

ANÁLISE DA CAUSA RAIZ DA FALHA DE UM MOINHO DE PINOS UTILIZADO NO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE AMÊNDOA DE CACAU

Suelem Campos Soares (UFSJ)
suelemcsoares@yahoo.com.br
JORGE NEI BRITO (UFSJ)
brito@ufs.edu.br



Este trabalho apresenta uma aplicação para os conceitos da RCFA (Análise da Causa Raiz da Falha) para a descoberta da causa raiz da quebra de um moinho de pinos, que é utilizado em uma indústria alimentícia, no processo de pulverização do processamento de amêndoas de cacau, cujo produto final, pó de cacau, líquido e manteiga de cacau, são fornecidos como matéria prima para a fabricação de chocolates em diversas empresas nacionais e internacionais. Ao final deste trabalho são apresentados os resultados da aplicação dos conceitos da RCFA, com o auxílio de ferramentas da qualidade como o Brainstorming, 5W2H e os Cinco Porquês para a construção da análise da causa raiz da falha, e então, elaborar um plano de ação para atacar a principal causa da quebra do moinho de pinos, a fim de evitar a reincidência desse problema.

Palavras-chaves: RCFA, Causa Raiz, Brainstorming, 5W2H, Cinco Porquês

1. Introdução

Consolidado no século XX, o modelo globalizado da economia, foi marcado pela competitividade entre empresas, característica do mercado mundial. Um dos fatores determinantes para a garantia de que as empresas se sustentem competitivas é a manutenção, que assegura a confiabilidade dos produtos e de todo o processo produtivo.

Segundo Crosby (2000), dentro das organizações, a qualidade com prevenção de falhas, se torna possível quando é agregada à realização sem repetição das atividades e afazeres. De acordo com o SEBRAE (2008) para que uma empresa possa alcançar a melhoria contínua, deve-se evitar erros, ao minimizar as perdas e ao buscar a qualidade e os melhores resultados.

Conforme Galuch (2002), para uma empresa alcançar a qualidade em seus processos, foram desenvolvidas técnicas que promovem a aplicação da teoria do gerenciamento da qualidade na prática do dia-a-dia de uma empresa, assim como, quais ferramentas são mais apropriadas para a coleta e apresentação de informações.

A Análise de Causa Raiz da Falha (RCFA) é uma metodologia indispensável para garantir que a manutenção industrial saia do modo reativo, situação onde a manutenção toma todo o seu tempo em manutenções corretivas, trabalhando sob a constante pressão de ter que reparar equipamentos o quanto antes, e voltar a colocar a fábrica em funcionamento.

O presente trabalho tem como objetivo, estudar e mostrar a aplicação dos conceitos da RCFA para a descoberta da causa raiz da quebra de um moinho de pinos, que é utilizado em uma indústria alimentícia, no processo de pulverização do processamento de amêndoas de cacau, cujos produtos finais, pó de cacau, líquido e manteiga de cacau, são fornecidos como matéria prima para a fabricação de chocolates em diversas empresas nacionais e internacionais. Ferramentas como o *Brainstorming*, 5W2H e os Cinco Porquês foram utilizadas durante a elaboração dessa análise e para que a causa raiz que levou à quebra do moinho de pinos fosse descoberta. Depois de definida a causa raiz, foi elaborado um plano de ação para atacá-la e evitar que a mesma voltasse a ocorrer.

2. Ferramentas da Qualidade

Segundo Campos (1992), existem ferramentas da qualidade, como o *Brainstorming*, 5W2H, Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, entre outras, que auxiliam nas tomadas de decisões.

2.1. RCFA - *Root Cause Failure Analysis*

Heravizadeh; Mendling; Rosemann (2008) dizem que, na ocorrência de defeitos, é comum que a equipe busque soluções paliativas. Porém, o ideal não é solucionar um problema momentaneamente, mas sim, tratar a causa do problema para que o mesmo não se torne recorrente. Todas as vezes que um defeito volta a ocorrer, o custo e o tempo para solucioná-lo tomam dimensões maiores.

Para Rooney & Hewel (2004), a RCFA é uma forma de descobrir os motivos que ajudaram no surgimento de um problema, uma vez que, se tentar atacar logo as causas, o problema será mais bem resolvido. Partindo desse pressuposto, a elaboração e aplicação de um plano de ação corretiva tornam-se possível e as causas dos defeitos passam a ser controladas, atuando em toda a cadeia do processo e então, evitando que o defeito volte a acontecer.

Andersen & Fagerhaug (2006) consideram que, para maior agilidade e eficácia na identificação dos fatos que contribuíram para a ocorrência dos problemas, é essencial o emprego do método de análise de causa raiz.

Segundo Lepree (2008), o método da RCFA soma a descrição do modo, à verificação e às hipóteses das não conformidades encontradas, permitindo a investigação e a eliminação efetivas das falhas, definindo então, as origens do problema, sejam elas, humanas, físicas ou ainda ocultas. Pinto e Xavier (2001) afirmam que a RCFA se trata de um método de análise de falhas sempre utilizado para equipamentos críticos que são considerados gargalos no processo produtivo.

