Estudo de Implantação do Método de Manutenção Centrada em Confiabilidade em Puncionadeira



Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR

ISSN: 2316-2317

Fabio Daniel Lopes [1]; Gaspar Collét Pereira [2]; José Oneris Dissenha [3];
Luis Rodrigo Machado [4]; Willian Rosa da Silva [5];

[1] Faculdade Educacional Araucária – Engenheiro de Produção
[2] Universidade Federal de Santa Catarina – Doutorado em Engenharia de Produção
[3] Organização Paranaense de Ensino Técnico – Especialista em MBA Executivo em Gestão
[4] Faculdade Educacional Araucária – Engenheiro de Produção
[5] Faculdade Educacional Araucária – Engenheiro de Produção

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a implantação do método de manutenção centrada em confiabilidade em um equipamento de corte de chapas de aço por puncionamento e guilhotina. Esse método foi proposto devido ao seu foco em confiabilidade, pois estudos realizados no ativo indicavam deficiência nesse índice, em um equipamento que se julga de vital importância para o processo de corte, por deter 16,67% da produção total do setor. Com o método proposto, focando os reparos e com um controle de falhas, essa confiabilidade tende a aumentar e garantir um melhor aproveitamento do equipamento. Em se tratando da proposta, a mesma buscou os conceitos para fundamentação sobre o método entre renomados autores do assunto e em suas literaturas, como John Moubray, Alan Kardec, Iony Patriota de Siqueira, João Lafraia, entre outros. Após estudos e análises consideradas foi observado que, com um baixo custo e treinamentos focados no RCM/MCC, este método pode trazer um aumento considerável na confiabilidade da máquina e sua metodologia pode ser aplicada para os demais ativos, além de uma base para pesquisas e estudos futuros.

Palavras chave: Manutenção, Confiabilidade, RCM

ABSTRACT

This work presents a study about the implantation of the reliability centered maintenance method in a steel-cutting machine, through punching and guillotine. This method was proposed due to its focus on reliability, after carried out studies that revealed a deficiency in this index, where the equipment has a vital importance to the cutting process, because it is responsible for 16,67% of the department production. The reliability tends to increase and guarantee a better use with the proposed method, focusing on the repairs and in a fault control system. The concepts to the work were taken from qualified authors and their literatures, including John Moubray, Alan Kardec, Iony Patriota de Siqueira, João Lafraia, among others. With the help of studies and analysis, it was observed that, at a low cost and with focused training on RCM/MCC, the method can bring a significant increase in reliability and its methodology allows an easy expansion to other assets, besides serving as a basis for future studies and researches.

Key Words: Maintenance, Reliability, RCM

1. INTRODUÇÃO

No ambiente de manutenção sabe-se que o funcionamento correto e ininterrupto da máquina é fundamental para o bom desempenho da produção da empresa, mas para que essa máquina ou equipamento produza de forma adequada, é necessário investir tempo e dinheiro em manutenções, onde o grande problema é saber qual a melhor maneira de intervir na máquina e quanto investir para manter sua confiabilidade.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da ABNT NBR 5462 (1994), o termo manutenção pode ser definido como 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".

Na prática, é comum se fazer certa confusão entre confiabilidade e disponibilidade. Confiabilidade é conceituada por Kardec e Lafraia (2002) como sendo a "confiança" de que um item desempenhe sua função básica durante um período de tempo pré-estabelecido, sob condições padronizadas de operação. Já disponibilidade, de acordo com Santos (2008), é "o percentual de tempo que um equipamento ou instalação ficou à disposição para o desempenho de sua função nominal", ou seja, é o tempo que o equipamento funcionou em sua plenitude, desconsiderando os períodos em que ficou parado em manutenção devido a uma falha (ABNT NBR 5462) evento que provoca o término da capacidade de um objeto realizar sua função, ou por qualquer outro motivo.

O estudo foi realizado numa empresa, localizada na Cidade Industrial de Curitiba, atuante no ramo de refrigeração comercial, fabricando expositores refrigerados, câmaras frigoríficas e sistemas de geração de frio alimentar. O tema deste trabalho é delimitado em estudar a implantação do método de Manutenção Centrada em Confiabilidade (*Reliability Centered Maintenance* - RCM, em inglês), em uma linha de puncionamento situada no setor de estamparia da empresa.

