

Aplicação das ferramentas da qualidade para elevar a confiabilidade no processo de transportes de esteira numa linha de envase

Matheus das Neves Almeida, Carlos Alberto de Faria, Anderson Mendes Andrade, Francisco de Tarso Ribeiro Caselli

Resumo: O presente trabalho trata-se de uma pesquisa em desempenho de esteiras transportadoras e tem por objetivo aumentar a confiabilidade no processo produtivo de envase de bebidas, mais especificamente no desempenho da manutenção das esteiras transportadoras de garrafas e vasilhames, e tem por finalidade a coleta de dados e indicadores de manutenção e com base nos mesmos utilizar as ferramentas da qualidade como: Diagrama de Pareto, Diagrama de causa e efeito e o 5W2H para diagnosticar e analisar os problemas dos equipamentos em estudo. As análises dos resultados mostram que há falha no conhecimento em manutenção autônoma de transportadores e também a falta do sentimento de dono na operação da linha em pesquisa. Para solução do problema em questão, foi proposta a criação de uma equipe de operadores da linha para serem treinados na manutenção operacional e o acompanhamento da eficiência de cada trecho dos transportes utilizando ferramentas de gestão como cartas de controle.

Palavras chave: Confiabilidade, Ferramentas da Qualidade, Gestão da Produção, Manutenção Autônoma.

Application of quality tools to increase the reliability of the conveyor belt conveyor process

Abstract: The present work is a research on performance of conveyor belts and aims to increase the reliability in the production process of beer packaging more specifically in the performance of the maintenance of the conveyors of bottles and spouts, and has the purpose of collecting data and maintenance indicators and based on them use the tools of quality as: Pareto Diagram, Cause and Effect Diagram and the 5W2H to diagnose and analyze the problems of the equipment under study. The analyzes of the results show that there is a lack of knowledge in autonomous maintenance of conveyors and also the lack of ownership in the operation of the line in research. In order to solve the problem in question, it was proposed the creation of a team of line operators to be trained in the operational maintenance and monitoring of the efficiency of each stretch of transportation using management tools such as control charts.

Key-words: Reliability, Quality Tools, Production Management, Autonomous Maintenance.

1. Introdução

O binômio produção com qualidade e velocidade na produção é uma das grandes dificuldades enfrentadas por qualquer indústria nos dias atuais. Há a necessidade de que os produtos sejam confeccionados no menor tempo possível, garantindo-se, contudo, a obediência aos mais altos e rígidos padrões de qualidade e confiabilidade.

Lafraia (2001, p. 11) define confiabilidade como a “probabilidade de que um componente, equipamento ou sistema exerça sua função sem falhas, por um período de tempo previsto, sob condições de operação especificadas”. Aumentar a confiabilidade nos equipamentos é imprescindível na redução das perdas. Santos et al (2015) apontam que grande parte das indústrias ainda não vislumbrou a necessidade de uma atuação preventiva, adotando as manutenções corretivas após intercorrências ao longo do processo produtivo. Tal postura eleva gastos e induz a perdas na produção.

Santos (2012) aponta a diminuição das perdas como um ponto focal para a melhoria da eficiência e eficácia em uma empresa. Cunha (2013) corrobora de tal afirmação ao asseverar que a busca pela excelência passa necessariamente pela redução do desperdício e a adoção de uma mentalidade *lean thinking* que é uma oposição ao sistema de produção em massa, focando-se em produzir mais com um dispêndio menor de recursos (MORO e BRAGHINI, 2016).

Neste cenário, a gestão da qualidade representa um passo primordial para o aperfeiçoamento industrial. Um produto de qualidade deve atender as necessidades do público-alvo, ser produzido dentro das especificações de seu projeto, e ter um pós-venda garantidor de reparos ao longo de sua vida útil (CORDEIRO, 2017).

Neste norte, o presente estudo tem como foco a esteira de transporte de vasilhames para o engarrafamento de bebidas em uma indústria localizada em Teresina/PI. Trata-se de equipamento indispensável para a produtividade da fábrica e que necessita estar em constante funcionamento. O objetivo principal dessa investigação é estudar esse sistema de manutenção visando o aumento de sua confiabilidade, bem como especificamente, registrar intercorrências durante o funcionamento das esteiras, analisar as razões das falhas existentes mediante a utilização de ferramentas da qualidade e propor medidas de gestão e de manutenção preventiva com base na análise dos dados obtidos.

Bahia (2015) revela que entre 1990 e 2009 houve um elevado crescimento tecnológico no parque industrial brasileiro, o que gerou uma maior eficiência em quase todos os setores industriais analisados. Desta maneira, indaga-se: “Como a utilização das ferramentas da gestão da qualidade podem vir a gerar maior confiabilidade das esteiras de movimentação de vasilhames em uma indústria de bebidas localizada em Teresina/PI? ”.

