela 5W2H para melhor entendimento da ferramenta.

Figura 1 – Tabela 5W2H

Método dos 5W2H			
5W	What	O Que?	Que ação será executada?
	Who	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	Where	Onde?	Onde será executada a ação?
	When	Quando?	Quando a ação será executada?
	Why	Por Quê?	Por que a ação será executada?
2H	How	Como?	Como será executada a ação?
	How much	Quanto custa?	Quanto custa para executa a ação?

Fonte: Meira (2003)

2.4 Processo de injeção.

O processo de injeção nas palavras de Rodrigues, (2018), acontece em várias etapas em uma máquina denominada injetora.

A injetora é composta por um sistema capaz de homogeneizar e injetar o polímero fundido: rosca recíproca acionada por sistemas mecânicos, elétricos, pneumáticos elou hidráulicos; canhão, que contém em seu interior a rosca recíproca; mantas elétricas capazes de aquecer o canhão e por conseguinte, transmitir calor ao polímero; Molde: capaz de dar a forma à massa polimérica, sendo essa injetada no interior do molde sob alta pressão e com velocidade controlada; o mesmo molde é capaz de gerar o resfriamento do produto de forma adequada através de fluidos que circulam no seu interior e, finalmente,

este possui um mecanismo capaz de executar a ejeção da peça acabada ao se abrir (Manrich, 2005, p. 277).

O tempo, a partir do fechamento do molde até o momento em que ele se fecha outra vez, no início de outro ciclo, é chamado de ciclo de injeção. O ciclo de injeção é subdividido em ciclo da máquina e no tempo que se leva para retirar a peça do molde. O ciclo da máquina considera o tempo de abertura do molde, tempo para injeção e resfriamento da peça, e o tempo de fechamento do molde (Manrich, 2005).

3. Metodologia

3.1 Tipo de estudo

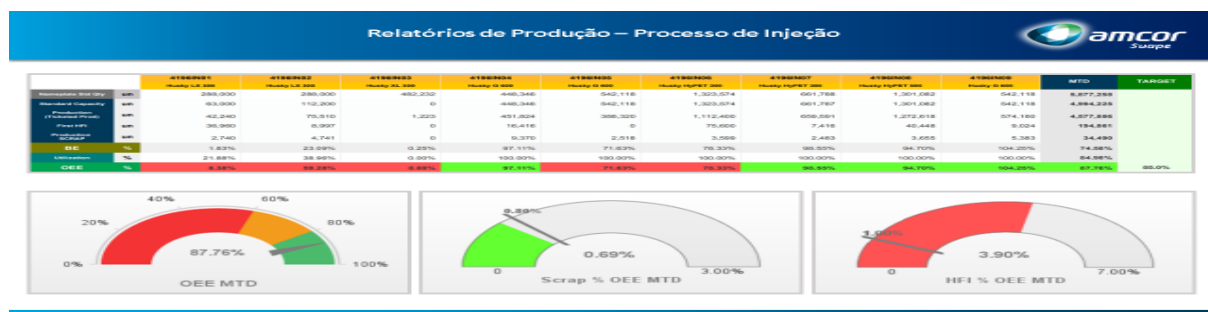
Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, uma vez que busca descrever as características de determinado fenômeno. Variáveis são observadas, registradas, analisadas, classificadas e interpretadas, sem interferência do pesquisador, descrevendo o fenômeno.

A Pesquisa quanto à abordagem é do tipo predominantemente quantitativa. A área de estudo deste trabalho está relacionada a eficiência de produtividade, reunindo-se tudo que pode ser quantificável, traduzido em informações, classificá-las e analisá-las, o que traz a garantia de resultados confiáveis.

3.2. Forma de coleta de dados

Para a coleta de dados foram utilizados três indicadores relacionados a linha de produção de pet, utilizando uma base histórica do primeiro trimestre de 2022. Os indicadores escolhidos foram OEE eficiência de máquina, MTBF parada de máquina e SCRAP peças descartadas conforme mostra exemplo na figura 2.

