

Proposição de um procedimento de análise de falhas a partir de ferramentas da qualidade: estudo em uma indústria de MDF

Diogo Miranda de Melo (Universidade Federal do Paraná-UFPR) diogomm25@hotmail.com
Leozenir Mendes Betim (Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR) leobetim_0802@hotmail.com

Resumo:

O objetivo desse trabalho é propor a adoção de um procedimento de análise de falhas a partir da utilização de ferramentas da qualidade em uma indústria produtora de chapas de MDF (Medium Density Fiberboard Medium Density), localizada na região Sul do Brasil. Com relação ao método, foi realizado um estudo de caso, com o emprego das técnicas de observação, pesquisa documental e conversas com gerentes, supervisores e operadores do setor de planejamento e controle de manutenção. Os principais resultados apontam que o tratamento de falhas da empresa necessita de um maior acompanhamento, visando a eliminação das causas raízes e criação do plano de ação para tratar o problema encontrado. Para que o tratamento dos problemas seja eficiente e eficaz no intuito de aumentar a disponibilidade de produção e redução dos custos, torna-se necessário incorporar ferramentas da gestão da qualidade para propor ações de melhoria no procedimento de análises de falhas.

Palavras chave: Manutenção, Análise de falhas, Disponibilidade de produção.

Proposition of a procedure for failure analysis from quality tools: a study in industry of MDF

Abstract

The aim of this work is to propose the adoption of a procedure for failure analysis from the use of quality tools in a manufacturing industry of sheet MDF (Medium Density Fiberboard Medium Density), located in southern Brazil. With regard to the method, a case study was conducted with the use of the techniques of observation, documentary research and conversations with managers, supervisors and operators of the planning sector control and maintenance. The main results show that the treatment of failures of the company needs more monitoring, aimed at eliminating the root causes and creating an action plan to address the problem encountered. To address the problems that is efficient and effective in order to increase the availability of production and cost reduction, it is necessary to incorporate tools of quality management to propose actions for improvement in the failure analysis procedure.

Key-words: Maintenance , Fault analysis , Availability of production.

1. Introdução

As fontes de falhas são numerosas e originam-se da própria organização ou no seu ambiente, sendo essas determinadas por uma grande quantidade de fatores, como deterioração de diversos mecanismos, falhas das partes componentes (cada um com seus diversos modos de falha), condições ambientais, entre outros (OLIVEIRA; MARINS; ROCHA, 2012).

A competitividade global estimula as empresas a buscarem níveis mais altos de qualidade para seus produtos ou serviços (KARSAK et al., 2002). Diante desse cenário mercadológico atual que obriga as empresas a buscarem sempre a otimização nos seus sistemas produtivos, reduzindo custos e aumentando os padrões de qualidade nos seus produtos ou serviços, a análise das falhas, representa em muitos casos, a garantia de sobrevivência das empresas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002). Nessa linha, Dikmen et al. (2004) complementa que o sucesso de uma organização depende principalmente de como ela utiliza seus recursos para satisfazer os clientes.

Para utilizar os recursos, tanto humanos como técnicos, adequadamente, é necessário primeiramente identificar e analisar os problemas, ou seja, as falhas que existem em determinado bem ou serviço. Mais especificamente, para buscar a solução da consequência indesejada é necessário atuar a partir de seus fatores causadores (ALMEIDA; FAGUNDES; LEAL, 2004).

A manutenção como sendo um dos principais setores do processo produtivo, necessita de uma gestão que foque em utilizar sempre da melhor maneira os recursos disponíveis, preocupando-se com a qualidade e diretamente ligada à questão financeira que esse setor representa à empresa.

Como a gestão da manutenção visa à ausência ou a diminuição das perdas produtivas por falhas de equipamento, torna-se necessário a utilização destes sistemas de gestão da qualidade para melhorar cada vez mais os processos de manutenção, onde o tratamento das avarias que impactam no processo produtivo é de essencial importância para que estas falhas não voltem a ocorrer, assim como a correção das deficiências que causaram o problema.

É por meio destes pressupostos que emerge a necessidade de adoção de um procedimento de análise de falhas a partir da utilização de ferramentas da qualidade em uma indústria produtora de chapas de MDF (Medium Density Fiberboard Medium Density), também conhecida como fabricante de Painéis de Fibra de Média Densidade.

2. Metodologia para análise de falhas

Conforme a NBR 5462 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. Nessa linha, Nunes (2001) complementa modo de falha como sendo a maneira pela qual um determinado item deixa de executar sua função. A razão básica para a investigação e o registro de ocorrências de falha é a de permitir a identificação de ações corretivas adequadas e eficientes à prevenção da recorrência.

Os procedimentos e técnicas para análises e soluções de problemas, estão ligados diretamente ao controle de qualidade, no qual ocorre um planejamento e um controle da qualidade, visando a satisfação dos clientes e melhorias nos processos, produtos e serviços fornecidos pelas organizações.

