

INOVAÇÃO DE PROCESSOS NA MANUTENÇÃO DE MOTORES ELÉTRICOS E A REDUÇÃO DE CUSTOS: UM CASO DA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA DO INTERIOR DE SÃO PAULO

INNOVATION IN THE PROCESSES IN THE MAINTENANCE OF ELECTRIC MOTORS AND THE REDUCTION OF COSTS: A CASE OF SUGAR-ENERGY INDUSTRY THE INTERIOR OF SAO PAULO

¹RODRIGUES, Michele; ²VIDRIK, Valdeir Rejanildo

¹Discente do Curso de Administração de Empresas - Faculdades Integradas de Ourinhos–FIO/FEMM

²Docente do Curso de Administração de Empresas - Faculdades Integradas de Ourinhos–FIO/FEMM

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é demonstrar a importância em inovar no processo da manutenção de motores elétricos de alta potência, utilizando os pilares da manutenção produtiva total, focando na capacitação de mão de obra própria e buscando a redução de custos com mão de obra terceirizada, aplicando para tanto a técnica de manutenção preditiva por *Surge Test*. No início do trabalho encontra-se uma breve introdução do tema abordado buscando um melhor entendimento do estudo. E, em seguida, partindo de estudos bibliográficos apresentará a história da manutenção desde a revolução industrial no século XVII até os dias atuais. Esta pesquisa classifica-se como estudo de caso e, para tal foram adotadas dois tipos de abordagens: Qualitativa usada para verificar as inovações implantadas na manutenção utilizando-se de levantamento bibliográfico e, quantitativa usada a fim de mostrar as reduções de custos com esse tipo de inovação a partir de levantamentos de relatórios do SAP.

Palavras-chave: Manutenção. Inovação. Motores elétricos.

ABSTRACT

The main objective of this work is to demonstrate the importance of innovation in the process of maintaining high-power electric motors using the pillars of the Total Productive Maintenance focusing on training its own workforce and seeking to reduce costs with outsourced labor, using the predictive maintenance technique test arises. At work the beginning is a brief introduction of the topic discussed seeking a better understanding of the study. And then from bibliographic studies will present the history of maintenance since the industrial revolution in the seventeenth century to the present day. This research can be classified as the case study type and such were adopted two types of approaches, and qualitative used to check the innovations implemented in the maintenance using the literature and quantitative used to show cost savings with this type of innovation from SAP reports of surveys.

Keywords: Maintaining. Innovation; Electric motors.

INTRODUÇÃO

1 APRESENTAÇÃO

No começo do século XVII teve início a revolução industrial, período em que ocorreram grandes avanços nos processos tecnológicos e produtivos. A força animal e habilidades humanas passaram a ser desempenhadas por máquinas. Os processos fabris foram alargando-se, cada dia mais máquinas e mais sofisticação foram sendo vistas nos ambientes industriais. Todo esse agigantamento e

sofisticação passaram a exigir planejamento e controles cada vez mais eficientes e rentáveis. A produção em escala passou a exigir a gestão de centavos, segundos, detalhes ínfimos que multiplicados por milhões de peças ou toneladas de produtos fabricados podem ser fundamentais para manter a empresa rentável ou não.

Depois da revolução industrial, mas precisamente a partir da segunda metade do século passado até a presente data, novos saltos tecnológicos foram dados, impactando ainda mais o meio industrial. A inovação passou a ser palavra de ordem. Incluindo-se a essa onda inovadora a manutenção, dado sua importância no processo fabril. Assim, a velha manutenção corretiva, passou a ser substituída, sempre que possível, pela preventiva e posteriormente pela preditiva. Cada empresa, procurando melhorar seus processos de manutenção constantemente, busca adequar em seu cotidiano inovações, soluções que possibilitam maior disponibilidade em máquinas e equipamentos, e como consequência almejam maior qualidade e principalmente menores custos. Nesse afã, as empresas vêm desenvolvendo novas ferramentas com focadas nas avaliações de custos com mão de obra, materiais e equipamentos, o que levou ao presente estudo, tendo como ênfase demonstrar as técnicas utilizadas atualmente por uma grande indústria do setor sucroalcooleiro a fim de reduzir seus custos com manutenção.

