

APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA IDENTIFICAÇÃO DAS AVARIAS RELACIONADAS COM A QUEIMA DE TRANSFORMADORES: ESTUDO DE CASO REALIZADO EM UMA EMPRESA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ESTADO DE SERGIPE



Anthony Macedo Medeiros (UFS)
anthonymmedeiros@hotmail.com

Felipe Augusto Silva Lessa (UFS)
flessa.eng@gmail.com

Daniel Souza Leao Megna (UFS)
daniel_souzalm@hotmail.com

Luciano Fernandes Monteiro (UFS)
lucianofm@uol.com.br

O seguinte artigo tem como principal tema abordado, identificar as razões para as queimas dos transformadores elétricos da empresa Energisa-Sergipe, principal empresa distribuidora de energia elétrica do estado de Sergipe. Para que fosse alcançado o objetivo do estudo, foram utilizadas algumas ferramentas fundamentais da qualidade, como brainstorming, diagrama de causa e efeito, gráfico de Pareto, entre outras. Através do uso destas ferramentas, conseguiu-se identificar quais eram os motivos que ocorriam com mais frequência para as queimas dos transformadores e com isso foi possível aumentar a qualidade do serviço prestado pela empresa e reduzindo consideravelmente os custos relacionados com a aquisição dos transformadores.

Palavras-chaves: Queima de transformadores, Energisa Sergipe, ferramentas da qualidade

1. Introdução

Independentemente de sua área de atuação, as organizações empresariais estão enfrentando uma realidade dinâmica, sem fronteiras econômicas, definidas muito competitivas, com clientes cada vez mais exigentes e legislações locais crescentemente mais restritivas em relação à qualidade de produtos e serviços e com o meio ambiente e saúde do trabalhador. Esse cenário pressiona-as a se reestruturarem na direção da modernização técnica e gerencial (KILBOURNE, 2004; LAGROSEN, 2007; OLIVEIRA, 2008).

A qualidade no setor de indústria elétrica, independentemente do seu tamanho e sistema produtivo adotado, tem que existir de forma a atender a sua respectiva política. Qualquer empresa tem que considerar a qualidade como parte integrante de qualquer atividade, e neste setor não é diferente. Para isso, é fundamental avaliar o sistema para garantir o cumprimento desta política. A fim de que esta exista, é necessário haver controle de itens não conformes. Um exemplo disso é o caso que será abordado neste estudo, a respeito dos transformadores queimados da empresa Energisa Sergipe.

Nesse contexto, a gestão da qualidade apresenta-se como uma interessante alternativa a ser adotada pelas empresas. Tal alternativa consiste em mecanismos para controlar seus processos e melhorá-los continuamente de forma a atender e superar as expectativas do consumidor, promovendo, dessa forma, a melhoria organizacional e, por conseguinte, aumento na competitividade (OLIVEIRA; MARTINS, 2008).

Os programas e ferramentas para o controle da qualidade são os elementos que permitem operacionalizar efetivamente os preceitos da gestão da qualidade contidos nos sistemas de gestão da qualidade ISO 9001. Eles são os instrumentos utilizados para o desenvolvimento, medição, análise e melhoria da qualidade nas organizações. Assim, permitem a identificação e solução dos principais problemas organizacionais e, por este motivo, são importantes instrumentos de diferenciação organizacional (BAMFORD, 2005; ALSALEH, 2007). Eles são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, ferramentas que tem como o principal objetivo a qualidade total do sistema ou produto.

Transformadores são equipamentos de extrema importância nos sistemas de conversão e distribuição de energia elétrica e estão presentes desde a planta geradora, elevando a tensão para níveis adequados à transmissão a longas distâncias, até a distribuição, reduzindo a tensão para níveis de consumo residencial. Tal aplicabilidade faz dos transformadores os equipamentos mais importantes do sistema elétrico de potência (REVISTA BRASILEIRA DE ENG. AGRÍCOLA, 2012).