2. Aporte teórico

2.1. Qualidade

O termo qualidade é um dos aspectos mais comentados pelas pessoas quando desejam definir se algo é bom ou ruim. Apesar de empiricamente ser fácil dizer que o “Produto A” tem mais qualidade que o “Produto B”, tal julgamento não é tão simplista quando aplicado a processos produtivos. Nas organizações o conceito de qualidade deve ser estabelecido com base em critérios mensuráveis que possibilitem um julgamento técnico que visando o estabelecimento de um nível de qualidade. Assim, as definições mais aplicadas na prática do chão de fábrica são as baseadas em manufatura e no produto, em razão de sua praticidade no estabelecimento de mecanismos de controle (GARVIN, 2002).

Em razão disso, a qualidade apresenta diferentes definições e abordagens. Garvin (2002) propõe a abordagem transcendental, a abordagem baseada na manufatura/processo, a

abordagem baseada no usuário, a abordagem baseada no produto e a abordagem baseada no valor, conforme se vê no Quadro 1:

| Abordagem | Definição |
|-----------------------|--|
| Transcendental | Perceptível visualmente, sendo inerente a determinado produto/processo |
| Baseada na manufatura | Cumprimento das especificações do projeto e da produção do bem/serviço |
| Baseada no usuário | Subjetiva e depende da percepção individual de cada indivíduo. |
| Baseada no produto | Pode ser medida com atributos bem definidos |
| Baseada no valor | Tem relação com o custo, preço e benefício proporcionado |

Fonte: Garvin (2002)

Quadro 1 - Principais abordagens da qualidade

Nos laboratórios da Bell Telephone uma equipe de técnicos desenvolveu um novo modelo chamado Controle Estatístico da Qualidade, em que os dados obtidos por um processo de inspeção por amostragem eram tratados estatisticamente, através de cartas de controle, fornecendo informações sobre anomalias no processo que deveriam ser investigadas, além de possibilitar a previsão do comportamento do processo. As empresas japonesas despontaram no mercado mundial, alcançando uma maior produtividade e melhor qualidade que sua contraparte norte-americana, forçando a adaptação desta última. Percebeu-se a necessidade de conjunção entre filosofia gerencial e controle da qualidade como uma exigência do mercado (MITRA, 2016).

2.2. Gestão da Manutenção

A função manutenção deve promover a redução da variabilidade e aumento da confiabilidade do processo. Para melhor entender as suas atividades é preciso que se conheçam alguns conceitos importantes de acordo com Fogliato e Ribeiro (2009), NR 5462/1994 e Kardec e Nascif (2009):

- Qualidade para Manutenção: coordenação dos subsistemas de produção para que o sistema de produção possa atingir suas metas e o nível de qualidade desejado nos seus produtos e/ou serviços;
- Disponibilidade: capacidade de um determinado elemento de ser capaz de executar uma tarefa no tempo determinado;
- Mantenabilidade: propensão de um objeto preservar ou ser repostado em condições para realizar as atividades requeridas dentro dos parâmetros especificados sempre que a manutenção é feita obedecendo as prescrições exigidas;
- Segurança: eliminação ou manutenção dos riscos em níveis aceitáveis para execução de uma operação, sem que haja danos e/ou perdas de pessoas, itens ou equipamento;
- Dependabilidade/Confiança: performance da disponibilidade.

Observa-se que a manutenção, assim como a gestão da qualidade, busca, promover a estabilidade. A manutenção tem maior foco no processo e a qualidade maior foco no resultado final, havendo uma intersecção entre estas.

2.3. Interface, técnicas e ferramentas da qualidade e manutenção

Fogliato e Ribeiro (2009) entendem que a qualidade e a confiabilidade têm muito em comum. A diferença entre ambas consiste no fator tempo, onde a qualidade é entendida de forma mais estática enquanto confiabilidade tem o fator temporal. Ainda segundo os autores a qualidade pode ser subdividida em duas, onde (i) a qualidade como capacidade de projetar produtos com atributos otimizados que atendam às necessidades dos clientes; e (ii) a qualidade como forma de evitar a variação dos atributos de desempenho.

As fontes de não conformidade apresentadas pelo autor deixam clara a importância da manutenção para evitar falhas no processo e no produto, portanto a manutenção também precisa ter qualidade. Lemos, Albernaz e Carvalho (2011) afirmam que a falta de qualidade da manutenção é fonte de demanda aumentando a indisponibilidade, elevando os custos e gerando insatisfação dos clientes.