Para Almeida et al (2006), uma das formas para realizar a análise das falhas é através do mapeamento das mesmas que consiste em ilustrar o processo de formação de falhas. Estudos elencam ainda que todos os processos de análise de causas e falhas devem ser realizados através de 5 etapas: Coleta de informações; Avaliação; Detalhamento de ações de contenção; Documentação e aplicação prática de ações; Acompanhamento das ações e correção de desvios.

Uma boa sistemática na concepção de Affonso (2002) é que no caso de falhas não repetitivas que não tenham resultado em perdas de produção ou em riscos de acidentes ou agressões ambientais, a análise deve ser executada pela pessoa encarregada de consertar o equipamento

e o seu supervisor utilizando o método 5W2H, pois consiste em perguntar umas 5 ou 6 vezes a causa dos eventos. Do contrário, o processo de análise deve ser mais detalhado.

Affonso (2002) ainda aponta que a análise da falha deve ser feita por um grupo onde haja, no mínimo, um especialista em manutenção do equipamento que falhou, um da operação e um representante do grupo técnico ou de engenharia da fábrica. Para o autor, todos os envolvidos na análise devem ter conhecimento dos fatos, idealmente obtidos por observação pessoal das evidências disponíveis e do relato de testemunhas. Esse processo é chamado por muitos nomes, dependendo da indústria: eliminação de defeitos, análise de ocorrências anormais, relatório de não conformidade.

3. As ferramentas da qualidade e suas abordagens

De acordo com Grunberg (2003), existem métodos disponíveis para se utilizar na melhoria da atividade operacional, sendo que alguns são relativamente genéricos, outros são específicos para determinadas aplicações. A maioria desses métodos possuem similaridades fundamentais. Dessa forma, em qualquer investigação o ponto mais importante é a seleção do método mais apropriado para o estudo.

O ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização (WERKEMA, 2000).

Aguiar (2002) aponta que o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) é composto das seguintes etapas:

1 – Planejamento (P): Esta é a etapa onde serão definidas as metas a serem alcançadas durante este processo, e também ainda nesta fase serão definidos os meios ou a metodologia que será utilizada a fim de alcançar a meta proposta.

2 – Execução (D): Nada mais é que a execução do que foi proposto na fase anterior, e também é nesta etapa que faz se a coleta de dados para a próxima parte deste ciclo. Nesta fase é importante que ocorra a educação e o treinamento nas tarefas realizadas.

3 – Verificação (C): Após a coleta de dados realizada na etapa anterior, é então confrontado as informações obtidas nos resultados realizados com o que foi planejado, ou seja, serve para analisar o desvio em relação ao resultado pretendido.

4 – Ação corretiva (A): Nesta etapa são realizadas as ações que irão corrigir no processo as debilidades e desvios encontrados na fase da verificação. Estas ações podem ser a adoção deste plano utilizado para o alcance das metas caso tenha obtido sucesso, ou caso contrário, será tomada uma ação para atuar nos desvios e causas da falha em alcançar a meta proposta.

Para Werkema (2002) o ciclo PDCA é um método de gestão que indica um caminho a ser seguido para que os objetivos e metas possam ser alcançados, e nesse método pode ser incorporado a outras várias ferramentas para compor as etapas desse ciclo, como coleta de dados, processamento e análise das informações e bem como seu respectivo plano de ação. Essas ferramentas são assim chamadas de ferramentas da qualidade.

O formulário como uma das ferramentas utilizadas na qualidade, é uma forma de coleta de dados que, segundo Cury (2000, p. 362) pode ser conceituado como um documento padronizado, estruturado segundo sua finalidade específica, possuindo características e campos apropriados, destinado a receber, preservar e transmitir informações, cujos lançamentos são necessários para definir a natureza ou cobrir um fluxo qualquer de trabalho, desde seu início até sua conclusão.

O fluxograma é utilizado também para auxiliar visualização e percepção de algum processo. Segundo Campos (1999), o estabelecimento de fluxogramas tem por objetivo padronizar e

permitir um melhor entendimento do processo, ainda segundo ele é importante que numa empresa já em operação, os fluxogramas sejam seguidos de forma abrangente e que todos os envolvidos trabalhem de acordo com o fluxo designado.

Segundo Martins e Laugeni (2005) o diagrama de causa e efeito (diagrama de ishikawa) tem a finalidade de identificação da causa raiz dos problemas, realizando e respondendo questões relativas a eles, para que o problema possa ser solucionado de maneira eficaz, auxiliando no processo de atingimento da qualidade total.

Para Werkema (2002) a função do diagrama de causa e efeito é “apresentar a relação entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado.