Importante salientar que existem problemas reais com transformadores queimados no Brasil. Os países considerados de primeiro mundo possuem falhas e/ou avarias deste produto com distribuição de 0,5% da quantidade instalada. No Brasil estas chegam (por ano) a um valor aproximado de 52.000 unidades, as quais correspondem de 3 a 5% do total de unidades instaladas (PROQUIP, 1997). Este número de unidades é absurdamente alto. Por este motivo, torna-se necessária a realização de estudos adequados para melhorar a qualidade deste produto.

A publicação de trabalho a respeito de transformadores já existe, mas ainda não há estudos adequados sobre as possíveis causas que os levam a queimar. Já se encontram pesquisas relacionadas à segurança da manutenção destes produtos, sobre seu óleo dielétrico usado, sobre a aplicação de redes neurais na estimação da temperatura interna, sobre redes neurais aplicadas a relés diferenciais para transformadores de potência e outras. Diante disto, é importante que haja através do uso de ferramentas de qualidade, uma análise mais aprofundada sobre as possíveis causas destas avarias, a fim de tentar minimizá-las, e conseqüentemente, diminuir os custos e aumentar a qualidade total do produto.

2. Fundamentação teórica

A empresa Energisa é brasileira e tem como sua principal atividade a distribuição de energia. Ela é dividida em cinco distribuidoras: três estão localizadas na região Nordeste (Sergipe, Paraíba e Borborema), uma na Zona da Mata de Minas e uma em Nova Friburgo, no Estado do Rio de Janeiro. Esta empresa possui aproximadamente 2,4 milhões de consumidores e atende a uma população de 6,7 milhões de habitantes em 352 municípios. A distribuidora, na qual o estudo foi realizado, compreende a Energisa – Sergipe, sediada em Aracaju. Foi

identificado nesta, problemas que elevam seus custos e prejudicam sua qualidade com a queima de seus transformadores.

Os transformadores são dispositivos que requerem manutenção especial devido a sua importância ao sistema elétrico no qual eles são conectados. Geralmente, relés diferenciais são usados na proteção primária de grandes transformadores. Em tais relés, as correntes diferenciais são comparadas a um patamar preestabelecido e no caso de uma falta interna, o transformador deverá ser desconectado do resto do sistema. Entretanto, a simples detecção de uma corrente diferencial não é suficiente para distinguir faltas internas de outras situações que também produzem tal corrente. Algumas destas situações surgem durante a energização do transformador (correntes de inrush), saturação do TC (transformador de corrente), entre outras, as quais podem resultar em um trip incorreto (HOROWITZ E PHADKE, 1995).