A utilização de métodos de manutenção sejam eles preventivos preditivos ou corretivos objetivam principalmente o aumento da produção e um melhor desempenho das máquinas visando o menor custo possível.

O objetivo deste trabalho é apresentar o caso de inovação no processo de manutenção de motores elétricos de alta potência e, redução de custos conseguida a partir de implantação de técnica de manutenção preditiva por *Surge Test*, executada por equipe própria.

Espera-se que a presente pesquisa possa contribuir para àqueles que atuam no setor, pois irá abordar as técnicas atuais utilizadas por uma grande empresa do setor sucroalcooleiro na aplicação de práticas inovadoras para otimização de processos já existentes, justamente um tema que se mostra com poucas pesquisas publicadas especificamente com esta finalidade.

Sabe-se que inovação é atividade de risco nas empresas, embora saiba-se também que sem elas não é possível manter-se competitivamente no mercado. Aumenta-se o risco quando uma inovação é realizada em um processo produtivo que funcionava, ainda que não de maneira plenamente satisfatória e, após uma

inovação inadequada passa a acarretar maiores prejuízos não só pela quebra na produção, mas também pelos custos de reparos para reverter a máquina, equipamento ou processo ao estado anterior à inovação. Como não há receita consagrada para inovar com sucesso, espera-se que esse trabalho possa contribuir ao explicitar um caso real, com ideias, caminhos e até processos que possam coadjuvar para aqueles que atuam na área de manutenção. Além do mais, conforme comenta Vidrik (2003), é o homem da prática o que faz a inovação tecnológica.

Esta pesquisa pode ser classificada com a tipologia estudo de caso. Para tal foram adotadas duas abordagens quanto ao método: a primeira, qualitativa, será utilizada para verificar e descrever as mudanças (ou inovações) implantadas na manutenção empresarial, valendo-se da técnica de levantamento bibliográficos e documentais da empresa. A segunda abordagem foi quantitativa, onde pretende-se mostrar os ganhos (reduções) de custos obtidas com inovações. A técnica utilizada para obtenção de dados foi a documental, realizada através de levantamentos de relatórios do SAP.

2 MANUTENÇÃO

De acordo com a norma da ABNT 5462 (1994) a manutenção de um modo geral tem como objetivo confiabilidade e manutenibilidade. O termo manutenção significa a combinação de ações administrativas, técnicas e de supervisão, que objetivam especificamente manter ou recolocar um item em um estado ao qual consiga desempenhar a função requisitada, ou seja, fazer o que for preciso para assegurar que um equipamento ou máquina opere dentro de condições mínimas de requerimentos e especificações, o maior tempo possível.

O autor Ferreira (2008) complementa que a manutenção tem como objetivo a garantia da disponibilidade dos equipamentos da empresa em consideração aos níveis de segurança, custos e desempenho.

Para Slack (2000) manutenção é a abordagem pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar das suas instalações físicas, bem como também se faz importante nas atividades de produção, especialmente aquelas cujos ativos físicos têm papel fundamental na produção de seus bens e serviços.

2.1 História da manutenção

Segundo o autor Moubray (1997) a história da manutenção pode ser dividida em três períodos, sendo o primeiro antes da segunda guerra mundial; o segundo na década de 1950 e o terceiro na década de 1970, ambos citados abaixo.

O primeiro período foi anterior a segunda Guerra Mundial, e ficou denominada como manutenção da primeira geração onde a disponibilidade dos equipamentos e a preocupação pela prevenção das falhas não era prioridade. Os equipamentos naquela época eram super dimensionados, os projetos eram simples e seu reparo de fácil execução, considerados mais confiáveis. Nesse período a limpeza e a lubrificação eram suficientes, não havendo necessidade de fazê-los de forma sistemática.

O segundo período denominado como manutenção da segunda geração, iniciou-se na década de 1950. A guerra gerou uma crescente demanda por produtos, impulsionando a mecanização das indústrias, com máquinas numerosas e complexas. Nesse período foram criados os primeiros planos de manutenção preventiva e passou a existir a preocupação com os períodos de parada dos equipamentos produtivos. A partir daí o conceito de manutenção preventiva surge, para tanto considerou-se que falhas nos equipamentos podiam e deviam ser previstas, elevando-se os custos de manutenção sendo necessário maior controle.

