

OTIMIZAÇÃO DO TEMPO DE REPAROS E DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE MALTE

ANDRADE, Alex¹

MATOS, Camila²

RESUMO

Neste artigo apresenta-se um método de mapeamento e de otimização de processos, para melhoria de um equipamento industrial com o intuito de diminuir o tempo de reparo nas manutenções. O objetivo principal foi conceder melhorias de tempo para reparo em um equipamento industrial no setor de secagem de malte. Foi realizado em uma empresa de produção de malte localizada no Estado do Paraná que passava por dificuldades de tempo de reparos em seus ativos, gerando atrasos de produção e ocasionando possíveis perdas produtivas de malte, por falhas crônicas de quebra de peças mecânicas, de uma rosca transportadora. O estudo é considerado qualitativo por realizar estudo de caso, tendo sido utilizadas ferramentas da qualidade para análise: o método dos cinco porquês para identificar as causas raízes do problema e o 5W2H para o auxílio nos procedimentos que devem ser seguidos após a identificação das falhas. Este estudo foi aplicado na prática, tendo causado divergências de opiniões entre engenheiros mecânicos e supervisores de produção, principalmente devido às mudanças de integridade dos ativos, no entanto, quando aplicados, os resultados apresentaram a otimização de 85% em seu tempo de reparo. Foi realizada a troca de material para facilitar a manutenção do equipamento de secagem do malte.

Palavras-chave: Mapeamento, Otimização de Processos, Cinco Porquês, 5W2H.

ABSTRACT

In this article it is presented a method for mapping and optimizing processes, improving industrial equipment in order to reduce maintenance repair time. The main objective is to grant time improvements to industrial equipment on the malt drying sector. It was carried out in a malt production company located in the interior of Paraná, which was experiencing difficulties in repairing its assets, causing production delays and causing possible productive losses of malt, due to chronic failures in the breaking of mechanical parts of a screw conveyor. This study is considered qualitative by accomplishing a case study, and has been used quality tools to analyse: the five whys method to identify the root causes of the problem and the 5W2H to aid on the procedures that must be followed after the identification of flaws. This study was applied in practice, causing divergences of opinion between mechanical engineers and production supervisors, mainly due to changes in the integrity of the assets, however, when applied, the results showed an 85% optimization in their repair time. The material was changed to facilitate the maintenance of the malt drying equipment.

Keywords: Mapping, Process Optimization, Five Whys, 5W2H.

1 INTRODUÇÃO

A evolução das empresas de segmentos industriais vive uma conjuntura de competitividade quanto à sobrevivência aos negócios. Há uma demanda de obtenção de confiabilidade e disponibilidade de equipamentos para garantir bons resultados. Equipes de manutenção bem estruturadas permitem reduzir os números de paradas não programadas e indesejadas durante os processos produtivos. Atualmente setores de produção vivenciam falhas encontradas em projetos antigos e tendem a obter resultados negativos, seus indicadores apresentam números não satisfatórios levando uma má impressão para seus clientes. Diante disso, a inovação se torna indispensável, pela busca de tecnologia em novas peças para uma alta performance de trabalho (PASCHOAL *et al.*, 2009).

Segundo Alkaim (2003) as organizações dependem da integridade física e funcional dos ativos para manter resultados relevantes nas atividades. Entre os séculos XX e XXI, a procura por novas tecnologias se tornaram as mais importantes características das atividades econômicas. Nunes (2001) afirma que as organizações observam a manutenção como quem tenta evitar as falhas, dando seus devidos cuidados às instalações físicas. Enfatiza que estas abordagens e a prevenção não dependem apenas da sua amplitude. Em linhas gerais, confirma que as causas e os efeitos das falhas devem ser mantidos como casos especiais e manter a busca por minimizar as ocorrências e consequências das falhas quando voltam a aparecer.

Segundo Oliveira (2017), ideias inovadoras como as alterações relevantes dentro de uma empresa, e conceitua como: um novo bem, a descoberta de uma nova fonte de produzir ou uma nova mudança de concorrência. As mudanças espontâneas acontecem em foco ao desenvolvimento e para obtenção de lucro excepcional. Aquele que aplica a recombinação de novos métodos de produzir, obtém lucro dos resultados da sua inovação.

É importante diferenciar a manutenção de manutenibilidade: a manutenção consiste em realizar serviços de conservação ou reparos em equipamentos. A manutenibilidade é um parâmetro de projeto que tem a função de reduzir o tempo de reparo (SILVA, 2015).

O estudo apresentado tem como objetivo principal, conceder melhorias de tempo para reparo em um equipamento industrial no setor de secagem de malte. Foram realizadas coletas de dados via sistema de *software* e opiniões dos profissionais do setor, com o intuito de restabelecer as condições físicas do equipamento e trazendo uma maneira de otimizar o tempo para reparo.

Este estudo teve o intuito de solucionar falhas no processo de uma empresa de produção de malte, promover a manutenibilidade e otimização de tempo referente à manutenção em uma rosca transportadora de cereais, a qual apresentava paradas não desejadas durante o processo produtivo.