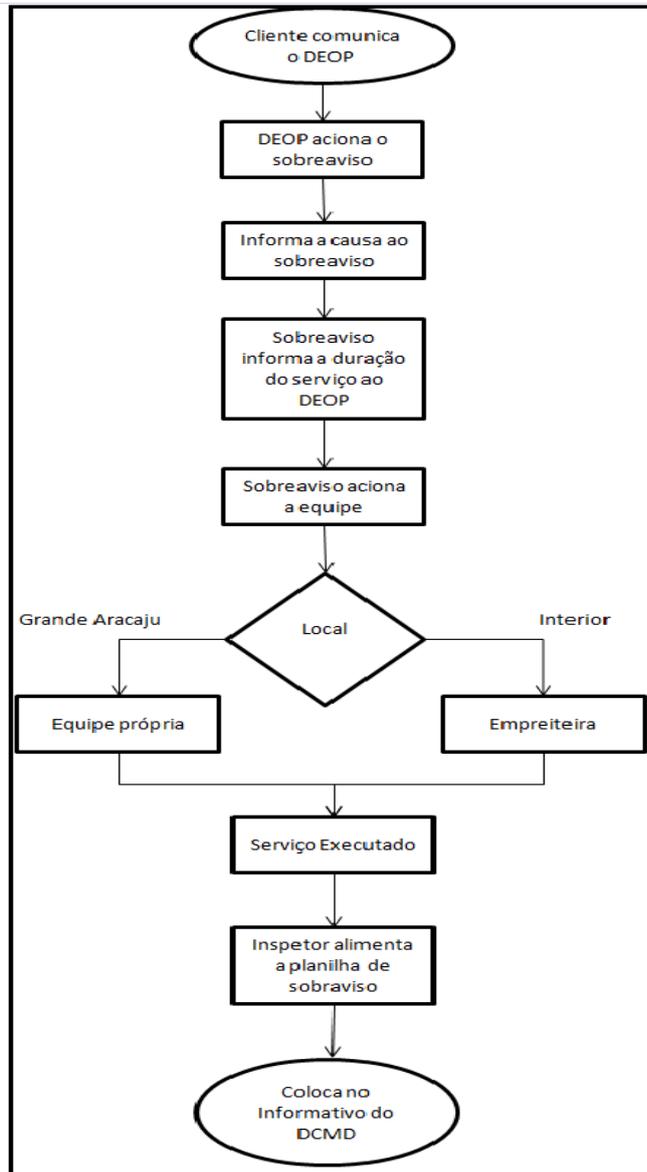
Em transformadores, o óleo bifenilpoliclorado é usado nos fluidos dielétricos, e é um integrante indispensável para o funcionamento adequado deste produto. Ele é praticamente incombustível, apresenta baixa pressão de vapor (temperatura ambiente), elevada estabilidade térmica e química, resistente a bases e ácidos, possui a popularidade por ser um óleo mineral oriundo do petróleo, grande disponibilidade e baixo custo (GEORGILAKIS, 2011).

Devido a necessidade de auxílio a fim de priorizar estas avarias, iremos utilizar neste estudo as ferramentas da qualidade: Fluxograma; Brainstroming; Diagrama de Causa e Efeito e Gráfico de Pareto. Elas são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade Total.

3. Metodologia

Na busca de tentar entender a grande quantidade de transformadores queimados que estava ocorrendo no estado de Sergipe, a Energisa Sergipe, especificamente o DCMD (Departamento de Construção e Manutenção) buscou entender como todo o processo ocorria desde a queima do transformador até a análise do mesmo na oficina. Em busca de um melhor entendimento foi criado um fluxograma para ter uma melhor visão gerencial do processo, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo



LEGENDA:

DCMD - Departamento de Construção e Manutenção.

DEOP - Departamento de Operações.

Fonte: Energisa Sergipe (2013)

Durante a investigação de todo o processo foram percebidas duas falhas significativas, mas que não tinham relação com a queima do transformador. A primeira foi a demora das empreiteiras em devolver o transformador queimado para a sede da Energisa Sergipe, o que atrasava na avaliação da causa da queima dos transformadores na oficina e a segunda foi por

distração do sobreaviso (equipe para atender serviços emergenciais) que nem sempre colocava o número do patrimônio no transformador. Este, quando despachado na sede, ficava no pátio da reformadora e dificultava na identificação do transformador para saber a localidade em que o mesmo tinha sido queimado. Como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Pátio da reformadora



Fonte: Energisa Sergipe (2013)

Após a análise do processo foram efetuadas inspeções e medições em campo nos locais mais impactados com as queimas dos transformadores. O objetivo foi diagnosticar as condições das instalações, verificando os componentes reportados e os tipos de climas daquelas áreas.

Com as soluções de pequenos problemas no processo e com o recolhimento de dados das inspeções em campo foi feito um Brainstorming entre as principais pessoas envolvidas no processo para identificar as principais causas que levavam a queima do transformador e também foi aplicado o diagrama do 6M que mostra as causas em seus determinados focos por processo. Para melhorar a qualidade da pesquisa, com propósito de encontrar soluções para o problema, montou-se o Gráfico de Pareto que identifica qual causa merece mais atenção a fim de minimizar com eficácia o efeito proposto.