Na busca pela estabilidade no processo foram desenvolvidas inúmeras ferramentas de controle da qualidade. Carpinetti (2012) destaca sete ferramentas básicas da qualidade: fluxograma, diagrama de causa e efeito, folha de verificação, diagrama de Pareto, histograma, diagrama de dispersão e carta de controle. Além destas existem outras ferramentas como o 5W2H e conjunto de ferramentas na forma de técnicas de gestão como o Modelo ISO e 6 Sigma. As ferramentas básicas são apresentadas no Quadro 2:

| Ferramenta | Descrição |
|-------------------------|--|
| Fluxograma | Representação esquemática de um processo de forma sequencial |
| Diagrama Causa e Efeito | Representação gráfica utilizada para analisar os problemas, identificando quais são as causas principais e secundária, dos problemas, identificando a causa raiz |
| Folha de Verificação | São formulários estruturados e de fácil interpretação utilizados para registrar dados sobre o processo. |
| Diagrama de Pareto | Diagrama que mostra por meio de uma métrica matemática, regra 80/20, qual parte dos problemas tem maior representatividade. Utilizado para estabelecer prioridade de ação. |
| Histograma | Gráfico de distribuição de frequências que demonstra o resumo das variações dos dados. |
| Diagrama de Dispersão | Modelo gráfico que representa a relação entre duas variáveis do processador. Busca identificar se existe ou não relação entre as variáveis. |
| Carta de Controle | Tipo de representação gráfica do processo produtivo onde é possível acompanhar visualmente as variações do processo. |

Fonte: Alli (2016)

Quadro 2 - Ferramentas básicas da qualidade

2.4. Indicadores de manutenção

A medição do desempenho em manutenção é um processo interdisciplinar que deve permitir a identificação dos problemas e chances de melhoria do processo. Segundo Viana (2002) os principais indicadores de manutenção são:

a) Mean Time Between Failures (MTBF) ou Tempo médio entre Falhas (TMEF): Relação entre seus tempos de operação e o número total de falhas detectadas nos produtos e ou equipamentos, no período observado. É dado por:

$$MTBF = \frac{HD}{NC}$$

Onde:

MTBF: *Mean Time Between Failures*; HD: Horas disponíveis; NC: Número de intervenções

corretivas no período.

b) *Mean Time To Repair* (MTTR) ou *Média dos Tempos Técnicos de Reparo* (MTTR): Relação entre o tempo total de intervenção corretiva em um conjunto de itens com falha e o número total de falhas detectadas nesse conjunto de itens, no período observado. É dado por:

$$MTTR = \frac{HIM}{NC}$$

Onde:

MTTR: *Mean Time To Repair*; HIM: Horas indisponíveis por conta da manutenção; NC: Número de intervenções corretivas no período.

c) *Tempo Médio para Falha* (TMPF): Relação entre o tempo total de operação de um conjunto de itens não reparáveis e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado. É dado por:

$$TMPF = \frac{HD}{N^{\circ} \text{ de Falhas}}$$

Onde:

TMPF: Tempo Médio para Falha; HD: Horas disponíveis do equipamento para operação; N° Falhas: Número de falhas do equipamento no período.

Outro indicador importante a ser utilizado em conjunto é a Eficiência Global de Equipamentos / *Overall Equipment Effectiveness* – OEE. Para Dornelles e Sellitto (2015) o OEE apresenta grande utilidade para empresas com elevada capacidade de produção que buscam reduzir custos e aumentar a produtividade global. O OEE não identifica a causa da ineficiência do item, mas permite um melhor planejamento do processo de manutenção (SILVA et al, 2017). A partir destes dados o OEE permite a estimativa da eficiência da produção considerando três pontos: disponibilidade da máquina, desempenho e qualidade dos produtos (DORNELLES e SELLITTO, 2015) e a lógica de seu cálculo, baseada nos referidos autores, é apresentada a seguir:

$$OEE = \frac{\sum(Qtd. Produzida \times Tempo Padrão)}{Tempo programado} \times \frac{\sum(Qtd. Produzida - Refugos e Retrabalho) \times Tempo Padrão}{\sum(Qtd. Produzida \times Tempo Padrão)}$$

3. Procedimentos metodológicos

3.1. Procedimentos

Para a elaboração foram utilizados dados constantes da literatura, de artigos científicos, relatórios técnicos e demais documentos que vieram a colaborar com um melhor entendimento do tema, revelando o carácter bibliográfico da revisão da literatura.

A análise estatística descritiva e testes paramétricos foram desenvolvidos por meio do Software estatístico SAS® University Edition e MS Excel 2016®. Os testes a serem realizados buscaram identificar a existência de tendência e sazonalidade, mapeando o comportamento destas ao longo do tempo (NORMANDO; TJÄDERHANE; QUINTÃO, 2010).

