

MELHORIA DE PROCESSO EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL POR MEIO DA MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE

JOYCE LEINE VICTOR LIMA - joyceleinefa7@gmail.com
CENTRO UNIVERSITÁRIO SETE DE SETEMBRO – UNI7

Alan Bessa Gomes Peixoto - alan.peixoto@uni7.edu.br
CENTRO UNIVERSITÁRIO SETE DE SETEMBRO – UNI7

José Ribamar Oliveira Cavalcante Júnior – jose.ribamar@uni7.edu.br
CENTRO UNIVERSITÁRIO SETE DE SETEMBRO – UNI7

Área: 1 – ENGENHARIA DE OPERAÇÕES E PROCESSOS DA PRODUÇÃO
Sub-Área: 1.3 – GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Resumo: O PRESENTE ARTIGO TEM COMO OBJETIVO ANALISAR A MELHORIA DO PROCESSO DE ABERTURA DE FARDOS DE ALGODÃO EM UMA INDÚSTRIA DO SEGMENTO TÊXTIL, POR MEIO DA FERRAMENTA MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (MCC). FOI REALIZADO UM ESTUDO SOBRE O SEGMENTO INDUSTRIAL E TÊXTIL E DOS TEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO, CONFIABILIDADE, FERRAMENTA MCC E ANÁLISE FMEA. EM SEGUIDA, REALIZADO O MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO ATRAVÉS DO ESTUDO DE CASO, POSSIBILITANDO A COMPREENSÃO DO CENÁRIO E DA PROBLEMÁTICA NA EMPRESA. FEITO ISSO, FOI POSSÍVEL DESCREVER O PROCESSO EM QUESTÃO, IDENTIFICAR AS FUNÇÕES PRINCIPAIS DO FLUXO PRODUTIVO, BEM COMO AS FALHAS DO PROCESSO ATUAL. POR FIM, FOI IDENTIFICADO O COMPONENTE DE MAIOR CRITICIDADE, SEU MODO, EFEITO E CAUSA DE FALHA, E ELABORADO UM PLANO DE AÇÃO PARA ELIMINAR OS EFEITOS DAS FALHAS. COMO RESULTADO, FOI POSSÍVEL AUMENTAR OS INDICADORES DE TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS (TMEF) E DISPONIBILIDADE, BEM COMO, REDUZIR O DE TEMPO MÉDIO PARA O REPARO (TMPR) E O NÚMERO DE PRINCÍPIOS DE INCÊNDIO

Palavras-chaves: ANÁLISE DE MELHORIA DE PROCESSOS. CONFIABILIDADE NA MANUTENÇÃO. MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE (MCC).

PROCESS IMPROVEMENT IN A TEXTILE INDUSTRY THROUGH RELIABILITY-CENTRIC MAINTENANCE

Abstract: *THE OBJECTIVE OF THIS ARTICLE IS TO ANALYZE THE IMPROVEMENT OF COTTON BALE OPENING PROCESS IN A TEXTILE INDUSTRY, THROUGH THE RELIABILITY - BASED MAINTENANCE TOOL (MCC). A STUDY ON THE INDUSTRIAL AND TEXTILE SEGMENT, AS WELL AS TOPICS RELATED TO MAINTENANCE MANAGEMENT, RELIABILITY, MCC TOOL AND FMEA ANALYSIS. THEN, THE RESEARCH METHOD WAS CARRIED OUT THROUGH THE CASE STUDY, MAKING POSSIBLE THE UNDERSTANDING OF THE SCENARIO AND THE PROBLEMATIC IN THE COMPANY. DONE THIS, IT WAS POSSIBLE TO DESCRIBE THE PROCESS IN QUESTION, TO IDENTIFY THE MAIN FUNCTIONS OF THE PRODUCTIVE FLOW, AS WELL AS THE FAILURES OF THE CURRENT PROCESS. FINALLY, THE MOST CRITICAL COMPONENT, ITS MODE, EFFECT AND CAUSE OF FAILURE, AND CREATE A PLAN OF ACTION TO ELIMINATE THE EFFECTS OF FAILURES. AS A RESULT, IT WAS POSSIBLE TO INCREASE THE INDICATORS OF MEAN TIME BETWEEN FAILURES (MTBF) AND AVAILABILITY, AS WELL AS REDUCE THE MEAN TIME TO REPAIR (MTTR) AND THE NUMBER OF FIRE PRINCIPLES.*