Foi verificada a necessidade do estudo após a aplicação de um novo planejamento de manutenção, o qual possibilitou a melhoria de vários indicadores de desempenho referentes ao ativo, porém, o índice de confiabilidade não era satisfatório. Pelo contrário, sofreu um pequeno decréscimo em seu resultado, mostrando a necessidade de um estudo para melhoria do mesmo.

Assim, tem-se o objetivo geral do trabalho, que se trata da proposição de um método que auxilie no aumento da confiabilidade. Através de pesquisas, pôde-se conhecer o método RCM, que era indicado por alguns autores como um dos melhores

métodos a fim de atingir tal objetivo. Também podem ser apresentados os objetivos específicos, que podem ser considerados pequenos passos que nos levarão a atingir o objetivo principal. O primeiro passo é levantar informações referentes ao equipamento junto ao setor de estamparia e de manutenção da empresa, também considerando informações relacionadas a custos e investimentos referentes ao equipamento. Em seguida, as informações obtidas podem ser representadas através de indicadores de desempenho, permitindo uma comparação de resultados de períodos anteriores, comparados com os períodos após a aplicação do novo plano de manutenção e após a aplicação do novo planejamento, também auxiliando a avaliar se os mesmos são satisfatórios ou necessitam de melhoria, como, no caso deste trabalho, é necessário com o índice de confiabilidade. O próximo passo trata-se da elaboração de uma análise de modo e efeito de falhas, popularmente conhecida como FMEA ou FMECA – FMEA destinado a confiabilidade, para se ter conhecimento a respeito das falhas que podem ser apresentadas pelo ativo. Continuando o processo, realiza-se o estudo sobre a implantação do método proposto, conhecendo sua metodologia, analisando custo-benefício. Por fim, faz-se necessário avaliar os resultados obtidos através do estudo, para verificar se os mesmos são resultados que podem ser satisfatórios para a empresa.

2. DESENVOLVIMENTO

A máquina na qual foi realizado o estudo é um linha de puncionamento S4 da marca Salvagnini (FIGURA 1). Esta é chamada de linha porque é composta por 3 máquinas, uma chamada de MD1 que tem a função armazenar chapas de aço, com 9 andares de armazenagem e capacidade de 3mil kg de chapas por andar, S4 que é uma puncionadeira, tem a função de cortar e puncionar as chapas e pôr fim a mesa do IA que tem a função de empilhar e descarregar as chapas conforme programação.



FIGURA 1: LINHA DE PUNCIONAMENTO S4
FONTE: SALVAGNINIGROUP.COM (2013)

Essa máquina possui em suas vantagens, a segurança, por ser toda enclausurada e ter um sistema de fechaduras magnéticas, impedindo o acesso as partes cortantes, além de uma alta performance, uma ótima qualidade no corte, por ter ferramentas de precisão, alta tecnologia, e um baixo custo em mão de obra, sendo que um operador opera toda a linha. Apesar das vantagens este também apresenta desvantagens, das quais pode-se citar complexidade da linha, devido ao grande número de recursos que o equipamento possui o que dificulta a sua operação, a mão de obra escassa, uma vez que não há profissionais capacitados a operar o equipamento disponíveis no mercado, a substituição de complexa do processo, um alto custo de manutenção, devido a ser um equipamento importado e pela dificuldade de encontrar peças de reposição no mercado nacional, muitas vezes tendo de importá-las.

Para superar as desvantagens foi então realizados algumas melhorias, das quais a criação do PCM (planejamento e controle da manutenção), a aquisição de um software, para gerenciamento e gestão da manutenção, além da implementação de planos de manutenção, manutenção autônoma, investimentos em treinamentos além dos adquiridos com o equipamento.

Para se comparar os resultados foram então analisados indicadores dos períodos de um ano antes das melhorias (apenas manutenções corretiva) e após as realização das melhorias.

Primeiramente fazendo uma comparação do orçamento, observou-se que houve uma considerável redução nos gastos dos ativos, como pode ser apresentado na equação 1, a seguir:

$$\frac{Gastos\ totais\ de\ manutenção}{budget\ anual} x\ 100 \quad (1)$$

Antes das melhorias:

$$\frac{222.474{,}15}{1.200.000} x\ 100 = \ 18{,}53\ \% \quad (1)$$

Após as melhorias:

$$\frac{125.335{,}72}{1.200.000} x\ 100 = \ 10{,}44\ \% \quad (1)$$

Este mostra que no período anterior a máquina consumia sozinha mais que 18% dos custos de manutenção e após as melhorias este índice reduziu para 10,4 % contribuindo com 8 pontos percentuais.