O terceiro período iniciou-se na década de 1970, quando passou a ser denominada manutenção da terceira geração. Neste período as empresas buscavam novas maneiras de maximizar a vida útil dos equipamentos produtivos, passando a existir a preocupação com alta disponibilidade e confiabilidade, assim definindo a criticidade dos equipamentos para que não ocorresse nenhum dano ao ambiente, ter maior segurança, maior qualidade do produto e custos sob controle. (MOUBRAY, 1997).

2.2 Tipos de manutenção

Segundo a norma NRB 5462 (1994) da ABNT, a manutenção é classificada em corretiva (planejada e não planejada), preventiva e preditiva.

- **Manutenção corretiva:** É efetuada a manutenção após a ocorrência de um problema ou avaria destinada a recolocar um equipamento em condições de executar uma função requisitada. Em resumo, a manutenção corretiva é a atuação

para correção de falha ou do desempenho menor que o esperado e, podendo ser classificada como corretiva não planejada e planejada.

a) Manutenção corretiva não planejada: é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado de imediato, ou seja, após a ocorrência do fato. Com esse tipo de manutenção ocorre o aumento dos custos, pois esse tipo de falha causa perdas de produção e danos aos equipamentos. (ABNT, 1994). Esse tipo de manutenção é conhecida como emergencial e a ação é reativa, ou seja, a reação ocorre posteriormente aos acontecimentos.

b) Manutenção corretiva planejada: é a correção que tem um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer à falha. Como o serviço de manutenção é planejado, os custos tendem a ficar mais baratos, mais seguros e mais rápidos. (ABNT, 1994). A característica principal desse tipo de manutenção é a qualidade das informações fornecidas pelo monitoramento do equipamento. (KARDEC; NASCIF, 2013).

- **Manutenção preventiva:** é a manutenção realizada através de intervalos pré-estabelecidos, ou de acordo com critérios prescritos, com o intuito de diminuir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. Temos como exemplos: *Check list* operacionais, limpeza, planos de lubrificação, planos de manutenção para inspeção de equipamentos, entre outros. (ABNT, 1994). Esse tipo de manutenção é executado com base em planos previamente elaborados baseados em intervalos definidos, como: tempo, quilometragem, quantidade processada, etc.

- **Manutenção preditiva:** é a manutenção que permite monitorar o equipamento e garantir uma qualidade de serviço desejada, utilizando técnicas de análise, por meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva. Temos como exemplos: Termografia, acompanhamento preditivo por meio de coletores de vibração, análise de lubrificantes, *surge test*, entre outros. (ABNT, 1994). De acordo com autores Kardec e Nascif (2013), o objetivo da manutenção preditiva é prevenir falhas nos equipamentos através de acompanhamento de parâmetros, fazendo com que se permita a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível. Esse tipo de manutenção privilegia a disponibilidade a medida que não promove a intervenção antecipada do equipamento, pois o mesmo está sendo monitorado.

A técnica de preditiva conhecida como análise de vibrações é um método para detecção prematura de anomalias de operação em virtude de problemas, tais como folgas, abrasão, ressonância, excentricidade, erosão localizada, desalinhamento, falta de balanceamento, etc. (FEB, 2010).

A técnica de *surge test* é utilizada para testar a isolamento de uma bobina ou enrolamento. Esse tipo de técnica aplica vários pulsos estreitos de alta tensão para estressar todas as espiras das bobinas de todas as fases de um motor elétrico. Se um baixo nível de isolamento for observado, a bobina apresentará uma falha prematura. Sendo assim, o *surge test* é realizado para detectar os estágios iniciais de falhas no isolamento do motor. (WEG, 2014).