4. Resultados e discussões

Através do *Brainstorming* mostrado na Figura 3, foi possível elaborar novas idéias das possíveis causas da queima de transformadores elétricos. Com esta ferramenta, observou-se algumas causas possíveis, que após a realização, os integrantes tomaram ciência de cada uma. A causa vazamento de óleo foi a mais votada, e por isso, foi considerado como o principal motivo da queima dos transformadores. Através disto, será possível um estudo mais condensado afim da redução desta, não tirando a importância das outras causas que irão ter a sua devida importância de acordo com as suas respectivas avaliações e colocações. O óleo, por ser um grande componente do transformador, é essencial para o seu funcionamento. Por apresentar baixa pressão de vapor e alta estabilidade térmica e química, ele controla a temperatura do transformador, servindo para o isolamento e resfriamento do mesmo, evitando assim a sua queima. Seu vazamento irá fazer com que o transformador sobreaqueça, causando a sua queima.

Figura 3 - Brainstorming

IDÉIAS	PARTICIPANTES							TOTAL	ORDEM
	GERENTE	ENG. ELÉTRICO	ENG. ELÉTRICO	ENG. PRODUÇÃO	SUPERVISOR	TÉCNICO			
TEMPO DE USO	2	1	2	2	3	2	12	5°	
SOBRE CARGA	2	3	3	4	2	3	17	3°	
CURTO CIRCUITO	3	4	3	4	4	5	23	2°	
VAZAMENTO DE ÓLEO	5	5	4	5	3	4	26	1°	
BORRACHA RESSECADA	3	2	2	3	1	1	12	5°	
CAIXA COM UMIDADE	1	2	2	2	2	1	10	6°	
MAREZIA	2	1	1	1	3	2	10	6°	
AVALIAÇÃO INADEQUADA	1	3	3	2	4	1	14	4°	
CONDIÇÕES DAS INSTALAÇÕES	1	1	2	3	2	3	12	5°	

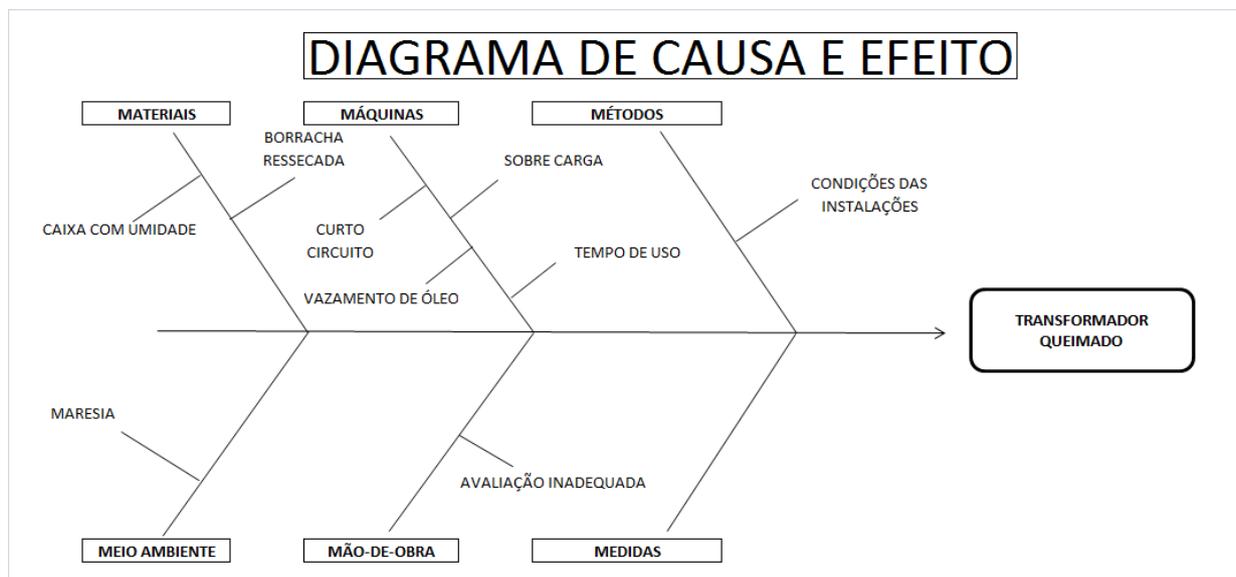
Fonte: Energisa Sergipe (2013)