As ocorrências foram analisadas quanto a sua frequência, utilizando-se um relatório tipo folha de verificação. Em seguida, foi elaborado um Gráfico de Pareto para estabelecer os principais tipos de ocorrência. Estabelecidas às ocorrências, foi realizado um levantamento de causas por meio do Diagrama de Ishikawa para encontrar as raízes. Também foram elaboradas Cartas

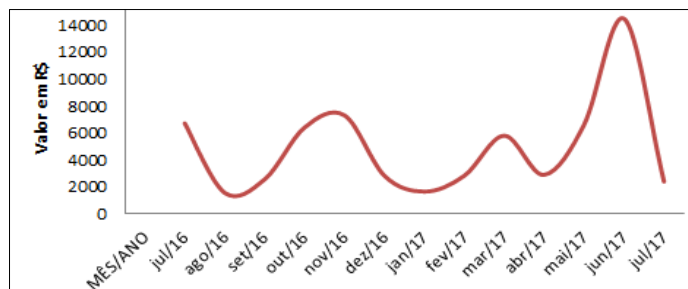
de Controle e Gráficos de dispersão para analisar o surgimento das falhas ao longo do tempo. Por fim, foi utilizada a ferramenta 5W2H para elaborar plano de ação para melhorar a confiabilidade da manutenção.

Os dados para análise do trabalho foram obtidos a partir dos arquivos do setor de manutenção da empresa em estudo. Os dados foram os registros de ocorrência durante o período de julho de 2016 a julho de 2017 contendo o tipo de ocorrência, o equipamento, o tempo gasto para procedimento, o tempo de parada etc. Teve início com a revisão da literatura, seguida do levantamento dos indicadores de manutenção e estimativa do indicador OEE. Posteriormente, os dados foram tratados estatisticamente e analisados em conjunto com as informações qualitativas, tendo como resultado a elaboração das propostas de melhoria.

4. Resultados e discussão

O Setor estudado é uma linha de envase com capacidade produtiva de 60 mil garrafas por hora. Constituída de alguns equipamentos como: Despaletizadora (DPL), Desencaixotadora (DCX), Lavadora de Garrafas (LVGRF), dentre outras, entre todas as máquinas existem os transportadores (de paletes, caixas ou garrafas) que servem de elo entre elas, sendo este o foco do estudo.

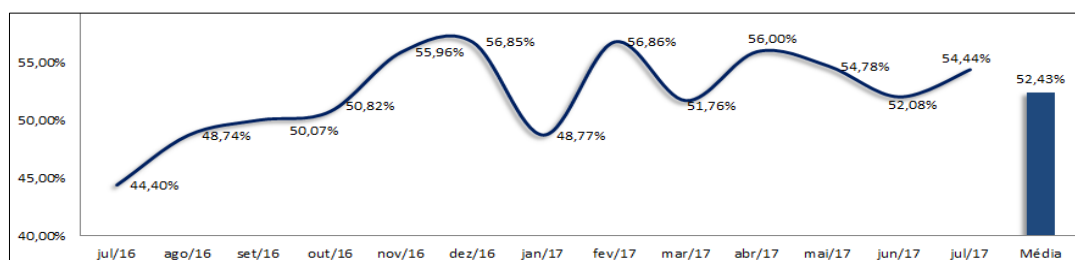
Nota-se que os custos com peças para transportadores durante o período avaliado apresenta uma inconstância apresentando valores que variam de R\$ 1.500,00 (um mil e quinhentos) até R\$ 14.000,00 (quatorze mil reais) mensais, que nos leva a uma conclusão de que as quebras inesperadas levam a um descontrole de gastos e incerteza numa previsão de orçamento para gastos futuros. Conforme mostra o Gráfico 1.



Fonte: Elaboração própria, 2017

Gráfico 1 - Custos de manutenção no setor estudado

Vê-se que houve dois picos correspondentes aos meses de novembro de 2016 que corresponde a uma reforma na transportadora no trecho DPL-DCX e em junho de 2017 a substituição da mesa divisória no transportador ECX-PL, o mês de agosto de 2016 foi o de menor gasto. Em seguida foi estimado o OEE, os resultados estão plotados no gráfico 2:

