

Práticas de manutenção na gestão de operações: um estudo em empresas de distribuição de gás liquefeito de petróleo

Maintenance Practices in Operations Management: A Study in Liquefied Petroleum Gas Distribution Companies

Marisa Rocha Lopes¹; Wellington Gonçalves²

1 Doutora em Engenharia de Produção. Faculdade Estácio de Sá. Vitória, ES. m.rochalopes@gmail.com

2 Doutor em Engenharia de Produção. Centro Universitário Norte do Espírito Santo - CEUNES. São Mateus, ES. wellington.goncalves@ufes.br

Recebido em: 07/11/2017 - Aprovado em: 29/11/2017 - Disponibilizado em: 20/12/2017

RESUMO: A fartura com que o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é encontrado na natureza, além de suas propriedades caloríficas, fazem-no uma importante fonte de energia, tanto sob o ponto de vista técnico, como econômico para uso domiciliar, comercial e industrial, sendo o consumo mundial de aproximadamente 200 milhões de toneladas anuais. Assim, surge uma preocupação quanto à condição de competitividade das empresas de distribuição quanto aos ganhos de vantagens competitivas para que continuem operando e elevando seu nível de serviço. Com isso, o objetivo deste trabalho foi de investigar empiricamente as práticas de manutenção que são utilizadas em empresas do setor de GLP. Nesse sentido, foi realizado um estudo de caso que apontou possíveis caminhos para melhoria da gestão da manutenção. Pode-se perceber com a análise das informações, que o papel da manutenção não é reconhecido, havendo a necessidade da implementação de técnicas como Manutenção Centrada na Confiabilidade (Reliability Centered Maintenance – RCM) e Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance – TPM).

PALAVRAS-CHAVE: Práticas de manutenção. Gestão de operações. Engenharia da Manutenção.

ABSTRACT: The abundance with the Liquefied Petroleum Gas (LPG) is found in nature, and their calorific properties, make it an important source of energy, both from a technical point of view, as economical for household, commercial and industrial use, with world consumption of 200 million tons per year. Thus, there is a concern about the condition of competitiveness of distribution companies as the competitive advantages gains to continue operating and raising their level of service. Thus, the objective of this work was to investigate empirically the maintenance practices that are used in LPG sector companies. In this sense, we performed a case study that pointed to possible ways to improve the management of maintenance. One can see with the analysis of information, the role of maintenance is not recognized, there is the need to implement techniques such as Reliability Centered Maintenance (RCM) and Total Productive Maintenance (TPM).

KEYWORDS: Maintenance practices. Management operations. Engineering Maintenance.

INTRODUÇÃO

Para Braga e Guerreiro (2007), a fartura com que o Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) é encontrado na natureza, além de suas propriedades caloríficas, fazem-no uma importante fonte de energia, tanto sob o ponto de vista técnico, como econômico para uso domiciliar, comercial e industrial. Nesse sentido, segundo Martins (2016), o GLP tem nas economias emergentes seu maior potencial de consumo, sendo o consumo mundial de aproximadamente 200 milhões de toneladas anuais.

A movimentação do GLP das refinarias para as companhias distribuidoras, de maneira geral, é realizada por meio de tubulações ou caminhões especialmente projetados para este fim, e ainda, dependendo das condições de cada região ou país, e das formas de comercialização, o produto pode ser mobilizado por intermédio de vagões e navios-tanque (RODRIGUE et al., 2013).

No Brasil, a distribuição de GLP é realizada em recipientes transportáveis (botijões), abrangendo 100% do território nacional, com uma taxa de 95% de domicílios abastecidos (ANP, 2014). Por estas razões, o mercado brasileiro de GLP conta com uma rede de distribuidores que atende todo o território nacional, tendo diversos pontos-de-venda espalhados por todo país.

Com isso, a manutenção pode ser apontada como um fator essencial no desempenho das empresas distribuidoras de GLP no Brasil. Com o aumento da produção advindo da Revolução Industrial, o termo manutenção passou a ser enfatizado, como forma de manter os meios de produção com a capacidade operacional para atender a demanda crescente (ABRAMAN, 2007). Entretanto, nos séculos XVIII e XIX a manutenção era tipicamente corretiva, pois ainda lhe faltava o arcabouço de técnicas de diagnóstico e prevenção de falhas.

As organizações inseridas no atual contexto globalizado procuram gerir eficazmente seus recursos em busca de aumentar seu *market share*. Neste contexto, a área de manutenção dos ativos de produção passou a desempenhar um papel estratégico nas empresas industriais, uma vez que com o controle do processo de manutenção pode-se desenvolver diferenciais competitivos de preço, qualidade e tempo - preponderantes no posicionamento estratégico da organização (SANTOS et al.; 2007).

O setor de GLP brasileiro utiliza produtos e serviços de siderúrgicas, indústrias de máquinas e equipamentos, transportadoras, empresas de instalação, empresas de engenharia e diversas outras, o que demanda uma gestão da manutenção direcionada a resultados de curto prazo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi investigar empiricamente quais práticas de manutenção são implementadas em empresas do setor de GLP, por meio de suas unidades no Estado do Espírito Santo, delimitando e sugerindo as práticas mais adequadas. O estudo envolve um caso com 5 distribuidores locais, de um total de 6 distribuidores que comercializam anualmente mais de 140 toneladas de GLP (SINDIGÁS, 2013), o que demanda um planejamento sobre a manutenção voltada para resultados.

REFERENCIAL TEÓRICO

EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE MANUTENÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994) define a manutenção como sendo a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida.

A manutenção em seu processo evolutivo, tem assumido um papel de destaque, não apenas no setor industrial, mas também, nos mais variados tipos de serviços, como transportes, hospitais, centros comerciais, comunicação e bancos (ALVES; FALSARELLA, 2009).