A seguir são apresentados do ponto de vista teórico, os conceitos de identificação de falhas, confiabilidade *versus* disponibilidade, manutenibilidade, otimização de processos, análise das causas raízes das falhas e a ferramenta 5W2H. Também será apresentada a metodologia, seguida dos resultados e discussões, e as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As subseções a seguir apresentam diversos fundamentos e conceitos relacionados a esta pesquisa, que foram necessários para execução do trabalho. As abordagens de conceitos serão em identificação de falhas, confiabilidade *versus* disponibilidade, manutenibilidade, otimização de processos, identificação das causas raízes das falhas e ferramenta 5W2H.

2.1 Identificação de Falhas

A participação de recursos humanos na identificação de possíveis falhas em um processo produtivo é importante pois, trabalhar em equipe com foco nas necessidades dos clientes, assim como a utilização de ideias apresentadas pode-se obter bons resultados, afirma Kuball e Scholz (2014). Segundo Heizer e Render (2001) o uso de formação de equipes para coleta de ideias entre diferentes setores é de extrema importância para redução de custo, melhora no aperfeiçoamento e qualidade da manufatura.

Heizer e Render (2001) afirmam que para facilitar a identificação das falhas, a formação de equipes de pessoas que têm *expertise* no fluxo produtivo são as mais indicadas, porque estão acompanhando o funcionamento das máquinas diariamente, e compreendem a operacionalização do maquinário, sendo capazes de apontar a frequência e onde acontecem as falhas.

Almeida (2006) alerta que devido à demanda e à competitividade entre as organizações, pela necessidade de produzir cada vez mais para atender as exigências dos clientes e concorrentes, as instalações produtivas demandam maior uso dos ativos e, com isso o número de falhas aumenta. Para isso, empresas prestadoras de serviço na área de consultoria

se sobressaem para resolver esses tipos de problemas. As falhas se resumem em tudo que produz perdas de capacidade, deixando de desempenhar sua função, que para sua resolução é importante realizar o mapeamento, como forma de análise da origem da própria falha.

Para Tebaldi *et al.* (2006), a detecção das falhas é visível quando os equipamentos são submetidos a grandes esforços, ocasionando desgastes pelo tempo de uso das peças, acontecendo trincas, fadigas, impacto, levando a um índice de vibração e originando diferentes tipos de falhas. Portanto, deve-se minimizar possíveis falhas com alguns cuidados considerados básicos, como manter equipamentos sempre lubrificados e inspecionados preventivamente, ressaltando que a falha sempre aparece ao final de seu tempo preventivo, e por esse motivo deve se dar atenção ao tempo entre as manutenções, para evitar números grandes de falhas.

2.2 Confiabilidade *versus* Disponibilidade

Atualmente a demanda nos meios produtivos requer que seus ativos sempre estejam à disposição da produção de forma contínua. Para isso, o setor de manutenção deve estabelecer bons planos preventivos para garantir confiabilidade e disponibilidade, realizar análise das causas e encontrar as raízes das falhas.

Segundo Paschoal *et al.* (2009) é importante que estejam bem claras as diferenças entre a confiabilidade e disponibilidade, que fazem parte do cotidiano da manutenção. Sendo assim, a confiabilidade é caracterizada como a probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo estabelecido, sob condições definidas de uso. E a disponibilidade é o tempo em que o equipamento, sistema ou instalação está disponível para operar ou em condições de produzir.

De acordo com Silva (2018), define-se disponibilidade como sendo a relação entre o tempo que o equipamento ficou disponível para produzir em relação ao tempo total. A disponibilidade deve ser realizada de modo que a capacidade desempenha sua função requerida em um determinado tempo.

Jens (2006) afirma que confiabilidade é o tempo que determinado equipamento permanece com suas funções desde o início de seu *startup* da produção e permaneça com as mesmas condições, como modo de segurança para as organizações poderem produzir sem expectativa de paradas. A disponibilidade é o tempo que determinado equipamento permanece ligado e funcionando, sendo importante a observação dos tempos de reparo entre as manutenções preventivas ou corretivas. As falhas de defeitos e erros tornam-se as principais

ameaças à confiabilidade e disponibilidade, sendo o erro algo que não deu certo, resultado fora da especificação, de uso incorreto, o que implica em uma operação incorreta de algum componente ou sistema.

De acordo com o conceito, pode-se definir a disponibilidade como um sistema de execução da função de maneira satisfatória, dentro de um intervalo de tempo e operando conforme as suas condições básicas de funcionamento. O monitoramento referente aos tempos de falhas e reparo tornam-se dados de coleta para descobrimento das deficiências do setor produtivo indicados diretamente ao processo.

2.3 Manutenibilidade

Santos (2019) define manutenibilidade como a função centrada em reduzir custos e esforços da manutenção, é uma característica de projeto que procura facilitar os procedimentos da manutenção. O tempo gasto em reparar falhas e atender tarefas rotineiras faz com que a manutenibilidade atinja diretamente a disponibilidade.

Segundo Gomes (2018) a manutenibilidade consiste em reparos dentro do tempo estipulado, ou com objetivo em reduzir o tempo de manutenção. Quando a manutenibilidade é melhorada, os resultados são de minimização de tempo e erros na execução da manutenção. Assim como a confiabilidade, a manutenibilidade é definida por históricos de tempos de reparos, armazenados por setores de planejamento e controle de manutenção.