Segundo Rooney & Hewel (2004), esta ferramenta é projetada para auxiliar a identificar o porquê do acontecimento de um evento, e não somente o que e como o evento aconteceu. Logo, ações para atacar a reincidência desse evento serão viáveis se, e somente se, o motivo original de um defeito ter ocorrido for identificado. Ou seja, o defeito ser tratado e analisado até que a causa original que o fez ocorrer seja identificada.

Segundo Andersen & Fagerhaug (2006) a Análise de Causa Raiz da Falha usa uma nomenclatura particular, de acordo com os termos mostrado na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Termos para aplicação da RCFA

Ocorrência	Condição ou evento que não esteja incluso na funcionalidade do sistema normal ou do comportamento esperado.
Evento	Ocorrência em tempo real. Fato que pode impactar com seriedade o funcionamento do sistema.
Estado	Qualquer condição do sistema, que possa apresentar efeitos negativos para alguma funcionalidade do sistema normal.
Por que	Também chamado de fator causal - Um evento ou uma condição que resulte ou participa no acontecimento de um efeito. São classificados como: <ul style="list-style-type: none">• Causa direta: Uma causa que resultou na ocorrência.• Causa contribuinte: A causa que contribuiu para ocorrência, mas não a fez diretamente.• Causa raiz: A causa que, se corrigida, impedirá o retorno desta e de ocorrências similares.
Cadeia de Fatores Casuais	Conhecido como sequência de eventos e fatores causais - Uma sequência de causa e efeito onde uma ação específica cria uma condição que contribui ou resulta em um evento. Isso cria novas condições que, por sua vez, resultam em outros eventos.

Fonte: Andersen & Fagerhaug (2006)

2.2. Brainstorming

Segundo Linus Pauling (1960, p. 10): "A melhor forma de ter uma grande ideia é ter um monte de ideias".

Para Miguel (2001), *brainstorming* significa tempestade de ideias, pensamentos e ideias que cada participante do grupo pode expor sem restrições. Para Godoy (1997, p.20), *brainstorming* significa "Tempestade de Ideias ou toró de palpites".

De acordo com Fagundes e Almeida (2004) o *brainstorming* busca soluções em situações onde profissionais se deparam com questões que parecem não ter alternativas e com problemas que de antemão, não possuem saídas. Busca-se encontrar ao máximo a diversidade de opiniões e ideias.

Para encontrar outras perspectivas, é importante que nenhum integrante do grupo tenha receio de avançar com qualquer opinião, mesmo que pareça ridícula, é fundamental que haja um clima de confiança e liberdade total (VANGUNDY, 1984).

Para VanGundy (1984), um *brainstorming* deve possuir um grupo variado e diversificado de pessoas, porém, o grupo não deve ser demasiado grande, de maneira que o número ideal de pessoas sugerido seria de 4 a 6 pessoas.

Segundo Baxter (1998), o *brainstorming* pode ser dividido em diversas etapas, como é mostrado na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Etapas do *Brainstorming*

Etapas	Descrição
Orientação	Fase inicial do <i>brainstorming</i> - Coordenador é orientará a equipe e mostrará o problema ou o <i>briefing</i> a ser trabalhado.
Preparação	O coordenador estipula um tempo determinado, geralmente em torno de 30 minutos, para o provimento das ideias por parte de toda a equipe. Todas as informações apontadas devem ser anotadas pelo relator.
Análise	Após o término do tempo inicial determinado, entra-se numa segunda marcação de tempo, também flexível, porém é sugerido um tempo de 15 minutos para agrupar as ideias levantadas.
Ideação	Ainda no segundo tempo, inicia-se uma fase de associação, escolha das ideias mais relevantes, refinamento ou junção das alternativas proposta visando escolher a ideia (ou ideias) a ser detalhada.
Incubação	Mesmo sendo descrita por Baxter, essa etapa torna-se dispensável, quando a fase de criação for corretamente aplicada. A incubação é a interrupção e retomada da técnica criativa, com intervalo de horas ou dias, quando o rendimento da mesma não for suficiente. Durante essa interrupção, <u>pode-se coletar outros dados, estudar similares etc.</u>
Síntese e Avaliação	Fases onde o coordenador deve determinar um intervalo de tempo para realizar a conclusão. Normalmente, o tempo determinado gira em torno de 15 a 20 minutos. A finalidade dessas fases é detalhar, delinear a solução (ou soluções) proposta, e confrontá-la com o <i>briefing</i> , verificando sua adesão.

Fonte: Baxter (1998)

2.3. 5W2H

Segundo Campos (2004) as decisões baseadas em opiniões, geralmente tornam-se desastrosas ou até mesmo irracionais e que a meta tem de ser colocada de forma técnica, destacando o caráter lógico e baseado na experiência da racionalidade organizacional.

Werkema (1995) diz que a partir da ferramenta 5W2H um plano de ação é construído, resumindo-se a um conjunto de contramedidas, com o objetivo de bloquear as causas fundamentais.