A primeira geração da manutenção trata-se basicamente de uma época (entre 1940 e 1950) em que a manutenção industrial era realizada em ambientes situacionais de tecnologia simples, com pouca redundância, estoques elevados e produtos standardizados (LIU; YU, 2004). Contudo, as expectativas quanto ao desempenho da função eram direcionadas ao reparo após avaria e a estabilidade da capacidade de produção, as políticas e filosofias predominantes eram a manutenção corretiva, as técnicas preponderantes eram baseadas na substituição de itens; reparo de emergência, isolamento da falha, para uma estrutura e organização básica informal e descentralizada (LEE et al., 2013).

A segunda geração da manutenção (1950-1980) atuava junto a uma tecnologia semi-automatizada, que apresentava alguma redundância, porém, com estoques moderados e produtos especializados (HALL, 1994). As expectativas quanto ao desempenho da função eram a maior disponibilidade e produtividade dos ativos físicos, com maior vida útil dos equipamentos e componentes, tendo como princípio os menores custos, a política e filosofia predominante era a manutenção preventiva, as técnicas predominantes empregadas eram a troca sistematizada de componentes, revisões gerais programadas, sistemas de planejamento e

controle, além da informática - *mainframe*, para uma estrutura e organização básica centralizada (MOUBRAY, 1997; IGBA et al., 2013).

A terceira geração da manutenção (1980-2000) era empregada em ambientes situacionais com tecnologia automatizada, com alta redundância, utilização do *just-in-time*, tendo sistemas complexos com altos investimentos de capital e produtos personalizados. As expectativas quanto ao desempenho da função era a maior disponibilidade, confiabilidade dos ativos físicos, vida útil dos equipamentos e segurança operacional, com uma melhor qualidade dos serviços e produtos, além da ausência de danos ao meio ambiente por meio de um melhor custo-benefício dos processos, tendo uma maior produtividade, competitividade e lucratividade (ALVES; FALSARELLA, 2009).

As políticas e filosofias predominantes na terceira geração a manutenção preditiva, Manutenção Centrada na Confiabilidade (*Reliability Centered Maintenance - RCM*) e Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance - TPM*), sendo as técnicas predominantes o monitoramento de condições e parâmetros operacionais de processos, a inclusão da confiabilidade e manutenibilidade nos projetos, análise de riscos, modos de falhas, causas e efeitos, microinformática, versatilidade e *teamwork*, a estrutura e organização básica era híbrida (AHMAD; KAMARUDDIN, 2012).

A quarta geração da manutenção (a partir de 2000) considera como ambientes situacionais a tecnologia avançada, processamento contínuo, sistemas interconectados, investimentos otimizados e os produtos inteligentes (BARROS FILHO, 2003).

As expectativas quanto ao desempenho da função da quarta geração estão relacionadas ao alinhamento com os objetivos estratégicos corporativos, inserção nos sistemas integrados de gestão, respeito aos preceitos da sustentabilidade, engenharia de manutenção e a melhoria da manutenibilidade, as políticas e filosofias predominantes estão sobre a gestão dos ativos físicos, contudo, as técnicas predominantes são baseadas em redes neurais, sistemas especialistas, auto teste e autodiagnóstico, interfaces *wireless* e *bluetooth*, multidisciplinaridade e multiespecialização, tendo como estrutura e organização básica a forma matricial, arranjos em constelação (*clusters*) e redes (FRASER, 2014; SILVA; SEVERINO, 2015).

Para Santos et al. (2007), a evolução da manutenção está ligada à própria evolução humana, principalmente à luta para se criar e conservar objetos que permitam um domínio cada vez maior da natureza. Mesmo com o constante avanço tecnológico, tanto os produtos como os equipamentos de produção têm uma duração limitada, e certamente irão falhar em algum

momento de suas vidas, com esse fato, a importância da manutenção pode ser ressaltada para manter ou recuperar sua funcionalidade, envolvendo atividades ligadas à correção, prevenção ou predição de falhas.

Embora existam na literatura variações na terminologia sobre métodos de manutenção, todas concordam que tais métodos podem ser compreendidos como a maneira pela qual é realizada a intervenção nos equipamentos, nos sistemas ou nas instalações (ZAIONS, 2003). Assim, segundo Van Horenbeek et al. (2013), a classificação mais apropriada para a Manutenção é a de Patton (1995), na qual existem a Manutenção Não-Planejada e a Planejada, nessa visão, as peças são substituídas quando atingem um determinado limiar, ou seja, quando o funcionamento normal do sistema for comprometido (WANG et al., 2012).

A Manutenção Planejada se desdobra em Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção por Melhorias (SOUZA; LIMA, 2003; ZAIONS, 2003; ABNT, 1994). Sendo a prática da manutenção corretiva a mais frequente no setor de GLP.

Para a Manutenção atingir seu objetivo, ou seja, manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar a função requerida, é necessário utilizar uma combinação de ações técnicas e administrativas. Marconi e Lima (2009), consideram a Metodologia 5S, a Manutenção Autônoma (*Autonomous Maintenance* - MA), a RCM e a TPM como sendo as mais utilizadas pelas organizações, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Principais Metodologias de Manutenção.

Metodologia / Técnicas	Características
5S	Apesar de se adequarem a toda a organização, esses processos têm aplicação direta no chão de fábrica e na melhoria das condições de operação e manutenção das máquinas, podendo trazer redução de custos, por meio da diminuição do desperdício e das falhas provocadas por excesso de sujeira.
MA	Pode ser considerada como uma forma de reduzir os custos com pessoal de manutenção e aumentar a vida útil do equipamento, concentrando-se, basicamente, em limpeza, lubrificação, reapertos e inspeção diária.
RCM	RCM ou Manutenção Centrada em Confiabilidade, é uma metodologia que identifica, no contexto de cada operação, quais as ações mais indicadas para a preservação das funções nela existentes.
TPM	Está baseado em alguns pilares, entre os quais estão melhorias específicas, MA, manutenção planejada, manutenção da qualidade e treinamento.

Fonte: Marconi e Lima (2009).

