

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS

ENGENHARIA MECÂNICA

RUDIO ROBERTO BITENCOURT FROHLICH

VIABILIDADE DE MANUTENÇÃO EM UM TORREFADOR DE CAFÉ

**Varginha
2021**

VIABILIDADE DE MANUTENÇÃO EM UM TORREFADOR DE CAFÉ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Instituição de Ensino do Grupo UNIS, Varginha-MG, sob orientação do Prof. Fabiano e Luciene de Oliveira Prósperi..

AUTOR

VIABILIDADE DE MANUTENÇÃO EM UM TORREFADOR DE CAFÉ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof

Prof

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me guiado durante todo esse período, à minha família e amigos pelo incentivo e paciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me ajudaram a elaborar este trabalho, principalmente à minha família, amigos e aos professores pelo conhecimento transmitido que foi aplicado no cotidiano.

“Obstáculos são aquilo que vemos quando
afastamos nossos olhos do objetivo.”

Henry Ford.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido buscando apresentar as inúmeras modalidades de manutenção que podem ser aplicadas em maquinário empregado na torrefação de grãos de café, demonstrando inclusive a influência que um planejamento de manutenção eficiente pode influenciar nos resultados da empresa e na qualidade dos grãos que são beneficiados. A problemática tratada no trabalho indaga: quais as modalidades de manutenção que se aplicam tanto a nível terceirizado quanto realizado pela própria empresa em uma planificação de manutenção? O trabalho tem como objetivo geral reconhecer por meio de um estudo bibliográfico os principais conceitos de manutenção e suas variantes. Dentre os objetivos específicos, proceder a uma revisão teórica de conceitos, métodos e elementos constituintes do processo de manutenção, apontando a sua viabilidade; analisar a importância da manutenção para garantir a continuidade e assegurar o aumento de produtividade e a competitividade de uma torrefadora de café; e, falar sobre o processo de torra de grãos de café. A importância do tema proposto consiste no fato de que a manutenção de equipamentos se tornou um ponto central e crucial a ser levado em consideração pelos administradores de empresas.

Palavras – Chaves: Manutenção. Torrefadora. Café em grãos.

ABSTRACT

This work was developed seeking to present the innumerable maintenance modalities that can be applied in machinery used in the roasting of coffee beans, demonstrating even the influence that an efficient maintenance planning can influence in the company's results and in the quality of the beans that are benefited. The problem addressed in the work asks: what are the maintenance modalities that apply both at an outsourced level and performed by the company itself in a maintenance planning? The work has the general objective of recognizing, through a bibliographic study, the main concepts of maintenance and its variants. Among the specific objectives, proceed to a theoretical review of concepts, methods and elements that make up the maintenance process, pointing out its viability; analyze the importance of maintenance to ensure continuity and ensure increased productivity and competitiveness for a coffee roaster; and, talk about the process of roasting coffee beans. The importance of the proposed theme is the fact that the maintenance of equipment has become a central and crucial point to be considered by company administrators.

Keywords: *Maintenance. Roaster. Coffee beans.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Utilização das políticas de manutenção	16
Figura 2 Fluxograma de solicitação de serviço	22
Figura 3 Torrador de café industrial.	36
Figura 4 Torrador de café a gás	37
Figura 5 Limpeza do Coletor	40
Figura 6 Bandeja de resfriamento (suja).	41
Figura 7 Bandeja de resfriamento (Limpo)	41
Figura 8 Limpeza Mensal	42
Figura 9 Inspeção Anual	43
Figura 10 Diagrama de Ishikawa	45
Figura 11 Duto queimado	48
Figura 12 Diagrama de Ishikawa	49
Figura 13 Painel não ajustado	50
Figura 14 Painel ajustado	51
Figura 15 Reservatório de película	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Indicadores para o gerenciamento da qualidade	29
Quadro 2 Indicadores para o gerenciamento da velocidade	30
Quadro 3 Indicadores para o gerenciamento da confiabilidade	31
Quadro 4 Indicadores para o gerenciamento da flexibilidade	32
Quadro 5 Indicadores para o gerenciamento de custos	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 APRESENTAÇÃO AO TRABALHO	13
2.1 Considerações iniciais sobre a manutenção	14
3 POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO	16
3.1 Manutenção preventiva	17
3.2 Manutenção preditiva	18
3.3 Manutenção corretiva	19
3.4 Processo de manutenção	21
4 CUSTOS DE MANUTENÇÃO	24
4.1 Os custos de oportunidade da manutenção	26
4.2 Indicadores para a análise de viabilidade da manutenção	27
4.3 Qualidade nos serviços de manutenção	28
5 A ESTRUTURA E O FUNCIONAMENTO DE UM TORREFADOR	35
6 AÇÕES DE PREVENÇÃO	39
6.1 Prevenção Diária	39
6.2 Prevenção Semanal	40
6.3 Prevenção Mensal	42
6.4 Prevenção Anual	43
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
7.1 Problema real	45
7.2 Impactos do problema e solução	47
8 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho trata sobre a manutenção de equipamentos de uma forma geral, especificando processos e procedimentos que podem ser empregados em uma torrefadora de café – aspecto este que foi testemunhado pelo autor na cidade de Varginha.