A metodologia dos 5 porquês (5W2H), também é uma ferramenta muito útil na solução de problemas. Segundo o conceito de Sakichi Toyoda (fundador da Toyota) o método dos cinco porquês é simples e eficaz, pois quando um problema é identificado, basta-se perguntar o porquê cinco vezes para saber a sua origem. O motivo de repetir a pergunta mais de uma vez é que apenas dessa maneira é que se encontrará a causa raiz do problema, ao invés de trabalhar em algo que esteja apenas associado a ele (OAKLAND, 1994).

4. Metodologia

O método utilizado na pesquisa foi o estudo de caso, com o emprego das técnicas de observação e pesquisa documental. Segundo Yin (2001), o estudo de caso, contribui para compreensão dos sistemas organizacionais e permite uma investigação de todas as áreas relacionadas. A caracterização do estudo de caso se dá através de utilização de diferentes fontes e formas de pesquisa. No caso analisado as fontes são os níveis hierárquicos da organização (gerentes, supervisores e operadores) do setor de planejamento e controle de manutenção.

Nesse caso, optou-se pela análise de um único objeto de pesquisa que foi o procedimento de análise de falhas a partir da utilização de ferramentas da qualidade na gestão da manutenção de uma empresa fabricante de painéis de madeira em MDF (Medium Density Fiberboard), localizada na região Sul do Brasil.

Esta pesquisa é classificada como qualitativa, o que na concepção de Gil (2002) este tipo de pesquisa tem como objetivo a familiarização com um assunto ainda pouco conhecido, e que ao final permite conhecer mais sobre o tema permitindo a construção de hipóteses. Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como uma pesquisa descritiva com caráter exploratório, pois o objeto do estudo é proporcionar uma visão mais ampla sobre o sistema de tratamento de falhas de equipamentos no processo produtivo da indústria de MDF.

5. Resultados e discussão

5.1 Processo de registro e tratamento de falhas da empresa

Na indústria onde se realizou a pesquisa, toda e qualquer parada de produção seja por qualquer motivo é registrada, a fim de obter controle sobre o processo produtivo e construir históricos de produção, bem como indicadores de disponibilidade de linha, informando aos gestores e colaboradores sobre como está o andamento da produção.

O procedimento proposto para o registro das paradas de produção ocorridas na empresa foi através de planilhas eletrônicas, sendo essas alimentadas pelos operadores de produção que são responsáveis pelo acompanhamento da produção, onde os dados são inseridos e lançados através de macros, programações em linguagem VBA.

Toda a interrupção na produção possui uma especialidade de falha, que serve para definir e

registrar qual foi o motivo da parada de linha, ou seja, a partir dessa especialidade será possível identificar rapidamente o porquê a produção parou.

As especialidades de falhas identificadas foram: Mecânica, Elétrica, Produção, Processo, Setup Operativo e Parada Programada.

A partir do momento em que a especialidade de falha for definida, os operadores de produção irão lançar na planilha de controle de produção, o horário em que a produção parou e reiniciou, e subsequente o tempo total de parada de linha. Também será registrado o local e o tag do equipamento em que ocorreu a avaria. Os operadores lançarão a ocorrência e o motivo da interrupção da produção.

Após estes dados serem lançados, será gerado um relatório com um banco de dados com o histórico das paradas de linha, contendo: Data; Turno; Hora início; Tempo; Tag; Equipamento; Ocorrência; Motivo.

O setor de Planejamento e Controle da manutenção (PCM) utilizará estes dados para gerar relatórios de disponibilidade e indisponibilidade de linha, assim como alimentar o histórico de manutenção dos equipamentos da fábrica.

A planilha de controle de produção servirá então como banco de dados para a geração de indicadores que irão apoiar a gestão tanto da produção quanto da manutenção da linha de MDF da empresa.

Os indicadores confeccionados pelo setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) serão realizados em planilhas eletrônicas, onde o banco de dados criado pelo setor de produção, citado anteriormente, servirá para alimentar o banco de dados da planilha de controle de paradas do setor de PCM.

O cálculo de disponibilidade da indústria de MDF em questão será realizado mediante ao tempo de parada em relação ao tempo total em que a indústria tem disponível para a produção. O cálculo de disponibilidade será um percentual entre o tempo parado em relação ao tempo disponível para a produção.

As metas de disponibilidade de linha dividem de um total de 100% de tempo, em média 92% para o tempo mínimo de produção, 2,00% de indisponibilidade de tempo para a especialidade de falha mecânica, 1,5% para especialidade de falha elétrica, e o tempo restante dividido igualmente para as indisponibilidades mediante a setup operativo, paradas devido ao processo e por fim o tempo em que o setor de produção é definido como responsável pela interrupção no processo, como limpezas pré agendadas nos equipamentos por exemplo.