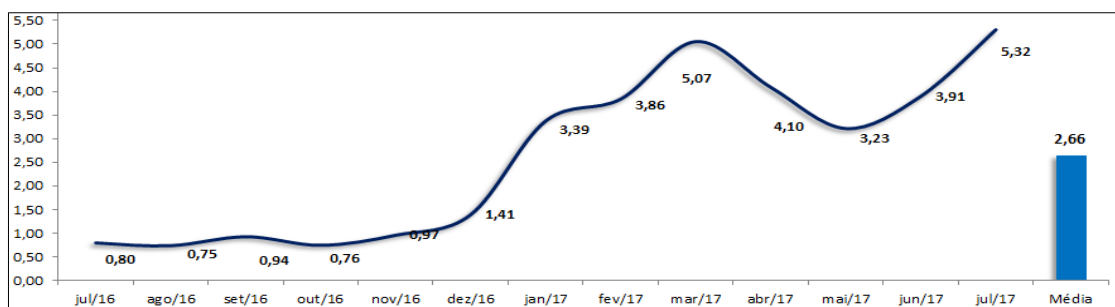


Fonte: Elaboração própria, 2017

Gráfico 2 - OEE da linha de produção

O OEE acima mostra um resultado percentual com média 52,43%, o resultado mostrado no gráfico acima não traduz um bom número, pois ideal seria aproximar-se de 100% e uma linha crescente ou constante mais próximo de uma reta. O Gráfico 2 mostra uma inconsistência, pois na pesquisa para apuração do resultado vê-se que a linha de produção tem um resultado muito bom de qualidade com média de 99,55% e uma disponibilidade média de 75,45% aceitável, não conforme o esperado, todavia o maior impacto negativo para o resultado abaixo do esperado é a performance que tem uma média de 69,10%, logo se melhorar os resultados de eficiência dos transportadores o OEE melhorará.

Outro indicador é o MTBF que mede o Tempo Médio Entre Falhas, ele é calculado com a relação entre seus tempos de operação e o número total de falhas detectadas nos equipamentos, no período observado. Conforme ilustra o Gráfico 3.

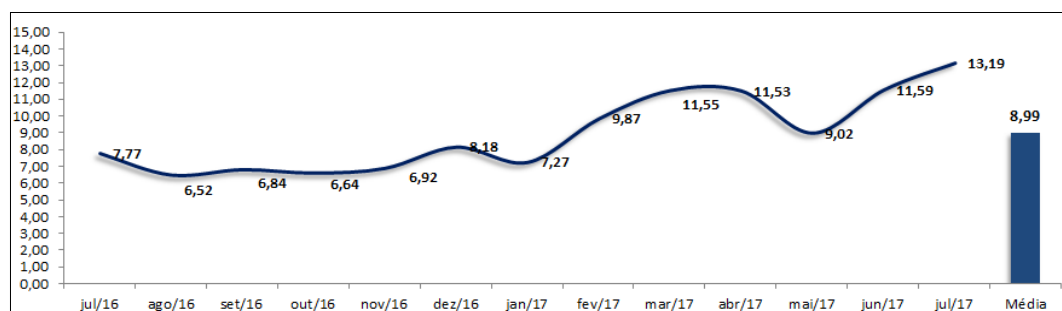


Fonte: Elaboração própria, 2017

Gráfico 3 - MTBF da linha de produção

O Gráfico 3 apresenta a evolução no indicador chegando a um nível satisfatório a partir de janeiro de 2017, mostrando que as manutenções vêm melhorando o desempenho da linha de produção onde os equipamentos demoram mais para falhar.

A relação entre o tempo total de intervenção corretiva em um conjunto de equipamentos com falha e o número total de falhas detectadas nesses equipamentos no período, é o MTTR o qual mostra as médias dos tempos de reparo de cada equipamento. Conforme o Gráfico 4.

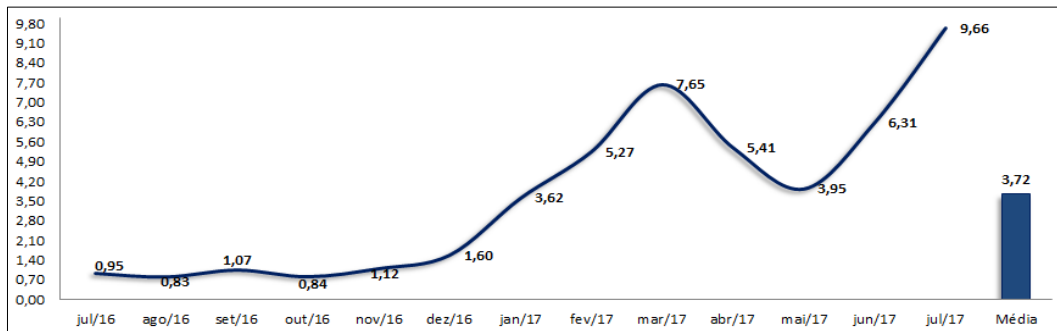


Fonte: Elaboração própria, 2017

Gráfico 4 - MTTR da Linha de produção

O Gráfico 4 mostra que o tempo médio de reparo na linha apresenta uma piora ao longo do tempo, tendo como pior resultado o último mês do período. Percebe-se que os problemas vêm demorando mais para serem resolvidos, isso piora a eficiência da linha de produção, logo prejudica o resultado.

