

ESTUDO DE CASO PARA REDUÇÃO DE PARADAS CORRETIVAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA DE LUVAS DE LÁTEX

Douglas da Silva Moraes¹
Rodrigo Antonio Ribeiro¹
Rafael Nascimento Lopes²
Vitor Iotte Medeiros³
Aldo Falconi Filho⁴

rafaelnl@id.uff.br

ÁREA DE CONHECIMENTO: Engenharias

RESUMO

Este trabalho relata o uso da confiabilidade e manutenibilidade no desenvolvimento de estratégias de manutenção industrial. Este trabalho tem por objetivo geral analisar o tempo entre falhas em rolamentos de um equipamento de uma linha de produção de luvas de látex. O método utilizado foi uma análise de dados e utilização de indicadores de performance. Com base nos resultados, são discutidos casos que criam condições para o uso da confiabilidade na formulação de estratégias de manutenção, principalmente no que diz respeito aos sistemas de informação necessários. Concluímos que melhorias na determinação da usabilidade permitem um conceito maior de visibilidade de processos e departamentos com paradas ocultas, pois muitas vezes essas intervenções não implicam na interrupção total da produção e não é contabilizado neste indicador.

PALAVRAS-CHAVE: análise de falhas; rolamentos; máquina de luvas de látex.

INTRODUÇÃO

A população está cada vez mais exigente em relação às atuações das empresas no que se refere à segurança e ecossistema. Manter os ativos de maneira que eles trabalhem em boas condições é uma preocupação cada vez maior na área de manutenção (MOREIRA, 2005).

¹ Acadêmicos do 9º período do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

² Graduado em Engenharia Mecânica-UFF, Pós-graduado em MBA Gerenciamentos de projetos-USP, Professor da Faculdade Vértice – UNIVÉRTIX TR.

³ Licenciado em Química – UFJF, Mestre em Educação Química – UFJF, Professor da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVÉRTIX TR

⁴ Graduado em Engenharia Mecânica – UCP, Mestre em Termociências PUC-RJ, Professor da Faculdade Vértice Trirriense – UNIVÉRTIX TR.

De acordo com Bazzo e Pereira (2006), o engenheiro mecânico é responsável pelo projeto, fabricação, montagem, operação, preparação e supervisão de serviços de motores, máquinas, equipamentos, veículos e outros produtos para a indústria mecânica. Ele estuda as propriedades dos materiais usados na fabricação das máquinas e prevê seus possíveis custos e métodos de produção além de definir o processo de produção e verificar os aspectos técnicos de produção, projeto de sistemas de ar condicionado, aquecimento e refrigeração.

De acordo com Almeida (2014), nem sempre é possível evitar de maneira ágil a parada da linha de produção e os prejuízos causados por esta situação como atrasos na produção, funcionários parados, maior custo em compra de peças de reposição e mantenedores trabalhando sobre pressão.

De acordo com Osada (2000), analisando as empresas de maneira sistêmica, a manutenção de equipamentos, por diversos anos era tratado como algo isolado, onde a responsabilidade era apenas do setor de manutenção. Nos dias atuais, a manutenção deixou de ser convencional e se transformou em manutenção produtiva total, com foco na participação de todos os operadores da produção. O objetivo de um setor ligado à manutenção precisa alcançar equilíbrio entre os defeitos encontrados nos equipamentos, maximizando a contribuição do setor de manutenção na rentabilidade da organização.

De acordo com Alkaim (2003), a manutenção está interligada com a rentabilidade das organizações e na qualidade do produto. Os trabalhos da manutenção aumentam o desempenho e disponibilidade dos equipamentos e possuem objetivo de assegurar os itens físicos e as capacidades funcionais dos equipamentos. Para Maynard (1970), o objetivo pessoal da manutenção é garantir que a empresa e seus equipamentos sejam mantidos de maneira a possibilitar a produção dentro de um custo mínimo com segurança. Ou seja, a manutenção busca manter a empresa e os equipamentos de maneira a aumentar a contribuição ao objetivo da empresa, que é a obtenção de lucros para se manterem ativas no mercado.