Diariamente os indicadores de indisponibilidade de linha poderão ser apresentados em uma reunião diária realizada na sala de controle, onde estarão alocados os setores de produção e planejamento e controle de produção (PCP). A reunião poderá ser constituída pelo: supervisor responsável da equipe mecânica; supervisor da equipe elétrica e automação; Supervisor de produção da linha MDF I e pelo programador de manutenção. Mediante o relatório apresentado, os supervisores de campo juntamente com supervisores de produção e planejamento e controle de manutenção, poderão comentar sobre as principais falhas ocorridas no dia anterior, mas dificilmente montarão planos de ações para as falhas ocorridas, tendo em vista que as mudanças e ações tomadas serão apenas de caráter técnico, como a solicitação de compra de um novo equipamento ou alguma tratativa corretiva ao problema, e não um método preventivo e eficaz que previna que o problema ocorra novamente.

5.2 Procedimento de análise de falhas

O objetivo principal da análise de falhas será evitar que novas falhas aconteçam. A

investigação deve levantar as causas que contribuíram para que ocorresse a falha, e a partir destas informações, possibilitar a tomada de ações planejadas a fim de impedir que o problema se repita novamente.

O procedimento de análise utilizará várias ferramentas da qualidade para auxiliar no processo de identificação da causa raiz da falha e criação do plano de ação para tratar o problema encontrado. A metodologia seguirá o fluxo PDCA em conjunto com três outras ferramentas da qualidade: Método dos “Cinco Porquês”, formulário, questionário e reunião, que conforme Werkema (2002), várias ferramentas da qualidade podem ser utilizadas como apoio no desenvolvimento do ciclo PDCA.

A primeira fase do ciclo (P) será onde o problema será identificado e quais suas consequências, através dos registros informados sobre a parada de produção. Após a definição do problema ocorrido, será então investigado a sua causa raiz, fator responsável pela falha.

Com a causa raiz encontrada, o próximo passo é investigar através de um questionário, uma série de fatores importantes em relação aos métodos de prevenção de falha que a empresa possui sobre o equipamento que sofreu a falha, ou qualquer outra medida existente para evitar o agente causador do problema.

A segunda fase do ciclo (D) será o desenvolvimento das ações preestabelecidas no plano de ação. Na terceira fase (C) é onde será feito o controle das ações realizadas na fase anterior, no caso o acompanhamento do plano de ação desenvolvido através dos registros e evidências informadas pelos responsáveis das ações estabelecidas. O controle será realizado a fim de monitorar as atividades definidas pela análise e verificar o seu desempenho, evitando possíveis desvios, os quais se ocorrerem, serão tratados na fase seguinte.

A ação corretiva (A) será realizada quando as ações se distanciarem da meta, por meio dos resultados obtidos na fase de controle (C).

Conforme Affonso (2002) a profundidade da análise deve ser realizada de acordo com a gravidade da falha e o seu impacto gerado. Como nas indústrias não há um grande número de pessoal envolvido para a realização dessas análises, surge à necessidade de se utilizar um critério de avaliação se a avaria ocorrida deverá ou não sofrer um estudo do problema e qual o tamanho do enfoque utilizado, ou seja, o tamanho do prejuízo que afete a saúde, segurança, agressão ambiental e perdas financeiras.

Portanto, após uma parada de produção ocasionada devido a uma avaria em um ou mais equipamentos, mediante ao registro realizado do tempo de paralisação da indústria, será realizado um estudo do problema através da sistemática de análise de falhas.

O procedimento proposto para análise de falhas seguindo os fundamentos do Ciclo PDCA e ferramentas do Sistema de Gestão da Qualidade, será dividido em 6 etapas, sendo elas: identificação do problema e suas consequências; análise de fenômeno; análise de processo; plano de ação; verificação; padronização e conclusão.

A ferramenta utilizada para coleta e armazenamento de informações será o formulário, no qual comportará o registro das informações das 6 etapas da análise de falhas descritas a seguir.

5.2.1 Etapa 1: Identificação do problema e suas consequências

A primeira etapa para identificação do problema e seus impactos, consistirá no registro das paralisações no processo produtivo após a parada ser considerada por motivos de manutenção (falhas mecânicas e ou elétricas)

As informações a serem coletadas serão as básicas, nesse primeiro momento, a fim de coletar

os dados dos eventos ocorridos, como a definição da especialidade de falha, data, hora de início e fim, local da avaria, nome do mantenedor responsável, descrição da falha (o que aconteceu), o motivo da ocorrência (causa imediata), e qual a ação imediata após a ocorrência de avaria.

A coleta de dados da análise de falhas será feita através de um formulário, conforme evidenciado na Figura 1, o qual irá a seguir constituir o início de toda a investigação da falha.

