

## MÉTODOS DE ANÁLISE DE FALHA EM SISTEMAS HIDRÁULICOS

**MEDEIROS, Ricardo Ripoll<sup>1</sup>; CARVALHO, Ricardo Oliano de<sup>2</sup>; STEFANELO, Giusepe<sup>3</sup>; BUENO, Marcos Valle<sup>4</sup>; PORCIÚNCULA, Gilson Simões<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia de Produção, ricardo.medeiros@ufpel.edu.br, UFPel

<sup>2</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola, ricardo.oliano@ig.com.br, UFPel

<sup>3</sup>Engenheiro Agrícola, giusepest@gmail.com, UFPel

<sup>4</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Agrícola, marcosbueno85@hotmail.com, UFPel

<sup>5</sup>Professor Orientador DEA/FEA, gilson.porciuncula@ufpel.edu.br, UFPel

### 1 INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo sobre os principais métodos e ferramentas utilizados para sistematizar o processo de análise de falha de sistemas hidráulicos. Os sistemas hidráulicos atualmente constituem um ambiente complexo para análise devido ao aumento do número de componentes e a necessidade de troca de informações e sinais entre as diferentes áreas tecnológicas, tais como, computacional, eletroeletrônica e mecânica.

Neste estudo espera-se elucidar sobre a necessidade de utilização dos métodos de análise de falha e apresentar as principais ferramentas utilizadas para tal, tais como, FTA (*Fault Tree Analysis*) e FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Os métodos de análise de falha são procedimentos sistemáticos e modulares que geram conhecimento sobre anomalias em sistemas, com o intuito de melhorar a confiabilidade, probabilidade de um item poder desempenhar uma função requerida, sob dadas condições, durante um dado intervalo de tempo (ABNT, 1994) e a mantabilidade, capacidade de um item ser mantido, ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos (ABNT, 1994).

Os métodos de análise de falha podem ser divididos em dois grupos de acordo com o tipo de raciocínio utilizado. Os métodos indutivos (*Bottom Up*) os quais analisam as causas que podem levar um sistema à falha, e os dedutivos (*Top Down*) os quais analisam os efeitos de uma falha para identificar as causa que levaram o sistema à falha. Estes métodos são utilizados durante todo o ciclo de vida de um produto ou sistemas, se destacando nas fases de projeto, uso, manutenção e descarte. Desta forma, espera-se que este artigo possa auxiliar projetistas, operadores e técnicos de manutenção de sistemas hidráulicos, na avaliação de anomalias em seus sistemas.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

A variação da taxa de falha durante o ciclo de vida depende das características do item, no entanto, a maioria dos componentes físicos apresenta a curva de taxa de falha, conhecida também como “curva da banheira” conforme Figura 1.

De acordo com Billinton e Allan (1983) embora esta seja uma curva teórica, serve muito bem para análise dos sistemas reais, caracterizando as falhas segundo três períodos característicos: I - falhas de juventude, II - falhas de vida útil e III - falhas de descarte. O primeiro período é caracterizado pelas falhas originadas no desenvolvimento do produto. As falhas de vida útil são falhas aleatórias que

requerem ações de manutenção. As falhas de descarte são caracterizadas principalmente pelo desgaste dos componentes.

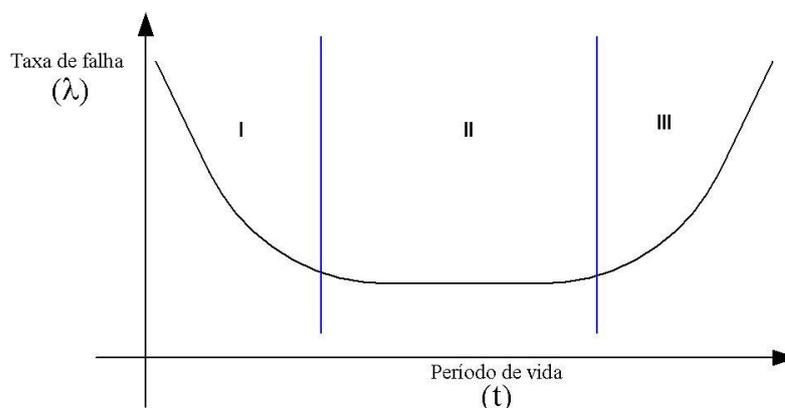


Figura 1 – Curva da taxa de falha, conhecida como “Curva da banheira” (BILLINTON; ALLAN, 1983)

A análise de árvore de falha FTA é um diagrama lógico que demonstra as relações entre um potencial evento ou falha indesejável (evento de topo) que afetará a performance do sistema, e as causas subjacentes deste evento (BLANCHARD *et al.*, 1995). Consiste de um processo dedutivo que, partindo de um evento indesejado pré-definido, busca as possíveis causas de tal evento.