Para Muniz (2010), a manutenibilidade é um definidor de manutenção por aplicar de maneira mais simplificadas as atividades de manutenção e outros tipos de reparos dependente do sistema mecânico. Quando aplicada, representa a confiabilidade para a equipe técnica do processo, passa a ter a garantia da qualidade do serviço prestado, e a ter uma organização estratégica de suas funções, se tornando uma referência de redução de desperdícios e custos em meio às execuções das atividades. Sendo sinônimo de redução de desperdícios e custos, esta lucratividade não desrespeita grandes investimentos financeiros.

Oliveira (2007) afirma que a manutenibilidade resulta em ganhos de tempo quando aplicada a uma otimização em seus processos de manutenção. Cita que onde há uma atividade que demanda ter uma equipe de pessoas em números maiores, as atividades são realizadas de forma mais rápidas, com mais recursos para a execução e agilidade. Portanto, a manutenibilidade existe para enxugar estas demandas.

Compreende-se então, a manutenibilidade é importante pelo fato de garantir a eficiência operacional, fazendo com que as condições dos equipamentos sejam restabelecidos às suas condições básicas de funcionamento, estando ligadas diretamente à disponibilidade e confiabilidade dos ativos, podendo dizer que a manutenibilidade é uma maneira fácil de se fazer manutenção.

2.4 Otimização de Processos

Redução de tempo aumenta a produtividade, conseqüentemente quando se faz uma redução, independentemente de qualquer processo, se obtém ganhos de resultados. Segundo Rahn (2017) a otimização de qualquer tipo de processo permite reduzir custos e aumentar a produtividade da equipe, considerando que para que isso aconteça, os gestores devem conhecer todos os macro objetivos da empresa e desdobrar o planejamento estratégico. Tendo foco na política interna da empresa, estes desdobramentos devem ser repassados para toda a equipe em forma de reuniões, sendo afirmados como serão os novos objetivos de resultados e assim, definindo planos de ação e datas a serem realizadas tais atividades. Quando iniciados os novos procedimentos, gestores e liderados devem reunir-se para analisar como está sendo feito o desenvolvimento na prática, verificando se estão seguindo conforme o esperado, se estão atingindo o esperado ou não e só no final, quando houver resultados ou o atingimento das metas estabelecidas, recompensar pelos obtidos resultados.

Para Nunes (2018) a otimização de processos é resultado para atender as necessidades da empresa como um todo, em busca de qualidade. A padronização dos processos ganha aperfeiçoamento durante o tempo e vai se adaptando aos novos conceitos de cada setor industrial. Para que haja uma modificação em determinado processo deve-se questionar se a tal modificação é útil ou não. Inovar sem saber se é rentável ou fácil de reposição, pode gerar gastos desnecessários e desconforto ao longo do tempo, gerando retrabalhos. Por esse e outros motivos que possam aparecer, o planejamento estratégico deve ser bem feito, a fim de evitar más inovações e adaptações.

2.5 Análise das Causas Raízes da Falha

A metodologia da análise de causa raiz é utilizada para identificar as falhas que já ocorreram, com intuito de se tratar futuras prevenções de modo a prever futuros problemas. Quando feita a análise de uma quebra, garante-se que a falha não torne a repetir, um plano de ação, referente aos pontos críticos, deve ser tratado desde uma simples reposição de peças reservas no almoxarifado (MAIA, 2019).

O uso das ferramentas e técnicas da qualidade de maior exatidão são os cinco porquês, baseada em recolocar os cinco porquês em forma de perguntas sendo suficientes para se achar a causa raiz do problema (ZOPPI, 2019). Segundo Costa (2018), para se chegar na verdadeira causa raiz do problema deve ser formulada a pergunta “porquê” por cinco vezes. Seguindo etapas para determinar o que aconteceu, porque isso aconteceu, o que fazer para não acontecer novamente, a razão do acontecido e continuar a se perguntar até que não se possa afirmar o porquê anterior, ao analisar todas as respostas dos porquês significa que a causa raiz foi encontrada.

Para Gonçalves (2011) o método dos cinco porquês é uma técnica utilizada para encontrar as causas raízes de determinadas falhas geradas ao longo de qualquer processo, e que não demandam técnicas complexas, por ser uma ferramenta que pode estar sendo utilizada de modo diário, com qualquer problema.

2.6 Ferramenta 5W2H

Grosbelli (2014) afirma que a ferramenta 5W2H foi criada no Japão para auxiliar nos processos de montagens de carros, direcionada ao planejamento, sendo bastante utilizada nas indústrias. O uso do 5W2H surge de um plano de ação já estabelecido, a partir das necessidades que devem ser atendidas. Seu objetivo é orientar as ações do plano de maneira que tenha uma fácil interpretação, classificando-as por etapas, respondendo sete perguntas que ajudam na implementação da solução, de origem do inglês: 5W referem-se a *What* (o quê?), *Why* (por quê?), *Where* (onde?), *Who* (quem?), *When* (quando?); e o 2H referem-se a *How* (como?) e *How Much* (quanto custa?). Tais perguntas definem pontos essenciais de implementação do projeto na prática.

Segundo Neto (2016), a ferramenta 5W2H é de extrema utilidade aos afazeres cotidianos de qualquer empresa, tornando o processo de decisão mais simples. Considerada como um *checklist* pelos seus gestores e colaboradores na condução das atividades, de modo a diminuir as possíveis dúvidas.