Visando a possibilidade de redução das paradas corretivas na linha de produção e o aumento da disponibilidade do equipamento, esse trabalho realiza um estudo de caso em uma empresa de produção de luvas de látex localizada no estado do Rio de Janeiro. O estudo busca avaliar e analisar as causas das falhas nos rolamentos, afim de obter dados para implementar um plano de manutenção preventiva anual para o aumento da vida útil dos rolamentos, assim aplicando as ações de manutenções preventivas no período inicial das falhas afim de minimizar os impactos de uma parada inesperada na linha.

Levando em consideração a necessidade de redução das intervenções corretivas em linhas de produção a questão norteadora desse trabalho levanta o seguinte questionamento: Como reduzir a quantidade de paradas em uma linha de produção de luva de látex por conta da manutenção corretiva em rolamentos?

A Hipótese levantada ao questionamento é: A falta de lubrificação, a lubrificação de maneira incorreta e as condições de trabalho submetidas ao rolamento a ser utilizado na linha pode aumentar a probabilidade de falhas no componente.

Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo geral analisar o tempo entre falhas em rolamentos de um equipamento de uma linha de produção de luvas de látex.

Para auxiliar o processo de construção e análise dos dados fornecendo subsídios para alcançarmos o objetivo geral, elencamos alguns objetivos específicos, tais como: Realizar um estudo prático e teórico sobre a manutenção centrada na confiabilidade; Identificar os tipos de rolamentos; Definir os tipos de manutenção e por fim calcular o MTBF e o MTTR do equipamento.

JUSTIFICATIVA

A gestão da manutenção se faz tão importante para a confiabilidade de um determinado equipamento, pois, compreender os seus tipos e métodos é tão essencial

quanto sua contextualização. Neste sentido, Germano (2018) destaca três tipos de manutenções: as corretivas; as preventivas; e as preditivas. Ainda de acordo com o autor, a manutenção preventiva deve ocorrer de maneira planejada e em intervalo de tempo pré-definidos conforme equipamento em questão; já a manutenção preditiva tem por objetivo realizar uma inspeção dos parâmetros físicos deste equipamento.

Diante disso, a justificativa do presente trabalho é baseada na necessidade da redução de intervenções corretivas em rolamentos em uma linha de produção, realizando assim o cálculo do tempo médio entre falhas para o planejamento de ações preventivas de manutenções.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

Determina-se por confiabilidade, a probabilidade que um dado equipamento tem em executar suas respectivas funções adequadamente, durante um intervalo de tempo pré-estabelecido; sem cometer falhas (LAFRAIA, 2001). Neste contexto, o conceito de falhas pode ser definido como a incapacidade de um equipamento em desempenhar a função que lhe é requerida (SALGADO, 2008), sendo essa passível de redução frente ao adequado planejamento de manutenção de todos os sistemas que envolvem um processo de produção (KARDEC; NASCIF, 2012).

Diante disso, a manutenção de um equipamento se faz necessária para restaurar e/ou prevenir a ocorrência e a reincidência de falhas nos sistemas e nos componentes envolvidos em um dado equipamento de produção (SALGADO, 2008). Essa manutenção, por sua vez, inserida no planejamento organizacional, tende a aumentar a confiabilidade da planta industrial, reduzindo as falhas e ascendendo na confiabilidade (KARDEC; NASCIF, 2012).

Os primeiros estudos a respeito do conceito de confiabilidade surgiram logo após a Primeira Guerra Mundial, associados à indústria aeronáutica, visando correlacionar o número de acidentes em aviões bimotores e quadrimotores com as horas de voo realizadas por eles (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2011). Os autores

ressaltam que o tempo que um equipamento tem até que seja registrada uma falha é aleatório, porém pode ser quantificado via distribuição de probabilidades, sendo tipicamente modelado pela função de densidade acumulada em que a probabilidade de não falhar $R(t)$, tida como função da confiabilidade, somada à probabilidade de falhar $F(t)$ deve ser igual a um. Assim, Kardec e Nascif (2012) destacam que quanto maior a probabilidade de ocorrência de falha $F(t)$ menor será a confiabilidade $R(t)$ deste equipamento.