Através do *Brainstorming* feito na empresa, foi possível a construção do Diagrama de causa e efeito, mostrado na Figura 4. Nesse diagrama observou-se que para haver a queima do transformador, muito provavelmente ocorreu anteriormente ao menos uma das falhas citadas

acima. Após a discussão feita entre os membros da empresa para a construção do Brainstorming, chegou-se a conclusão que essas falhas estão relacionadas a fatores como, materiais, máquinas, métodos, meio ambiente e mão-de-obra, porém nem todas essas falhas são de total responsabilidade da empresa fornecedora de energia elétrica. Um curto-circuito, a umidade de um ninho que se instala na caixa do transformador são exemplos de ações de terceiros que podem causar a queima. Dessa forma, verifica-se que a empresa não poderá ter controle sobre todos os fatores que causam problemas.

Outra causa que é apontada como causadora da queima dos transformadores, é a maresia. Os transformadores elétricos que têm suas localidades próximas ao mar e que sofrem com o efeito da maresia devem sofrer manutenções em maiores quantidade que os outros. Esses transformadores tendem a durar menos tempo em bom funcionamento do que transformadores que não estão expostos à maresia.

Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito ou 6M

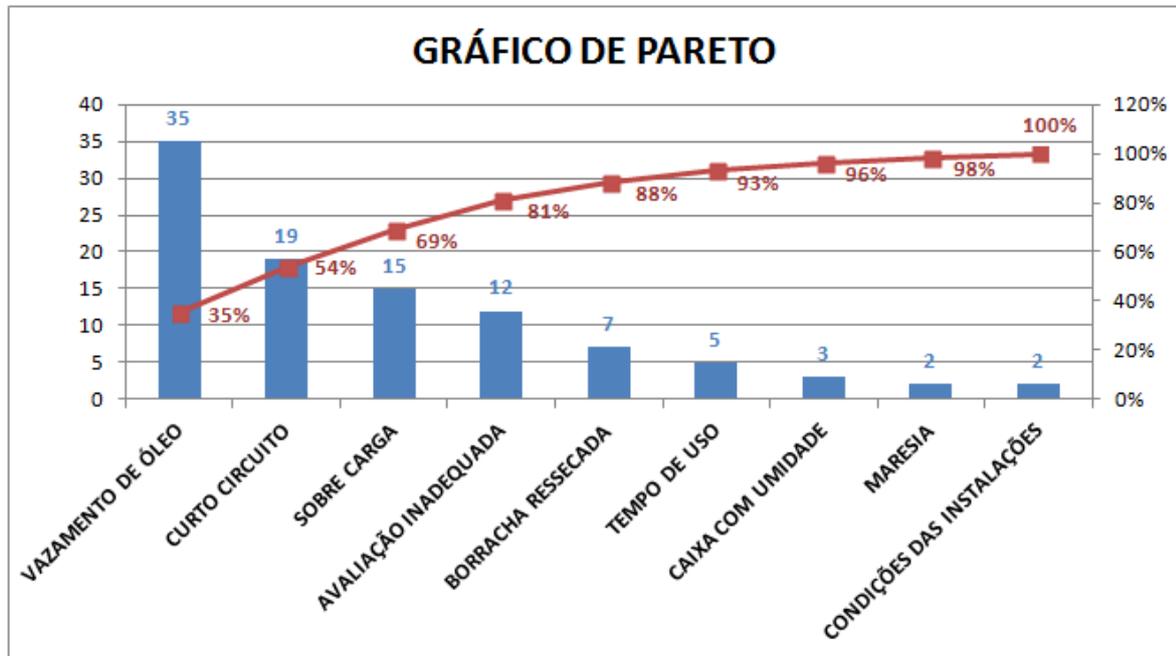


Fonte: Energisa Sergipe (2013)

Através do diagrama de Pareto mostrado na Figura 5, foi possível a identificação das falhas mais recorrentes, e que estão causando em maior quantidade de vezes o problema da queima dos transformadores elétricos. Observamos que o fator causador que gera essa queima com mais frequência é vazamento de óleo. Portanto, como é complicado resolver todos os problemas rapidamente, primeiramente serão feitos estudos para analisar o vazamento de óleo

analisando todos os procedimentos para que consiga acabar com esse problema ou reduzir significativamente estes números.