Para Massaroni (2015) o uso da ferramenta 5W2H deve ser iniciado com um plano de ação bem elaborado e só assim a ferramenta irá permitir uma estruturação de forma bem organizada, fornecendo cada vez mais implementações de solução de problemas. Qualquer projeto depende de um bom planejamento estratégico, a organização das atividades com um fácil entendimento depende ser passada ao papel por meio de um mecanismo organizado, estabelecendo as condições de como aquilo será aplicado, quais as vantagens, desvantagens e quais os custos.

3 METODOLOGIA

O estudo classifica-se como uma pesquisa qualitativa, uma vez que tem por amostragem de dados já existentes da empresa e pelo levantamento de informações com as pessoas envolvidas no processo.

Segundo Galvão (2017), pesquisas qualitativas fornecem dados detalhados de pesquisas complexas sendo elaboradas por várias ou poucas pessoas, deste modo não se pode levar seus resultados em generalidade. Para Silva (2017), a pesquisa qualitativa é uma modalidade de pesquisa que atua sobre informações por pessoas implicadas em um tema de pesquisa para coletar determinados dados que requerem números para observações, por formas de análise de humano ou social. É baseada no teste de uma teoria, sendo composta por variáveis quantificadas em números, as quais são analisadas de modo estatístico, com o objetivo de determinar se as generalizações previstas na teoria se sustentam ou não. O método de pesquisa qualitativa para Silva (2017) em forma de recomendação, serve para entender fenômenos realísticos, históricos encontrados, formulados socialmente ou em grupos dada por meio da interpretação entre observações e reformulando por conceitos teóricos e pesquisas empíricas.

Este estudo apresenta a abordagem qualitativa, pois realizou coleta de dados em campo, sendo possível interagir com as pessoas envolvidas no processo, que responderam perguntas referente aos problemas que a empresa vem passando sobre o tempo de reparo. Foram realizadas perguntas como: onde geralmente apresentam-se falhas? Com que frequência isso acontece? Porque acontece? Também foi possível analisar em dados fornecidos pelo histórico de avarias, que o sistema de *software* utilizado pela empresa desenvolve e disponibilizado para o estudo, quais foram coletados em seu histórico a quantidade de vezes que o equipamento apresentou as falhas de quebra, sendo possível saber exatamente quais eram os componentes que geram mais manutenção.

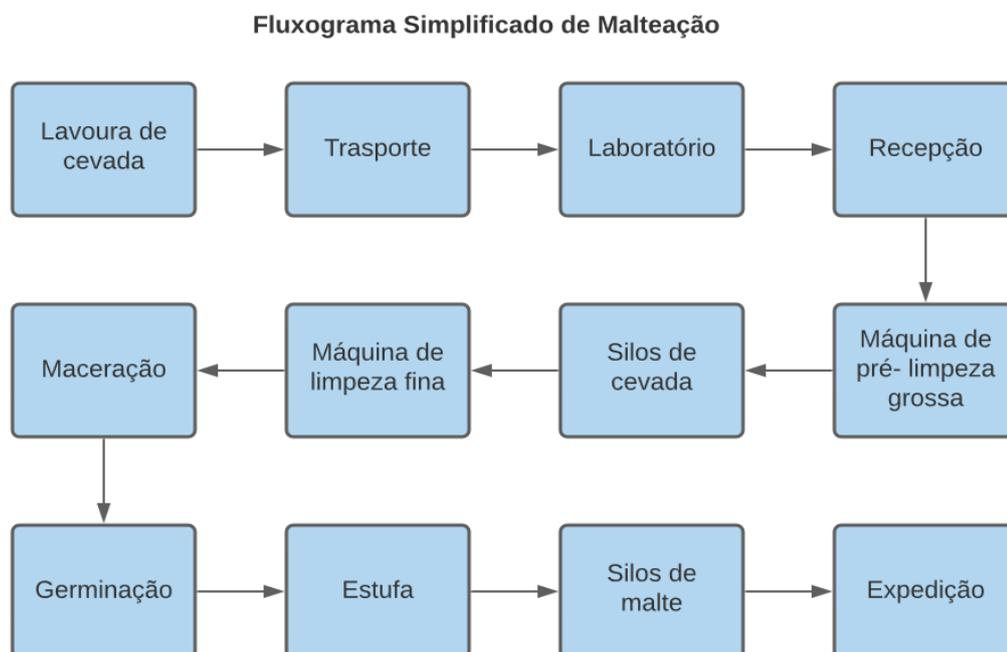
Para realizar a otimização dos processos e otimização do tempo de manutenção e de reparos, foram aplicadas ferramentas da qualidade, como os cinco porquês com intuito de encontrar a causa raiz, e também o 5W2H para fazer o plano de ação para implementação das melhorias, que tinham como objetivo encontrar a causa raiz que afeta a empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em uma empresa que realiza fabricação de malte, no estado do Paraná. A empresa possui um longo processo de produção que passa por diversos equipamentos, responsáveis pela transformação da matéria-prima, que devem permanecer sempre em boas condições de uso.