De acordo com o SEBRAE (2008) a técnica 5W2H, consente, em quaisquer situações, identificar dados e rotinas mais importantes de uma unidade de produção ou de um projeto. O método é constituído de sete perguntas, utilizadas com a finalidade de implementar soluções, conforme é apresentado na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Métodos do 5W2H

What	O quê? Que ação será executada? Qual a atividade? Qual é o assunto? O que deve ser medido? Quais os resultados dessa atividade? Quais atividades são dependentes dela? Quais atividades são necessárias para o início da tarefa? Quais os insumos necessários?
Who	Quem? Quem irá executar/participar da ação? Quem conduz a operação? Qual a equipe responsável? Quem executará determinada atividade? Quem depende da execução da atividade? A atividade depende de quem para ser iniciada?
Where	Onde? Onde será executada a ação? Onde a operação será conduzida? Em que lugar? Onde a atividade será executada? Onde serão feitas as reuniões presenciais da equipe?
Why	Por quê? Por que a ação será executada? Por que a operação é necessária? Ela pode ser omitida? Por que a atividade é necessária? Por que a atividade não pode fundir-se com outra atividade? Por que A, B e C foram escolhidos para executar esta atividade
When	Quando? Quando a ação será executada? Quando será feito? Quando será o início da atividade? Quando será o término? Quando serão as reuniões presenciais?
How	Como? Como será executada a ação? Como conduzir a operação? De que maneira? Como a atividade será executada? Como acompanhar o desenvolvimento dessa atividade? Como A, B e C vão interagir para executar esta atividade?
How much	Quanto custa realizar a mudança? Quanto custa para executar a ação? Quanto custa a operação atual? Qual é a relação custo / benefício? Quanto tempo está previsto para a atividade?

Fonte: SEBRAE (2008)

Ainda segundo o SEBRAE (2008), essa ferramenta simples e fácil de ser conduzida, porém poderosa, ao pensar no quanto pode auxiliar na análise e no conhecimento sobre determinado processo, problema ou ação a serem concretizadas, sendo usada em três etapas durante a solução de problemas, conforme apresentado a seguir.

- Diagnóstico: Durante a investigação de um problema ou processo, a fim de somar informações e buscar rapidamente as falhas;
- Plano de ação: Estruturar um plano de ação, de acordo com o que deve ser feito para extinguir um problema;
- Padronização: Auxilia na padronização de procedimentos que devem ser considerados como exemplo, para precaver o reaparecimento de modelos.

De acordo com Corrêa (2000), a Matriz 5W2H busca recomendar os passos para o cumprimento das estratégias. Esta ferramenta é capaz de determinar um quadro completo da equipe e todos os dados imprescindíveis para a implementação do trabalho.

2.4. Cinco Porquês

Segundo Shingo (1996) para diminuir e evitar a taxa de defeitos, o processo sempre deve ser informado quando um defeito for encontrado, de maneira que, alguma medida seja tomada visando à correção de tal defeito, ou melhor, evitando a reincidência desse defeito ou a condição que levou à ocorrência do mesmo. Esta função de alimentar o processamento com informação é denominada inspeção informativa.

De acordo com Ohno (1997) a natureza de um problema assim como a sua solução tornam-se evidentes quando são repetidas cinco vezes o porquê. Ries (2012) diz que a técnica dos cinco porquês foi desenvolvida por Taiichi Ohno, pai do Sistema de Produção Toyota, para solucionar problemas. A técnica consiste em decretar a pergunta “Por quê” cinco vezes para então, entender o que realmente aconteceu, ou seja, descobrir qual foi a causa raiz do problema.

3. Estudo de caso

3.1. Metodologia

O presente trabalho constitui em uma análise para identificar a causa raiz da quebra do moinho de pinos, utilizado no processo produtivo de uma indústria processadora de amêndoas

de cacau, através da ferramenta de qualidade RCFA. O processo produtivo da empresa pode ser observado na Figura 3.1.

A estrutura para a realização da análise se deu a partir da utilização de outras ferramentas da qualidade, tais como *brainstorming*, 5W2H e Cinco Por Quês, além da classificação das causas raízes (seis causas básicas) e da elaboração de um Plano de Ação.

Primeiramente foram definidas as pessoas que participariam da análise de falhas. Sendo assim, foi formada uma equipe com sete participantes para a execução do evento: a gerente e a supervisora de Produção, o chefe e o supervisor de Manutenção, dois mecânicos envolvidos com o incidente de quebra do moinho e um técnico de segurança.

Dividido em duas fases, o *brainstorming* foi constituído pela produção de ideias seguida da avaliação das ideias propostas, que tem como princípio básico o julgamento adiado, de maneira que contribua para a produção de ideias, do uso da imaginação e da quebra de barreiras mentais, como se fosse ser um libertador da criatividade por não existirem situações absurdas.

