Unisanta Science and Technology, **2018, 3, July**
Published Online 2018 Vol.7 N°1 http://periodicos.unisanta.br/index.php/sat)

UNISANTA
Science and Technology
ISSN 2317-1316

Emprego das Metodologias MASP e PDCA em uma Análise de Falhas de Equipamento Industrial

João Paulo Lima[1], Leonardo Carvalho da Cruz[1], Lucas Acquaviva Carrano de Godois[1], Pedro Alves dos Santos[1], Willy Ank de Morais[1,2] e Juliana Farah[1, 3]

UNISANTA[1] – Universidade Santa Cecília – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - PPGEMec
Rua Oswaldo Cruz, 266 - Santos-SP, Brasil - CEP: 11045-100

WILLY ANK SOLUÇÕES [2] – Departamento Técnico
Rua Onze de Junho, 312 A.102 - São Vicente-SP, Brasil- CEP: 11320-160

MANSERV[3] – Manserv Manutenção e Montagem SA – Gerência de Engenharia de Melhorias e Competitividade
Rua Nazaret, 369 – São Caetano-SP, Brasil – CEP: 09551-200

E-mail*:* willyank@unisanta.br
Received may, 2017

Resumo: Este trabalho avaliou o uso das ferramentas de qualidade e métodos de análise de falhas na investigação e determinação de falhas em um equipamento industrial. Duas metodologias selecionadas, o ciclo PDCA e o MASP foram empregadas juntamente com outras ferramentas da qualidade, na análise de uma bomba utilizada em uma planta industrial para produção de ácido sulfúrico, produto químico de uma grande empresa do polo industrial de Cubatão (SP). Neste equipamento, a ocorrência de constantes anomalias vem interferindo diretamente na produção e rendimento econômico do processo, causando eventos indesejáveis de manutenção corretiva. O trabalho apontou que as metodologias empregadas permitem acessar as causas raízes das falhas, a partir das quais foram propostas soluções viáveis para garantir e aumentar confiabilidade do processo fabril.

Palavras chave: Análise de falhas; componentes mecânicos; causa raiz; manutenção industrial.

Use of the MASP and PDCA Methodologies in a Failure Analysis of Industrial Equipment

Abstract: This work evaluated the use of quality tools and failure analysis methods in the investigation and determination of failures in an industrial equipment. Two selected methodologies, the PDCA cycle and the MASP, were used together with other quality tools, in the analysis of a pump used in an industrial plant for the production of sulfuric acid, chemical product of a large company of the industrial pole of Cubatão (SP). In this equipment, the occurrence of constant anomalies directly interferes in the production and economic yield of the process, causing undesirable events of corrective maintenance. The work pointed out that the methodologies used allow access to the root causes of failures, from which feasible solutions were proposed to guarantee and increase reliability of the manufacturing process.

Keywords: Failure analysis; mechanical components; root cause; industrial maintenance.

Copyright © 2018 ISESC.

1. Introdução

A técnica da análise de falhas vem sendo bastante empregada no meio industrial. Este método analítico vai além da determinação dos fatores responsáveis pelo colapso de algum componente mecânico, pois, de acordo com o livro de Wulpi [1], uma falha em um componente compromete diretamente a capacidade do equipamento onde este componente estava instalado, impedindo este de satisfazer a sua funcionalidade projetada. Desta forma, uma análise de falhas também é empregada para aumentar a confiabilidade de equipamentos, instalações e processos.

Cerca de 80% das falhas que ocorrem nas indústrias podem ser devidamente analisadas e diagnosticadas. E dentre elas se segmentam em duas partes distintas de problemas a remoção de material e à solicitação acima de sua resistência. Onde essas causas se dividem respectivamente em corrosão, desgaste, sobrecarga e fadiga.

Ao decorrer do desenvolvimento da indústria, o homem aprimorou diversas técnicas com o objetivo de minimizar falhas e aperfeiçoar a produção efetiva. Com o passar do tempo as ferramentas voltadas para potencializar a qualidade da manutenção e confiabilidade dos equipamentos foram aprimoradas.