A partir da coleta de dados, foi possível utilizar a ferramenta 5 Porquês para identificação da falha. O processo de análise foi o de secagem, justamente por ser o setor que não deve parar de produzir em hipótese alguma, considerado como uma etapa crítica dentro do processo produtivo. Isso devido à etapa anterior de germinação não suportar por muito tempo as sementes germinadas. Apresenta-se na Figura 1, o processo de malteação da empresa.

Figura 1: Processo produtivo de malteação da empresa



Fonte: autoria própria

O processo se inicia com os cuidados na lavoura e no plantio de sementes, classificadas como malteáveis, sendo colhidas em seu tempo de maturação para se

transformarem em germinativas. Elas são transportadas do campo para a empresa, onde devem passar, primeiramente, por testes laboratoriais, confirmando a qualidade dos grãos e autorizando o seu processamento para posterior uso cervejeiro.

Confirmado o uso da cevada para processamento cervejeiro, a carga é recepcionada em moegas (locais abertos onde caminhões descarregam material a granel), e segue para o beneficiamento, onde passa por uma máquina de limpeza com peneiras grossas, que extrai todos os tipos de contaminantes que possam estar presentes na carga transportada, tais como: pedra, folhas, cascas de troncos da planta de cevada. Após esta limpeza, a carga segue para os silos de cevada onde permanecerá armazenada em grandes volumes, recebendo ventilação para sua conservação.

Na próxima etapa a cevada passa por um segundo processo de limpeza, em peneiras mais finas, onde deve acontecer a extração de pequenas partículas, grãos quebrados e cascas da própria semente. Então, acontece a maceração, onde o cereal será lavado por 9 horas com água e outros componentes de limpeza. No final do processo de limpeza, bombas do tipo centrífugas as transferem para a etapa de germinação, onde o malte é umidificado até o grão estar pronto para nascer, soltando brotos e raízes. Este processo leva aproximadamente 4 dias para germinar e quando é interrompido, o produto é considerado como “malte verde”.

Passando para etapa de secagem, o cereal permanece neste processo por aproximadamente 12 horas, a uma temperatura entre 65°C a 72°C, conforme o tipo de malte, sendo classificado como “torra seca”. Assim, o produto se transforma em malte devido à extração da sua umidade, tendo como objetivo gerar somente o amido, sendo direcionado à armazenagem em silos de malte e segundo para a expedição, levando à etapa final.

A etapa final de transformação do produto acontece na estufa do setor de secagem, onde este estudo foi aplicado. Sendo considerado um ambiente importante no processo produtivo que, se paralizado por decorrência de quebra ou falha do equipamento, causa atrasos em todos os processos, desde o início do ciclo.

Neste setor há uma máquina de deslocamento horizontal guiado em trilhos com comandos de avanço e retorno, com duas roscas transportadoras de 15 metros de comprimento com um raio de 0,4 metros cada, cuja função é de fazer o transporte de chegada do produto ao setor e saída, no final da secagem.

Foram coletados dados e informações junto aos técnicos operadores da máquina e técnicos de manutenção mecânica da empresa. Foi possível confirmar a partir das observações, a existência de falha no sistema mecânico das buchas e eixo das roscas, e pelo sistema SAP (Sistemas, Aplicativos e Produtos para processamento de dados), o *software* de gestão que a

empresa possui. O SAP registra qualquer ocorrência de avarias existentes no setor de secagem, para início de atendimento de manutenção. Assim que é aberta uma nota para manutenção, o técnico faz o reconhecimento da chamada pelo sistema e realiza o atendimento. Para a troca do eixo, quando gera desgaste, o procedimento é de desmontar praticamente toda a máquina, mesmo para apenas a troca de uma ponteira.

Por se tratar de uma rosca transportadora de 15 metros de comprimento com 6 buchas de deslize cada, o procedimento de retirada da peça demanda, no mínimo, 3 técnicos para desmontar e um torneiro mecânico para confecção das novas peças. Quando finalizada, deve ser encerrada na própria ocorrência gerando um histórico do equipamento.

Foram analisados os registros de avarias em um período de um ano no sistema SAP, onde apresentam-se todas as indisponibilidades do equipamento já existentes. A Tabela 1, apresenta esses registros.

Tabela 1 - Registros de ocorrências de manutenção no sistema SAP

Tipo da Falha	Quantidade de ocorrências em 12 meses	Tempo de Reparo (média em horas cada ocorrências)
Troca de eixo e bucha	5 ocorrências	9 horas
Raspador danificado	2 ocorrências	3 horas
Tela danificada	3 ocorrências	2 horas
Quebra de parafuso na torre de elevação	4 ocorrências	1.5 hora
Roldanas da translação com ruído	2 ocorrências	0.5 hora
Posição nos Dampers	3 ocorrências	0.5 hora
Falha no sensor de posição	6 ocorrências	0.2 hora
Desarme por sobrecarga	7 ocorrências	0.1 hora

Fonte: dados da pesquisa

Pode ser observado que a falha da troca de eixo e bucha, mesmo não sendo a maior em número de ocorrência, é a que leva um maior tempo de reparo. Desta maneira, foi aplicada a ferramenta dos “5 Porquês” para descobrir a causa desse tempo, conforme apresenta-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Ferramenta dos 5 Porquês

Solução de problemas - Análise 5 Porquês
--

Descrição do problema: Porque leva 9 horas em média para conserto?		
1°	Por que?	Tempo de reparo muito alto.
2°	Por que?	Peças de difícil retirada, grandes e pesadas.
3°	Por que?	Projeto de engenharia antigo da década de 1982.
4°	Por que?	Eixos e buchas fixos sem espaço de retirada.
5°	Por que?	Sem espaço para desmontar rapidamente.