A manutenção das operações deve ultrapassar os avanços tecnológicos, atuando nas empresas junto com os métodos gerenciais, ou seja, estar em sintonia com os objetivos das organizações, assim como, suas ações (DAVIES; GREENOUGH, 2013).

PANORAMA DO SETOR DE GLP (GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO)

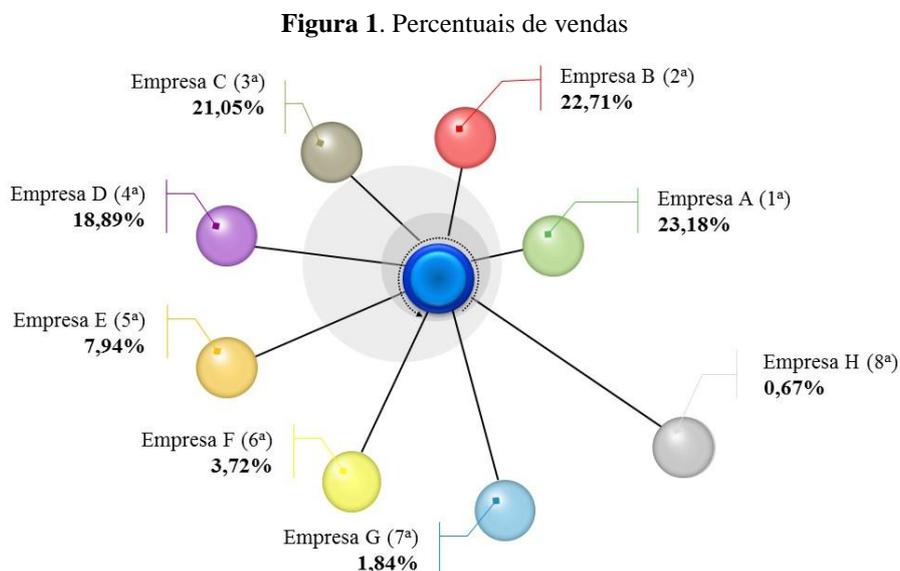
O GLP é uma mistura de hidrocarbonetos líquidos obtidos em processo convencional nas refinarias, quando produzido a partir do petróleo cru (LAGO et al., 2017). De acordo com Panigrahy et al. (2016), também pode ser produzido a partir do gás natural, em unidades de processamento de gás natural, sendo também conhecido por “gás de cozinha”, sua maior aplicação está na produção de alimentos, contudo, pode ser ainda encontrado em aplicações industriais e agrícolas.

Por sua facilidade de armazenamento, transporte, elevada eficiência térmica e limpeza na queima, o GLP é usado em todo o mundo (SINDIGÁS, 2013). No Brasil a utilização do GLP como combustível está ligada à história do dirigível alemão Graff Zeppelin, que transportava passageiros entre a Europa e a América do Sul, durante alguns anos no início do século XX, por sua alta octanagem, o GLP era usado como combustível do motor desses dirigíveis (ALVES; TIERGARTEN, 2008).

De acordo com o SINDIGÁS (2013), o refino do petróleo e o processamento dos derivados, inclusive o GLP, não é monopólio da Petrobrás e, pode ser operado por empresas ou consórcios de empresas que atendam às exigências da Lei, e aos requisitos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP. Dentro desse contexto, os distribuidores que operam no atacado e no varejo, são obrigados por força da legislação, adquirirem toneladas de GLP nas refinarias, e, transportá-las para suas bases por meio de dutos ou caminhões tanques, para em seguida envasarem o produto em botijões ou o disponibilizá-lo a granel (ALMEIDA et al., 2015). Muniz (2014) destaca que por meio desses dois sistemas de atendimento (botijões e granel) os distribuidores de GLP abastecem pequenos, médios e grandes consumidores, com entrega domiciliar, venda nas portarias dos depósitos ou fornecendo o produto para as plantas industriais. Outra prática enfatizada por este autor, está na aquisição de botijões nas empresas distribuidoras e, posterior revenda para os consumidores finais.

O mercado de GLP no Brasil é aberto a toda empresa que tiver condições técnicas e financeiras de atender aos requisitos previstos na legislação e nas portarias e resoluções da ANP que regulam o setor. Mas pelas próprias características da atividade, a distribuição de GLP apresenta um grau relativamente elevado de concentração, não só em nosso país, mas no mundo inteiro, em função dos custos fixos elevados (ALVES et al., 2013).

Cabe ressaltar que as cinco empresas pesquisadas neste trabalho fazem parte dos 8 maiores distribuidores de GLP que atuam no Brasil, ocupando a 3ª, 4ª, 5ª, 6ª e 7ª colocação em volume de vendas anual (Figura 1).



Fonte: SINDIGÁS (2013).

A redução na produção do produto foi contrabalançada pela ampliação das importações, como podem ser verificados na Tabela 2. Contudo, os preços do produto elevaram no distribuidor, e consequentemente para o consumidor final, o que fez crescer a margem de revenda.

Tabela 2. Indicadores da cadeia do GLP.

GLP (10 ³ M ³)	1º trimestre			12 meses findo em março		
	2013	2014	Δ%	2013	2014	Δ%
Produção	1.995,2	1.785,3	-10,5	8.269,4	7.736,3	-6,4
Demanda	3.052,4	3.125,7	2,4	12.876,1	13.349,7	3,7
Importação	833,1	1.028,4	23,4	2.697,3	3.519,8	30,5
Exportação	66,0	3,1	-95,3	88,9	27,2	-69,4

Fonte: EPE (2014).