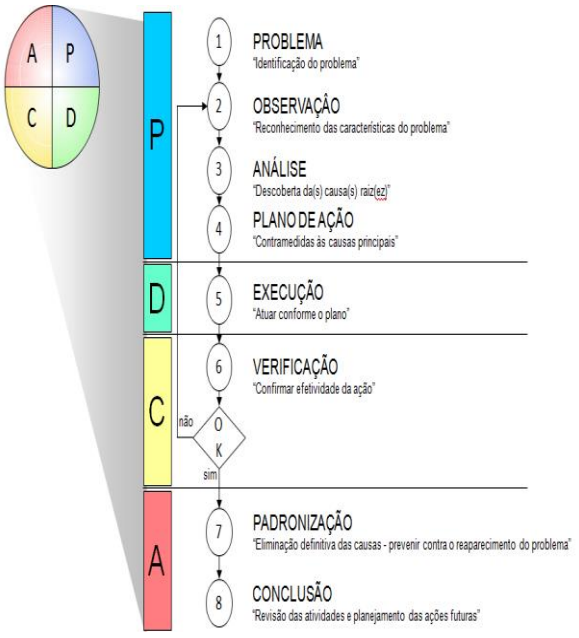


Figura 1. Exemplo da metodologia MASP e seu vínculo ao ciclo PDCA. (CAMPOS; FALCONI, 2004)

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo investigar e determinar falhas em um equipamento industrial, com o auxílio de métodos de análise de falhas e ferramentas da qualidade. Duas metodologias selecionadas, o ciclo PDCA [2] e o MASP [3], este ilustrado na Figura 1, foram empregadas, juntamente com outras ferramentas da qualidade, na análise de uma bomba hidráulica, empregada em uma planta química de uma grande empresa do polo industrial de Cubatão (SP).



Fabricante	Lewis Pumps
Modelo	2.1/2 X 2-VS 1602
Estágios	1
Dia. Rotor	150 mm
Potência	30 CV
Rotação	3500 rpm
Vazão	5,9 m^3/h
Alt. Manométrica	45,72 m

Figura 2. Equipamento "P-7401" (bomba de uma unidade produtora de H_2SO_4).

2. Materiais e Métodos

A bomba analisada, designada como P-7401, é empregada na produção de ácido sulfúrico, um produto base para fabricação de fertilizantes de uma grande empresa do polo industrial de Cubatão (SP). A Figura 2 ilustra algumas das características do equipamento analisado neste trabalho através do ciclo PDCA [2] e o MASP [3].

Como parâmetro base, empregou-se o MTBF (*Mean Time Between Failures*), que é um indicador de confiabilidade. Este parâmetro representa o tempo médio de ocorrência de uma falha até a próxima. É o tempo médio empregado no planejamento manutenção de um equipamento, portanto bastante relevante ao contexto deste trabalho.

As ferramentas da qualidade utilizadas para a organização e coleta de dados foram os 5 *why* (porquês) [4], análise da causa raiz [5], gráfico de Pareto [2] e *brainstorming* [3]. Os dados verificados foram fornecidos pela empresa, na forma de ordens e notas de manutenção do

Copyright © 2018 ISESC

equipamento, além de terem sido empregados os manuais do fabricante e a lista de especificação de provisões do mesmo. O histórico das informações empregadas para a solução das anomalias começa em 1999, quando houve a implantação do sistema SAP na empresa. As equipes de manutenção corretiva e preditiva foram envolvidas e entrevistadas para a aplicação da metodologia.

As prováveis causas de falha foram avaliadas com um teste de consequência, no qual a autenticidade de cada uma delas foi verificada através das informações fornecidas pela empresa. Em seguida gerou-se uma classificação do possível ocasionador das anomalias. O evento originador mais provável da falha foi definido por meio da aplicação da metodologia de análise dos 5 *Why*.