Ainda na direção conceitual de falhas, a normativa NBR-5462 (1994) adverte que um defeito só está associado a uma falha quando esse afeta diretamente o desempenho da função do equipamento; em contrapartida uma falha sempre está relacionada a algum tipo de defeito. Adicionando-se à NBR citada, Salgado (2008) evidencia tal definição diferenciando os modos de falha, sendo o modo funcional referente à forma em que o sistema deixa de cumprir sua função; o modo físico referente a uma característica passível de ser observada a olho nu ou por equipamentos de visualização e estando esse associado ao processo de deterioração e/ou degradação do equipamento; e o modo mecânico referente ao processo que envolve um ou mais modos de falha.

Frente ao exposto, Kardec e Nascif (2012) destacam a importância da manutenção para a promoção tecnológica que envolve um processo produtivo. Malpaga (2013) aponta a cultura do conserto como o principal empecilho ao crescimento deste processo produtivo e ressaltam a importância do departamento de manutenção em qualquer que seja o ramo da empresa, visando evitar falhas e quebras tanto em máquinas como em instalações:

Implantar e praticar a engenharia da manutenção significa uma mudança cultural para a maioria das empresas. Significa deixar de ficar consertando continuamente, para procurar as causas fundamentais e gerenciá-las (MALPAGA, 2013). Deste modo entende-se que aumentar a confiabilidade de um determinado equipamento requer, obrigatoriamente, uma gestão adequada da previsão de falhas, de modo a possibilitar a adoção de medidas que reduzam os riscos para a organização

(HELMAN; ANDRERY, 1995). Se deduz, então, que a manutenção de um equipamento está diretamente relacionada à rentabilidade de uma empresa, na medida que quanto mais bem estruturado for o planejamento de manutenções, maior a capacidade produtiva e menor serão os custos operacionais referentes a equipamentos (SOUZA, 2008).

Em conformidade com o que já foi exposto, Souza e Lima (2003) enaltecem a manutenção centrada na confiabilidade (RCM) como usualmente referenciada para determinação de requisitos básicos da manutenção. Moubray (2000) *apud* Souza e Lima (2003) elenca sete perguntas para a RCM, visando preservar os sistemas produtivos: [i] quais funções desempenhadas pelo ativo?; [ii] como o ativo falha?; [iii] o que causa a falha?; [iv] o que acontece quando falha?; [v] de que modo cada falha importa?; [vi] o que pode ser feito para predizer ou prevenir cada falha?; [vii] o que deve ser feito caso não seja encontrada uma tarefa proativa apropriada?.

Germano (2018), destaca dois tipos de manutenção para a confiabilidade do equipamento: a preventiva e a preditiva. Ainda segundo o autor a manutenção preventiva segue três bases: a manutenção no uso, cuja ação deve ser de inspeção; a manutenção no tempo, cuja ação deve ser de reparação; e a manutenção no projeto, cuja ação deve ser de substituição.

Tipos de manutenção

De forma mais abrangente e buscando atender as premissas da confiabilidade, a Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN, 2005 *apud* TROJAN; MARÇAL; BARAN, 2013) apresenta uma classificação dos três principais ramos da manutenção conforme figura 01.

Figura 01: classificação das principais manutenções



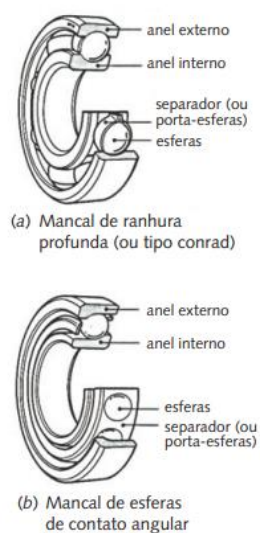
Fonte: Abramam (2005) *apud* Trojan, Marçal e Baran (2013).