Figura 2 – Relatório de produção



Fonte: Autor (2022).

3.3 Forma de análise de dados

A amostra foi retirada de uma máquina injetora fabricada pela Husky G 600 codificada por 4196 IN 04, de uma unidade industrial CSA do Nordeste. Foi utilizado o gráfico de Pareto para identificar o tipo de parada que leva maior impacto na produtividade, também se aplicou o diagrama de Ishikawa para se determinar causa raiz do problema. Em seguida aplicou-se os 5 porquês e 5W2H utilizada para estabelecimento do plano de ação.

Nas condições normais de uma máquina injetora sua produção está diretamente relacionada ciclo, (tempo de ciclo x quantidade de pré-formas) independentemente de sua gramatura.

- **Produção = Tempo de Ciclo x Quantidade de pré-formas**

Exemplo de uma produção diária de uma injetora sem paradas

Tempo de Ciclo = 18 segundos

Quantidade de pré-formas = 48 peças

Produção = 1 dia (8.6400 segundos) = 4800 ciclos x 48 peças

Produção = 230.400 peças

3.4 Identificar as causas de baixa produtividade

Para identificar e avaliar possíveis elementos que impactam nos índices de eficiência e produtividade, foram utilizados 3 indicadores a serem acompanhados conforme Megiolaro, (2015). A escolha foi alinhada com o coordenador de manutenção da fábrica e o motivo da escolha dos indicadores é o que representa maior grau de importância a termo de custo. Os indicadores escolhidos foram OEE, MTBF e SCRAP. O OEE, de acordo com Megiolaro, (2015, p. 25) “é a média simultânea dos índices de produtividade e disponibilidade, desempenho e qualidade). A disponibilidade indica qual parcela do tempo disponível a máquina está apta para produção. O desempenho avalia a produção atual da máquina com a produção projetada. O índice de qualidade indica a quantidade de produtos conformes. O MTBF de acordo com Megiolaro, (2015, p. 27), “é importante para avaliar a intensidade, qual máquina realiza paradas não programadas durante a fase de produção”. Com o elevado números de paradas inesperadas, ocorre uma série de fatores indesejáveis no processo, entre os principais está a diminuição de eficiência da máquina, e aumento de pontos críticos na qualidade do produto. O SCRAP Megiolaro, (2015, p. 26), “é o volume de pré-formas desperdiçadas durante a fase de produção, esta perda tem grande significância no processo”.

Os números de paradas é o indicador principal, pois cada parada afeta diretamente os demais indicadores gerando certa quantidade de perdas de pré-formas, prejudicando o resultado do MTBF e da OEE (Megiolaro, 2015).

Durante as operações ocorrem paradas programadas nos equipamentos, como as limpezas, trocas de produtos e manutenções preventivas, estas não foram contabilizadas para esses indicadores não prejudicam os outros.

4. Análise de resultados e discussões

4.1 Levantamento da situação atual

A base inicial de informações acerca de condições atuais do equipamento é formada por indicadores obtidos através do SAP. Os dados analisados são primeiro trimestre de 2022. Os indicadores avaliados são OEE, MTBF e SCRAP. A tabela 1 representa a forma objetiva dos resultados dos períodos de janeiro a março de 2022.

Tabela 1 – Indicadores de Janeiro a março de 2022.

Indicador	Janeiro	Fevereiro	Março	Média
OEE(%)	61,34	63,41	67,33	64,02
MTBF(horas)	01:12	01:27	01:54	1.31
SCRAP(%)	1.62	1.69	1.82	1.71

Fonte: Autor (2022).

Com as informações da tabela 1 é possível fazer análises acerca dos indicadores. O OEE entre os meses de janeiro a março ficou na média de 64,02%, esse foi o tempo de utilização efetiva da máquina - não sendo considerado bom, pois o alvo Target é de 85%, ou seja, há um grande potencial de melhoria no aproveitamento da capacidade de produção do equipamento. Com relação ao MTBF está abaixo da meta estipulada da empresa que é de 3 horas, tendo a média do período ficado em 1:31 horas. Da mesma forma, o SCRAP não atingiu o estipulado pela empresa que é de 2%.