Keywords: *MAINTENANCE RELIABILITY CENTERED (MRC). PROCESS IMPROVEMENT ANALYSIS. RELIABILITY IN MAINTENANCE.*

1. INTRODUÇÃO

No cenário de mercado atual, encontra-se uma economia globalizada e altamente concorrencial, onde as mudanças acontecem de modo célere, fazendo com que as empresas entrem em uma intensa corrida em busca de vantagem competitiva, objetivando garantir sua conservação no mercado, alavancar seus produtos e sobressair-se diante dos concorrentes. Do mesmo modo que as empresas adotaram novas posturas em adaptação ao contexto mercadológico, tem-se os clientes, estes tornaram-se mais conectados e atentos para o surgimento de novas tecnologias e facilidades, tornando-se cada vez mais exigentes quanto ao atendimento de suas necessidades e demandas.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI) divulgou dados que mostram, em geral, que o ano de 2017 é um marco na retomada do investimento nas indústrias após três anos de queda, com expectativa de aumento no investimento em 2018 (CNI, 2017).

Dados extraídos da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT) confirmam que um dos segmentos de manufatura que possui um dos maiores investimentos, é o têxtil. O investimento neste segmento está diretamente relacionado com sua composição de mercado. Segundo a ABIT, o faturamento do setor em 2017 chegou à cerca de US\$ 45 bilhões, o que é equivalente a 5,7% do valor total do faturamento da indústria brasileira de transformação. Além disso, é o segundo maior empregador da indústria de transformação e o quarto maior produtor de malhas do mundo (ABIT, 2017).

O setor têxtil, pontuando-se as indústrias de produção de fios, possui certa criticidade em algumas etapas do seu processo produtivo, onde institui-se necessário uma abordagem diferenciada e efetiva, além de um melhor aproveitamento dos investimentos, objetivando a redução de criticidade, melhoria no processo, bem como outros resultados positivos que são gerados a partir da adoção de agentes de transformação estratégica organizacional. Sendo estes, artifícios essenciais dentro das empresas, pois oferecem garantia de manutenção da empresa no mercado (ARAGÃO; LIMA FILHO; MOREIRA, 2014).

Um dos agentes de transformação estratégica extremamente essencial dentro de todo modelo fabril, é a gestão da manutenção. Por outro lado, ainda se faz necessário a ruptura de alguns paradigmas que cercam este setor, para que consiga cumprir sua função estratégica dentro da organização. “Para exercer papel estratégico, a manutenção precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz [...]” (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 13).

No Brasil, os gastos com manutenção equivalem a 4% do faturamento bruto da indústria, conforme o documento nacional de 2017 da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN). Esse volume de recursos justifica a preocupação de empresários e executivos de empresas dos mais variados ramos, para um trabalho mais efetivo e estratégico acerca desse assunto (ABRAMAN, 2017). “O gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em ter a equipe atuando para evitar falhas e não atuando apenas na correção dessas falhas” (KARDEC; NASCIF, 2012, p. 20). Devido a essa nova perspectiva acerca do posicionamento da gestão em relação as falhas sistemáticas e operacionais, instaurou-se a necessidade de trabalhar com mais veemência o contexto de confiabilidade.

Diante do exposto acima, justifica-se o aprofundamento no estudo da ferramenta manutenção centrada na confiabilidade como meio de proporcionar melhoria de processo em uma indústria do segmento têxtil.

O presente trabalho tem por objetivo geral, analisar a melhoria de um processo crítico em uma indústria têxtil, por meio da manutenção centrada na confiabilidade. A referida análise está fundamentada nos objetivos específicos teóricos que descrevem a gestão da manutenção como função estratégica e discrimina o processo de confiabilidade com foco na ferramenta manutenção centrada na confiabilidade, além de fazer uso de dois objetivos específicos empíricos, que identifica as falhas do processo atual e aponta melhorias para o processo em questão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Em seu papel estratégico, a gestão da manutenção possui uma visão que fomenta a inexistência de manutenção corretiva, visto que, oferece aos clientes um serviço alicerçado em confiabilidade, disponibilidade e manutenibilidade de ativos, além de estar alinhado com as necessidades exigidas em todos os níveis organizacionais, possuir responsabilidade ambiental, disseminar a cultura do trabalho com segurança e propiciar a redução de custo (PEREIRA, 2011).