FORMULÁRIO DE ANÁLISE DE FALHAS				
NÚMERO AF.	XXXXX	DATA DE INÍCIO:	XX/XX/XXXX	LINHA: XXXX
ETAPA 1 : IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA (REGISTRO DE PARADAS DE LINHA)				
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO:		MANTENEDOR DE ÁREA QUE ATENDEU A OCORRÊNCIA		
ESPECIALIDADE DE FALHA	MECÂNICA ()		ELÉTRICA ()	
DATA DA PARADA:	HORA INÍCIO:		Nº. NOTA DE AVARIA:	
— / — / —	DURAÇÃO:		Nº. ORDEM DE SERVIÇO:	
TAG:	DESCRIÇÃO DO EQUIP.:			
DESCRIÇÃO DA OCORRÊNCIA (O que aconteceu?):				
MOTIVO DA OCORRÊNCIA (Por que aconteceu?):				
AÇÃO CORRETIVA EMERGENCIAL (O que foi realizado para retomar a produção):				
NOME DO MANTENEDOR		ASSINATURA		

Figura 1 - Formulário de análise de falha (Etapa 1)

Fonte: Os autores

I) A especialidade de falha: se for por motivo elétrico ou mecânico, deverá ser informado a data, hora de início da avaria e seu tempo de duração, bem como a identificação do equipamento ou local de instalação onde ocorreu o problema e o número da nota e ordem de serviço.

II) Como procedimento da indústria, para toda a avaria ocorrida deve ser aberta uma nota no sistema de acompanhamento de processos (SAP), e conseqüentemente uma ordem de serviço referente a nota criada. O mantenedor então deverá informar o número da nota e da ordem criada, a fim de facilitar a rastreabilidade das informações de manutenção e integrá-las no histórico de manutenção.

III) Descrição da ocorrência: a descrição da ocorrência será relatar o que aconteceu e qual o impacto da falha na produção e respectivamente quais equipamentos sofreram danos, assim como também descrever alguma outra avaria que se originou devido a primeira falha ocorrida.

III) Descrição do motivo da falha: apesar de a falha necessitar de uma investigação mais aprofundada, o mantenedor deverá informar o motivo aparente que ocasionou o problema, como por exemplo um sensor que não atuou no sistema de empilhamento de placas, ocasionando um acúmulo de material. O acúmulo de material é a descrição da ocorrência, e o sensor não atuar é o motivo. A análise então será a investigação do por quê o sensor não funcionou corretamente.

IV) Ação corretiva emergencial: neste campo do formulário o mantenedor irá descrever qual a sua atuação e medidas adotadas para corrigir o problema, como no exemplo anterior, após um acúmulo de material devido a um sensor não estar funcionando corretamente.

V) Após concluído o preenchimento da etapa 1, o formulário deverá ser entregue ao supervisor de manutenção responsável do mantenedor (mecânico ou elétrico), para que se dê início ao segundo passo (Análise de fenômeno).

5.2.2 Etapa 2: Análise de fenômeno

A segunda etapa consiste na análise do acontecimento que interrompeu a produção, com o objetivo de identificar o foco e a origem do problema a ser analisado.

A ferramenta utilizada nesta fase será a metodologia dos 5 por quê, cujo método consiste em

perguntar sistematicamente o “por quê” até que se identifique a principal causa do problema, ou seja, a causa raiz. O formulário que contemplará esta etapa pode ser visualizado na Figura 2 abaixo:

ETAPA 2: ANÁLISE DE FENÔMENO (METODOLOGIA DOS 5 POR QUÊS?)	
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO:	SUPERVISOR DE CAMPO (ELÉTRICO OU MECÂNICO)
PORQUÊ:	
OBSERVAÇÕES: (OPCIONAL)	

Figura 2 - Formulário de análise de falha (Etapa 2)
Fonte: Os autores

Na etapa 2 será investigado apenas o fenômeno ocorrido, identificando a causa principal do fenômeno, e na etapa 3 a análise será mais aprofundada e completa, levantado dados sobre o processo existente da empresa para que a falha não volte a ocorrer.

5.2.3 Etapa 3: Análise de processo

A etapa 3 consiste em conhecer o processo gerador do problema, a fim de conhecer todos os fatores envolvidos internos e externos ao problema, com base nas informações obtidas nas etapas 1 e 2, onde ocorre o registro e identificação do problema, e logo após a causa raiz do fenômeno ocorrido, através da metodologia dos 5 porquês.

O responsável por esta investigação completa terá que ser a pessoa que é responsável pela coordenação das atividades de manutenção.

Para esta etapa onde ocorrerá a investigação completa da falha, será utilizada uma ferramenta na investigação de causa e efeito, o então chamado diagrama de Ishikawa, que tem por finalidade desmembrar um problema em possíveis causas, que são fragmentadas nos 4 “M”: Método, Mão de obra, Máquina e Material, conforme se evidencia na Figura 3.