4.2 Aplicação das ferramentas

Inicia-se o processo de coleta de dados logo após identificam-se anomalias apresentadas, de acordo com o histórico de mensagens obtidas do equipamento, conforme mostra a Figura 3.

Na primeira tarefa designada foi reestabelecimento das condições básicas de funcionamento do equipamento. Foi realizada uma limpeza geral da máquina, com identificação e inseridos dados

nadas anomalias na planilha, também se buscou o histórico de mensagem de alarme da máquina conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Foto IHM da máquina.



Fonte: Autor (2022).

A segunda etapa constitui-se na identificação das paradas da injetora, reunindo as informações do histórico de parada de máquinas, e posteriormente elaborando um gráfico de Pareto para melhor interpretação dos resultados e priorização dos eventos. As causas das paradas foram esboçadas no quadro 1 e ordenadas da maior para menor intensidade de ocorrência, sendo também realizado um cálculo percentual representativo de cada parada em relação ao total de paradas.

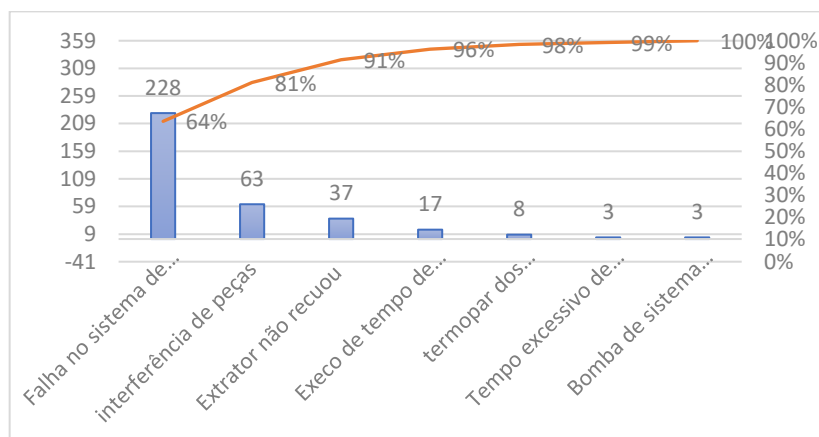
Quadro 1 – Estratificação de paradas.

Descrição das paradas	Frequência	%	% Acumulada
Falha no sistema de lubrificação automático	228	64%	64%
interferência de peças	63	17%	81%
Extrator não recuou	37	10.0%	91%
Exerço de tempo de ciclo	17	5%	96%
termopar dos aquecimento de máquina	8	2%	98%
Tempo excessivo de interferência	3	1%	99%
Bomba de sistema com falha	3	1%	100%
Total	359		

Fonte: Autor (2022)

O quadro 2 demonstra o detalhamento das falhas ocorridas e suas frequências. A coleta de dados ocorreu entre janeiro e março de 2022, representando um total de 359 paradas no trimestre, uma média de 119 paradas por mês. Importante destacar que a quantidade de paradas por falha no sistema de lubrificação automático representou 64% do total das paradas. Na figura 4, as paradas descritas no quadro 1 estão representadas pelo gráfico de Pareto.

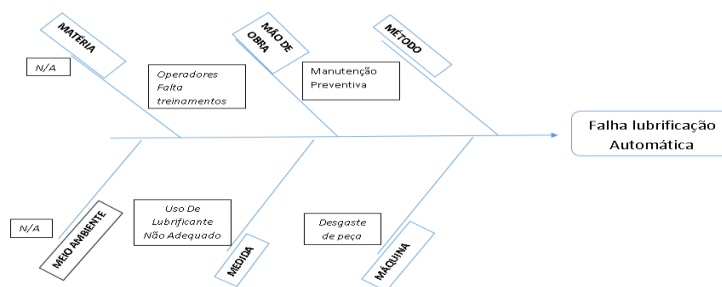
Figura 4 – Gráfico de Pareto das paradas de máquinas



Fonte: Autor (2022).