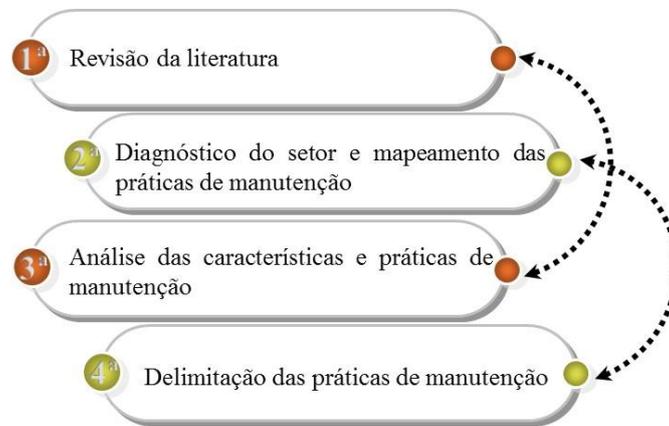
No entanto, o Brasil é deficitário em GLP e permanecerá nesta condição até 2022, afirma Barros (2014). Além disso, os procedimentos de importação exigem navios e tancagens especiais, o que torna a operação mais onerosa para os agentes importadores.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica adotada neste trabalho foi realizada com base em 4 fases (Figura 2), visando auxiliar a investigação empírica de quais práticas de manutenção são implementadas em empresas de GLP. Como unidade de pesquisa foram utilizadas 5 (cinco) empresas do setor de GLP com unidades no Estado do Espírito Santo (ES), representadas por seus gerentes de operações.

Assim, inicialmente foi realizada uma revisão da literatura com o objetivo de levantar preceitos apontados em trabalhos, para formar uma estrutura técnica, que pudesse compor uma entrevista estruturada (primeira fase). Os preceitos levantados foram todos listados para formar o arcabouço inicial do instrumento de coleta de dados.

Figura 2. Síntese do desenvolvimento metodológico



Na sequência, um diagnóstico do setor e mapeamento das práticas de manutenção (JARDINE et al., 2006) - segunda fase - foi iniciado com a estruturação e testagem de um instrumento de coleta de dados (levantamento *survey*), que ocorreu em duas etapas. Nesse sentido, foi adotado neste trabalho a metodologia de levantamento *survey* proposta por Carnevalli et al. (2013), sendo empregadas sete questões nesse levantamento, com as seguintes indicações da *Total Productive Maintenance* (TPM) - 1ª Segurança e proteção ambiental; 2ª Desempenho; 3ª Eficiência otimizada da manutenção (Custo-efetivo); 4ª Vida útil dos equipamentos; 5ª Banco de dados da manutenção; 6ª Motivação por meio do trabalho em equipe e 7ª Interação com o ambiente social (SINGH et al., 2013). A escala utilizada foi a proposta por Likert (1932), no entanto, essa escala foi adaptada para uma proporção com sete pontos (1 - Discordo totalmente; 2 - Discordo parcialmente; 3 - Discordo; 4 - Indiferente; 5 - Concordo; 6 - Concordo parcialmente e 7 - Concordo totalmente).

Após a estruturação do instrumento, houve a apresentação do mesmo, a três gerentes de operações - selecionados aleatoriamente dentre as empresas participantes da investigação, como forma de testagem e verificação da aderência de conteúdo (primeira etapa). Assim, após a obtenção das opiniões desses gerentes o instrumento foi ajustado. A segunda etapa consistiu na aplicação do instrumento ajustado aos 5 gerentes de operações das empresas do setor de GLP presentes no ES.

Em seguida, a partir dos dados do diagnóstico e mapeamento das práticas de manutenção, foi realizada análises das características evidenciadas relacionadas a essas práticas (terceira fase). Na sequência, considerando estas análises foram delimitadas às práticas comumente utilizadas na unidade de pesquisa (quarta fase).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software SPSS (Statistical Package for the Social Science) Statistics Desktop 23.0*, versão *trial*, a fim de servir de subsídio para minimização de erros. Segundo Chandio (2011), a constatação da confiabilidade interna da escala empregada no instrumento de coleta de dados, é uma importante verificação da medição da qualidade desse instrumento, fornecendo condições para identificar inconsistências e, o efeito destas sobre os resultados. Para este autor, o alfa de Cronbach (C_α) permite atestar a qualidade do instrumento de coleta de dados, devendo, no entanto, se observar as seguintes faixas: (i) $C_\alpha > 0,9$ que indica excelente correlação entre os itens; (ii) $0,9 > C_\alpha > 0,8$ como boa correlação; (iii) $0,8 > C_\alpha > 0,7$ como aceitável; (iv) $0,7 > C_\alpha > 0,6$ como questionável; (v) $0,6 > C_\alpha > 0,5$ como baixa correlação e, $0,5 > C_\alpha$ sendo inaceitável. Neste trabalho, a confiabilidade dos dados coletados, foi examinada por meio da análise da consistência das respostas dos entrevistados, sendo estabelecido um valor mínimo aceitável de 0,7 para o C_α .

Resultados

Na amostragem realizada não houve a detecção de *missing values* (dados faltantes), ou de *outliers*, por esse motivo, essa amostragem pode ser considerada válida sob o aspecto do tamanho do tamanho amostral. Da mesma forma, como $C_\alpha > 0,7$ é superior ao mínimo estabelecido, a confiabilidade do instrumento de coleta de dados também é atestada.

As empresas pesquisadas que compõe a unidade de pesquisa, têm como atividade principal o envase e distribuição de GLP para o Estado do Espírito Santo e, seus principais fornecedores

são os polos de suprimento: Lagoa Parda (ES), Refinaria Duque de Caxias (RJ) e Cabiúnas (Macaé - RJ). O transporte do produto até o parque industrial destas empresas é realizado por caminhões tanque, sendo comercializado gás envasado (em botijões de 13, 20 e 45 kg) e, a granel por meio de caminhões próprios.

Segundo os gerentes de operações, o estabelecimento de metas de produção é definido pela matriz de cada organização, cabendo à Gestão da Manutenção adequar a capacidade das máquinas e, suas configurações para atendê-las. De maneira geral, existe um Manual de Manutenção, elaborado pela Equipe de Engenharia de cada matriz, que norteia os procedimentos de manutenção a serem realizados em cada máquina e equipamento. O parque industrial de cada unidade das empresas é similar, havendo variações apenas no volume de produção. As unidades atendem todo o Estado do Espírito Santo, leste de Minas Gerais, e o extremo sul da Bahia.