3. Resultados e Discussão

Através dos dados obtidos e utilizando o Gráfico de Pareto, apresentado na Figura 3, foram quantificadas as anomalias associadas aos maiores índices de ocorrências. Através desta análise, determinou-se que 70% das anomalias acontecem por falha e desalinhamento do rolamento. De posse destes indicadores de anomalia, os dados foram filtrados e empregados nas análises MASP e PDCA, visando a determinação das causas mais frequentes das falhas.

Durante a análise MASP e PDCA, observou-se que os indicadores de desempenho do equipamento poderiam ser analisados em dois períodos distintos, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. *MTBF* desde 2015 da bomba P-7401.

***MTBF* desde 1999**	
Total de Dias	**6460**
Número de Anomalias	**21**
MTBF	**307,6 (dias)**

***MTBF* desde 2015**	
Total de Dias	**942**
Número de Anomalias	**7**
MTBF	**134,6 (dias)**

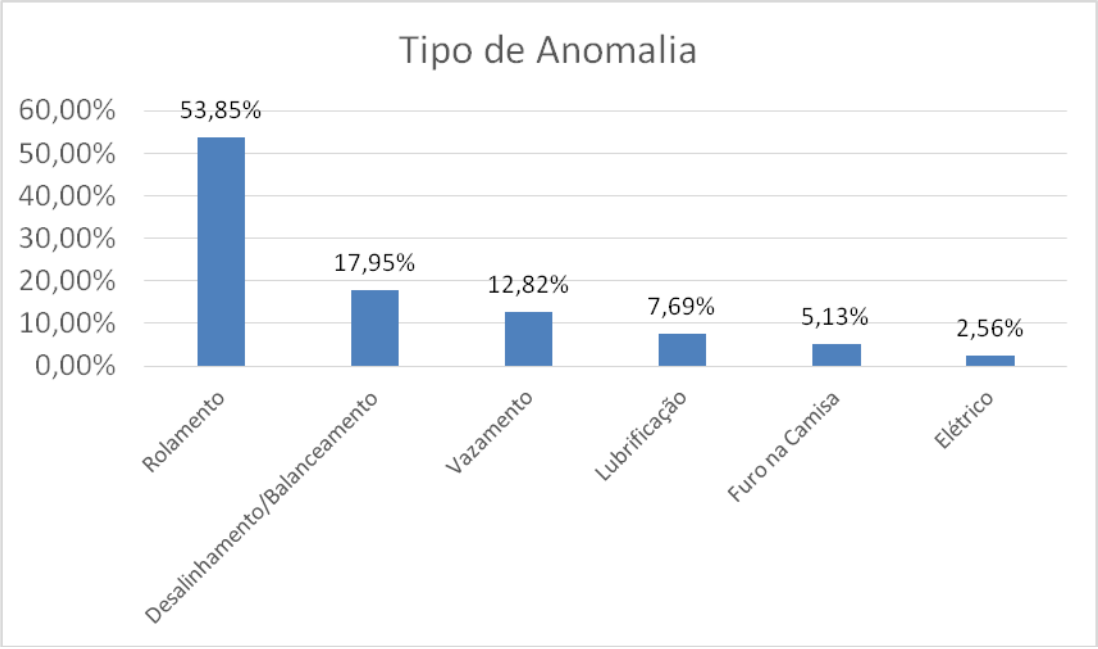


Figura 3. Quantificação das anomalias através de um gráfico de Pareto.

Copyright © 2018 ISESC

Os dois cálculos do MTBF desse equipamento revelaram que nos últimos dois anos (desde 2015) a bomba apresentou um aumento de número de falhas, ou diminuição no *MTBF*. Isso ocorreu devido às anomalias relacionadas ao rolamento. Com tais resultados, realizou-se uma reunião com integrantes das equipes envolvidas com o intuito de identificar os prováveis causadores da recorrência desta falha.

A metodologia aplicada nessa etapa do processo foi o *Brainstorming* (tempestade de ideias), durante a qual os profissionais ligados ao processo de produção e manutenção do equipamento colocaram em pauta os possíveis causadores de anomalias. A Figura 4 representa essas ideias aplicadas em um gráfico de Ishikawa [6, 7] com divisão dos 6 M's.