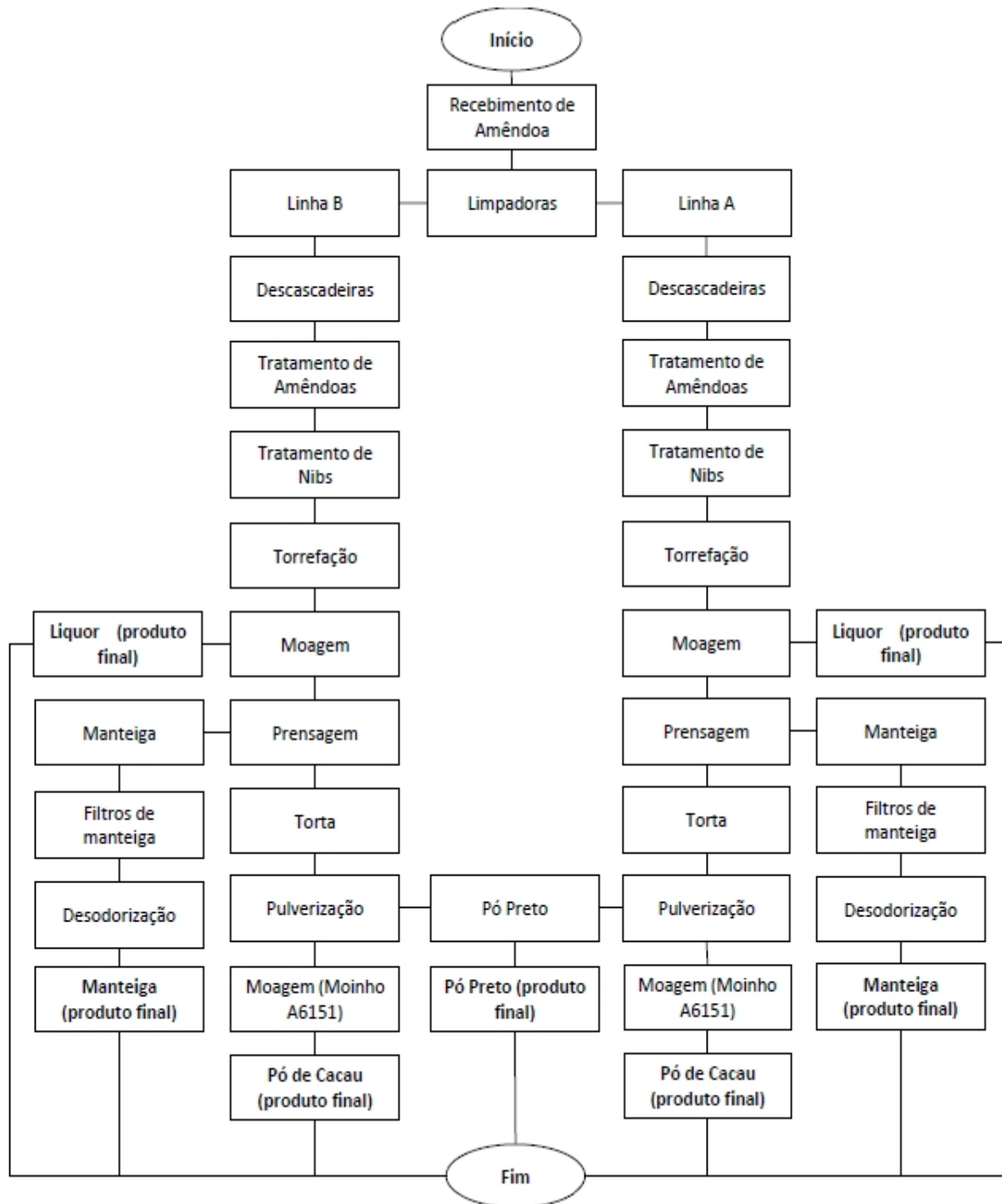
Depois da produção de ideias, foi definida a descrição do problema e as ações reparadoras, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Descrição do Problema e Ações Reparadoras

O que aconteceu?	O que foi feito? (Ações de bloqueio)
Na noite de 31/08/2013 para o dia 01/09/2013, ocorreu uma quebra no moinho de pinos A6151, que acarretou na parada da produção durante 13 horas para manutenção do mesmo.	A equipe de operação parou todo o processo de pulverização da linha A e iniciou o processo de varetamento do sistema para limpeza. Foi verificado o resíduo retirado no varetamento e o da peneira da ensacadeira a fim de tentar encontrar possíveis pedaços de algum equipamento que possa ter se soltado indo atingir as placas do moinho e a provocar a quebra. A equipe de manutenção abriu o moinho, trocou a placa danificada e verificou a existência de empeno no eixo, utilizando relógio comparador.
No dia 17/09/2013, houve outra quebra no mesmo equipamento, com parada de produção para manutenção de 6 horas.	
No dia 19/09/2013, novamente outra quebra com perda de produção de 14 horas.	

Fonte: Autor

Figura 3.1. Fluxograma do processo produtivo.



Fonte: Material corporativo da empresa.