Através da equação 2, e análise do indicador de disponibilidade, observou-se no período anterior as melhorias um disponibilidade média de 93,14%, já para o período após as melhorias uma disponibilidade média de 95,83%. Como acompanhado em sua variação no gráfico 1.

$$DISPONIBILIDADE = \frac{PERIODO\ TOTAL - TEMPO\ DE\ MAQ.\ PARADA}{HORAS\ TOTAIS\ DO\ PERIODO}\ x\ 100 \qquad (2)$$

Assim analisando:

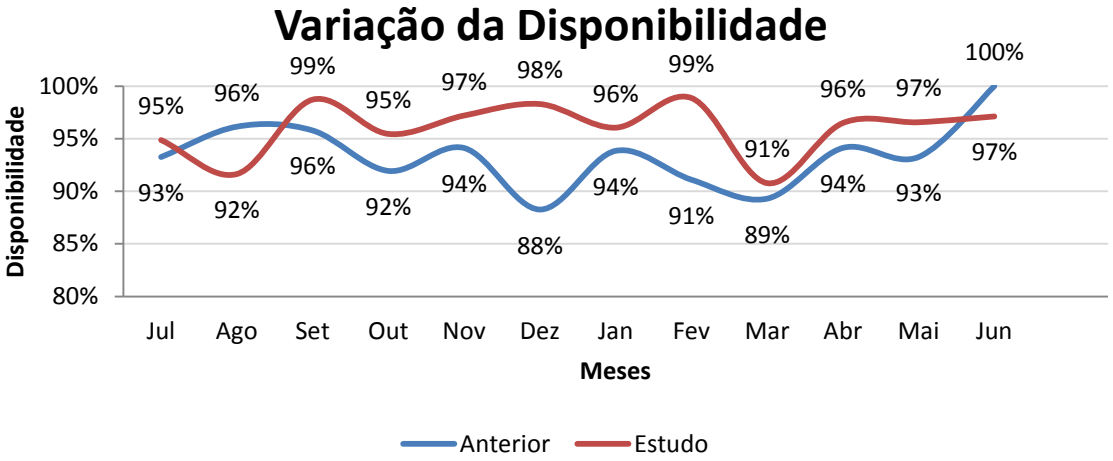

GRÁFICO 1: INDICADOR DE DISPONIBILIDADE
FONTE: OS AUTORES (2013)

Outro indicador é o Tempo Médio entre Falhas (gráfico 2).

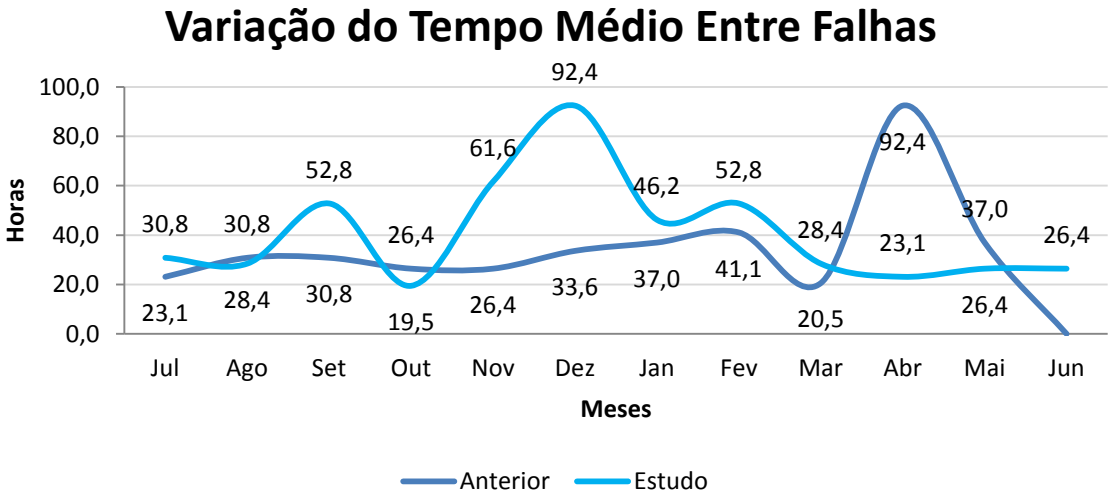

GRÁFICO 2: TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS
FONTE: OS AUTORES (2013)

Este indicador mostra de quantas em quantas horas se tem uma parada de manutenção de ordem corretiva, o ideal é que este valor seja o maior possível e podemos verificar que foi aumentado de 40 para 42 horas de tempo médio entre as falhas.