O TMPF é dado pela relação entre o tempo total de operação de um conjunto de itens não reparáveis e o número total de falhas detectadas nesses itens, no período observado e é mostrado no Gráfico 5.

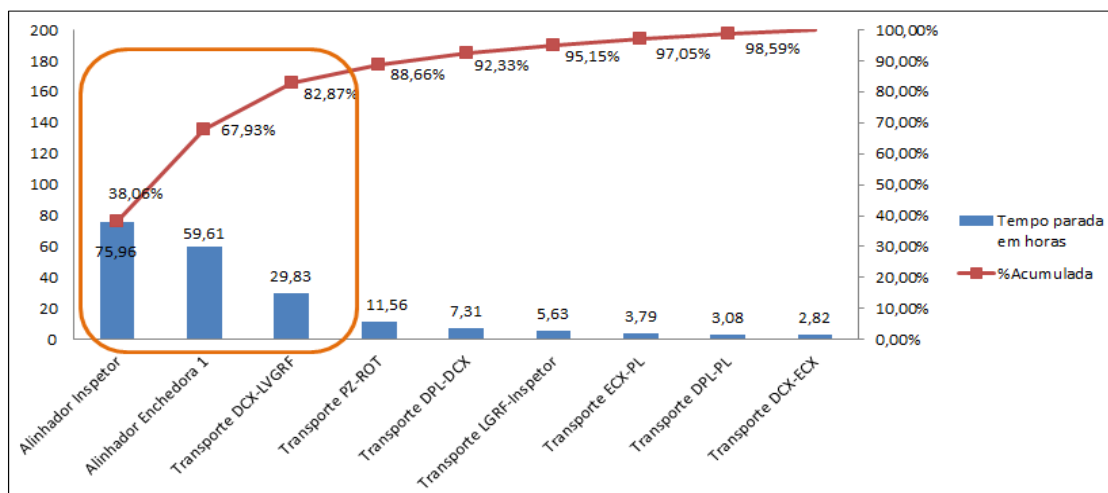


Fonte: Elaboração própria, 2017

Gráfico 5 - TMPF da linha de produção

No Gráfico 5 vê-se uma melhora no tempo médio para falha a partir de 2017 que gera uma economia nos custos de manutenção porque reduz a troca de peças não reparáveis. Devido a melhor condução e execução da manutenção feita pela equipe de manutenção, vistos após as paradas de linha para manutenção semanal planejada pelo Staff de produtividade.

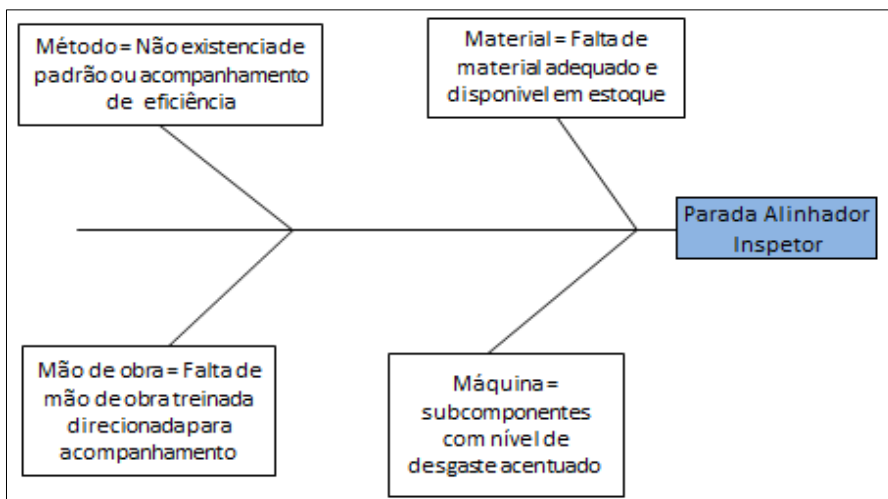
Depois de levantados os dados da manutenção foram aplicadas ferramentas da qualidade para buscar uma solução, começando pelo diagrama de Pareto (Gráfico 6). Para estabelecer uma ordem dos equipamentos a serem tratados, baseado no princípio de que tratando 20% das causas, soluciona-se 80% do problema, priorizando ações para gerar um melhor desempenho.