ETAPA 3: ANÁLISE DE PROCESSO (DIAGRAMA DE ISHIKAWA)			
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO:		COORDENADOR DE MANUTENÇÃO	
MÉTODO	Existe algum procedimento para a prevenção desta falha (operação e/ou manutenção)?	SIM ()	Qual?
		NÃO ()	Está disponível a todos? () S () N Aonde?
		N/A ()	Procedimento trabalho atende? () S () N () NA
Observação:			
MÃO-DE-OBRA	Os colaboradores de manutenção e produção são capacitados e treinados nos procedimentos existentes?	SIM ()	Qual?
		NÃO ()	Quando foi o último treinamento?
		N/A ()	Necessário reciclagem? () S () N () NA
Observação:			
MÁQUINA	Existe plano de inspeção?	SIM ()	() Em funcionamento () Parada programada
		NÃO ()	Qual a(s) frequência(s)?:
		N/A ()	Última O.S.: EXECUTADA? () S () N
	Observação:		
Existe plano preditivo?	SIM ()	Que Tipo? () Termogr. () Ultrassom () A. Vibraç. () Hidrostát.	
	NÃO ()	Qual a(s) frequência(s)?:	
	N/A ()	Última O.S.: EXECUTADA? () S () N	
Observação:			
Existe plano de lubrificação?	SIM ()	() Em funcionamento () Parada programada	
	NÃO ()	Qual a(s) frequência(s)?:	
	N/A ()	Última O.S.: EXECUTADA? () S () N	
Observação:			
MATERIAL	Existe material/sobressalente do equipamento em estoque?	SIM ()	Qual o máximo e o mínimo? () Max. () Min. () NA
		NÃO ()	A política de reposição de sobressalentes, na sua opinião, está correta?
	N/A ()	() S () N () NA	
Observação:			
CONCLUSÕES: APÓS RESPONDER O QUESTIONÁRIO, DEFINIR A(S) CAUSA(S) RAÍZ(ES)			
CAUSA(S)-RAÍZ(ES)	(Definir a causa mediante informações coletadas nas etapas 1, 2 e 3)		
SOLICITAÇÃO DE PLANO DE AÇÃO:	(O que deverá ser realizado mediante a causa-raiz encontrada)		

Figura 3 - Formulário de análise de falha (Etapa 3)
Fonte: Os autores

A seguir a descrição de cada fator e o por quê de sua utilização na análise proposta:

- a) Método: Essa parte da investigação terá como objetivo levantar se existia algum procedimento existente para que a falha não ocorresse, e se caso existia, nessa etapa será relatado o por quê ocorreu o desvio e o não cumprimento do procedimento.
- b) Mão de obra: A causa por motivo de mão de obra visa identificar se os mantenedores que atuam na manutenção foram devidamente treinados nos procedimentos existentes, e se são capacitados para realizarem o determinado trabalho.
- c) Máquina: Conforme pesquisa realizada, Viana (2002) aponta que para que seja realizada uma boa manutenção fazendo com que o equipamento dure o maior tempo possível, torna-se necessário que sejam realizados as manutenções além das corretivas, as preventivas e preditivas. Esta parte consiste em identificar se o equipamento que sofreu a pane, tinha um plano preventivo de inspeção e lubrificação. Esta é uma importante forma de analisar uma falha e também na realização do plano de ação, pois em alguns casos não existe um plano preventivo de alguns equipamentos que falham, impedindo que uma parada de linha não prevista venha a ocorrer por uma avaria não prevista.
- d) Material: A política de estoque é um fator muito importante na manutenção, tanto pela necessidade de utilização de sobressalentes quanto por equipamentos reservas para a substituição quando não há chances de reparo, portanto nesta parte será mencionado se o equipamento que falhou possui sobressalente no estoque e se a política de estoque da empresa está de acordo com a realidade da manutenção.

Após o preenchimento de todos os campos, será então definida a causa ou as causas raízes da falha, solicitando então as medidas necessárias de acordo com a causa raiz encontrada, onde o responsável pela manutenção então dará sequência ao ciclo PDCA, passando para a próxima fase que será o desenvolvimento das ações planejadas.

5.2.4 Etapa 4: Plano de ação

Com base na solicitação do plano de ação na etapa 3, será realizado o plano de ação, utilizando uma importante ferramenta da qualidade para este tipo de atividade, no caso a metodologia 5W2H, que tem por finalidade definir os responsáveis, os recursos, a maneira e a data de execução das ações planejadas.

A metodologia consiste em definir quem irá realizar, o quê irá fazer, quando, em que lugar ou em qual setor irá atuar, de que maneira fará, e quanto será necessário de recurso para a realização do plano.

Segue abaixo a etapa 4, representada na Figura 4, que é a parte do formulário em que se constrói o plano de ação e definição dos responsáveis pela execução.

ETAPA 4: PLANO DE AÇÃO (METODOLOGIA 5W2H)					
QUEM?	O QUÊ	QUANDO?	ONDE?	COMO?	QUANTO?

Figura 4 - Formulário de análise de falha (Etapa 4)

Fonte: Os autores

5.2.5 Etapa 5: Verificação

A verificação servirá para controlar e acompanhar as atividades propostas no plano de ação aprovado, onde o setor responsável pelo controle de análise de falhas será a engenharia de manutenção e portanto a verificação das ações executadas no plano de ação será também de

responsabilidade desse setor.