Neste contexto, a gestão da manutenção, possui um papel de extrema relevância, ela precisa atuar como um elo entre os diferentes níveis da cadeia produtiva, além de estar sustentada por uma visão de futuro, regida por ferramentas de gestão e voltada para a missão da organização e suas metas, resultando em satisfação plena dos clientes internos e externos, sendo estes, os balizadores naturais de sua efetividade (PEREIRA, 2011; KARDEC; NASCIF, 2012).

A ferramenta manutenção centrada na confiabilidade (MCC) está inserida no viés de confiabilidade dos ativos, e sua aplicação impacta diretamente na política ou forma de atuação da atividade de manutenção. Sua metodologia é caracterizada pelo estudo de um equipamento ou sistema em detalhes, onde faz-se uma análise para identificar a possibilidade de falha, onde esta trata-se da perda da função requerida de determinado item, podendo ser de modo parcial ou total. A partir dessa análise pode-se definir qual a melhor forma de realizar a manutenção, objetivando prevenir a ocorrência da falha ou minimizar seus impactos, além de assegurar que os itens em questão continuem realizando as suas funções requeridas (PALLEROSI, 2007; PEREIRA, 2011; KARDEC; NASCIF, 2012).

É possível dizer que seu método faz uso da junção de várias técnicas de engenharia que assegura o desempenho efetivo e ininterrupto dos processos fabris, a fim de mantê-los livres de manutenções de correção (PEREIRA, 2011; KARDEC; NASCIF, 2012). Devido a sua abordagem racional e sistemática, a ferramenta MCC passou a ser reconhecida como a forma mais eficiente de tratar as questões voltadas para a gestão manutenção (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

A ferramenta MCC possui nove etapas para sua efetiva implementação, que foram descritas, segundo Fogliatto e Ribeiro (2009):

- A primeira etapa é responsável pela escolha do comitê e equipes de trabalho para gerenciamento da implantação da MCC. O passo inicial é dado através da escolha do coordenador geral, para fazer o controle, monitoramento e acompanhamento das mudanças. O coordenador, em ação conjunta com a alta gerência, forma as equipes de trabalho de forma multidisciplinar. As tarefas são distribuídas entre as equipes, sendo cada equipe responsável por um equipamento ou trecho do processo em estudo. É de suma importância que seja feito a alocação de um facilitador para cada equipe, sendo este o conhecedor de maior experiência do objeto em questão;
- a segunda etapa está relacionada com a capacitação das equipes, fazendo-se necessário a compreensão em detalhes da ferramenta MCC, o que inclui entender sua metodologia e aplicação, os fundamentos de confiabilidade, da ferramenta *failure mode and effect analyses* (FMEA) e os conceitos básicos relacionados à manutenção e a confiabilidade. Nesta etapa, é feito o esclarecimento e alinhamento de informações para assegurar que o trabalho desenvolvido não possuirá interpretações e coleta de informações errôneas;
- a terceira etapa é responsável por estabelecer os critérios de confiabilidade para aplicação da MCC, sendo estes responsáveis por definir e estabelecer as metas esperadas para o

objeto de estudo e para a planta. Estes critérios estão relacionados com a confiabilidade dos ativos, além de incluir os procedimentos operacionais, segurança no trabalho, meio ambiente, normas da organização e legislação vigente;

- a quarta etapa estabelece a base de dados para registro e classificação das falhas observadas na planta, onde define-se a estrutura informativa que será utilizada nas análises e planejamentos subsequentes. Além disso, essa base de informações deve estar integrada aos sistemas de controle da atividade de manutenção;
- a quinta etapa é responsável pela identificação dos modos, efeitos e causa das falhas, podendo-se fazer uso da análise FMEA nesta etapa. O processo inicia com a identificação dos componentes do objeto de estudo, assim como suas funções. Ainda neste contexto, relaciona e classifica a consequência das falhas críticas. Somente os componentes críticos devem ser incluídos no programa da MCC;
- a sexta etapa é responsável pela seleção e direcionamento das atividades de manutenção para todos os componentes classificados como crítico;
- a sétima etapa encarrega-se do controle e registro das informações sobre as atividades de manutenção que foram direcionadas para cada item estudado;
- a oitava etapa destina-se ao estabelecimento de metas e indicadores. Feito isso, inicia-se o processo de mobilização e motivação das equipes para alcance do propósito definido;
- a nona etapa é responsável pela revisão do programa da MCC implantado. Ou seja, esta última etapa trabalha o contexto de melhoria contínua.