Fonte: dados da pesquisa

É possível notar que a causa do tempo de reparo ser muito alto, é em razão do tamanho das peças, que além de serem grandes, são pesadas e difíceis de serem retiradas. Isso devido ao projeto de engenharia ser antigo, o que demonstra falta de espaço, tanto para retirada dos eixos e buchas, quanto para o desmonte.

Diante deste problema, foi sugerida uma ação para minimizar este tempo. Assim, nas procuras das falhas, notou-se que uma bucha confeccionada em bronze grafitado, feita específica para a máquina, sempre é trocada em todas as suas quebras, sendo realizada sempre pelo setor de usinagem da própria empresa. Apresenta-se a peça na Figura 2.

Figura 2 - Bucha de Bronze Grafitado



Fonte: foto tirada pelo autor

Coletando informações no setor de usinagem, com o técnico torneiro, ele concorda que toda quebra exige a confecção desta bucha, e também afirma que o material com que é fabricada a peça não seria o ideal para tal aplicação, devido ao equipamento ter um sistema de transporte de rosca, ser pesado e ter variações de temperatura de 18°C a 75°C, além de transportar o produto molhado e seco em determinados momentos, com diferentes circunstâncias. O desgaste desta bucha ocasionava atrito entre metais, eixo da rosca e mancal de sustentação, levando a danificar o eixo e condenando para a troca também em algumas ocasiões de grande desgaste.

Sabendo que a bucha não é confeccionada com o material ideal, seria preciso algo mais resistente que possa ter maior duração na sua aplicação e que se adapte às condições de temperatura e umidade do local. A sugestão de material seria o vesconite, apresentado na Figura 3, por ter a durabilidade 10 vezes maior que o bronze, além do alto desempenho em lubrificação quando em contato com a água. O material é resistente a temperaturas elevadas acima de 100°C, sendo o material encontrado no almoxarifado e cadastrado como item de estoque onde acompanha as informações da ficha técnica para possíveis aplicações de uso.

Figura 3 - Bucha de vesconite



Fonte: Autoria própria

A alternativa do uso do material foi apresentada ao engenheiro responsável de manutenção mecânica, levando-se em consideração a durabilidade e seus benefícios, sendo autorizada a sua substituição das buchas de bronze por vesconite.

A partir da autorização para o uso do material vesconite, foi aplicado o 5W2H para ajudar com os procedimentos da manutenção, conforme mostra o Quadro 2.

Ferramenta 5W2H						
5W					2H	
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How much?
O que?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Fazer o planejamento de parada de máquina	Para ter eficiência durante a manutenção	Estufa setor de secagem	PCM	01/05/2020 à 02/05/2020	Fazendo cronograma da manutenção	R\$1.360,00 (mão de obra referente aos dois dias)
Troca dos eixos das roscas da estufa por sistema de carretel	Mais durabilidade e das buchas e agilidade na manutenção	Estufa setor de secagem	Equipe de atendimento terceiro	04/05/2020 à 09/05/2020	Empresa terceira especializada em manutenção industrial	R\$110.000,00 (orçamento recebido pela empresa terceira)
Equipe de fiscalização	Fiscalização nas atividades realizada pela empresa terceira	Estufa setor de secagem	Equipe de atendimento interna	04/05/2020 à 09/05/2021	Acompanhando todo o processo de execução das atividades conforme cronograma	R\$4.080,00 (referente às horas do técnico da semana)
Acompanhamento do tempo de reparo após a troca dos eixos	Verificar o tempo de reparo da nova configuração das roscas	Estufa setor de secagem	Equipe de manutenção interna	A partir do dia 09/05/2020	Coletando informações de ocorrências da rosca da estufa setor de secagem	R\$85,00 (referente a uma hora do técnico)

Fonte: autoria própria

Após autorização, foi possível realizar a troca dos eixos seguindo o planejamento das etapas do 5W2H. Na Figura 4 é possível verificar o antes e depois da troca.

Figura 4 - Antes e depois da troca de eixo



Fonte: Autoria própria

A figura da esquerda mostra o antes da troca do eixo e a da direita, a mudança por eixo do tipo carretel, a qual aloja a bucha de vesconite. Após a troca, foi realizado o acompanhamento de funcionamento, sendo possível observar um bom desempenho do eixo carretel. Percebeu-se padrões de funcionamento sendo estabelecidos dentro do esperado, com fluidez no transporte do produto, o deslize das buchas nos carretéis, corrente elétrica com baixa nominal, parâmetros que definem bons resultados para o desempenho do setor de secagem.

Após a decorrência de cinco meses da troca para o tipo carretel, ocorreu nova manutenção mecânica. O equipamento apresentou ruídos durante seu funcionamento, havendo uma quebra de um dos flanges do carretel, demandando a troca por um novo. A manutenção foi realizada com peças do almoxarifado e de fácil acesso, sendo necessário o trabalho de apenas um técnico mecânico, em um tempo de 1 hora e 30 minutos.