A terceira atividade teve como objetivo a análise dos modos de falhas dos eventos com maior representatividade na análise de Pareto. A figura 5 exibe o diagrama de causa e efeito para identificação da causa raiz das falhas por lubrificação, que foi a maior causa das paradas na máquina

Figura 5 – Análise de falhas do sistema de lubrificação automático



Fonte: Autor (2022)

Após a aplicação do diagrama de Ishikawa, chegou-se a quatro causas prováveis para falha na lubrificação. As causas de falhas foram priorizadas, para concentração de esforço, nas mesmas. O quadro 2 mostra o modelo de priorização adotado para análise das causas das falhas.

Quadro 2 – Priorização das causas

ANÁLISE DE CAUSAS – PRIORIZAÇÃO					
Participantes					
Principais causas	Coordenador de Manutenção	Operador	Tec. Mecânico	Tec. Eletromecânico	Total
Operadores Falta treinamentos	1	1	1	1	4
Manutenção Preventiva	2	2	2	2	8
Uso de Lubrificante Não Adequado	3	3	3	2	11
Desgaste de peça	3	2	1	1	7

Fonte: Autor (2022).

Tendo por base a análise de falhas apresentadas no quadro 2, atribuiu-se score de 1, 2 e 3 a cada causa, sendo o score 1 de menor impacto, o score 2 de médio impacto e o score 3 de maior impacto sobre cada causa provável.

Nos quadros 3, 4 e 5, a seguir, apresenta-se a análise das causas prováveis usando-se a ferramenta dos cinco porquês. Na análise a causa provável identificada no diagrama de causa e efeito foi submetida a ferramenta dos 5 porquês, com a finalidade de encontrar as causas raízes do problema. Desta forma, foi possível realizar as análises e estabelecer ações para eliminar o problema.

Quadro 3 – Análise das causas prováveis através dos cinco porquês causa 1

Uso De Lubrificante Não Adequado		
Por quê	Motivo	Ação final
Não uso de graxa recomendada pelo fabricante	Há uma suposição que não seja importante	Estabelecer o uso da graxa recomendada pelo fabricante
Há uma suposição que não seja importante	Pode haver produtos semelhantes para o mesmo efeito	
Pode haver produtos semelhantes para o mesmo efeito	Mesma ação com menor custo	
Mesma ação com menor custo	Pois se buscou alternativa	
Pois se buscou alternativa	Devido ao custo elevado do lubrificante	

Fonte: Autor (2022).

Quadro 4 – Análise das causas prováveis através dos cinco porquês causa 2

Manutenção preventiva		
Por quê	Motivo	Ação final
Inspeção deficiente no check-list de manutenção Preventiva	Essa manutenção Preventiva ocorre a cada 1.000 horas	Analisar o plano de manutenção preventiva recomendado pelo fabricante da máquina
Essa manutenção Preventiva ocorre a cada 1.000 horas	Está acordado internamente esse procedimento	
Está acordado internamente esse procedimento	Necessidade de longo tempo de parada	
Necessidade de longo tempo de parada	Falta de planejamento para realização das manutenções	
Falta de planejamento para realização das manutenções	Não é seguido o procedimento de check-list enviado pelo fornecedor	

Fonte: Autor (2022).

Quadro 5 – Análise das causas prováveis através dos cinco porquês causa 3

Desgaste de peça		
Por quê	Motivo	Ação final
Rasgou a Membrana	Mola estava Fadigada	Substituição do Reservatório de graxa

Fonte: Autor (2022).

Encontrada as causas raízes, elaborou-se um plano de ação, com o objetivo de ordenar a execução das ações estabelecidas para eliminação das falhas. Nesse plano foram definidas as medidas a serem executadas, o responsável por cada ação, o porquê ser executada, o prazo para execução, a maneira como deve ser realizada, o local de execução e os custos envolvidos. A figura 6 ilustra o modelo adotado.