Além do tempo médio entre falhas, foi analisado o tempo médio para reparo (gráfico 3). Este indicador representa o tempo que o manutentor demora para resolver uma falha corretiva. Antes das melhorias se tinha um tempo médio de 2,24 horas e no período de estudo esse número caiu para 1,33 horas.

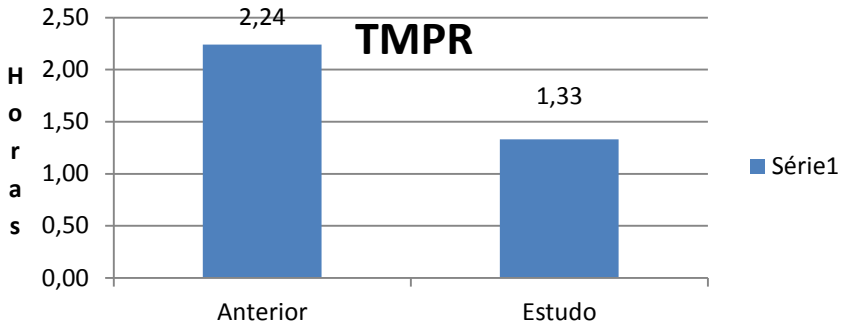

GRÁFICO 3: TEMPO MÉDIO PARA REPARO
FONTE: OS AUTORES (2013)

Através do cálculo de Custo por Valor de Reposição, pode-se reparar uma redução considerável, como expressado matematicamente pela equação 3:

$$CMVR/INV = \frac{Gastos\ totais\ de\ manutenção}{Custo\ de\ máquina\ nova} x\ 100 \quad (3)$$

Que no período anterior era de:

$$\frac{CMVR}{INV} = \frac{222{,}47}{3725{,}22} x\ 100 = 5{,}97\% \quad (3)$$

Já após as melhorias:

$$\frac{CMVR}{INV} = \frac{125{,}34}{3725{,}22} x\ 100 = 3{,}36\% \quad (3)$$

O Custo médio de valor de reposição mostra em percentual quanto gastou de manutenção em 1 ano em relação ao preço uma máquina nova, a ABRAMAN indica que este percentual deve ser abaixo e 6 %, onde pode-se observar que o equipamento estava no limite com 5,9% e conseguiu-se reduzir esse percentual quase pela metade ficando em 3,3%.

Outro índice importante se ter conhecimento é o índice de manutenção corretiva, que conforme gráfico 4, pode ser melhor analisado.

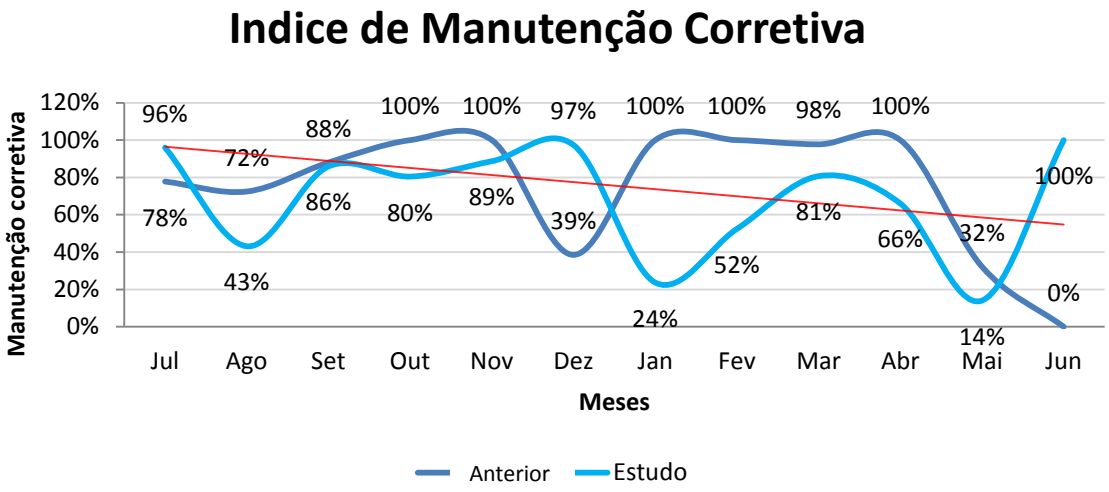

GRÁFICO 4: ÍNDICE DE MANUTENÇÃO CORRETIVA
FONTE: OS AUTORES (2013)