O tempo médio entre falhas é a medida básica que refere-se ao tempo médio para falha de componentes que podem ser reparados. Esse indicador consiste basicamente em medir o tempo médio entre uma falha e outra, sendo este, representado matematicamente pelo somatório do tempo entre falhas ($\sum TEF$), e dividido pela quantidade total de paradas para manutenção corretiva (N). Pode-se afirmar que quanto maior for o tempo em questão, mais efetiva está sendo a atividade de manutenção. Sua representação matemática é dada conforme a Equação 1 (LAFRAIA, 2008):

Equação 1 – Tempo médio entre falhas (TMEF)

$$TMEF = \frac{\sum TEF}{N}$$

Fonte: Lafraia, 2008, p. 20.

O tempo médio para reparos é a medida básica que refere-se ao tempo médio para reparo de componentes com falha. Sendo este, representado matematicamente pela soma dos tempos totais de manutenção corretiva, ou seja, pelo somatório do tempo para reparo ($\sum TPR$),

e dividido pelo número total de ações de manutenção corretiva durante um determinado período de tempo (n). Pode-se afirmar que quanto menor for o tempo em questão, mais rápida e efetiva está sendo a velocidade de resposta da atividade de manutenção. Sua representação matemática é dada conforme a Equação 2 (LAFRAIA, 2008):

Equação 2 – Tempo médio para reparos (TMPR)

$$TMPR = \frac{\sum TPR}{n}$$

Fonte: Lafraia, 2008, p. 20.

A análise FMEA consiste em uma abordagem que visa identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos, através de um sistema lógico que fornece uma estrutura hierarquizada das falhas potenciais, bem como, ações preventivas. Ou seja, a análise parte da causa para chegar ao efeito. A FMEA utiliza sete passos básicos para identificação da causa raiz das falhas, que foram descritos, segundo Kardec e Nascif (2012):

- o primeiro passo é identificar o componente e descrever o modo potencial de falha, onde deve-se conter informações sobre o componente e sua função, as possíveis falhas, as causas das falhas e os tipos de mecanismos de controle vigentes;
- o segundo passo encarrega-se de analisar o efeito potencial da falha;
- o terceiro passo define o nível de gravidade da falha, sua análise está relacionada com a intensidade ou impacto que a falha pode causar se não for solucionada. A partir de regras de pontuação definida pela equipe responsável pela aplicação do FMEA, classifica-se a gravidade dos itens, sua variação ocorre entre 1 e 5 seguindo o seguinte critério: 1. sem gravidade; 2. pouco grave; 3. grave; 4. muito grave; e 5. extremamente grave;
- o quarto passo é responsável por fazer o levantamento de informações acerca da frequência da ocorrência de falha. A partir de regras de pontuação definida pela equipe responsável pela aplicação do FMEA, classifica-se a frequência de falhas dos itens, sua variação ocorre entre 1 e 5 seguindo o seguinte critério: 1. pouco frequente; 2. frequência moderada; 3. frequente; 4. frequência elevada; e 5. frequência máxima;
- o quinto passo destina-se a obter informação acerca do nível de facilidade para detecção da falha. A partir de regras de pontuação definida pela equipe responsável pela aplicação do FMEA, classifica-se o nível de detectabilidade de falhas dos itens, sua variação ocorre entre 1 e 5 seguindo o seguinte critério: 1. alto nível de detecção; 2. detecção moderada; 3. baixo nível de detecção; 4. Nível remoto de detecção; e 5. impossibilidade de detecção. Nessa etapa, quanto maior for o valor atribuído ao nível de detecção do item, maior é a

dificuldade de intervenção na falha;

- o sexto passo é responsável pelo cálculo do número de prioridade de risco (NPR), sua análise faz-se necessária para definir a prioridade das ações de prevenção de falhas. O cálculo acontece através da multiplicação dos valores de gravidade (G), frequência (F), e detectabilidade (D) da falha encontrados em cada item do objeto de estudo. Nessa etapa, quanto maior for o valor de NPR encontrado, conforme o cálculo através da Equação 3, maior é a prioridade de intervenção na falha do item em questão;

Equação 3 – Número de prioridade de risco (NPR)

$$NPR = G \times F \times D$$

Fonte: Kardec; Nascif, 2012, p. 146.

- o **sétimo passo** é responsável por definir a ação de manutenção necessária para erradicação ou a minimização máxima das falhas nos itens. Desse modo, todas as ações precisam conter um prazo, um responsável e monitoramento periódico.