Tipos de rolamentos

Segundo Norton (2013), os rolamentos são basicamente divididos em duas categorias gerais, rolamentos de esferas e rolamentos de rolo, ambos com algumas variações dentro dessas especificações. Rolamentos de esferas são mais aplicados em pequenas dimensões e para altas velocidades, já em projetos que demandam grandes dimensões e altas cargas o mais recomendado é o de rolos. Rolamentos autocompensadores se fazem necessários quando há riscos de ocorrer desalinhamento entre o eixo e o alojamento. Rolamentos de rolos cônicos são aplicados quando há cargas pesadas nas direções radiais e axiais com velocidade moderada. Em situações com altas cargas radiais e axiais em alta velocidade a melhor opção é o rolamento de esfera com pista profunda. Os rolamentos de esferas são compostos de várias esferas de aço endurecido preso por duas pistas, um interior e outra exterior para rolamentos radiais e superior e inferior para rolamentos axiais. Um retentor usado para manter as esferas devidamente espaçadas ao redor da pista. Os rolamentos de esferas podem suportar vários graus de cargas axiais e radiais

combinadas, dependendo do projeto e da construção do rolamento. A figura 2 ilustra os componentes existentes em rolamentos de esfera.

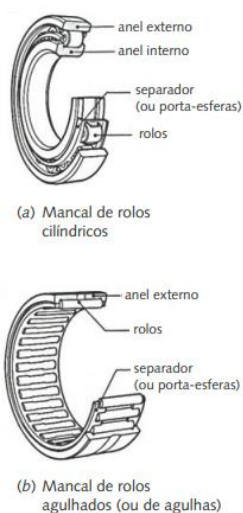
Figura 2: Componentes de um rolamento de esfera



Fonte: Norton (2013)

Segundo Norton (2013), os rolamentos de rolos usam rolos retos, cônicos ou de cúpula que correm entre as pistas. Em geral, os rolamentos de rolos podem suportar maiores cargas estáticas e dinâmicas do que os rolamentos de esferas devido à linha de contato, e para tamanhos maiores e mais baratos carga maior. A menos que os rolos sejam cônicos ou em forma de cúpula, eles só podem transportar cargas em uma direção, radial ou axial, dependendo do projeto do rolamento. A figura 3 os componentes existentes em rolamentos de rolos.

Figura 03: Componentes de um rolamento de rolos



Fonte: Norton (2013)

METODOLOGIA

De acordo com Cervo e Bervian (2006, p.48):

A pesquisa bibliográfica procura explicar um problema a partir de referências teóricas publicadas em documentos. Pode ser realizada independentemente ou como parte da pesquisa descritiva ou experimental. Em ambos os casos, busca conhecer e analisar as contribuições culturais ou científicas do passado existentes sobre um determinado assunto, tema ou problema.

Segundo Severino (2017, p.94) “A pesquisa explicativa é um tipo de pesquisa que, além de registrar e analisar o fenômeno pesquisado, também tenta descobrir a causa aplicando métodos experimentais/matemáticos ou explicando por métodos qualitativos”.

A metodologia utilizada nesta pesquisa se resume em uma revisão bibliográfica e um estudo de caso. O primeiro aborda os tipos de rolamentos para melhorar a

Comentado [vim1]: Citação direta? Onde estão as aspas?

compreensão do cenário abordado. O segundo é o procedimento prático para obtenção das causas das falhas nos rolamentos.