3 MPT - MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A MPT vai além do uso de técnicas de manutenção específica e passa a ver a manutenção como algo dependente de todos os envolvidos direta ou indiretamente com um processo produtivo. Assim, a MPT alarga-se para toda a estrutura e, para a gestão da empresa como um todo. A MPT é uma filosofia de manutenção que requer a total participação de toda a força de trabalho. Desenvolvida e implementada no Japão, a MPT incorpora e foca as habilidades de todos os colaboradores na obtenção da efetividade geral dos equipamentos, máquinas, espaços, enfim de toda a estrutura produtiva. Essa efetividade é conseguida eliminando-se desperdícios de tempo e recursos. Tipicamente a MPT é um conceito mais facilmente aplicável a manufatura. A MPT enfatiza todos os aspectos da produção. Katkamwar, Wadatkar e Paropate (2013, p. 1) assim explicam a MPT:

Desenvolvida e introduzida no Japão no início dos anos setenta, a MPT veio em resposta à solução de problemas de manutenção de processos fabris de larga escala. É um trabalho de equipe, baseado nas ferramentas de manutenção preventiva e produtiva, envolve todos os níveis da organização, do chão de fábrica à alta direção. A MPT tem mostrado sucesso no aumento da produtividade e eficiência geral dos equipamentos. (Nossa Tradução)

Do exposto podemos dizer que a manutenção produtiva total tem como objetivo a qualificação profissional e a melhoria dos equipamentos, pois disso depende. Como já mencionado, a MPT deriva da manutenção preventiva e de acordo com os autores Kardec e Nascif (2013) ocorreram às seguintes evoluções:

a) Manutenção preventiva em 1950: era analisada dentro de um conceito de que intervenções adequadas evitariam falhas e com isso apresentariam melhores desempenhos e conseqüentemente maior vida útil às máquinas e equipamentos.

b) Manutenção com introdução de melhorias em 1957: nessa época foram criadas melhorias em equipamentos, com o objetivo de facilitar as intervenções da manutenção preventiva e com isso aumentar a confiabilidade do equipamento.

c) Prevenção de manutenção em 1960: refere-se à eliminação da necessidade de intervenções incorporando ao projeto das máquinas e equipamentos a não-necessidade da manutenção. Como por exemplo, a adoção de articulações com lubrificação permanente em automóveis que antes eram feitas através de pinos no qual injetava graxa nova em intervalos já definidos.

d) TPM em 1970: O mercado fez com que as empresas se tornassem mais competitivas, assim começaram a seguir as seguintes diretrizes: custo, qualidade, velocidade, flexibilidade e inovação. Sendo que a partir disso as empresas foram obrigadas a tomar as seguintes decisões:

Eliminar desperdício, obter melhor desempenho dos equipamentos, reduzir interrupções e paradas de produção por quebras e intervenções, redefinir o perfil do conhecimento e habilidades dos empregados da produção e manutenção; modificar a sistemática de trabalho. (KARDEC; NASCIF, 2013, p. 214).

Segundo os autores Martins e Laugeni (2002), a MPT analisa três princípios fundamentais, sendo eles: Melhoria das pessoas, melhoria nos equipamentos e qualidade total. A melhoria das pessoas está associada à realização de treinamentos para o aumento da capacitação de seus colaboradores. As melhorias dos equipamentos relacionam-se às pequenas ou grandes melhorias em equipamentos que condiz com ganhos em produtividade. Já a qualidade total está associada à implantação de um programa de melhoria de qualidade e da produtividade.

Os autores Kardec e Nascif (2013) relataram que para que os envolvidos em processo produtivo possuam um perfil adequado eles devem ser treinados e capacitados. Sendo assim, foram divididos em operadores, mantenedores engenheiros. Os operadores são os responsáveis por executarem atividades relacionadas à manutenção de maneira espontânea, como por exemplo: Lubrificação e regulagem. Já os mantenedores ficaram responsáveis por

executarem atividades na área mecatrônica e por fim, os engenheiros são responsáveis por executarem planos para que os equipamentos não sofram manutenção.

Para Nakajima (1989), a meta da MPT é aumentar a eficiência do ativo como um todo, buscando sua total potencialidade.