3. MÉTODO

Nesta seção, aborda-se o método utilizado para alcance dos objetivos propostos e resolução do problema de pesquisa. Em função disto, foram adotados os procedimentos metodológicos descritos a seguir:

Em relação aos objetivos, a presente pesquisa é do tipo exploratória-descritiva, no que se refere aos meios de investigação, utilizou-se de pesquisa bibliográfica e de pesquisa de campo, e quanto a natureza desta pesquisa, tem-se como preponderantemente quantitativa.

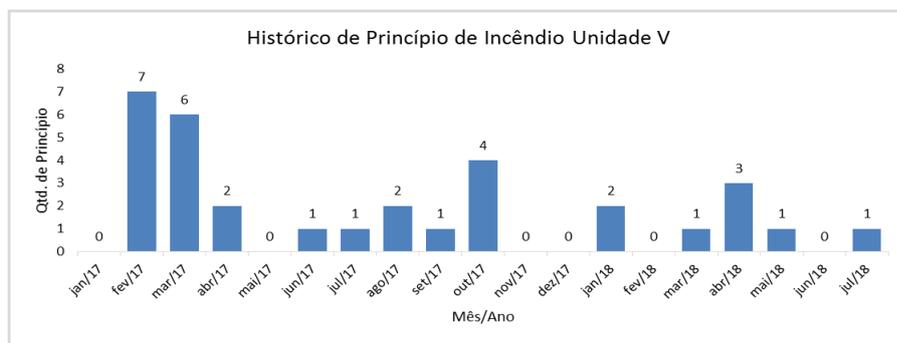
A amostra do estudo em questão realizou-se com o envolvimento do supervisor e a estagiária da manutenção, além de operadores e mecânicos, na linha 01 do processo de abertura de fardos de algodão na empresa Alfa.

Realizaram-se diversas visitas na empresa onde o estudo de caso foi desenvolvido. Durante as visitas, foram realizadas entrevistas com gestores do processo e equipe de manutenção, onde foi possível coletar os dados para a elaboração deste trabalho. A coleta de dados realizou-se na própria empresa, através de reuniões e visitas constantes ao chão de fábrica, além dos acessos ao banco de dados existente na empresa.

As informações obtidas através das reuniões e visitas foram tabuladas por meio do *Microsoft Office Excel®*, e após a tabulação, efetuou-se a análise e interpretação das informações obtidas. Os dados coletados foram analisados por meio dos passos de implantação da ferramenta manutenção centrada na confiabilidade.

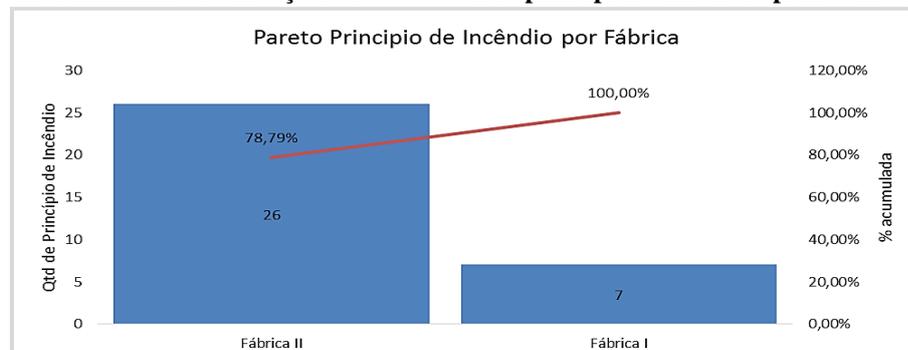
O presente estudo originou-se da necessidade observada na etapa inicial do processo de produção de fios da indústria têxtil analisada, sendo esta etapa caracterizada pela abertura de fardos de algodão. O processo de abertura de fardos de algodão é a operação inicial da linha produtiva em uma indústria têxtil de fiação, que tem por produto final as rocas de fios. Devido a criticidade nesta etapa produtiva incidir diretamente em perdas de produção, de qualidade, aumento do custo com peças de reposição e de atividades corretivas, além de gerar atrasos em manutenções programadas, a empresa Alfa resolveu iniciar em 2018 um estudo da problemática existente nesse processo, e observaram que o motivo principal que torna essa etapa tão necessária de atuação é o elevado número de princípios de incêndio durante seu fluxo produtivo, sobretudo na fábrica II, conforme ilustrado nas Figuras 1 a 3.