Para a realização deste trabalho foi coletado o histórico de manutenção da máquina, com os dados em mãos foi calculado o tempo médio entre falhas (MTBF), o tempo médio entre reparos (MTTR). Assim foi possível obter uma média sobre o ciclo de vida dos rolamentos e o tempo de parada da linha a cada manutenção corretiva em rolamentos. Abaixo segue as formulas utilizadas para o calculo da MTBF E MTTR.

$$MTTR = \frac{SOMATÓRIO DOS TEMPOS DE REPARO}{NÚMERO DE INTERVEÇÕES REALIZADAS}$$

$$MTBF = \frac{TEMPO TOTAL DA MÁQUINA FUNCIONANDO}{NÚMERO DE FALHAS OCORRIDAS}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise envolve estratégias de manutenção corretiva, preditiva, preventiva e emergencial. A estratégia de emergência opera até a falha com um custo mais baixo do que a preventiva. As estratégias de preventiva identificam itens frágeis e agendam as trocas em horários calculados, encontrando uma solução de compromisso que minimize a soma do custo do item e o custo de eventuais emergências ao longo do ciclo de vida do item.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação dos indicadores MTBF e MTTR é essencial para garantir estabilidade do índice de usabilidade, pois essas novas métricas servem como estratégias para melhorar a usabilidade, pois a equipe de gestão consegue o monitoramento e a ação eficazes buscam sempre aumentar o MTBF e reduzir MTTR. Melhorias na determinação da usabilidade permitem um conceito maior visibilidade de processos e departamentos com paradas ocultas, pois muitas vezes essas

intervenções não implicam interrupção total da produção e não é contabilizado neste indicador.

REFERÊNCIAS

ALKAIM, J. L. Metodologia para incorporar conhecimento intensivo às tarefas de manutenção centrada na confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

ALMEIDA, P.S. Manutenção Mecânica: conceitos básicos e tecnologia aplicada. São Paulo: Érica, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=sLZiDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=conceito+de+manutenção+corretiva&ots=0Xsma-HwSo&sig=LFjkxtShcAZS7DLiAK3M9VwQRP8#v=onepage&q=conceito%20de%20manutenção%20corretiva&f=false> Acesso em 29 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro: [s.n.].

BAZZO, W.A.; PEREIRA, L.T.V. Introdução à Engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos. Florianópolis: UFSC, 2006. Disponível em:

CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. Metodologia científica. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Confiabilidade e Manutenção Industrial. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2011.

GERMANO, A. O. Efeitos da implantação de manutenções preventivas na produtividade: indústrias Becker. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018.

HELMAN, H.; ANDRERY, P. R. P. Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA. 1. ed. Belo Horizonte: Fundação Christino Ottani, 1995.

KARDEC, A.; NASCIF, J. Manutenção: função estratégica. 4. ed. [s.l.] Qualitymark, 2012.

LAFAIA, J. R. B. Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade. 3. ed. [s.l.] Qualitymark, 2001.

MALPAGA, I. O departamento de manutenção. 1. ed. Joinville: Clube dos Autores, 2013.

MAYNARD, H. B. Manual de Engenharia de Produção. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1970.

MOREIRA, J. C. Aplicação do Método RCM às linhas de muito alta tensão de REN. Dissertação de mestrado em Manutenção Industrial, Univ. de Porto. Portugal, 2005.

NORTON, R. L. Projeto de máquinas: uma abordagem integrada / Robert L. Norton; [tradução: Konstantinos Dimitriou Stavropoulos ... *et al.*]. – 4. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Bookman, 2013.

OSADA, T. Manutenção Produtiva Total. São Paulo: Instituto Iman, 1993.

SALGADO, M. DE F. P. Aplicação de técnicas de otimização à Engenharia de Confiabilidade. [s.l.] Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

SEVERINO, A.J. Metodologia do Trabalho Científico. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016. Disponível em:
https://www.academia.edu/43531432/METODOLOGIA_DO_TRABALHO_CIENTÍFICO_A_J_Severino_2017_Cortez. Acesso em 21 mai. 2021

SOUZA, R. D. Análise da gestão da manutenção focando a manutenção centrada na confiabilidade: estudo de caso MRS Logística. [s.l.] Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

SOUZA, S. S. DE; LIMA, C. R. C. L. Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de produção. Anais...Ouro Preto: ABEPRO, 2003

TROJAN, F.; MARÇAL, R. F. M.; BARAN, L. R. Classificação dos tipos de manutenção pelo método de análise multicritério Electre Tri. XLV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. Anais...Natal: 2013