Esta análise deve ser realizada em uma reunião com todos os envolvidos no plano de ação e os supervisores de manutenção. Caso o plano de ação tenha sido concluído, seguirá então para a etapa final de padronização e conclusão, conforme descrito na Figura 5.

ETAPA 5: VERIFICAÇÃO, CONTROLE E ANÁLISE DAS AÇÕES PLANEJADAS				
RESPONSÁVEL PELO CONTROLE:	ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO			
TAREFA / AÇÃO	RESPONSÁVEL	DATA LIMITE EXEC.	DATA DE REALIZAÇÃO	ANÁLISE DA AÇÃO

Figura 5 - Formulário de análise de falha (Etapa 5)

Fonte: Os autores

5.2.6 Etapa 6: Padronização e conclusão

A sexta etapa representada através da Figura 6, será a conclusão da análise de falha, onde será comprovada a eficácia das ações e se necessitará ou não de um novo plano de ação.

Esta etapa como segue o ciclo PDCA, consiste em padronizar as ações tomadas e treinar os grupos envolvidos para que esse novo método seja mantido e controlado caso haja desvios. No caso das atividades do plano de ação necessitarem da criação de um novo procedimento, este será informado no formulário como forma de registro, descrevendo qual será o procedimento e quem será o responsável pelo controle dos desvios do mesmo. Será também informado se o novo procedimento necessitará de um treinamento, se houver a necessidade será definido também um responsável e será descrito como e qual será o treinamento

ETAPA 6: PADRONIZAÇÃO E CONCLUSÃO DA ANÁLISE DE FALHAS				
RESPONSÁVEL PELO PREENCHIMENTO:	ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO			
PLANO DE AÇÃO FOI EFICAZ?	SIM ()	NÃO ()	NECESSITA DE NOVO PLANO DE AÇÃO?	SIM () NÃO ()
É NECESSÁRIO A CRIAÇÃO DE NOVO PROCEDIMENTO?			SIM ()	NÃO ()
PADRONIZAÇÃO (CRIAÇÃO DE UM NOVO PROCEDIMENTO)		RESPONSÁVEL:		
DESCRIÇÃO:				
TREINAMENTO (REFERENTE AO NOVO PROCEDIMENTO)		SIM ()	NÃO ()	RESPONSÁVEL:
DESCRIÇÃO:				
ACOMPANHAMENTO		RESPONSÁVEL:		
DESCRIÇÃO:				
DATA DE CONCLUSÃO DA ANÁLISE DE FALHA:		Engenharia de Manutenção		

Figura 6 - Formulário de análise de falha (Etapa 6)

Fonte: Os autores

5.3 Fluxograma de análise de falhas

A seguir apresenta-se através da Figura 7, o fluxograma desenvolvido como proposta para realização da análise de falhas, seguindo a metodologia do ciclo PDCA e integrando as ferramentas da qualidade para auxiliar no processo de investigação da falha, bem como a determinação dos responsáveis por cada ação.