Fonte: Elaboração própria, 2017

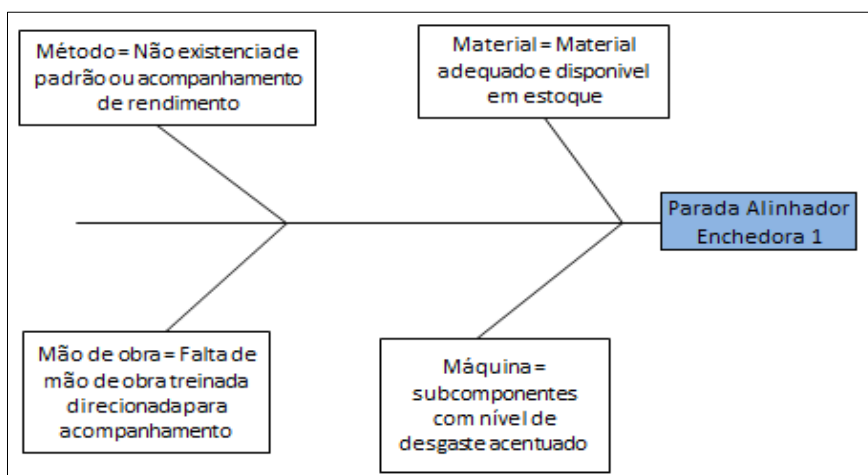
Gráfico 6 - Diagrama de Pareto para os equipamentos

O Diagrama de Pareto, no Gráfico 6 mostra que para sanar 80% do problema devem-se estudar as causas das falhas dos transportadores: Alinhador Inspetor, Alinhador Enchedora 1 e Transporte DCX-LVGRF, que serão detalhadas nos diagramas de causa e efeito (figuras 1 a 3) para levantar as possíveis causas e elaborar ações para resolução dos problemas de ineficiência dos transportadores.



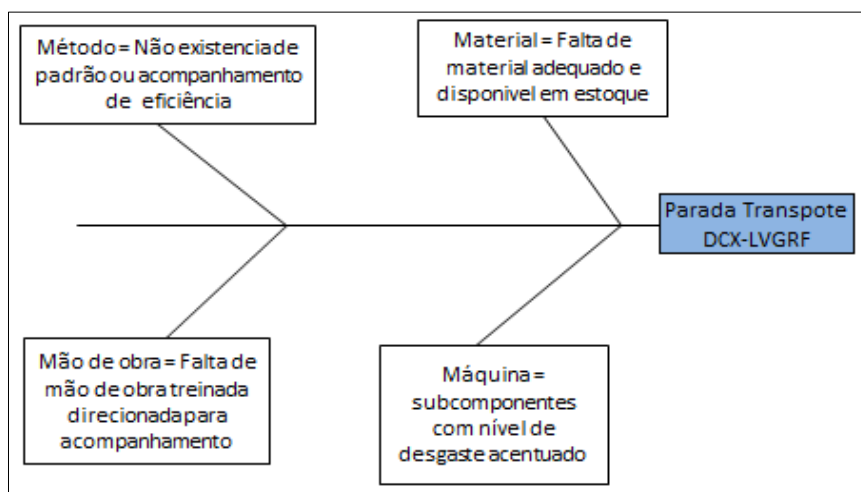
Fonte: Elaboração própria, 2017

Figura 1 - Diagrama Causa e Efeito para o transporte Alinhador – Inspetor



Fonte: Elaboração própria, 2017

Figura 2 - Diagrama Causa e Efeito para o transporte do Alinhador - Enchedora 1



Fonte: Elaboração própria, 2017

Figura 3 - Diagrama Causa e Efeito para o Transporte DCX-LVGRF

As possíveis causas fundamentais dos problemas de acordo com os diagramas das figuras 1 a 3 são a falha no método de controle, acompanhamento e ausência do sentimento de dono da manutenção do trecho, dessa forma algumas ações para resolução desses problemas são:

- a) Método de controle: definir índice de verificação de acompanhamento operacional (eficiência do trecho) e criar padrão operacional de tipo de falhas para tombamento com soluções a fazer para cada problema;
- b) Manutenção operacional: criar procedimento de inspeção operacional de tombamento de garrafas por trecho de transportador, criar gestão de mapeamento dos pontos com tombamentos de garrafa e definir operador dono de cada trecho de transportador direcionar programação da execução da inspeção para dono do trecho;
- c) Mão de obra: criar equipe de operadores focados em manutenção operacional de transportadores e treinar equipe de operadores focados em transportadores utilizando o técnico mecânico com maior experiência em manutenção de transportadores;
- d) Material: comprar peças de reposição do sistema de lubrificação e colocar em estoque no almoxarifado, criar procedimento para inspeção no sistema de lubrificação das esteiras e treinar operadores responsáveis pelo trecho para executar inspeção e fazer reparos necessários.