Além da descrição do problema e das ações reparadoras, foram identificados os tipos de defeitos/falhas observados na máquina, Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Tipos de Defeitos

Defeitos	Defeito encontrado?
Curto circuito	
Falta de energia	
Mau contato	
Queima (componente)	
Tensão alta	
Tensão Baixa	
Sobrecarga (aquecimento)	
Defeito Componente	X
Desajuste	
Perda programa	
Quebra	X
Ruído	X
Vazamento	
Travamento	
Falha mecânica	X
Deformação	X
Desalinhamento	X
Desgaste / Corrosão	X
Escorregamento	
Folga	X
Falha da operação	
Compactação	
Incrustação	
Obstrução / Enroscos	
Queda	

Fonte: Autor

A ferramenta da qualidade 5W2H foi utilizada para descrever o fenômeno em questão. Respondendo as *questions words* tem-se, de acordo com a Tabela 3.3, a descrição do fenômeno.

Assim como o 5W2H, os Cinco Por Quês é uma técnica de resolução simples de problemas que ajuda a chegar à raiz de um problema rapidamente. A distribuição das respostas aos *Cinco Por Quês* se deu de acordo com as datas das paradas do moinho de pinos, como mostrado na Tabela 3.4.

Tabela 3.3 - 5W2H - Descrição do Fenômeno

<p>O quê? (What?) O que esta ocorrendo?</p>	<p>Quebra da placa de pinos, provavelmente a partir de algum pedaço de material e/ou equipamento que possa ter atingido o moinho.</p>
<p>Onde? (Where?) Onde ocorreu o problema?</p>	<p>Pulverização, Linha A, moinho de pinos A6151</p>
<p>Quando? (When?) Quando ocorreu o problema?</p>	<p>No dia 01/09/2013 foi identificado uma falha na gaiola do rolamento. Nos dias 17 e 19/09/2013, proveniente de algum pedaço de equipamento que pode ter atingido a placa do moinho.</p>
<p>Quem? (Who?) Identifique se o fato está relacionado à manutenção, operação, administração e/ou fornecedores. Depende da habilidade para evitar o problema?</p>	<p>Manutenção de modo aleatório</p>
<p>Qual? (Which?) Existe tendência ou padrão físico em relação ao onde? O fato tem recorrência mapeada, ou está tendendo para um determinado grupo de trabalho?</p>	<p>Problemas crônicos de desgaste. Após troca de parte da tubulação de retorno do tornado A6531 para colocar bica de refugo.</p>

<p>Como? (How?)</p> <p>Como ocorre o processo de mudança de normalidade para anormalidade? Qual a diferença entre o ideal e o que foi encontrado?</p>	<p>Sempre que tiver presença de material estranho que atingir placa do moinho de pinos.</p>
<p>Quanto? (How Much?)</p> <p>Qual o valor estimado do reparo, ou de tempo de máquina parada, ou de quantidade de perda?</p>	<p>Perda de Produção no total do mês devido quebra deste equipamento de 48 horas e mais 30 horas para aquecer o sistema completo para voltar a produzir.</p>
<p>Fenômeno</p> <p>Como, o quê, onde, quando, segundo o qual, dependendo ou não de quem?</p>	<p>Quebra da placa do moinho de pinos A6151 da pulverização na linha A no dia 01/09/2013. Foi identificada uma falha na gaiola do rolamento nos dias 17 e 19/09/2013, proveniente de algum pedaço de equipamento que pode ter atingido a placa do moinho. No primeiro caso conclui-se um problema de manutenção do moinho. Nos dois outros fatos concluí-se que ocorreu de modo aleatório, onde pedaços de material estranho veio atingir a placa do moinho e provocar a quebra. O moinho apresenta problemas crônicos de desgaste e após troca de parte da tubulação de retorno do tornado A6531 para colocar bica de refugio, houve a última quebra. Foi encontrado pedaços do teflon do tornado na peneira da ensacadeira. Houve perda de produção no total do mês de 48 h para manutenção devida a quebra deste equipamento e de mais 30 h para aquecer o sistema por completo e voltar a produzir, totalizando 78 h.</p>

Fonte: Autor

Tabela 3.4 - Causa Raiz - Cinco Por Quês

Análise dos Porquês					
Efeito: Sempre que tiver presença de material estranho que possa atingir a placa, ocorrerá quebra do Moinho de Pinos A6151 da Linha A na Pulverização.					
	Por Quê?	Por Quê?	Por Quê?	Por Quê?	Por Quê?
I 01/09	Rolamento quebrou	Falha na gaiola	Material apresenta desgaste natural precoce	Por que a vida útil do moinho já está ultrapassada	
II 17/09 e 19/09	Pedaços de teflon quebraram a placa do moinho	Os pedaços de teflon seguem junto com a torta para o moinho	Foi pedaço de teflon para silos de torta	Quebra do teflon	Sobrecarga do tomado
III	Fica apenas um silo aberto	Problema em algum equipamento da pulverização	Ocasiona sobrecarga	Os silos enchem e tomado não descarrega	Devido ao embuchamento
IV	O tomado possui partes de teflon que se quebram	Material (teflon) não é barrado pelas barras magnéticas e não é possível colocar peneira para retê-lo, devido ser o mesmo caminho pelo qual a torta passa (mesmo tamanho dos pedaços de torta)	Não temos barreira física que impeça a passagem de pedaços de materiais estranhos	Material estranho na placa	

Fonte: Autor

As causas Raízes foram classificadas em seis causas básicas, conforme se pode observar na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Classificação das Causas Raízes