Este índice mostra que no período anterior de cada 100 das ordens de serviço 81 foram de ordem corretiva, e no período de estudo este número caiu para 76, ainda alto mas com tendência de queda. E comparado ao índice de manutenção preventiva (gráfico 5), observa-se que:

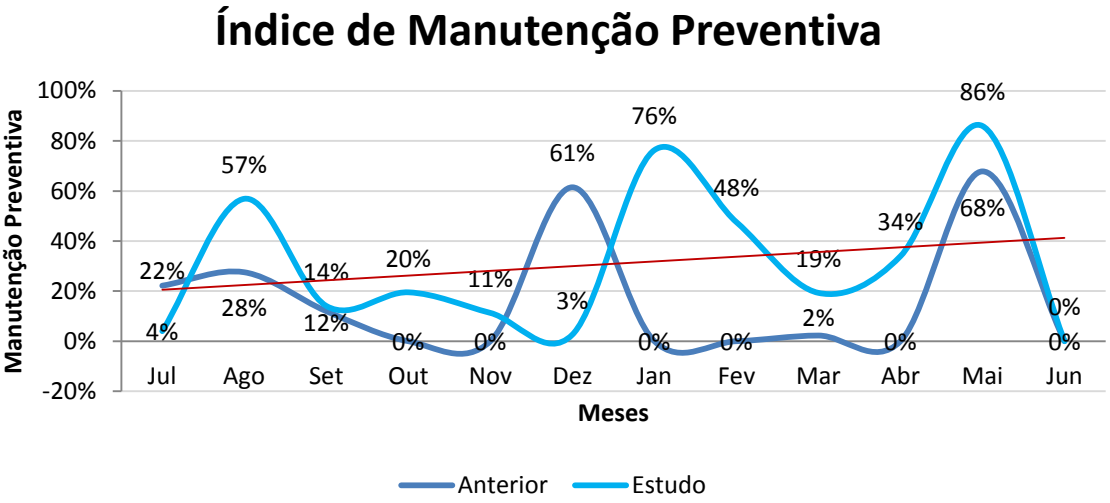

GRÁFICO 5: ÍNDICE DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA
FONTE: OS AUTORES (2013)

O índice de preventiva mostra o quanto das manutenções foram de ordens preventivas, onde no período anterior apenas 18,9% eram preventivas e no período de estudo esse número subiu para quase 24%. Assim como o gráfico 4, este também

apresenta um linha de tendência, e consequentemente positiva, inversa a do índice de manutenção corretiva.

Apesar de conhecer os resultados obtidos com as melhorias, através cálculo da confiabilidade (equação 4), observou-se que o mesmo não era satisfatório e precisava ser melhorado. Como comparado seguindo a tabela 1.

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (4)$$

TABELA 1: COMPARAÇÃO ENTRE CONFIABILIDADE ENTRE OS PERIOSO ESTUDADOS

	Situação Anterior ao estudo	**Situação no período de estudo**
OS efetuadas	130	133
Confiabilidade	69,00%	68,41%
Aumento	Base	-0,59%

FONTE: COMPILADO PELOS AUTORES (2013)

Na comparação dos índices de confiabilidade dos períodos de estudo das melhorias, com o período anterior as melhorias, é possível observar uma queda na confiabilidade do equipamento. Com essa avaliação foi então identificado a necessidade de aumentar a confiabilidade do ativo, que após tomar-se conhecimento destes índices, iniciou-se a busca de como satisfazer, e melhorar esse déficit, que por meios de estudo foi então identificado o RCM, onde das metodologias estudadas, trouxe uma melhor prospecção, por ser uma ferramenta que está sendo muito utilizada na atualidade dentro da área de manutenção e também por estar entre as melhores práticas da manutenção, além de ter um ótimo histórico nas empresas já implantadas, unindo baixo custo e o aumento da confiabilidade e disponibilidade.

Para a implantação deste método é vital que se conheça a sua estrutura de implantação, que segundo Kardec e Nascif (2013), que poderá ser respondida as 7 perguntas de Moubray, seguindo o que Kardec e Nascif (2013), definem como os 7 Passos vistos na (Figura 2), a seguir.