Figura 6 – Plano de ação

PLANO DE AÇÃO									
Redução de paradas não programadas									
Oque	Como	Onde	Quem	Previsto	Real	Status	Porque	Quanto custa	
Estudar função do lubrificante	Consultar manual técnico do equipamento	Manual técnico	André/Renato	12/04/2022	01/04/2022	Executada	Para entender a função do uso do lubrificante correto	Sem custo	
Analisar Plano de manutenção preventiva recomendada pelo fabricante	Consultar plano existente	No SAP	Jaziel	07/04/2022	02/04/2022	Executada	Para verificar quais oportunidade possíveis de melhor o sistema atual	Sem custo	
Apresentar um proposta de realização de manutenção para o coordenador de manutenção	Com base na análise de manutenção corretiva	Na unidade	André/ Charles	01/04/2022	01/03/2022	Executada	Com finalidade de melhorar eficiência do check-list de manutenção preventiva	Sem custo	
Orientar equipe sobre uso de lubrificante adequado	Através de reunião com os técnicos de manutenção	Na sala de reunião da manutenção	Jaziel	01/04/2022	01/01/2022	Executada	Para manter todos técnicos de manutenção informados sobre os riscos de lubrificante não adequado	Sem custo	
Trocas dos distribuidores de graxa	Nas paradas para manutenção preventiva	Na produção	Charles	15/04/2022		Andamento	Para garantir funcionamento do sistema de lubrificação	R\$ 6.000	
Troca do reservatório do sistema de lubrificação automática	Nas paradas para manutenção preventiva	Na produção	Charles	01/04/2022	01/04/2022	Executada	Para garantir funcionamento do sistema de lubrificação	R\$ 12.000	

Fonte: Autor (2022).

Com o plano de ação elaborado, o passo seguinte foi a execução prática para eliminar as causas bases dos problemas identificados. Realizou-se as intervenções propostas e as manutenções preventivas. Para dar continuidade ao processo os envolvidos na solução reuniam-se com frequência para verificar a eficácia do plano, analisar a evolução dos indicadores e estabelecer novas medidas nos casos em que as ações originais não obtivessem o efeito desejado.

A tabela 2, a seguir, mostra a evolução dos indicadores no mês de abril 2022, após as ações realizadas.

Tabela 2 – Indicadores de abril de 2022.

Indicador	Abril
OEE (%)	83,7
MTBF (horas)	04:21:00
SCRAP (%)	0.3

Fonte: Autor (2022).

O indicador de OEE, apresenta-se com 83,7. Dessa forma, o nível de produtividade dessa máquina aumentou em relação ao primeiro trimestre de 2022.

O indicador MTBF mostra-se mais instável em relação ao primeiro trimestre de 2022. O indicador de SCRAP, segue a tendência dos dois indicadores citados acima, pois está diretamente proporcional ao MTBF quanto menos parada, menor será a quantidade de perdas de pré-forma, tendo ganho na eficiência da máquina.

Os resultados obtidos nesse estudo revelam alguns pontos que chamam são relevantes, após a implantações das ações. Todos os três indicadores analisados obtiveram resultados satisfatórios. Reconheceu-se a efetividade do plano de ação proposto, porém ainda a espaço para melhorarias, visando reduzir ainda mais paradas.

OEE alcançou resultados crescentes, já a partir do primeiro dia da aplicação da metodologia, considerando o mês de março último mês de acompanhamentos dos resultados, observa-se índice de OEE de 83,7%, com esse valor houve um ganho de produção de 19.68% em relação à média do primeiro trimestre de 2022. Para eficiência do equipamento isto é um ganho ótimo na produção, pois a meta estipulada é de 85%. Contudo, quanto maior esse valor melhor será a produtividade da máquina.