Classificação das Causas Raízes (Seis causas básicas)	Sim	Não
Condições básicas pobres (limpeza, lubrificação e reaperto)		X
Equipamento / componente operando fora das condições ideais de uso	X	
Deterioração natural (fim de vida útil do componente, desde que não tenha sido submetido às condições anteriores)	X	
Deterioração forçada (limpeza, reaperto, inspeção e/ou lubrificação não foram bem executados)		X
Ponto fraco do projeto (falha no processo de engenharia)	X	
Falta de Capacitação (Manuseio e ações incorretas devido à falta de conhecimento)		X

Fonte: Autor

E por fim, foi elaborado um Plano de Ação a partir dos dados descritos acima, para evitar a reincidência dessa falha no moinho de pinos. O Plano de Ação é apresentado na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 - Plano de Ação

Equipamento: Moinho de Pinos A6151		Data: 23/09/2013		
Responsáveis: Supervisora de Produção, Supervisor de Manutenção, Chefe de Manutenção Elétrica e Gerente de Projetos				
Item	O Que	Quem	Quando	Status
I	Manter análises de vibração mensal e lubrificação quinzenal / Substituição do moinho	Supervisor de Manutenção e Gerente de Projetos	Frequências já estabelecidas / Próxima parada anual de manutenção	Andamento
II	Abrir saída do retorno de torta	Supervisor de Manutenção	Finalizado	OK
III	Aumentar tubulação de saída do retorno de torta para o piso inferior na área a fim de colocar um <i>big bag</i> de 500 kg que irá receber possíveis resíduos de torta	Supervisor de Manutenção	Finalizado	OK
IV	Instalar sensor interlockando a descarga de produto com o tomado	Chefe de Manutenção Elétrica	Finalizado	OK
V	Realizar teste fechando todos os silos, deixando apenas um deles aberto para verificar funcionamento do tomado	Supervisor de Manutenção e Supervisora de Produção	Finalizado	OK

Fonte: Autor

3.2. Resultados

Depois de realizar a RCFA a fim de identificar o principal problema que acarretou na quebra do moinho, vários pontos foram levantados, e interessantes possíveis causas foram sugeridas.

Ao final da análise, foram definidas como causas raízes do problema em questão: a vida útil do moinho e o fato de existir pedaços de teflon desprendidos no interior do equipamento.

Na primeira situação, o fato da vida útil do moinho estar além do suportado pelo mesmo, foi o principal motivo do material apresentar desgaste precoce, que levou à falha na gaiola do rolamento e, posteriormente, sua quebra.

Esta falha foi a responsável pela parada do moinho no dia 01/09/2013 durante treze horas. De acordo com os participantes da RCFA, esta parada ocorreu devido à falha mecânica.

Já na segunda situação, ficou definido como causa raiz que, sempre que houver a presença de material estranho onde o mesmo possa atingir a placa, ocorrerá a quebra do moinho.

Esta causa acarretou nas paradas dos dias 17/09/2013 e 19/09/2013, com duração de seis horas e quatorze horas, respectivamente. Estas paradas foram consideradas que aconteceram de modo aleatório.

Somando as três paradas mais trinta horas necessárias para aquecer o sistema por completo e voltar a produzir, chegou-se ao resultado de setenta e oito horas sem produzir. Acontecimento extremamente impactante no volume final de produção da fábrica.

Com o intuito de evitar a reincidência de falhas como estas, foi criado um plano de ação para atacar esses problemas de forma eficaz, evitando retrabalho e futuras paradas do equipamento inesperadas. De acordo com o plano de ações, foram atribuídas responsabilidades para diversos responsáveis e a estes, prazos para que as mesmas fossem concluídas.

Um dos pontos levantados no Plano de Ações foi a troca do moinho, devido à sua vida útil estar bastante avançada e a melhora nas análises de vibração e de lubrificação. Para as análises de vibração, ficou definido que esta seria realizada com frequência mensal e que a lubrificação do equipamento deveria ser feita a cada quinze dias.

Os responsáveis por estas melhorias foram o gerente de projetos para trocar o moinho, e o supervisor de manutenção para as demais pendências. Dessas, somente a troca do moinho ainda está pendente, porém, o novo moinho já foi comprado e encontra-se na empresa,

aguardando a data da troca, que foi programada para a parada geral da fábrica para manutenções mecânica e elétrica, em maio de 2014.

Para evitar a presenças de corpos estranhos, como pedaços de teflon, foi sugerida a abertura da saída do retorno de torta, o aumentar da tubulação de saída do retorno de torta para o piso inferior na área a fim de colocar um *big bag* de 500 kg, o qual receberá possíveis resíduos de torta e instalação de um sensor interlocando a descarga de produto com o tornado.

Essa medida foi tomada porque o material (teflon) não é barrado pelas barras magnéticas e não é possível colocar uma peneira para retê-lo, devido ser o mesmo caminho por onde a torta percorre e também, por ser do mesmo tamanho dos pedaços de torta. Feito isso, foi requisitado um teste onde todos os silos fossem fechados, com a exceção de apenas um deles, para a verificação do funcionamento do tornado.