FIGURA 1 – Histórico de dados sobre princípio de incêndio



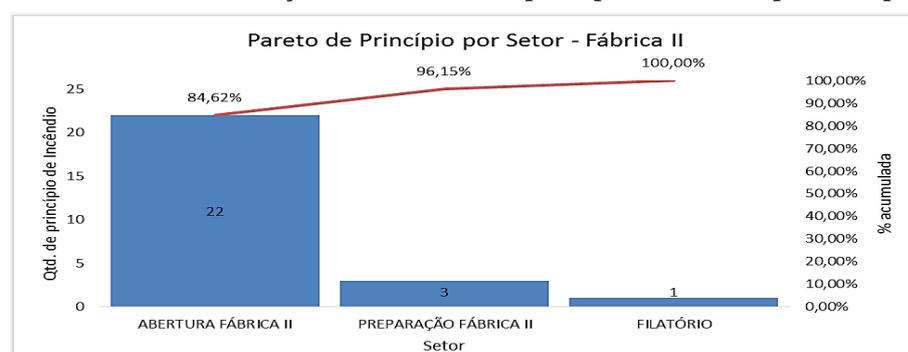
Fonte: Centro de controle de estatística de incêndio da empresa Alfa.

FIGURA 2 – Estratificação de dados sobre o princípio de incêndio por fábrica



Fonte: Centro de controle de estatística de incêndio da empresa Alfa.

FIGURA 3 – Estratificação de dados sobre o princípio de incêndio por setor produtivo da fábrica II



Fonte: Centro de controle de estatística de incêndio da empresa Alfa.

Ao chegarem a tal conclusão, a equipe de gestão da manutenção desenvolveu um ciclo de *Kaizen* para compreender o problema e propor melhorias. Em razão da complexidade do cenário, as melhorias foram avaliadas e algumas realizadas, porém ainda se fez necessário um estudo minucioso das causas raízes do problema em questão.

4. RESULTADOS

O presente estudo realiza a aplicação da ferramenta MCC como uma tratativa para o problema em questão. Os passos implementados foram discutidos e acompanhados pelos gestores da organização, e podem ser descritos em cada uma das etapas a seguir:

Etapa 1 - Seleção da equipe: Foi realizada a escolha das equipes de trabalho para gerenciamento e implantação da MCC. Foram identificados os colaboradores que fazem parte do processo, sendo estes, estagiários, operadores, mecânicos e supervisores. O Quadro 1, a seguir, apresenta a composição dos colaboradores que foram selecionados para este processo;

Quadro 1 – Seleção, divisão de grupos e tarefas

Nome	Função Empresa Alfa	Divisão de grupos	Divisão de tarefas
Joyce Lima	Estagiária de Engenharia	Coordenadores gerais	Controle, monitoramento e acompanhamento da mudança
Joiias Victor	Supervisor manutenção		
Evanildo Moraes	Técnico abertura	Grupo 1 Facilitador: Evanildo	Análise, monitoramento e levantamento de informações sobre BDT, BOBA, LVS, GBRA e MPM
Emanuel Bruno	Mecânico preventiva abertura		
Francisco Ivânio	Mecânico preventiva abertura		
José Gonço	Mecânico corretiva preparação		
Clayton Carneiro	Mecânico corretiva preparação		
Operador de abertura	Operador de abertura		
Marcos Antônio	Mecânico corretiva preparação		
José Sidney	Mecânico corretiva preparação	Grupo 2 Facilitador: Marcos	Análise, monitoramento e levantamento de informações sobre Axi-flo, BEC, CVT e DX
Francisco Erandir	Mecânico preventiva abertura		
Marinaldo Soeiro	Mecânico preventiva abertura		
Operador de abertura	Operador de abertura		

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 2 - Treinamento: Foram realizados treinamentos e nivelamento das equipes sobre os conceitos de manutenção, confiabilidade, da ferramenta manutenção centrada na confiabilidade e análise FMEA, de modo a assegurar o alinhamento de informações e sanar dúvidas existentes;

Etapa 3 - Definição dos fatores influenciadores: Foi estabelecido os fatores influenciadores como critérios de confiabilidade, conforme Quadros 2 e 3, bem como, a meta do objeto de estudo, sendo esta, a melhoria do processo de abertura de fardos de algodão na fábrica II do pátio produtivo;