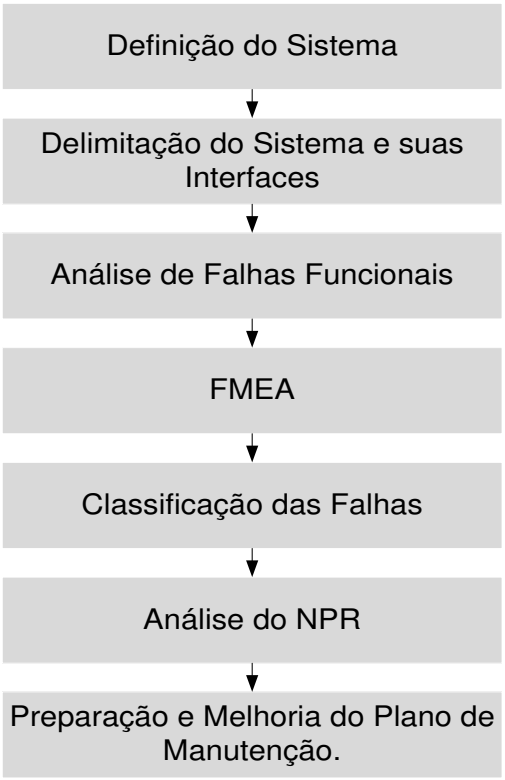

FIGURA 2: FLUXOGRAMA – IMPLANTAÇÃO DO RCM
FONTE: COMPILADO PELOS AUTORES (2013)

Num primeiro passo deve-se fazer a definição do sistema, que nada mais é do que identificar o equipamento onde será implantado o RCM, neste caso, a linha da puncionadeira S4, identificado através do estudo dos índices. Após definido o ativo, faz-se a delimitação do sistema, neste estudo, os três conjuntos já citados MD1, S4, IA, tendo assim a sua delimitação, faz-se a descrição de sua composição estrutural e suas funcionalidades especificas e diretas.

Sabendo-se do segundo passo, ou seja, do que compõe o conjunto e suas funções, é necessário no terceiro passo fazer a análise de quais são as possíveis falhas de suas funções e descrevê-las, para posteriormente elaboração do FMEA. Já no quarto passo, no FMEA, deve-se fazer a compilação dos dados coletados e avaliados, e de onde serão extraídos o melhor dos planos de manutenção.

No quinto passo faz-se então a classificação de toda falha identificada, com relação a sua Ocorrência, seu grau de severidade e o seu nível de detecção. Que são avaliados numa escala de 1 a 10, sendo o nº10 o maior valor indicativo.

O sexto passo é a criação do número de prioridade e risco (NPR), que nada mais é do que o produto da multiplicação destas classificações, que darão origem ao chamado **NPR,** e posteriormente o plano de manutenção, que como sétimo passo o plano de manutenção é a avaliação do NPR dos componentes, onde dos maiores índices

são tomados medidas de preventivas, e criados uma rotina de inspeção conforme sua necessidade.

A título do estudo, e sabendo do interesse de redução de 25% nas intervenções realizadas, preparou-se uma comparação entre os melhores índices já alcançados (Tabela 2), que no caso é a situação anterior as melhorias com 69%, e a situação proposta que apresenta um índice de confiabilidade de aproximadamente 75%, ou seja um aumento de quase 9%, além de beneficiar com a criação de três novos indicadores, somando com os outros já conhecidos no estudo.

TABELA 2: COMPARATIVO ENTRE SITUAÇÃO ANTERIOR E PROPOSTA

	Situação Anterior ao Estudo	**Situação Proposta**
Ordens de Serviço	130	100
Confiabilidade	69,00%	75,17
Aumento	Base	8,94%

FONTE: COMPILADO PELOS AUTORES (2013)

Com essas informações em constante rotina, os 3 novos indicadores, podem então surgir para melhorar a avaliação e constatação de ativos que necessitem de uma ação de correção da confiabilidade. Sendo eles os indicadores de: Ordens de Serviços Efetuadas, Taxa de Falhas, Índice de Confiabilidade.

A possibilidade de não se investir na implantação da proposta foi também avaliada, sabendo que há a incerteza do funcionamento do ativo, podendo manter os mesmos números de paradas não programadas, seguir com uma confiabilidade baixa, além de continuar a investir sem se ter uma visão mais focada. Que pode trazer custo sem garantias de retorno.