Devido à ocorrência inesperada do carretel, foi possível fazer uma observação visual do motivo que se originou e levou à quebra, sendo a solda feita de forma incorreta de um dos lados do carretel, devido à má penetração da solda. Assim, foi realizada inspeção visual em todos os carretéis da máquina.

Com a satisfação dos resultados obtidos referente a durabilidade e comportamento das peças trocadas do equipamento, garantiu-se a disponibilidade do equipamento para o setor de secagem, podendo produzir com maior confiabilidade.

O tempo de nove horas de reparo que o sistema antigo apresentava passou a ser de uma hora e meia, proporcionando a facilidade da retirada do carretel. Por ter peças prontas no almoxarifado, foi possível a otimização de 85% do tempo de reparo. Também foi possível otimizar a mão de obra, antes sendo necessário três mecânicos e um torneiro, passando a poder ser realizado por apenas um técnico mecânico.

Tabela 2 – Antes e depois da quantidade de ocorrência e tempo de reparo para troca de eixo e bucha.

Antes		
Tipo da Falha	Quantidade de ocorrências em 12 meses	Tempo de Reparo (média em horas cada ocorrências)
Troca de eixo e bucha	5 ocorrências	9 horas
Depois		
Tipo da Falha	Quantidade de ocorrências em 5 meses	Tempo de Reparo (média em horas cada ocorrências)
Troca de eixo e bucha	1 ocorrências	1.5 horas

Fonte: dados da pesquisa

O custo total envolvido para a realização das atividades entre materiais, consumíveis e mão de obra entre terceiros e colaboradores, resultou em R\$ 117.525,00, sendo reconstituído em um tempo de meia produção de 12 horas de malte.

Pode-se concluir que, devido aos números de ocorrências correspondentes a um histórico de um ano, a empresa deixou de produzir por aproximadamente quatro vezes, pelo motivo de quebra, uma quantia muito alta em termos de produção. Sendo que cada produção condiz aproximadamente a cento e cinquenta toneladas de malte, que convertidos em reais seria aproximadamente a R\$ 295.000,00 por produção.

A manutenção para obter bons resultados deve ser estratégica, tornando-se eficaz. Como afirma Alkaim (2003), que as organizações dependem da integridade dos ativos para manter seus resultados. Torna-se visível a importância de realizar a manutenção dos equipamentos de qualquer ambiente produtivo, assim como aumentar a disponibilidade deles para obtenção de resultados mais positivos.

A partir dos resultados encontrados sugere-se ainda uma manutenção preventiva mais criteriosa nos setores que apresentam maiores falhas, podendo diminuir o tempo entre os planos preventivos e evitar grandes paradas inesperadas. Quando bem revisadas essas falhas, os planos não se implicam na troca de peças tão complexas, neste caso a troca dos eixos, e sim apenas das buchas, por serem peças de sacrifício e que demoram menos tempo para troca.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um projeto de melhoria em um sistema mecânico que pudesse extrair bons resultado de otimização de processos, qual foi possível trabalhar no processo de malteação em uma empresa, localizada no estado do Paraná, no

interesse de promover resultados de satisfação de ambas as partes, tanto de setor de manutenção quanto o setor de produção.

Pode-se considerar que os objetivos iniciais do projeto foram alcançados, pois foi possível encontrar o problema, a partir da ferramenta 5 Porquês e propor melhorias com um plano de ação 5W2H. Como resultado, foi possível otimizar em 85% o tempo de reparo do equipamento analisado.

As contribuições que esta pesquisa traz é de como melhorar um equipamento de transporte, em específico uma rosca helicoidal, sendo que as funcionalidades podem, de modo geral, serem realizadas em qualquer outra empresa que abranja este sistema de transporte, independente do que se transporte. Sendo possível a implementação da modificação dos eixos de rosca originais por modelo de eixo tipo carretel que pode ser aplicada em qualquer tamanho e diâmetro de rosca.

Como limitações desta pesquisa, cita-se a dificuldade de estudos relacionados a melhorias ou alterações de projetos mecânicos industriais. E como sugestão para trabalhos futuros, é necessário preocupar-se com uma manutenção preventiva mais criteriosa nos setores que apresentam maiores falhas, podendo diminuir o tempo entre os planos preventivos e evitar grandes paradas inesperadas.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado dando forças, ânimo e coragem para concluir esta etapa da minha vida, mesmo nos momentos mais difíceis da minha jornada. A Ele devo minha gratidão.

Agradeço a toda minha família por todo apoio e pela ajuda, minha mãe Ideli meu pai Antônio que muito se esforçaram para me proporcionar uma educação baseada em valores. Agradeço a minha irmã Andreia, meu cunhado Valnei e minhas amadas sobrinhas Amanda e Yasmim que foram fundamentais para minha formação, onde abriram as portas nos momentos difíceis. Em especial agradeço a minha amada esposa Ellen por estar ao meu lado sempre em todos os momentos, que com muito carinho e apoio, não mediu esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida, meu muito obrigado, amo vocês. E também não poderia deixar de lembrar da minha pequena Mel uma cachorrinha que quando estava oprimido com os estudos me procurava para brincar e desaparecer a mente, me ajudou muito.