Todas essas pendências couberam ao supervisor de manutenção, exceto à instalação do sensor, que ficou sob-responsabilidade do chefe de manutenção elétrica, e à realização do teste, que o supervisor de manutenção contou com a ajuda da supervisora de produção. Todos os serviços requisitados já foram executados.

Posteriormente a este incidente e da conclusão do plano de ação desenvolvido, problemas como os citados acima raramente voltaram a acontecer. Nenhuma parada inesperada ocorreu tampouco a quebra de alguma peça crítica do moinho.

O cuidado com o moinho de pinos, pela parte da manutenção, coube às manutenções preventivas e preditivas rotineiras, análise de vibração uma vez por mês e lubrificação do equipamento quinzenalmente.

3.2. Discussão

Os resultados deste trabalho demonstraram que existe uma correlação entre a performance da manutenção e bons resultado, quando aliada às ferramentas da qualidade.

Através do referencial teórico, observou-se que um método para analisar as falhas de um equipamento no processo produtivo é o método da Análise da Causa Raiz da Falha (RCFA).

Esta técnica se mostrou bastante eficaz, no que diz respeito à solução de problemas a longo prazo, evitando que defeitos tornem-se recorrentes, além do resultado das ações ser mais efetivo, quando aplicadas às reais causas das falhas.

O levantamento das informações sobre a quebra do moinho de falhas, considerando os três dias de parada, dias 01, 17 e 19 de setembro de 2013, ocorreu após a última parada do moinho, no dia 29 de agosto de 2013.

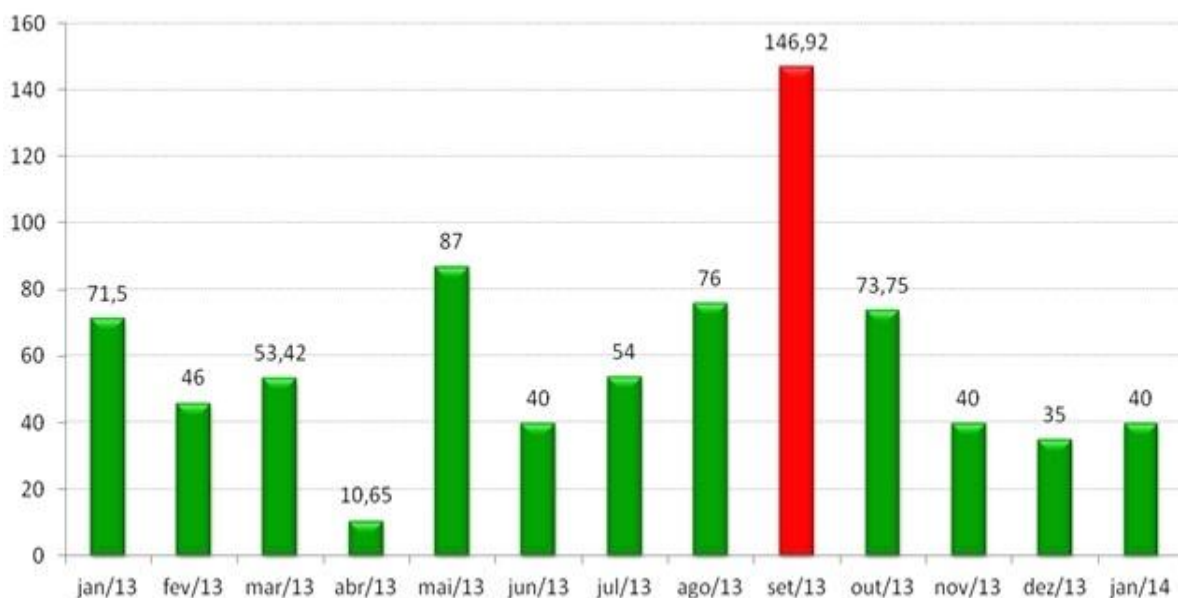
Depois de realizada a análise de falhas, foi elaborado um plano de ação. A implantação das ações propostas no plano de ação que foram validadas ocorreu nos meses setembro e outubro de 2013, sendo que, a troca do moinho de pinos está programada para maio de 2014, mês que ocorre a parada da fábrica para manutenção mecânica e elétrica.

O que mais chamou a atenção foi que, feita a análise, tudo se tornou mais simples, e mais fácil de ser compreendido. Sabendo qual era a causa, e estudando-a a fundo, torna-se quase que nula a incidência da mesma.

Na Figura 3.3 tem-se o número de horas trabalhadas exclusivamente no em preventivas e corretivas realizadas no moinho de pinos durante um ano. A partir dessa figura observa-se um pico no somatório de horas trabalhadas durante o mês de setembro, mês que ocorreu a quebra do moinho de pinos.

Nota-se também que, após a realização da análise de falhas e após a execução do plano de ação, houve uma queda significativa do número de horas dispensadas para manutenções no moinho de pinos, demonstrando a eficácia da análise de falhas.

Figura 3.3 - Distribuição das Horas trabalhadas no moinho de pinos



Fonte: Material corporativo da empresa

Chegada a esta fase, é possível afirmar que o objetivo principal almejado foi alcançado: o desenvolvimento de uma metodologia para a análise RCFA.