Usualmente, o sistema gerencial adotado nas empresas pesquisadas, é o de centralização do gerenciamento de operações, mantendo sob um único comando as áreas de manutenção, produção, logística e frota de veículos. Nesse contexto, a Gerência de Operações e Serviços é a responsável pelo planejamento e gestão das supervisões de manutenção, frota, produção, *back office* e logística, se reportando ao Gestor da Unidade, dentre outras atividades como indicadas pela Figura 3.

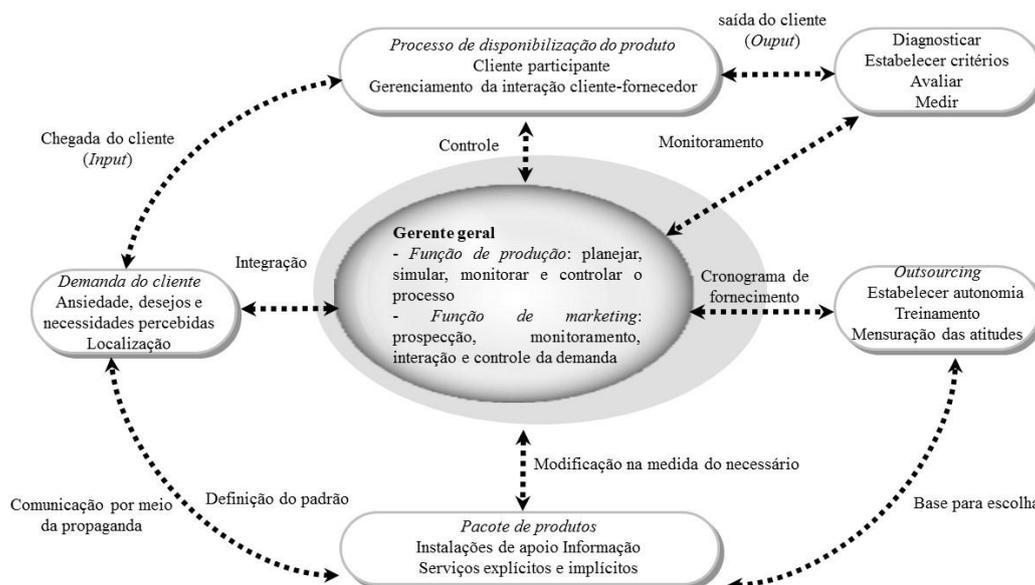


Figura 3. Atribuições da gerência de operações e serviço

Em uma questão consensual, os entrevistados indicaram que os parques industriais estão sendo modernizados com a aquisição de novas máquinas e equipamentos. Sendo destacado que todos possuem a certificação ISO 9001 desde sua versão do ano 2000 (instalação e abastecimento a granel de GLP).

As empresas realizam paradas para manutenção geral, em média, a cada dois meses e, sempre que há necessidade, observando e respeitando o período da produção, ou seja, essas paradas ocorrem após o encerramento do turno de produção, ou durante os finais de semana.

A maior parte da manutenção das máquinas e equipamentos da área de envase (85%) é realizada por meio de *outsourcing*, mediante contratos específicos. As empresas optaram por esta estratégia, tendo em vista as especificidades e, complexidades dos equipamentos utilizados que são em sua maioria importados.

Contudo, também é utilizada a manutenção terceirizada em algumas máquinas das áreas de carregamento e armazenagem, embora a manutenção interna, seja realizada pelas equipes das empresas, com uma frequência mais acentuada. Vale ressaltar que nestas áreas a manutenção é preditiva. Para tanto, se utilizam a técnica de monitoramento de condição e, a comparação do volume de produção atual com dados históricos, com isso, são realizadas análises e medições frequentes.

Ainda há a manutenção corretiva, na qual a própria equipe de manutenção também atua e, em casos mais específicos são contratados fornecedores de serviços ou empresas de manutenção credenciadas. Todas as cinco empresas indicaram utilizar e, se beneficiar da Metodologia 5S, procurando sempre capacitar seus operadores na metodologia de manutenção autônoma, sendo tal atividade realizada por meio dos fornecedores das máquinas e equipamentos. Entretanto, é importante ressaltar que há uma excessiva rotatividade de mão-de-obra.

Neste, segundo relatos dos gestores das empresas analisadas, a principal lacuna encontrada na área operacional é a ausência de qualidade no produto disponibilizado aos clientes finais, tais como, botijões com lacre fora do padrão, pintura inadequada e peso abaixo do exigido, estes itens correspondem a 85% das inconformidades registradas. Contudo, foram ainda assinaladas ocorrências de falhas mecânicas (12%), seguidas de algumas falhas humanas e elétricas em menor quantidade (8%).

Para análise das práticas em manutenção, foram propostas 7 questões relativas a emprego do TPM (1^a Segurança e proteção ambiental; 2^a Desempenho; 3^a Eficiência otimizada da manutenção (Custo-efetivo); 4^a Vida útil dos equipamentos; 5^a Banco de dados da

manutenção; 6ª Motivação por meio do trabalho em equipe e 7ª Interação com o ambiente social), sendo as tabulações e resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Tabulação e resultados do levantamento *survey*