A maximização da eficiência dos equipamentos é alcançada através de atividades quantitativas, aumentando a disponibilidade e melhorando a produtividade, e das atividades qualitativas, através da redução do número de defeitos. A identificação das perdas é o ponto de partida para restabelecer as condições dos equipamentos, garantindo alcançar a eficiência global. (CHIARADIA, 2004, p. 40).

Segundo os autores citados acima, a manutenção produtiva total ajuda as empresas a reduzir as perdas na produção, melhorar a qualidade dos produtos e conseqüentemente reduzir os custos dos processos contínuos. Além disso, busca a melhoria da capacitação de seus colaboradores investindo em treinamentos.

4 INOVAÇÃO

A inovação é considerada uma atividade de risco nas empresas, embora se saiba também que sem elas não é possível manter-se competitiva no mercado. Essa atividade se torna mais arriscada quando uma inovação é feita em um processo produtivo que bem ou mal funcionava, e depois de uma inovação inadequada, pode ser levada a maior prejuízo ainda não só pela quebra na produção, mas também pelos custos de reparos para poder voltar à máquina, equipamento ou processo ao estado anterior à inovação. (VIDRIK, 2003).

Vidrik (2013) descreve que o processo de inovação ocorre com a utilização de estratégias e ações que contribuam para converter as ciências e os conhecimentos em novos produtos ou serviços a fim de serem aceitos no mercado e, conseqüentemente se tornar uma empresa mais competitiva. Inovar não é apenas uma mudança radical, mas também pode ser a melhoria no desenvolvimento do produto ou serviço. As inovações podem ocorrer em serviços, produtos, processos e modelos de negócios, ambos relacionados abaixo.

A) Inovações em produtos e/ou serviços referem-se às alterações sofridas nas características, ou mudanças nas especificações técnicas.

B) Inovações em processos são utilizadas para melhorar o desempenho na produção de algo, assim colaborando na redução de custos finais de produtos e serviços.

C) Inovações no modelo de negócio são aquelas que alteram a maneira que a empresa opera no ambiente, tendo como possibilidades três formas: o aumento no valor da atuação da empresa para o cliente, a mudança na cadeia de suprimentos e mudando ou abrangendo novos clientes-alvo. (VIDRIK, 2013).

5 ESTUDO DE CASO

A empresa “AÇÚCAR S.A.” é a uma usina produtora de açúcar, etanol e energia, situada no interior do estado de São Paulo. A companhia atua em todas as etapas do processo produtivo, desde o cultivo da cana até a distribuição e varejo de combustíveis.

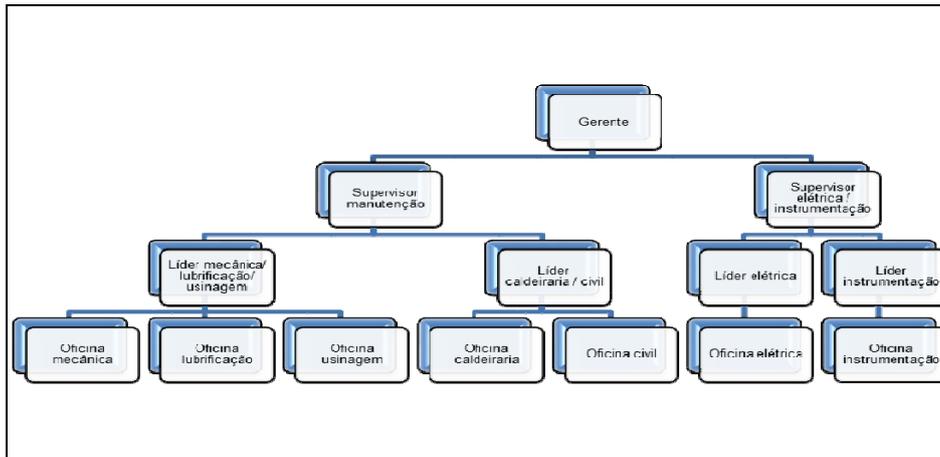
No ano de 2014 as indústrias de cana-de-açúcar tiveram problemas com a seca prolongada que fez com que antecipassem o fim da safra, mesmo com esses problemas climáticos a usina “AÇÚCAR S.A.” conseguiu moer 2.761.514 toneladas de cana, assim produzindo 256.038.580 kg de açúcar ou 5.120.771,6 sacos de 50 kg de açúcar, 59.990.983 litros de etanol e 264.773 megawatt-hora de energia. No Quadro 1, mostra-se o comparativo da empresa nos anos de 2012, 2013 e 2014.