A partir da experiência industrial que o presente trabalho trouxe, foi possível compreender a dinâmica e algumas das dificuldades que a empresa vive no seu dia-a-dia e, principalmente, de saber como reagir perante situações inusitadas e distintas.

Dessa forma, o estudo e a construção da técnica da RCFA tornaram-se possíveis, e mostrou que, se a empresa aplicar essa técnica em todos os problemas mais frequentes, os mesmos poderão ser evitados no futuro.

4. Considerações finais

O presente trabalho teve como objetivo a utilização dos conceitos da RCFA para a descoberta da causa raiz da quebra de um moinho de pinos, empregado em uma indústria alimentícia, no processo de pulverização de processamento de amêndoas de cacau.

Conforme se pode concluir através dos resultados obtidos, a metodologia foi satisfatória, uma vez que o objetivo proposto foi alcançado e a causa raiz do problema foi detectada e minuciosamente tratada a fim de evitar a que mesma aconteça novamente.

O método é ainda seguido por um conjunto de ferramentas, que, mesmo não sendo utilizadas, nada impede que possa ser implementada nas próximas análises que serão realizadas na empresa.

Como um exemplo dessas ferramentas, seria a utilização do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) durante a elaboração e execução do plano de ação desenvolvido para combater a causa raiz.

Logo, a utilização das ferramentas da qualidade, se empregadas de maneira adequada, só têm a acrescentar ganhos para as organizações, já que se torna possível encontrar as soluções para os problemas mais complicados, o que era um problema impossível, passa a ser de fácil entendimento, agregando valor à manutenção das empresas, que, conseqüentemente, soma ganhos nos objetivos genéricos das organizações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. A.; FAGUNDES, L. D. **Aplicação da Gestão do Conhecimento no mapeamento de falhas em concessionária do setor elétrico.** Revista Produto & Produção, v. 8, n. 3, p. 63-80, 2005.

ANDERSEN, B., FAGERHAUG, T. **Root Cause Analysis: Simplified Tools and Techniques.** ASQ Quality Press, 2nd edition, 2006.

BAXTER, M. **Projeto de Produto - Guia Prático para o Desenvolvimento de novos Produtos.** São Paulo, Editora Edgar Blücher, 1998.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia.** Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CROSBY, P.B. **Os custos ocultos dos processos.** Banas Qualidade, São Paulo, n. 100, p.24, 2000.

CORRÊA, S. **Ferramentas para o Telegestor.** São Paulo, dezembro 2000. Disponível em: <<http://silvio.correa.nom.br/blog/artigo/ferramentas-para-o-telegestor/>>. Acesso em: 29 Jan. 2014.

GALUCH, L. **Modelo para implementação das ferramentas básicas do controle estatístico do processo-CEP em pequenas empresas manufatureiras.** 2002. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GODOY, Maria Helena Pádua Coelho de. **Brainstorming - como atingir metas.** Belo Horizonte: FCO, 1997.

HERAVIZADEH, Mitra; MENDLING, Jan; ROSEMANN, Michael. **Análise de Causa Raiz em Processos de Negócio.** São Paulo, 2008.

Latino, Robert & Latino, Kenneth. **Root Cause Analysis.** 3rd. Edition, CRC Press, USA, 2006.

LEPREEE, J. RCFA: **Root Causes Failure Analysis.** Disponível em: <<http://www.tarrani.net/linda/RootCauseAnalysis.pdf>>. Acesso em: 05 Fev. 2014.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas.** São Paulo: Arttliber Editora, 2001.

O GURU do Brasil. Revista Exame, São Paulo, ano 43, v. 957, n. 23, p. 20-30, 2009.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produtividade em larga escala.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PAULING, Linus. **Nature of the chemical bond and the structure of molecules.** New York: Cornell University P, 1960.

PINTO, A. K. ; XAVIER, J. de A. N. **Manutenção: função estratégica.** 2a. ed. rev. amp. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

RIES, Eric: **A Startup Enxuta: Como os empreendedores atuais utilizam a Inovação Contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas.** São Paulo: Lua de Papel, 2012.

ROONEY, J.J. & HEWEL, L.N.V. **Root cause analysis for beginners.** Quality Progress. July, pp. 45-53, 2004.

SEBRAE. **Ferramenta 5W2H.** Disponível em <http://www.trema.gov.br/qualidade/cursos/5w_2h.pdf>. Acesso em 01 Fev. 2014.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Artmed, 1996.

SHINGO, Shigeo. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre, Bookman, 1996, 380p.

Sociedade Portuguesa de Inovação. Edição e Produção Editorial: Principia, 1999. Disponível em: http://www.spi.pt/documents/books/inovint/gi/aceso_ao_conteudo_integral/capitulos/3.7/cap_apresentacao.htm >. Acesso em: 16 Jan. 2014.

VANGUNDY, A.B. **Techniques of structured Problem Solving**. Van Nostrand ReinholdCompany Inc., New York, 1984.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: UMG, Escola de Engenharia, 1995.