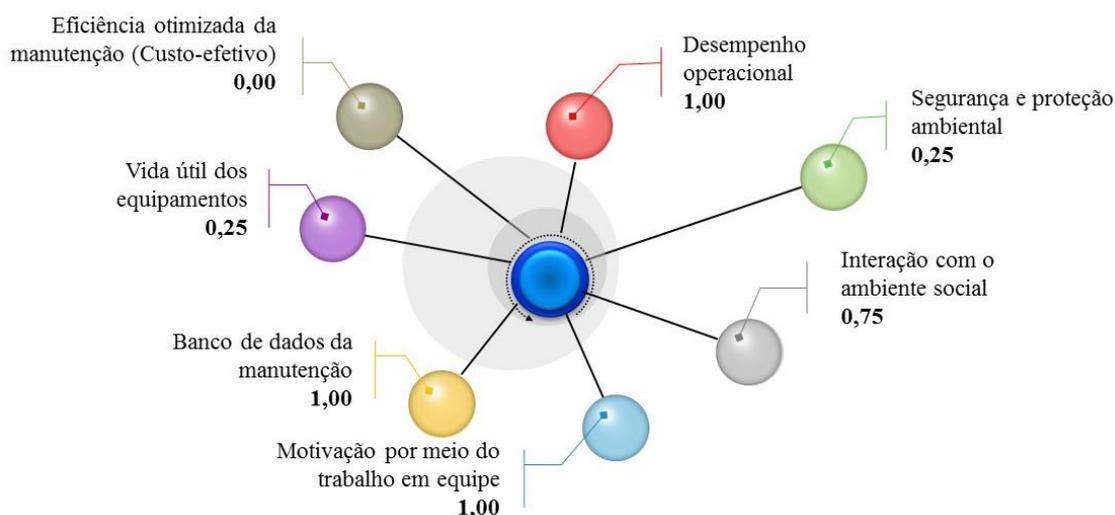
Gestores	Questões							Total (t)	$\sum_{j=1}^k \sigma_j^2$	σ_t^2	$\alpha_{inicial}$
	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª				
A	0,25	1,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,25	1,75	0,66	2,08	0,79
B	1	1,00	0,25	0,25	1,00	0,75	0,50	4,75			
C	0,50	0,75	0,50	0,25	1,00	1,00	0,75	4,75			
D	0,75	0,75	0,50	0,75	1,00	1,00	0,50	5,25			
E	0,75	1,00	0,75	0,50	0,25	1,00	0,75	5,00			
σ_j^2	0,0813	0,0188	0,0813	0,0813	0,1688	0,1875	0,0438				

O C_α inicial obtido para a escala apresentada foi de 0,79 (Tabela 2), a realização da purificação foi realizada em três questões (1ª, 5ª e 6ª), selecionadas pelo critério da maior variância.

A partir desta definição, a 1ª questão foi removida, resultando em um alfa de Cronbach igual a 0,72, na sequência a questão foi reinserida para as demais análises. E, desta forma, ainda foram retiradas e depois reinseridas a 5ª questão, que resultou em um alfa igual a 0,80, e a 6ª questão que apresentou um alfa igual a 0,64, contudo, ao serem removidas as três questões foram obtidos um alfa igual a 0,54, indicando que estes itens possuem relevância quanto ao resultado obtido, e que as respostas são consistentes.

Nesse contexto, ao realizar a análise dos resultados do levantamento *survey*, foi verificado que dentre as sete variáveis pesquisadas, o desempenho operacional, banco de dados da manutenção e, motivação por meio do trabalho em equipe atendem plenamente as expectativas das empresas, existindo planejamentos e ações a curto, médio e longo prazo (Figura 4).

Figura 4. Síntese dos achados no levantamento *survey*



Diante do exposto nesta seção, se torna possível perceber que as empresas pesquisadas não utilizam uma metodologia específica de manutenção, apesar de haverem um manual de operações elaborado por suas matrizes, no qual a manutenção preditiva é uma prática orientada.

Assim, sugere-se que as mesmas utilizem uma metodologia ou prática de manutenção, tendo como objetivo otimizar seus resultados operacionais, e conseqüentemente, elevar suas competitividades. Desta forma, devido as organizações terem iniciado o uso da metodologia 5S, e da MA, e com isso, haver condições de avaliar as decorrências das falhas funcionais do sistema, seguida do exame detalhado da relação entre cada tarefa, e as características de confiabilidade dos modos de falha do equipamento para determinar se a tarefa é essencial do ponto de vista ambiental e segurança, e desejável do ponto de vista do custo benefício.

Além disso, a partir deste cenário, tende haver condições de implementação da RCM, e em uma etapa seguinte, iniciar a implantação da TPM. Contudo, segundo Woodhouse (2001), a RCM apresenta algumas regras para definir qual tipo de manutenção é necessária, com base em mecanismos de falha e conseqüências.

Isso sugere que seja realizado um resumo conciso das perguntas que precisam ser feitas, a fim de auxiliar o levantamento e diagnóstico do tipo de manutenção apropriada em cada caso. No entanto, tendo em vista o levantamento *survey*, análises estatísticas e os cenários levantados, a RCM pode ser indicada como prática de manutenção, devido a sua natureza reativa, preventiva, preditiva e proativa.

Adicionalmente, a metodologia permite indicar as tarefas e ações apropriadas de manutenção, por meio de aspectos que direcionam para os modos de falha identificados, nesse sentido, pode-se resultar em benefícios reais em termos de melhoria da segurança, capacidade operacional necessária e redução do custo do ciclo de vida (Tabela 4).

Tabela 4. Tarefas e ações apropriadas de manutenção de acordo com a RCM.

Aspectos	Descrição
Maior Segurança e Proteção Ambiental	A segurança operacional e a integridade do meio ambiente podem ser apontadas como benefícios obtidos com a metodologia, por meio da identificação dos os possíveis riscos de falha nos equipamentos.
Desempenho Operacional Melhorado	A metodologia permite ganhos em produtividade e qualidade, por meio de uma maior disponibilidade dos equipamentos no sistema produtivo.
Eficiência Maior da Manutenção (Custo-efetivo)	A partir das informações técnicas obtidas, os gestores podem selecionar e adotar as melhores práticas de manutenção adequadas a cada realidade e momento, para garantir que o capital investido tenha o melhor retorno.
Aumento da vida útil	O resultado desta manutenção garante que cada componente do equipamento receba

dos equipamentos	a manutenção necessária para cumprir sua função, e que ele fique por mais tempo disponível no seu contexto operacional, garantindo uma vida mais longa do equipamento.
Banco de Dados de Manutenção Melhorado	Os registros gerados proporcionam a obtenção de um banco de dados para uso tanto pela manutenção, como pela operação, inspeção e projetos, identificação das necessidades de habilidades dos manutentores, proporciona condições de decisão das melhores políticas de estoques de peças sobressalentes a serem utilizadas, além de manter os projetos e manuais atualizados.
Trabalho em Equipe e Motivação	A metodologia promove a integração da equipe de trabalho, por meio dos problemas do dia a dia, em que todos participam da análise e proposição de soluções. Desta forma, ao reunir equipes multifuncionais há maiores possibilidades do aumento do grau de comprometimento de toda a organização.
Social	Os recursos naturais empregados nas atividades industriais tendem a ser utilizados mais otimizadamente, sem desperdício, com isso, prováveis acidentes com agressão ao meio ambiente podem ser evitados e mitigados.