Quadro 2 – Fatores influenciadores

FATOR		CRITÉRIO	PESO
1. Influência na produção		Afeta a produção na unidade operacional e na etapa seguinte, além de gerar interferência no plano de produção e elevar o índice de perdas por produção parada	1-5
2. Influência na qualidade do produto		Impacta na qualidade do produto na unidade operacional, afetando a uniformidade do material e elevando o nível de impurezas presentes	1-5
3. Influência no meio ambiente		Promove impacto negativo ao meio ambiente devido a concentração de substância nociva no meio	1-5
4. Influência na segurança pessoal		Eleva o risco de acidente pessoal, visto que todos os operadores e mantenedores possuem contato direto com o maquinário	1-5
5. Influência no aumento do custo de manutenção		Impacta no custo com peças de reposição e pessoal para pronto reparo	1-5
LEGENDA			
PESO	5	Extremo índice de impacto	
	4	Alto índice de impacto	
	3	Nível de impacto considerável	
	2	Nível de baixo impacto	
	1	Nível desconsiderável de impacto	

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 3 – Análise dos fatores influenciadores

FAIXA DE VALORES	NÍVEL DE INFLUÊNCIA/ NÍVEL CRÍTICO
$X \leq 300$	BAIXO
$301 \leq 700$	MÉDIO
$X > 701$	ALTO

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 4 - Base de dados para registro e classificação das falhas: Foi definido a criação de um novo banco de dados para registrar, acompanhar e avaliar as falhas. Os colaboradores foram orientados a registrar o horário da falha, local da falha, causa da falha etc. Inicialmente o levantamento de informações foi feito por meio do *Microsoft Office Excel®* e posteriormente disposto no software de acompanhamento da manutenção na empresa Alfa;

Etapa 5 - Análise FMEA: Nesta etapa, foi realizado a primeira investigação nos itens, levando em consideração o resultado da multiplicação dos fatores influenciadores, na linha 01 do processo. Após a definição do nível de influência para cada item, gerados por meio do consenso entre administração da produção e supervisão da manutenção, encontrou-se como resultante o componente BDT como sendo o maior influenciador. Desse modo, foi dado continuidade na análise através da ferramenta FMEA no componente BDT, avaliando o efeito potencial da falha, os critérios de gravidade, frequência e detectabilidade, fazendo uma classificação em níveis que variam de 1 à 5. Feito isso, foi realizado cálculo do número de

prioridade de risco (NPR). O NPR permitiu a identificação do modo de falha de maior risco, sendo este devido a presença de metais na matéria prima que ao entrar em contato com o cilindro alimentador do BDT gera o princípio de incêndio, possuindo índice de risco de 75. Desta forma, foram priorizadas as ações e investimentos para este modo de falha. Mas, embora já tenha sido encontrada a solução, o projeto encontra-se em desenvolvimento;

Etapa 6 - Seleção e direcionamento: Nesta etapa realizou-se um plano de ação para mitigar os potenciais efeitos das falhas em termos de gravidade, frequência e detectabilidade. O planejamento encontra-se contido na planilha de análise FMEA e foi responsável pela alimentação do programa de manutenção da empresa;

Etapa 7 - Controle: Para o controle das ações e acompanhamento do plano de manutenção, cada ação possui data para realização e responsável pela ação. O plano de manutenção foi formalizado e seu avanço foi acompanhado por meio do *Microsoft Office Excel®*.

Etapa 8 - Metas e Indicadores: A equipe definiu medir e acompanhar os indicadores de tempo médio entre falhas (TMEF), tempo médio para o reparo (TMPR), disponibilidade inerente (DI), conforme Quadro 4 e 5;

Quadro 4 – Indicadores antes da aplicação da MCC

INDICADORES		
PERÍODO	TMEF (DIAS)	2,8
MAR/18 - SET/18		
DADOS	TMPR (HORAS)	4,1
Nº DE PARADAS CORRETIVAS: 70 Σ TEMPO PARA REPARO: 289,5 HORAS Σ TEMPO ENTRE FALHAS: 196 DIAS		
	DISPONIBILIDADE INERENTE	40,58%

Fonte: Elaborado pela autora

Quadro 5 – Indicadores após início da aplicação da MCC

INDICADORES		
PERÍODO	TMEF (DIAS)	7,6
OUT/18 - ABR/19		
DADOS	TMPR (HORAS)	1,95
Nº DE PARADAS CORRETIVAS: 25 Σ TEMPO PARA REPARO: 48,8 HORAS Σ TEMPO ENTRE FALHAS: 190 DIAS		
	DISPONIBILIDADE INERENTE	79,58%