Para analisar as causas que apresentam o maior indicador foi utilizado o método dos 5 *Why*.

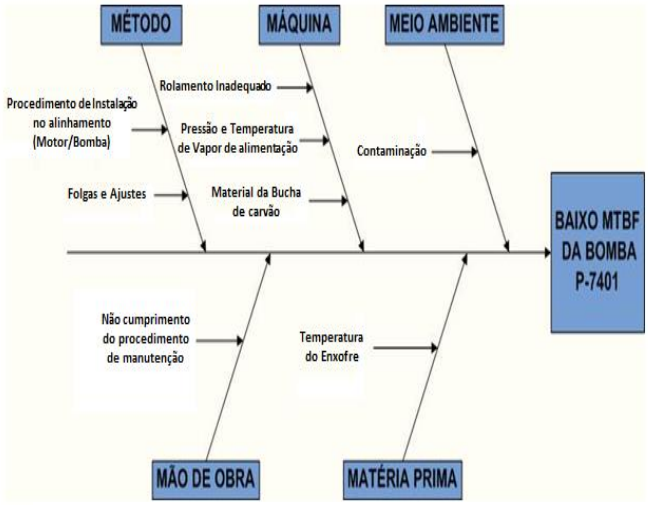


Figura 4. Diagrama Ishikawa da Bomba P-7401.

Através dessa técnica, o causador da falha precoce do rolamento foi apontado como sendo o mau alinhamento gerado na sua instalação. Este desalinhamento foi ocasionado, por sua vez, devido à falta de tolerâncias requeridas, para o processo, no suporte deste componente.

4. Conclusões

Com a aplicação da metodologia MASP, e as ferramentas de qualidade, é possível analisar, discutir e realizar melhorias na confiabilidade de componentes e equipamentos. A partir do indicador de desempenho MTBF (*Mean Time Between Failure*), analisou-se o desempenho de uma bomba, cuja vida útil foi limitada, basicamente, pela falha precoce de um rolamento. A partir dos dados coletados do equipamento, coordenou-se uma análise com a equipe envolvida com o uso e manutenção do equipamento, para apontar as possíveis causas de falha do componente que foi determinado como principal limitador da vida útil do equipamento. Como base nesta avaliação, determinou-se a causa raiz desta falha, sobre a qual a equipe poderá elaborar um plano de ação. Assim, com a finalização deste trabalho, será possível atingir uma melhora significativa na eficiência da bomba, com o consequente aumento da confiabilidade do processo vinculado.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio e o compartilhamento de informações viabilizado pelo Engenheiro André Luís de Campos Covello, da Vale Fertilizantes - unidade de Cubatão.

Referências

[1] WULPI, D. J.. **Understanding How Components Fail**. 3 ed. Ohio: ASM International, 2013.

[2] LOBO, R.; SILVA, D.. **GESTÃO DAQUALIDADE - Diretrizes, Ferramentas, Métodos e Normatização.** 1. Ed. São Paulo: Érica, 2014.

[3] CAMPOS, V. F.. **Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia a dia**. 9. Ed. Nova Lima: FALCONI Editora, 2013.

[4] AFFONSO, L. O. A. **Equipamentos Mecânicos** – Análise de falhas e soluções de problemas 3 ed. São Paulo: Qualitymark, 2012.

[5] ROONEY, J. J.; VANDEN HEUVEL, L. N. **Root Cause Analysis For Beginners. Quality Progress**. v.37, n.7, p. 45-53, 2004.

[6] PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**: teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2004. 339 p.

[7] REYES, A. E. L.; VICINO, S. R. **Controle de Qualidade Usando o Excel.** São Paulo, USP, 2016. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/qualidade/ishikawa/pag1.htm> Acessado em: 15 ago. 2017.

[8] CAMPOS, V. F..; **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do dia-a-dia.** Belo Horizonte: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004

Copyright © 2018 ISESC