Quadro 1. Dados de produção da empresa “AÇÚCAR S.A.”

Dados de Produção	2012	2013	2014
Cana moída (ton)	2.307.279	2.839.320	2.761.514
Produção açúcar (kg)	197.233.860	254.145.080	256.038.580
Produção etanol (l)	56.478.458	61.296.624	59.990.983
Produção energia (mwh)	163.266	254.793	264.772
Custo de manutenção (R\$)	11.447.636	13.330.695	11.842.281

A companhia possui 60 funcionários que fazem parte da equipe de manutenção, sendo profissionais capacitados e treinados para as devidas funções. A figura 1 abaixo representa a hierarquia da empresa estudada.

Figura 1. Estrutura hierárquica da equipe de manutenção



A empresa tem dois supervisores de manutenção, um responsável pelas oficinas mecânica, caldeiraria, civil, lubrificação e usinagem e, o outro responsável pelas oficinas elétrica e instrumentação.

Além dessas equipes atuantes na manutenção existem as áreas de apoio à manutenção que são os setores de planejamento e controle da manutenção (PCM) e o setor de preditiva, onde juntos monitoram e alertam as oficinas dos problemas existentes na área produtiva.

A empresa encontrava-se com os custos elevados de manutenção por diversas ocorrências de queima de motores no setor de centrifugação de açúcar, que nada mais é que o setor responsável pela qualidade do açúcar consistindo na separação do mel que envolve os cristais de açúcar em massa cozida. Na estrutura física da empresa possuem oito centrifugas de açúcar de modelo TGB 550 e consequentemente oito motores WEG de 110CV. Como esses motores são de grande porte, a cada queima a empresa gastava aproximadamente R\$ 20.000,00 pelo conserto, por esse motivo a empresa implantou a técnica de *surge test* nos motores.

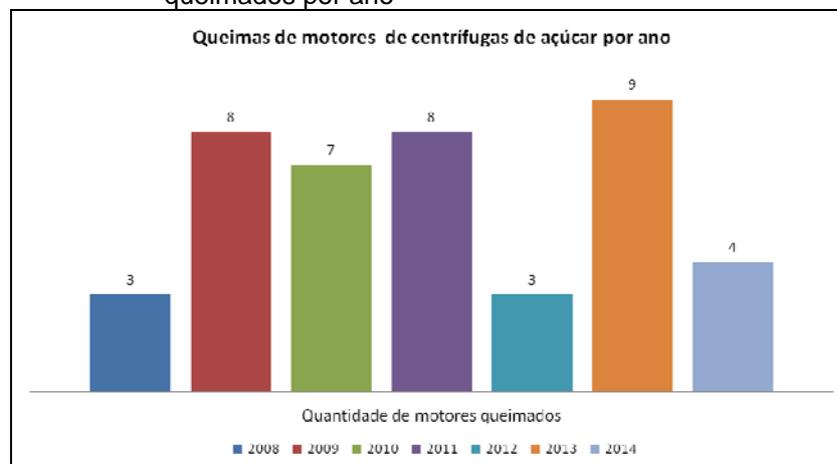
Até o ano de 2011 a empresa não tinha a cultura de utilizar métodos preventivos na manutenção de motores e nem existiam procedimentos de manutenção. Nesse mesmo ano a empresa contratou um supervisor de elétrica com graduação em engenharia elétrica, pois antes desse período existiam apenas um líder e um encarregado de elétrica ambos sem graduação, apenas com formação técnica. O supervisor em questão enviou no período entressafra (dezembro à março) de 2011 os oito motores de 110 CV e 1100 RPM das centrifugas de açúcar para manutenção externa pois nesse mesmo ano ocorreu a queima dos oito motores

existentes durante o período de safra (abril à novembro), foi solicitado a empresa terceirizada realizar a revisão geral na parte elétrica e mecânica dos motores. Como na safra de 2012 ocorreram poucas queimas em comparação com os anos anteriores, o setor responsável pelas compras da empresa tomou a decisão de enviar esses motores para outra empresa terceirizada, buscando um preço menor em comparação à empresa que realizou a manutenção em 2011 porém, na safra de 2013 ocorreram nove queimas de motores, uma a mais que na safra 2011. No ano de 2013 o supervisor deixou empresa e contratou-se novo funcionário em seu lugar também com graduação em engenharia.