Fonte: Elaborado pela autora

Etapa 9 - Melhoria contínua: Nesta etapa foi analisado as melhorias dos indicadores do processo buscando-se o estabelecimento de metas ainda mais desafiadoras com o objetivo de melhoria contínua. Foi observando que o TMEF tornou-se maior, passando de um período compreendido por 2,8 dias para 7,6 dias, e o TMPR tornou-se menor, passando de 4,1 horas para 1,95 horas. Como resultante, foi possível aumentar a disponibilidade inerente, onde esta passou de 40,58% para 79,58%.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como propósito analisar o processo de abertura de fardos de algodão, com base na gestão da manutenção e confiabilidade, em uma empresa do setor têxtil, e auxiliar na implantação da manutenção centrada na confiabilidade, com o objetivo de proporcionar melhoria para o processo analisado.

Foram seguidas as nove etapas para a implementação da MCC na empresa, onde desde a etapa 1, houve total interesse e participação da alta direção da empresa e colaboradores, fato este que possibilitou as análises, identificação da causa-raiz do problema e execução de ações de melhoria. A análise de falhas por meio da ferramenta FMEA também apresentou-se bastante satisfatória, pois foi possível avaliar cada modo de falha e propor ações, de forma a aumentar a possibilidade de detecção, bem como, reduzir a gravidade e frequência destes modos de falha.

O envolvimento da equipe, treinamento contínuo, liderança e registro das informações foram de fundamental importância para a melhoria do processo e o combate a novas e conhecidas falhas. No caso da empresa onde o estudo foi realizado, os princípios de incêndio ocorriam com grande frequência e causavam enormes prejuízos aos processos, além dos prejuízos econômicos. Após a implementação da MCC, houve uma tratativa mais específica ao combate dos princípios de incêndio, pois a raiz do problema foi identificada e ações foram providenciadas, mesmo que o projeto ainda esteja em desenvolvimento. Dessa forma, o novo índice de risco esperado é de apenas 4, principalmente devido as ações para aumentar a detectabilidade e para evitarem novas ocorrências.

Em termos de indicadores dos processos, verificou-se melhoria significativa na disponibilidade inerente do BDT, bem como o aumento do tempo médio entre falhas (TMEF) e a redução do tempo médio para o reparo (TMPR), melhorando de forma considerável o processo. Este trabalho contribuiu para alimentar e melhorar o plano de manutenção da empresa, principalmente no que diz respeito ao plano de manutenção preventiva. Os registros estão em banco de dados confiável, de forma a auxiliar nas análises e na busca de melhorias. Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se de forma complementar a este estudo, a implementação da MCC nas demais etapas do processo de produção de fios.

REFERÊNCIAS

ABIT. **Perfil do setor**. 2017. Disponível em: <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 06 set. 2018.

ABRAMAN. **Documento nacional**. 2017. Disponível em: http://api.ning.com/files/nTOI4J53cBrGAWH2KGJxZpc9MpUFtvuQVVwQbP4M-Zi5fay4zc3iGngUVTPcsz8kpJIsNq1HjIdm*n-EExV6pwZzlfUYF2ql/DocumentoNacionalAbraman2017.pdf. Acesso em: 06 set. 2018.

ARAGÃO, E. F.; LIMA FILHO, I. P.; MOREIRA, R. A. de A. **O fiar e o tecer: 130 anos da indústria têxtil**. Fortaleza: Sinditêxtil/Gráfica LCR, 2014. Disponível em: http://www.sinditextilce.org.br/pdf_reader.php?url=http://www.sinditextilce.org.br/pdf/publicacoes/livros/LIVRO%20-%20O%20Fiar%20e%20O%20Tecer%20130%20anos.pdf&embedded=false. Acesso em: 06 set. 2018.

CNI. **Investimentos iniciam retomada**. 2017. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/investimentos-na-industria/>. Acesso em: 06 set. 2018.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 4. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012.

LAFRAIA, J. R. B. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2008.

MACHADO, F.; ANDRADE, J. J. de O. Emprego da confiabilidade para o estabelecimento de estratégias de manutenção na indústria metal-mecânica. **XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Salvador, out. 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_TN_STO_178_018_22616.pdf. Acesso em: 07 set. 2018.

PALLEROSI, C. Confiabilidade, **A quarta dimensão da qualidade**. Vol. I Manutenibilidade e Disponibilidade. ReliaSoft Brasil, 2007.

PEREIRA, M. J. **Engenharia de manutenção: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2011.