A FTA é um método de avaliação qualitativa/quantitativa, utilizado para auxiliar a compreensão de como um sistema pode falhar, e que medidas podem ser usadas para superar as causas da falha (SAKURADA, 2001).

A análise de modo de falha e seus efeitos FMEA é um método indutivo que analisa os modos de falhas dos componentes de um sistema e indica os efeitos destas falhas sobre outros componentes e sobre o sistema (SAKURADA, 2001).

Os principais objetivos do FMEA são: identificação dos modos de falhas dos componentes de um sistema, avaliação das causas e dos efeitos das falhas, aumentar a segurança funcional, operacional e ambiental e melhorar a comunicação entre os agentes de projeto, operação ou de manutenção do sistema.

As ferramentas apresentadas nesta seção se complementam no sentido de obtenção e sistematização do conhecimento da análise de falha de sistemas, onde, o FMEA auxilia na obtenção e o FTA na estruturação do conhecimento.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento da análise de falha em sistemas hidráulicos visa garantir as funções de: 1) desempenho primário, tais como, força, velocidade e torque, 2) desempenho de qualidade com baixo custo operacional e de manutenção, precisão e estabilidade e 3) desempenho em termos de risco, incluindo segurança pessoal, integridade do meio ambiente e segurança das instalações (PORCIUNCULA, 2009).

Segundo Jingy *et al.* (2001), devido à estrutura complexa dos componentes hidráulicos, a análise de falha desses sistemas, requer um maior empenho dos profissionais e apropriadas ferramentas para a análise de todo o sistema. O fluxo de energia que ocorre concomitante com o fluxo de matéria (fluido hidráulico) que acontece internamente nos sistemas hidráulicos, pode provocar o desgaste e o transporte de impurezas dentro do sistema. Desta forma, a presença de impurezas nos orifícios dos componentes ou entre elementos podem causar vários danos no sistema, alterando o comportamento do mesmo e possivelmente afetando na função do sistema como um todo. O fluido hidráulico é um dos principais

causadores de falhas, pois o mesmo promove a transferência de todas as impurezas físico-químicas provenientes do processo para todos os componentes do sistema (AMORIM, 2003). A Figura 2 apresenta um exemplo da distribuição percentual de causas de falhas em sistemas hidráulicos.

**Causas de falhas em Sistemas Hidráulicos**



Figura 2 – Gráfico de distribuição de falhas em sistemas hidráulicos

De acordo com o exposto acima se percebe que a análise de falha do componente responsável pelo controle de contaminantes no sistema hidráulico, o filtro hidráulico é de fundamental importância para o bom funcionamento do sistema. A Figura 3 mostra um exemplo de FMEA para esse componente.

Componente	Função	Modos de falha	Efeitos	Causas
Filtro	Reduzir para um nível aceitável o tamanho e a concentração de partículas contaminantes, de modo a proteger os componentes contra um desgaste prematuro.	1) Ruptura do elemento filtrante;	1.1) Emperramento ou Entupimento das partes móveis de componentes;	1.1) Vazão muito elevada para o filtro selecionado;
			1.2) Acúmulo de sujeira mais frequente que as tarefas de limpeza;	1.2) Pressão alta devido ao acúmulo de sujeira;
			1.3) Desintegração do papel do elemento filtrante;	1.3) Desintegração do papel do elemento filtrante;
			1.4) Desgaste dos componentes do elemento filtrante;	1.4) Desgaste dos componentes do elemento filtrante;
		2) Elemento filtrante inadequado para o sistema (em termos da porosidade do filtro)	2.1) Maior desgaste nos componentes do sistema;	2.1) Erro de projeto
			2.2) Emperramento ou Entupimento das partes móveis de componentes;	
3) Entupimento	2.3) Acúmulo de sujeira mais frequente que as tarefas de limpeza (porosidade demasiado reduzida)			
	3.1) Parada ou movimentação lenta dos atuadores;	3.1) Obstrução da passagem de óleo devido a contaminação do fluido;		

Figura 3 - Análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA) de um filtro hidráulico (PORCIUNCULA ET. al., 2006).