5. Conclusão

A relação velocidade e produção é um desafio as organizações que devem produzir com o menor tempo e custos possíveis garantindo altos padrões de qualidade e confiabilidade. Desta forma é fundamental para a linha de produção serem confiáveis para utilização tendo baixa possibilidade de falhas e consequentemente evitando desperdícios. Neste sentido a busca pelo aumento da confiabilidade é uma constante em todos os setores industriais como no setor de bebidas que é o foco de estudo deste trabalho que foi analisar o sistema de manutenção das esteiras de transporte de vasilhames em uma indústria de bebidas sob a ótica da qualidade, visando o aumento de sua confiabilidade. Mostrou-se através de análises estatísticas sobre as falhas nos equipamentos de transporte foi se observado quais devem ser priorizados.

As análises dos resultados mostram que há falha no conhecimento em manutenção autônoma de transportadores, e também, falta do sentimento de dono na operação da linha em pesquisa. Para solução do problema em questão, foi proposta a criação de uma equipe de operadores da linha para serem treinados na manutenção operacional: que envolve inspeções, trocas de peças, relato de anomalias e abertura de ordens de serviços para a equipe de manutenção.

Também se propõe o acompanhamento da eficiência de cada trecho dos transportes utilizando cartas de controle de paradas por tempo e tipo de parada o que ajudaria a criar o sentimento de dono tanto falado na literatura de manutenção autônoma. O trabalho demonstrou que é possível reduzir através de ações de gestão os tempos de parada e consequentemente o desperdício de tempo e dinheiro no processo produtivo o que demonstra a importância da Engenharia de Produção para as organizações produtivas.

Referências

ALLI, Intez. Chapter 1: Vocabulary of food quality assurance In: **Food quality assurance: principles and practices.** CRC Press, 2016. <

https://books.google.com.br/books?id=Mbvb5DVqglcC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false >

BAHIA, Luiz Dias. **O efeito na evolução da produtividade do trabalho da indústria Brasileira devido a mudanças tecnológicas nas suas cadeias produtivas (1990-2009)**. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2015.

CARPINETTI, Luiz Cezar Ribeiro. *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas/ Luiz Cezar Ribeiro Carpinetti – 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2012.*

CORDEIRO, José Vicente B. de Mello. Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão?. **Revista da FAE**, v. 7, n. 1, 2017.

CUNHA, André da Silva Lourenço. **Estudo de melhoria do processo produtivo de uma empresa metalomecânica**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em <https://run.unl.pt/bitstream/10362/10718/1/Cunha_2013.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2017.

DORNELLES, José Vinícius; SELLITTO, Miguel Afonso. EFICÁCIA GLOBAL DE EQUIPAMENTOS (OEE) PARA DIAGNÓSTICO E MELHORIA DE PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DE FUNDIÇÃO. **GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 3, p. 2366-2379, 2015.

FOGLIATO, F. e RIBEIRO, J. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Elsevier Brasil, 2009.

GARVIN, D. A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

KARDEC, A. e NASCIF, J. **Manutenção - Função Estratégica**. Segunda edição. Rio de Janeiro: QualityMark, 2009.

LA FRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

LEMOS, A. L.; ALBERNAZ, C. M. R. M. e CARVALHO, A. de C. Qualidade na manutenção. **Anais: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011.

MITRA, A. Chapter 1 Introduction to quality control and the total quality system In: **Fundamentals of quality control and improvement**. John Wiley & Sons, 2016. <https://books.google.com.br/books?id=Zv_iCwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Fundamentals+of+quality+control+and+improvement&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKewi6v6nm25LUAHUKfZAKHY6GBucQ6AEIJAA#v=onepage&q=Fundamentals%20of%20quality%20control%20and%20improvement&f=false >

MORO, Suzana Regina; JÚNIOR, Aldo Braghini. Uma revisão das abordagens para o desenvolvimento enxuto de produtos. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 3, p. 91-105, 2016.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 5462 - Confiabilidade e manutenibilidade**. 1994.

NORMANDO, David; TJÄDERHANE, Leo; QUINTÃO, Cátia Cardoso Abdo. A escolha do teste estatístico—um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint. **Dental Press J. Orthod**, v. 15, n. 1, p. 101-106, 2010.

SANTOS, Daniela Moreira dos. **Melhoria contínua em duas linhas de produção na empresa Guialmi**. 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2012. Disponível em < <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/10365/1/disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em 15 de abril de 2017.

SANTOS, Lucas Silveira et al. Confiabilidade de Sistemas Redundantes com Reparo em uma Refinaria de Petróleo. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 3, 2015.

SILVA, Aneirson Francisco et al. Bi-Objective Multiple Criteria Data Envelopment Analysis combined with the Overall Equipment Effectiveness: An application in an automotive company. **Journal of Cleaner Production**, v. 157, p. 278-288, 2017.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM-Planejamento e Controle da Manutenção**. Qualitymark Editora Ltda, 2002.