Fonte: Souza e Lima (2003).

Considerações finais

As práticas de manutenção na gestão de operações necessitam estar integradas ao planejamento empresarial, que, por conseguinte deve prever os retornos esperados. Nesse sentido, para obtenção do retorno operacional desejado, os princípios das metodologias utilizadas devem ter o rigor para atingir níveis mais altos de confiabilidade. Apesar disso, foi possível perceber que nas empresas pesquisadas o papel da manutenção para melhoria da confiabilidade da produção é percebido, porém, não colocado em prática como as metodologias exigem.

Dessa forma, argumenta-se que a abordagem estabelecida conseguiu cumprir o objetivo de investigar empiricamente quais práticas de manutenção são implementadas em empresas do setor de GLP, por meio de suas unidades no Estado do Espírito Santo, delimitando-as e sugerindo as práticas mais adequadas.

Assim, como já são utilizadas algumas técnicas das metodologias 5S e MA, sugere-se que seja implementada a RCM, a fim de que as empresas possam ter uma maior eficácia da área de manutenção, e conseqüentemente terem chances de elevar seus ganhos operacionais e, vantagens competitivas em seu mercado. Na sequência, também é possível por meio da visualização gráfica, da evolução da aplicação da RCM, e, por uma análise *in loco*, projetar objetivos coerentes de crescimento, para em seguida ter possíveis condições de iniciar a implementação da TPM.

Dentro desse contexto, a partir das indicações desta seção, se torna possível maximizar a eficiência de equipamentos, ou seja, melhorar a eficiência total por meio de manutenção preventiva adequada, empregando técnicas que permitam conhecer e acompanhar a condição

de disponibilidade do equipamento. Outra importante ação está no desenvolvimento de um sistema de manutenção produtiva para a vida do equipamento, que deve incluir a prevenção na fase de concepção, manutenção preventiva e, melhorias deste sistema na fase de operação do equipamento.

Ao fornecer uma base sólida para pesquisas futuras, este trabalho também aponta lacunas que podem ser exploradas, como a utilização plena da TPM nas investigações; emprego parcial ou total da RCM na elaboração inicial no levantamento *survey*; e o uso da ISO 55000. Associado a essas indicações, é importante realizar averiguações fora do campo de manutenção, e a partir disso, necessária para fazer comparações.

Este trabalho se mostra relevante por fazer uma tentativa de vincular pesquisas acadêmicas com profissionais da área de manutenção. Embora o documento seja crítico com a oscilação acadêmica atual entre a teoria e a prática, diversas sugestões para melhorar as práticas de manutenção na gestão de operações são apresentadas nas considerações finais.

Para finalizar, enquanto a teoria e o diagnóstico são importantes para a compreensão de um problema, a benesse real vem da aptidão de converter o trabalho teórico em soluções práticas expressivas. Por esse motivo, em nome da "relevância", é essencial que os acadêmicos saibam permanecer vigilantes e, focados nas necessidades dos profissionais de mercado, e com isso, possam fornecer condições para que os investimentos realizados sejam maximizados, ajudando a abreviar uma lista infundável de problemas do "mundo real".

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Pesquisa Operacional Logística e Transportes (POLT) da Universidade Federal do Espírito (UFES) / Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) pelo apoio acadêmico e técnico na elaboração e desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

AHMAD, R.; KAMARUDDIN, S. An overview of time-based and condition-based maintenance in industrial application. *Computers & Industrial Engineering*, v. 63, n. 1, p. 135-149, 2012.

ALMEIDA, E. L. F.; OLIVEIRA, P. V.; LOSEKANN, L. Impactos da contenção dos preços de combustíveis no Brasil e opções de mecanismos de precificação. *Revista de Economia Política*, v. 35, n. 3, p. 531-556, 2015.

ANP - Agência Nacional de Petróleo, gás natural e biocombustíveis. *A distribuição de GLP no Brasil*. 2014. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>> Acesso em: 26 mar. 2015.