Em relação as perdas de pré-formas os SCRAP, houve uma redução no seu índice. A média do primeiro trimestre de 2022 foi de 1.71%, evoluindo no mês de estudo para 0.76%. Dessa forma, houve uma redução de 95% nas perdas de pré-formas, totalizando uma média 222 peças por dia, uma vez que a máquina produz em média 160.000 por dia. Conseguindo manter esse nível de perdas e projetando essa quantidade para um ano, significa uma redução de perda de 79.920 pré-formas nessa linha.

5. Considerações finais

O objetivo geral deste estudo foi analisar a Produtividade de uma Máquina Injetora de uma linha de produção de PET. O objetivo proposto foi alcançado

Determinou-se a produtividade do equipamento em estudo, uma máquina injetora de uma linha de produção de PET, quando se analisou três indicadores, o OEE, o MTBF e SCRAP, entre os meses de janeiro a março de 2022. O OEE ficou na média de 64,02%, quando o objetivo era 85%. Com relação ao MTBF ficou com 1:31h, bem abaixo da meta estipulada da empresa que é de 3h. O SCRAP não atingiu o estipulado pela empresa que é de 2%.

Identificou-se as Causas de baixa produtividade, aplicando-se as ferramentas de qualidade. Uso do lubrificante não adequado, programa de manutenção preventiva e desgaste de peças. Em seguida montou-se e executou-se, o plano de ação.

Após a aplicação do plano de ação os resultados alcançados foram, o OEE atingiu o índice de OEE de 83,7%. Com esse valor houve um ganho de produção de 19.68% em relação à média do primeiro trimestre de 2022. Em relação as perdas de pré-formas os SCRAP, a média do primeiro trimestre de 2022 foi de 1.71%, evoluindo no mês de estudo para 0.76%. Dessa forma, houve uma redução de 95% nas perdas de pré-formas, totalizando uma média 222 peças por dia, uma vez que a máquina produz em média 160.000 por dia.

Contudo cabe destaca-se que o período de aplicação da metodologia foi curto, além de ser necessário incluir outros indicadores na análise, uma vez que os que foram estabelecidos não são suficientes para avaliar ganhos sustentáveis no processo e avaliar de forma ampla todas as variáveis envolvidas no sequenciamento da produção. Portanto sugere-se em estudos futuros ampliar o número de indicadores e aplicar a metodologia por um período maior e a outros equipamentos da unidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BONDUELLE, G. 2007. **Qualidade total na gestão florestal. Material didático do curso de especialização à distância em gestão florestal**. Universidade Federal do Paraná, PECCA, Curitiba, 205 pp.

CAMPOS, Vicente falcone. TQC: **controle qualidade total** (no estilo japonês) Belo Horizonte: DG, 1999.

GAITHER, Norman; FRAZIER Greg. **Administração da Produção e Operações**. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. 8. Ed. São Paulo: Cengage, 2002. 598 p.

MANRICH, Silvio. **Processamento de termoplásticos: rosca única, extrusão e matrizes, injeção e moldes**. São Paulo: Artliber Editora, 2005.



MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade.** Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de – **Sistemas, organização e métodos:** Uma abordagem gerencial. São Paulo: Atlas, 2006, 16ª edição.

PASQUALINI, Fernanda; LOPES, Alceu de Oliveira; SIEDENBERG, Dieter. **Gestão da Produção.** Ijuí: Ed. UNIUI, 2010. 100 p.

REIS, R. A. **Aplicação dos Conceitos da Produção Enxuta por meio da Ferramenta Kaizen:** Estudo de caso. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2010/07/Raquel-Ara%C3%BD%C3%BDjo-dos-Reis-ElementosPr%C3%BD%C3%BD-textuais-08-julho-2010.pdf>. Acesso: 2 de maio 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002. 748 p.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da Qualidade:** As Ferramentas Essenciais. 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2010.

TAYLOR, Frederick W. **Princípios da Administração Científica.** Tradução de Arlindo Vieira Ramos. 8. Ed. São Paulo: Atlas, 1990.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.