As válvulas direcionais são componentes fundamentais para o controle dos sistemas hidráulicos, as quais merecem uma atenção especial no processo de análise. A Figura 4 apresenta uma proposta de FTA para esse componente.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização dos métodos de análise de falhas é essencial para a avaliação da confiabilidade e manutenibilidade dos sistemas hidráulicos. Esses

métodos também devem ser utilizados como ferramentas de auxílio na gestão das manutenções, diminuindo, os tempos de parada e o número de manutenções corretivas em sistemas hidráulicos.

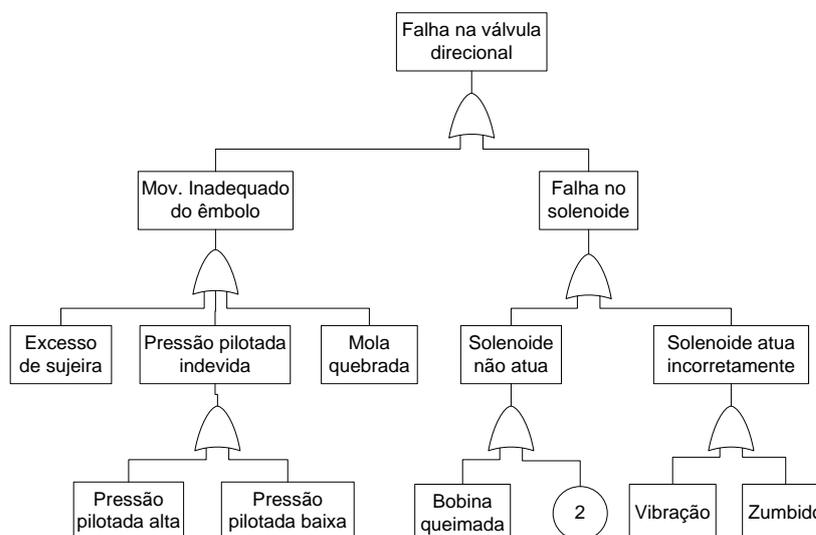


Figura 4 – Análise de árvore de falha FTA de uma válvula direcional.

## 5 REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro . **NBR 5624, Confiabilidade e Mantabilidade – terminologia**. Rio de Janeiro. Nov/1994
- AMORIM, J. L. S. Manutenção Preventiva e Preditiva em Equipamentos Hidráulicos. Apostila, TCT – Treinamento e Consultoria Técnica, Florianópolis, 2003.
- BILLINTON, R e ALLAN, R.N., **Reliability evaluation of engineering systems: Concepts and techniques**. New york. Ed. Plenum Press, 1983. 350 p.
- BLANCHARD, B. S.; VERNA, D.; PETERSON, E. **Maintainability a Key to Effective Serviceability and Maintenance Management**. Ed. Wiley Interscience, 1995.
- JINGY, Z., ZHUORU, C., YIQUN, W., BAOHAI, M., CHENGYU Y. The development and prospect of hydraulic reliability engineering. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON FLUID POWER TRANSMISSION AND CONTROL**, 5, 2001, Hangzhou, China.
- Porciúncula, G. S.. **Metodologia para Análise de Confiabilidade no Projeto de Sistemas Automáticos**. 2009. Tese (Doutorado) Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, UFSC, Florianópolis, 2009.
- PORCIÚNCULA, G. S.; DE NEGRI, V. J.; DIAS, A. - **Reliability of electro-hydraulic equipment: systematization and analysis** - 18th International Congress of Mechanical Engineering, November 2005, also in **ABCM Symposium Series in Mechatronics** , 2006, v2 p 393-400.
- SAKURADA, E. Y. **As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. 2001. 131f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Mecânica, Ufsc, Florianópolis, 2001.