- ALVES, R.; FALSARELLA, O. M. Modelo conceitual de inteligência organizacional aplicada à função manutenção. *Gestão & Produção*, v. 16, n. 2, p. 313-324, 2009.
- ALVES, C. A.; TIERGARTEN, M. A relação entre varejo e distribuição na cadeia do GLP: analisando as estratégias de cooperação e de alianças. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, v. 7, n. 2, p. 101-109, 2008.
- ALVES, P. R. S.; FIGUEIREDO, F. M. R.; NASCIMENTO JUNIOR, A. N.; PEREZ, L. P. *Preços Administrados: projeção e repasse cambial*. Banco Central do Brasil: Departamento de pesquisa, 2013.
- ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e gestão de ativos. *Trabalho técnico: A cultura da mudança e a mudança de cultura*. 2007. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/105/105.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2015.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 5462-TB116: Confiabilidade e Manutenibilidade*. Rio de Janeiro, 1994. 37 p.
- BARROS, M. M. *Análise da flexibilidade do refino de petróleo para lidar com choques de demanda de gasolina no Brasil*. 2014. 160 f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) - Instituto Luiz Alberto Coimbra de Pós-graduação e pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- BARROS FILHO, A. *Utilização de Ferramentas de Confiabilidade em um Ambiente de Manufatura de Classe Mundial*. 2003. 103 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- BRAGA, D. T.; GUERREIRO, E. M. B. R. A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E SOCIAL: UM OLHAR SOBRE A AMAZÔNIA. *REVISTA IGAPÓ-Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM*, v. 1, p. 54-59, 2007.
- CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C.; SALERNO, M. S. Aplicação da modularidade na indústria automobilística: análise a partir de um levantamento tipo survey. *Production*, v. 23, n. 2, p. 229-344, 2013.
- CHANDIO, F. H. *Studying acceptance of online banking information system: a structural equation model*. 2011. 269 f. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Negócios Brunel, Universidade de Brunel, Londres, Inglaterra.
- DAVIES, C.; GREENOUGH, R. M. *Testing performance measures within maintenance, through case study research into lean thinking activities*. 2013. Disponível em: <<http://www.plant-maintenance.com/articles>>. Acesso em: 24 abr. 2015.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. *Boletim de conjuntura energética*. 2014. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 03 abr. 2015.
- FRASER, K. Facilities management: the strategic selection of a maintenance system. *Journal of Facilities Management*, v. 12, n. 1, p. 18-37, 2014.
- JARDINE, A. K. S.; LIN, D.; BANJEVIC, D. A review on machinery diagnostics and prognostics implementing condition-based maintenance. *Mechanical systems and signal processing*, v. 20, n. 7, p. 1483-1510, 2006.
- SILVA, L. R. T.; SEVERINO, M. R. *Análise do papel estratégico da gestão da manutenção na indústria de mineração*. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2015, Fortaleza. Anais. Fortaleza: ABEPRO, 2015.
- SOUZA, S. S; LIMA, C. R. C. *Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica*. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2003. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0109_1353.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2015.

HALL, D. Introducing second generation management. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, v. 1, n. 1, p. 47-53, 1994.

IGBA, J.; ALEMZADEH, K.; ANYANWU-EBO, I.; GIBBONS, P.; FRIIS, J. A systems approach towards Reliability-Centred Maintenance (RCM) of wind turbines. *Procedia Computer Science*, v. 16, p. 814-823, 2013.

LAGO, R. M.; GOMES, J. P. M.; SANTOS, E. J. M.; COSTA, L. C. M.; CHAVES, L. E. C. Pyrolysis of rubber wastes from the mining industry for the production of fuels: pilot scale studies. *Polímeros*, v. 27, n. SPE, p. 42-47, 2017.

LEE, J. H.; LEE, M. S.; LEE, S. H.; OH, S. G.; KIM, B. H.; NAM, S. H.; JANG, J. S. Development of Computerized Facility Maintenance Management System Based on Reliability Centered Maintenance and Automated Data Gathering. *International Journal of Control and Automation*, v. 6, n. 1, p. 1-12, 2013.

LIKERT, R. *A Technique for the measurement of attitudes*. New York: The Science Press, 1932.

LIU, J.; YU, D. J. Evaluation of plant maintenance based on data envelopment analysis. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 10, n. 3, p. 203-209, 2004.

MARCONI, W. R.; LIMA, C. R. C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. *Revista de Ciência & Tecnologia*. v. 11, n. 22, p. 35-42, 2009.

MARTINS, J. P. *Panorama do gás natural e sua logística*. 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-RJ, Rio de Janeiro, Brasil.

MOUBRAY, J. *Reliability-centred maintenance*. 2nd ed. New York: Elsevier - Industrial Press Inc, 1997.

MUNIZ, L. F. O. *Estratégia de operações: estudos de caso em revendas de gás LP em cidades do nordeste do Brasil*. 2014. 155f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, Brasil.

PANIGRAHY, S.; MISHRA, N. K.; MISHRA, S. C.; MUTHUKUMAR, P. Numerical and experimental analyses of LPG (liquefied petroleum gas) combustion in a domestic cooking stove with a porous radiant burner. *Energy*, v. 95, p. 404-414, 2016.

PATTON, J. D. *Preventive Maintenance*. New York. Instrument Society of America, 1995.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. *The geography of transport systems*. 3rd ed. New York: Routledge, 2013.

SANTOS, W. B.; MOTTA, S. B.; COLOSIMO, E. A. Tempo ótimo entre manutenções preventivas para sistemas sujeitos a mais de um tipo de evento aleatório. *Gestão & Produção*, v. 14, n. 1, p. 193-202, 2007.

SINDIGÁS - Sindicato Nacional das empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito de Petróleo. *Vendas de Gás LP – ANP – P13 e Outros*. 2013. Disponível em: <<http://www.sindigas.com.br/Estatistica/Default.aspx?cat=8&itemCount=9>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

SINGH, R.; GOHIL, A. M.; SHAH, D. B.; DESAI, S. Total productive maintenance (TPM) implementation in a machine shop: A case study. *Procedia Engineering*, v. 51, p. 592-599, 2013.

SOUZA, S. S; LIMA, C. R. C. *Manutenção centrada em confiabilidade como ferramenta estratégica*. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0109_1353.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2015.

VAN HORENBEEK, A.; BURÉ, J.; CATTRYSSE, D.; PINTELON, L.; VANSTEENWEGEN, P. Joint maintenance and inventory optimization systems: A review. *International Journal of Production Economics*, v. 143, n. 2, p. 499-508, 2013.

WANG, Y.; CHENG, G.; HU, H.; WU, W. Development of a risk-based maintenance strategy using FMEA for a continuous catalytic reforming plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 25, n. 6, p. 958-965, 2012.

WOODHOUSE, J. *Combining the best bits of RCM, RBI, TPM, TQM, Six-Sigma and other 'solutions'*. 2001. Disponível em: <<http://www.plant-maintenance.com/articles>>. Acesso em: 03 mar. 2015.

ZAIONS, D. R. *Consolidação da Metodologia de Manutenção Centrada em Confiabilidade em Uma Planta de Celulose e Papel*. 2003. 219f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS, Porto Alegre, Brasil.