Figura 5 - Gráfico de Pareto



Fonte: Energisa Sergipe (2013)

A solução mais clara a ser tomada para evitar o vazamento de óleo, é estar sempre fazendo manutenções periódicas e preventivas e caso seja notada algum tipo de anormalidade deverá ser rapidamente sanada pelos técnicos da empresa.

5. Conclusão

A qualidade está presente em todos os serviços e produtos. A partir do seu controle, é possível melhorar a competitividade da empresa e maximizar os seus lucros objetivando sempre uma qualidade Total. Para que isto aconteça, é indispensável o uso de ferramentas, como *Brainstorming*, Fluxograma, Diagrama de Causa e Efeito, entre outras, para gerar um quadro com dados claros que facilitem a análise e o tratamento posterior destes. Neste estudo, elas possibilitaram a identificação dos problemas, os quais causam a queima de transformadores elétricos, a fim de revertê-los em soluções através de novos métodos corretivos elaborados pela empresa. Essas técnicas permitiram o maior controle das causas da queima dos transformadores por parte dos integrantes da empresa, onde constatamos que o maior fator

provocador das queimas foi o vazamento de óleo. Com base nos dados apresentados no estudo, a empresa Energisa Sergipe poderá fazer análises e tomar decisões solucionadoras para o problema da queima dos transformadores elétricos, buscando sempre a qualidade total para a empresa.

Em relação a principal causa encontrada para a queima dos transformadores que é o vazamento de óleo, é importante salientar que eles causam impactos ao meio ambiente e possuem substâncias cancerígenas. Sendo a Energisa Sergipe, uma empresa altamente sustentável, ela deverá tomar atitudes para que se evite ao máximo que existam esses vazamentos, cumprindo assim a sua missão que é de proporcionar aos seus clientes um maior conforto e não afetar o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- KILBOURNE, W. E. Globalization and development: an expanded macromarketing view. *Journal of Macromarketing*, v. 24, n. 2, p. 122-135, 2004.
- LAGROSEN, S. Quality management and environment: exploring the connections. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 24, n. 4, p. 333-346, 2007.
- OLIVEIRA, G. T.; MARTINS, R. A. Efeitos da adoção do modelo do Prêmio Nacional da Qualidade na medição de desempenho: estudos de caso em empresas ganhadoras do prêmio. *Gestão & Produção*, v. 15, n. 2, p. 247-259, 2008.
- TONINI, A. C.; CARVALHO, M. M.; SPINOLA, M. M.; Contribuição dos modelos de qualidade e maturidade na melhoria dos processos de software. *Revista Produção*, v. 18, n. 2, p. 275-286, 2008.
- OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, O. J. Diretrizes gerais para implantação de sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. *Revista Gestão Industrial*, v. 4, n. 3, p. 1-17, 2008.
- ALSALEH, N. A. Application of quality tools by the Saudi food industry. *The TQM Magazine*, v. 19, n. 2, p. 150-161, 2007.
- BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 22, n. 4, p. 376-392, 2005.
- REVISTA BRASILEIRA ENGENHARIA AGRÍCOLA. AMBIENT. vol.16 nº.2 Campina Grande – PB, fevereiro de 2012.
- PROQUIP. Relatório de divulgação - transformadores de distribuição, *Publicação editada pela Eletrobrás*, Rio de Janeiro, 1997.
- HOROWITZ, S. H. AND PHADKE, A.G. *Power System Relaying*, Research Studies Press Ltd., 2nd ed., England, 1995.
- GEORGILAKIS, P. S. Environmental cost of distribution transformer losses. *Applied Energy*, v.88, p.3146-3155, 2011.