Agradeço a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, onde foram a ferramenta mais importante da minha trajetória acadêmica. Obrigado por esclarecer

tantas dúvidas e ser tão atenciosos. Em especial a minha professora orientadora Camila por exigir de mim muito mais do que eu imaginava ser capaz de fazer, manifesto aqui minha gratidão eterna por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e experiência.

A todos os meus colegas de curso que compartilharam das inúmeras trocas de ideias e ajuda mútua, em especial as minhas amigas Thiene e Karol por serem fundamental na minha carreira acadêmica, durante estes longos cinco anos juntos formamos uma “Equipezinha” muito forte, onde pudemos dividir os conhecimentos e experiências juntos, obrigado a cada uma de vocês.

Agradeço a todos que me ajudaram diretamente e indiretamente durante todo este percurso de graduação, também a instituição Centro Universitário Campo Real e aos seus docentes que nos incentivaram a percorrer o caminho da pesquisa científica.

REFERÊNCIAS

ALKAIM, J. L. **Metodologia para incorporar conhecimento intensivo às tarefas de Manutenção Centrada na Confiabilidade aplicada em ativos de sistemas elétricos**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, SC, 2003.

ALMEIDA, D. A. de; *et al.* Gestão do Conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação. **Production**, v. 16, n. 1, p. 171- 188, 2006.

COSTA, T. B. D. S.; MENDES, M. A. Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura. **Anais do X SIMPROD**, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia, Universidade do Estado do Pará, Engenharia de Produção de Sergipe - SE, 2018.

GALVÃO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, n. 2, v. 8, p. 4-24, 2017.

GOMES, M. C.; ANDRADE, P. C. de R.; COSTA, T. F. Análise de indicadores de desempenho da manutenção de um moinho de bolas. **Revista Thema**, v. 15, n. 3, p. 1089 - 1103, 2018.

GONÇALVES, L. F. V. A redução de problemas de qualidade através da utilização do método ciclo PDCA: Um estudo de caso na indústria cosmética. In: **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**, Universidade Federal Fluminense, 12 e 13 de Agosto de 2011, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.

GROSELLI, A. C. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR, 2014, 53f.

HEIZER, J. H.; RENDER, B. **Administração de operações: bens e serviços**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

JENS, R. D. **Modelo de monitoramento e avaliação da confiabilidade e disponibilidade de sistemas de distribuição de energia elétrica com base nas condições de uso de transformadores**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2006.

KUBALL, G. L.; SCHOLZ, R. H. Investigação de Falhas Operacionais em uma Produção de Motores Diesel que Impactam Diretamente no Cliente. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, v. 2, n. 1, p. 47-71, 2014.

MAIA, E. D. S. A. F. Aplicação de uma metodologia de análise de falhas em uma indústria de polietileno de baixa densidade. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. 41, 2019.

MASSARONI, I. F.; SCAVARDA, A. J. R. R. Gestão de Serviços em Bibliotecas Públicas: aplicação do 5W2H na política de aquisição de acervo. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 6, n. 1, p. 4 - 16, 2015.

MUNIZ, R. P. D. **Requisitos de manutenibilidade na execução dos serviços de manutenção**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestrado em Engenharia de Produção, Porto Alegre - RS, 2010.

NETO, C. A. de A.; et al. Aplicação do 5W2H para criação do manual interno de segurança do trabalho. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 20, 2016.

NUNES, E. L. **Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, SC, 2001.

NUNES, J. L. T.; *et al.* Melhoria do Processo Produtivo por meio de otimização de processo de envase. **Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657**, v. 2, n. 1, p. 105-122, 2018.

OLIVEIRA, S. M. D. **A gestão de programas de desenvolvimento: aplicação de confiabilidade, manutenibilidade e segurança**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2007.

PASCHOAL, D. R. de S.; *et al.* Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. **Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA**, n. ?, v. 3, p. 10, 2009.

OLIVEIRA, O. V. de; ZABA, E. F.; FORTE, S. H. A. C. Razão da não utilização de incentivos fiscais à inovação tecnológica da lei do bem por empresas brasileiras. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v. 14, n. 31, p. 67-88, 2017.

RAHN, Sandro Carlos. A equipe de lideranças da TI e seu papel para otimizar a competência foco em resultados. **Revista da FAE**, v. 20, n. 1, p. 112-128, 2017.

SANTOS, J. D. dos. **Análise de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade de uma mesa de resfriamento de tiras de aço**. Monografia (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Especialização em da Engenharia da Confiabilidade, Curitiba, PR, 2019.

SILVA, A. M. **Análise da confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade de moinhos de uma planta industrial**. Monografia (Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação da Engenharia da Confiabilidade, Curitiba, PR, 2015.

SILVA, A. B. da; *et al.* **Pesquisa qualitativa em estudos organizacionais**. 2ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.

SILVA, E. de B. **Manutenção centrada em confiabilidade visando a competitividade em uma indústria moedora de grãos na região dos Campos Gerais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2018.

TEBALDI, A.; COELHO, L. dos S.; LOPES JUNIOR, V. Detecção de falhas em estruturas inteligentes usando otimização por nuvem de partículas: fundamentos e estudo de casos. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, v. 17, n. 3, p. 312-330, 2006.

ZOPPI, J. V.; OKADA, R. H. Métodos e Ferramentas que auxiliam empresas na resolução de problemas. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 667 - 679, 2019.