O supervisor novo verificou que esses motores eram críticos ao processo e queimavam com frequência, analisou também que as principais causas de queimas eram por curto-circuito em bobinas e entre fases. Na entressafra de 2013 o supervisor decidiu enviar os oito motores a manutenção externa em uma empresa de Londrina-PR para revisão geral e solicitou que fizessem testes de *surge test*. O mesmo aproveitou a oportunidade para enviar um eletricitista já experiente em motores para aprender como era realizada a técnica de *surge test* e implantar na empresa “AÇÚCAR E ÁLCOOL S.A.”.

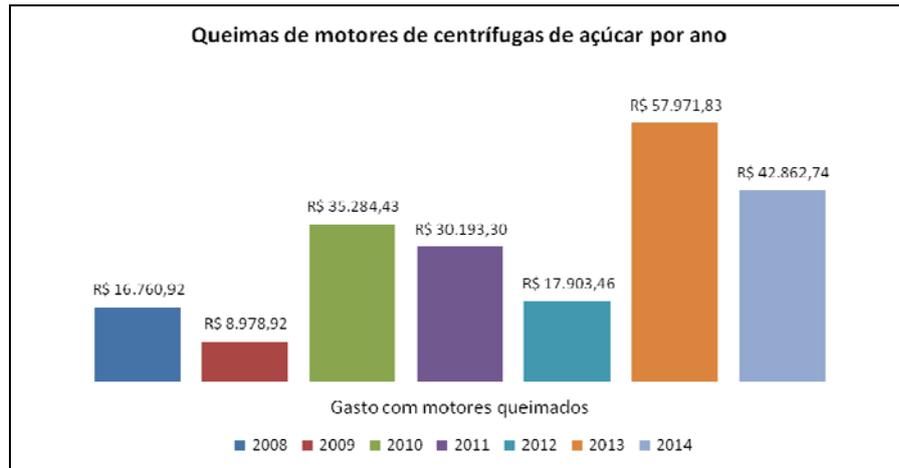
No ano de 2014 ocorreu a queima de quatro motores e o gasto com manutenção externa em motores foi reduzido. A Figura 2 ilustra que após as manutenções preventivas houve uma redução de queimas e, em anos que não foram realizadas corretamente as queimas voltaram a aparecer.

Figura 2. Quantidade de motores de centrifugas de açúcar queimados por ano



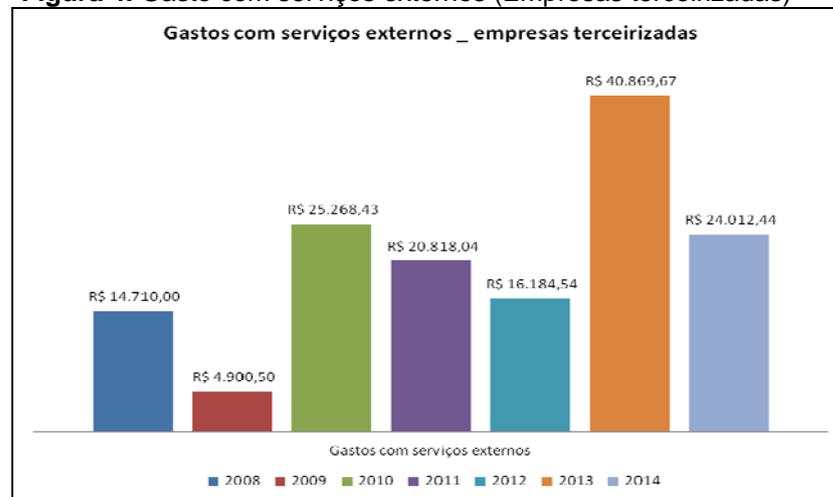
Como mostra a Figura 3, no ano de 2014 a empresa teve uma redução de custo com manutenção em motores de centrifugas de 26% se comparado ao ano de 2013, porém se comparado com 2012 houve um aumento de 58% na manutenção desses motores, esse aumento ocorreu com a utilização de materiais em serviços externos e, que o almoxarifado da empresa não os possuía.