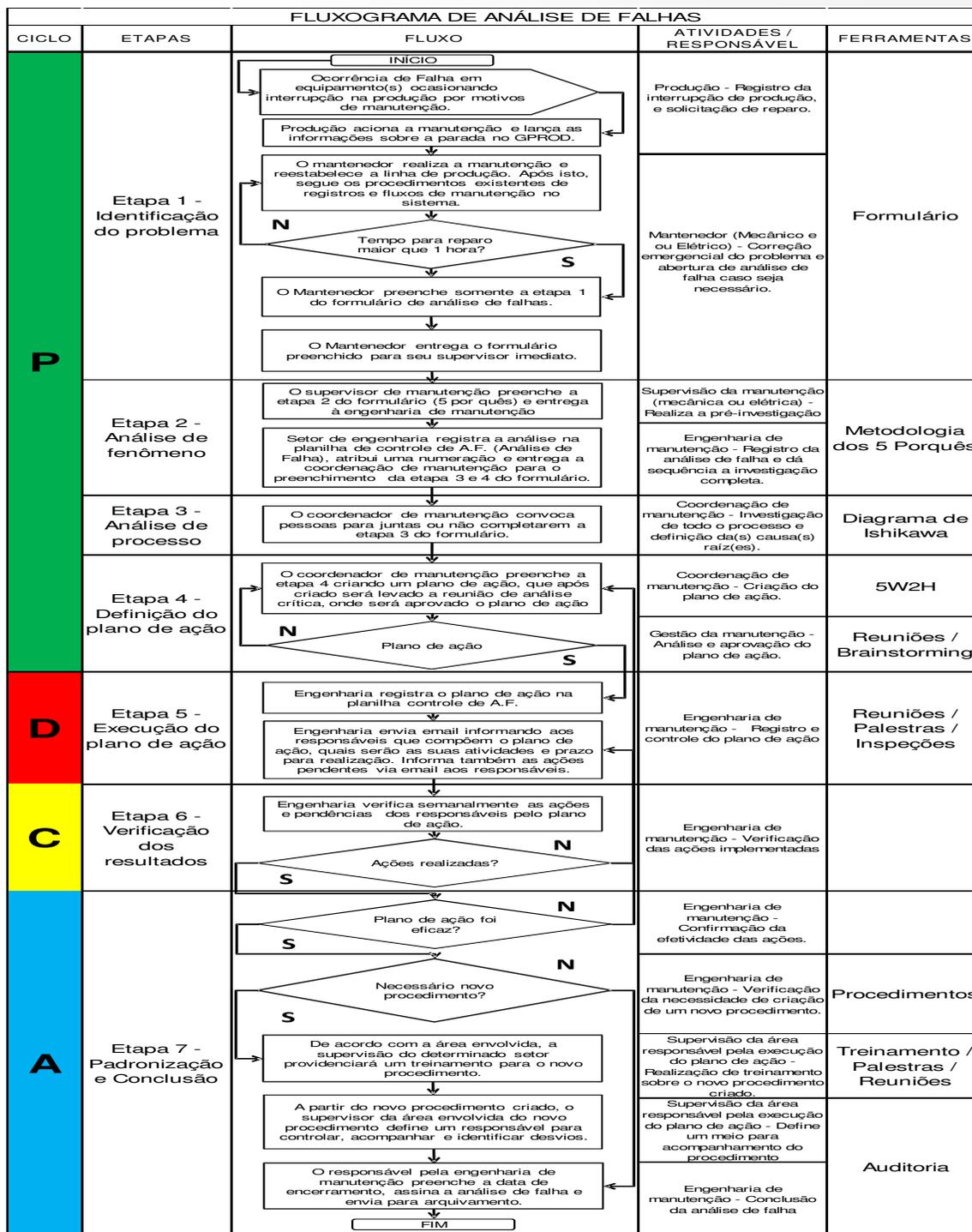


Figura 7 – Fluxograma de análise de falhas

Fonte: Os autores

6. Considerações finais

Através do presente trabalho, foi possível analisar a proposição de um procedimento de análise de falhas a partir da utilização de ferramentas da qualidade em uma indústria produtora de chapas de MDF.

Neste sentido a metodologia de análise de falhas servirá como uma forma de melhoria no sistema de gestão da manutenção, pois irá investigar a causa do problema, estudar ações,

implantar e desenvolver métodos que previnam que o problema não volte a ocorrer. Assim como também aumentar a disponibilidade de produção e reduzir custos da organização, pois a tendência será reduzir o número de falhas e desta forma diminuir os custos com paradas emergenciais e quebras imprevistas de equipamentos.

Foi proposto a utilização de um formulário para a realização do procedimento, onde vários integrantes de setores diferentes estarão envolvidos, o que também proporcionará uma maior interação entre os departamentos na busca de um objetivo em comum.

Referências

- AFFONSO, L.O.A. **Equipamentos mecânicos: análise de falhas e solução de problemas**. Rio de Janeiro: Quality Mark, 2002.
- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Ed. de Desenvolvimento Gerencial, 2002.
- ALMEIDA, D. A.; FAGUNDES, L. D.; LEAL, F. Metodologia de gestão de falhas para empresas do setor elétrico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENECEP), 2004, Florianópolis / SC. **Anais...** Florianópolis: ABEPRO, 2004, p. 1-7.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- CAMPOS, V. F. **Qualidade total: padronização de empresas**. Rio de Janeiro: EDG, 1999. 122 p.
- CURY, A. **Organização e métodos: uma visão holística**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T. ; KIZILTAS, S. Strategic use of quality function deployment (QFD) in the construction industry. **Building and Environment**, v. 40, n.2, p. 245-255, 2004.
- FISCHMANN et. al. **Ação empreendedora: como desenvolver e administrar seu negócio com excelência**. São Paulo: Editora Gente, 2010. 408 p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GRUNBERG, T. A review of improvement methods in manufacturing operations. **Work Study**, v.52, n. 2, p. 89-93, 2003.
- KARSAK, E. E.; SOZER, S.; ALPTEKIN, E. Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. **Computers & Industrial Engineering**, v.44, n. 1, p. 171-190, 2002.
- MARTINS, P.G.; LAUGENI, P. L. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva. 2005. 562 p.
- NUNES, E. L. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.
- OAKLAND, J.S. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.
- OLIVEIRA, U.R.; MARINS, F.A.S.; ROCHA, H.M. Procedimento integrado para mapeamento de falhas em manufatura: um estudo empírico em uma montadora de pneus logística. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS (SIMPOI), 2012, São Paulo. **Anais...**São Paulo: FGV, 2012, p.1-15.
- RAUSAND, M.; OIEN, K. The basic concepts of failure analysis. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 53, n.1, p. 73-83, 1996.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R.; **Administração da Produção**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2002. 735 p.
- VIANA, H. R. G. **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. 163 p.
- WERKEMA, M.C.C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.