Das vantagens oferecidas pela proposta, podemos ressaltar, o trabalho em equipe, que o método traz implícito na metodologia da equipe multidisciplinar, uma melhora dos principais indicadores, um melhor controle sobre a vida útil, maior segurança para o equipamento, mais conhecimento a equipe, fazendo assim uma melhor avaliação de falhas, reduzindo o TMPR(Tempo Médio para Reparo), e aumentando o TMEF (Tempo Médio entre Falhas).

Dos desafios temos como pontos fortes a quebra de paradigmas e conflitos, dedicação de tempo para execução das análises, por meio da equipe, e investimento em treinamentos, para constantes aprendizados.

Dentre os custos referentes à implantação do método, pode-se considerar que a empresa já possuí, alocada em seu quadro de funcionários, profissionais capazes de integrar uma equipe multidisciplinar, a fim de realizar sua aplicação. Para uma melhor eficiência, são necessários investimentos em treinamentos, principalmente relacionados à ferramenta FMEA, devida a sua complexidade, porém julgamos essencial por ser completa e alicerce da Manutenção Centrada em Confiabilidade Para ilustrar a relação de custos, apresenta-se de a tabela 3, que demonstra os custos referentes à máquina parada. Através dela, pode-se verificar que o equipamento ficou parado, no período de estudo, durante 177. O custo do equipamento parado foi estimado em R$250,00, sem considerar gastos referentes à logística, multa por atraso de pedidos, etc. Sabendo disso, tem-se que, durante o período de estudo, o custo relacionado apenas à parada da máquina é de mais de R$44 mil.

TABELA 3: CUSTO MÁQUINA PARADA

	HORAS	**CUSTO/H (R$)**	**TOTAL**
CUSTO DA MÁQUINA PARADA P/ MÉDIA DO PERIODO	177	250,00	44.250,00

FONTE: COMPILADO PELOS AUTORES (2013)

Considerando uma redução hipotética de 25% no tempo de parada dessa máquina, podemos com a equação 5, estimar uma redução do tempo de máquina parada, onde visualiza-se que a mesma ficaria parada aproximadamente 44 horas a menos que o período de estudo. Isso resultaria em um custo reduzido em mais de 11 mil reais, como mostra a tabela 4. Levando em consideração o investimento com treinamentos para 5 pessoas, avaliado em R$2,4 mil, pode-se verificar um retorno de mais de R$8,6 mil.

$$177\ x\ 0{,}25 = 44{,}25 \tag{5}$$

TABELA 4: PREVISÃO DE RETORNO

	HORAS	**CUSTO/H**	**R$**
CUSTO DA MÁQUINA PARADA P/ REDUÇÃO DO PERIODO	44,25	R$ 250,00	R$ 11.062,50
CUSTO DO TREINAMENTO P/ 5 PESSOAS	8	R$ 60,00	R$ 2.400,00
RETORNO			R$ 8.662,50

FONTE: COMPILADO PELOS AUTORES (2013)

3. CONCLUSÃO

O retorno obtido através da análise de custo-benefício pode parecer um valor não muito significativo para empresas de médio ou grande porte. Porém, uma vez implantado, o método proposto pode ser expandido, sem muitas dificuldades, para outros equipamentos da empresa, o que pode resultar num valor agregado significante. Além disso, o retorno apresentado não considera a redução do budget já obtida através do novo planejamento. Por fim, pode-se considerar que, de acordo com os resultados desse estudo, o método proposto será um meio eficiente para o alcance do objetivo principal do trabalho: o aumento do índice de confiabilidade e por conseqüência diminuição da indisponibilidade do equipamento.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462. Rio de Janeiro: novembro de 1994.

KARDEC, A.; LAFRAIA, J. R. **Gestão Estratégica e Confiabilidade.** 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark. ABRAMAN, 2002.

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

MOUBRAY, J. **Manutenção Centrada em Confiabilidade.** 2ª Edição brasileira, traduzido por Kleber Siqueira, Aladon Ltd, 2000.

SALVAGNINI. **Linha de Puncionadeira S4.** Disponível em: <http://www.salvagnini.com/news.php?s=324>. Acesso em: 06/10/2013

SANTOS, J. C. **Índice de Disponibilidade de Equipamentos.** Disponível em: <http://www.sigga.com.br/noticias2.php?l=1&id=137>. Acesso em: 06/04/2013.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade – Manual de Implementação.** Editora QualityMark, 1ª edição. 2009