Figura 3. Gasto com motores de centrifugas de açúcar queimados por ano



Uma das metas da empresa é a redução de custos com mão de obra externa e, conseqüentemente com materiais utilizados nesses serviços, por esse motivo seus funcionários estão sendo capacitados para que essa meta possa ser cumprida. Em relação aos motores estudados houve em 2014 uma redução com mão de obra externa de 41%, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4. Gasto com serviços externos (Empresas terceirizadas)



Os autores Martins e Laugeni (2002) mencionam que a melhoria das pessoas está associada à realização de treinamentos para o aumento da capacitação de seus colaboradores.

Para o ano de 2015 a empresa tem como meta zero queima desses motores, pois a manutenção na entressafra 2014 foi realizada pelo eletricista mais experiente em motor que a empresa possui. O mantenedor realizou a técnica de *surge test* nos oito motores e a partir dos resultados mostrados nas medições executou as correções solicitadas de imediato, como a empresa teve problemas por ausência de materiais no ano de 2014, a oficina elétrica informou ao almoxarifado os materiais utilizados nesses motores e, os mesmos já se encontram no estoque do almoxarifado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, a utilização das inovações de procedimentos podem aperfeiçoar os processos de manutenção e conseqüentemente reduzir os custos com a preservação, a partir dos pilares propostos com a manutenção produtiva total a capacitando a sua mão de obra interna.

A utilização da técnica de *surge test* corretamente reduziu a queima de motores elétricos de alta potência usado nas centrifugas de açúcar da empresa “AÇÚCAR E ALCOOL S.A” e com a capacitação dos seus mantenedores para a realização desse tipo de teste reduziu os custos variáveis com mão de obra terceirizada.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

ABRAMAN. (2011). **Técnicas de inspeção e procedimentos de testes**. Disponível em: <http://www.abraman.org.br%2Farquivos%2F42%2F42.pdf&ei=Jvc9Veq7DsOwsASxx4DICw&usg=AFQjCNGXVR8zGjvpbgcJ38f512H5-0aUaA&sig2=F9Fi9mkhAw5_jXDAXIaz_A>. Acesso em: 26 abr. 2015.

CHIARADIA, A. J. P. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos**: um estudo de caso na indústria automobilística. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FEB. (2010). **Vibração e ruído em manutenção preditiva**. Disponível em: <www.feb.unesp.br/jcandido/manutencao/Grupo_12.pdf>. Acesso : 03 maio 2015.

FERREIRA, R. J. P. **Modelagem em manutenção preditiva: um modelo estatístico para diagnóstico e um modelo de decisão multicritério para inspeção**. 2008. 113 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.

KATKAMWAR, S. G.; PAVOPATE, R. V. Study of total productive maintenance & Its implementing approach in spinning industries. **International Journal of Engineering Trends and Technology**, 05 maio 2013, p. A5.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

MOUBRAY, J. **Reliability-Centered maintenance**. 2. ed. Oxford: Second, 1997.

NAKAJIMA, S. **TPM development program: Implementing total productive maintenance, Productivity**. Press. Portland: OR, 1989.

SLACK, N. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VIDRIK, V. R. **Fundamentos da inovação: uma abordagem à pequena e média empresa**. Bauru: Canal6, 2013.

_____. **Invios caminhos: a Cesp e a inovação tecnológica nos anos 90**. 2003. Tese (Doutorado em Ciências) Departamento de História Econômica, Universidade de São Paulo, Bauru.

WEG. (2014). **Manual de instalação, operação e manutenção**. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-gerador-sincrono-linha-s-10040212-manual-portugues-br.pdf>>. Acesso em 26 abr. 2015.