A problemática tratada no trabalho indaga: quais as modalidades de manutenção que se aplicam tanto a nível terceirizado quanto realizado pela própria empresa em uma planificação de manutenção?

Dentre os objetivos específicos, proceder a uma revisão teórica de conceitos, métodos e elementos constituintes do processo de manutenção, apontando a sua viabilidade; analisar a importância da manutenção para garantir a continuidade e assegurar o aumento de produtividade e a competitividade de uma torrefadora de café; e, falar sobre o processo de torra de grãos de café.

A importância do tema proposto consiste no fato de que a manutenção de equipamentos se tornou um ponto central e crucial a ser levado em consideração pelos administradores de empresas.

A metodologia de uma pesquisa enseja a descrição dos caminhos a serem trilhados para se alcançar os objetivos propostos no trabalho, procurando principalmente, solucionar o problema do estudo. Na opinião de Minayo (2011), denota-se que a metodologia abrange simultaneamente o método (também denominado abordagem), instrumentos de operacionalização do conhecimento (que consistem nas técnicas) e a criatividade daquele que realiza o estudo, que se traduz em sua capacidade pessoal, experiência e olhar sensível, de modo a destacar aspectos importantes nas teorias pesquisadas.

Lakatos e Marconi (2010, p. 46), descrevem o método enquanto ““o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista””.

Com a proposta de uma exposição minuciosa e detalhada dos procedimentos e métodos no presente estudo, realizaram-se por meio da classificação da pesquisa, sua abrangência, etapa, estruturação, coleta de informações e publicações e por fim, descrição dos resultados alcançados no trabalho bibliográfico.

2 APRESENTAÇÃO AO TRABALHO

O contexto macroeconômico global e nacional tem experimentado um importante período de avanços tecnológicos, de especialização e aprimoramento de processos de produção.

No mercado de café também não tem sido diferente, sendo que este responde por parcela significativa das exportações brasileiras, consolidando sua importância no cenário econômico e gerador de divisas e empregos para o país.

Empresas e negócios de todos os tamanhos têm procurado alternativas para diminuir os impactos que a volatilidade do mercado impinge em seus negócios. E, aliado a esse fator, os consumidores atuais têm mais acesso à informação do que algumas décadas atrás, fazendo do mercado consumidor cada vez mais competitivo.

Para garantir a sua qualidade, consolidar seu nome no mercado e continuar competitiva, as empresas realizam importantes esforços no sentido de melhorar seus processos produtivos, reduzindo o tempo de produção e aperfeiçoando a qualidade dos produtos oferecidos – essa competitividade implica na obrigação da empresa em ficar o menor tempo possível com sua produção parada, de modo que técnicos e empregados responsáveis pela manutenção estejam cada vez mais habilitados e especializados para realizar tal tarefa. Além do aspecto do aprimoramento técnico, é importante que o tempo de manutenção de equipamentos que se envolvem no processo produtivo sejam maximizados, ou seja, quanto menor for o tempo do equipamento em manutenção, maiores serão os lucros e a produção que ele pode realizar.

Finalmente, em conjunto com a especialização que é imprescindível para os técnicos, a diminuição de custos com pessoal, treinamento e equipamentos de manutenção implica na realização da terceirização da manutenção de equipamentos assim como demais atividades meios de apoio.

Atividades de manutenção preventiva existem como forma de diminuir degradações e desgastes naturais de equipamentos de torra de café assim como de qualquer outro que podem se suceder com o tempo de uso ou utilização de forma incorreta, implicando na diminuição e comprometimento da qualidade do produto concebido, influenciando negativamente a produtividade.

2.1 Considerações iniciais sobre a manutenção

A manutenção preventiva tem que ser realizada de forma planejada de modo que não apareçam percalços, imprevistos, principalmente se o equipamento necessitado de manutenção for eletrônico.

Muitas vezes, o custo com a realização de uma manutenção de equipamentos, principalmente os eletrônicos podem ser elevados e, frequentemente a manutenção pode se estender por um longo período, pela razão de demandar mão-de-obra especializada.

Nesse aspecto, é fundamental que as empresas realizem importantes investimentos em seus colaboradores atuantes no setor responsável pela manutenção por meio de treinamentos, cursos profissionalizantes, promovendo uma maior integração entre manutenção e processos produtivos.

Ainda em relação a tal integração, ela é formadora de uma importante junção para se encontrar as necessárias soluções de modo a prevenir aspectos de ineficiência em processos e serviços de manutenção.

Ainda, a manutenção corretiva de equipamentos pode produzir importantes perdas em produtividade por conta da interrupção, atrasos no cumprimento de prazos etc.

Para se atingir o êxito necessário nesse contexto, a manutenção de tais equipamentos deve ser realizada de forma contínua e por pessoal qualificado para se assegurar o bom andamento da produção e a qualidade no desempenho de tais equipamentos, pelo fato de que, mesmo não estando relacionada diretamente com a produção, a realização do serviço de manutenção exerce importante influência nos resultados que a empresa irá gerar.

Na opinião de Pinto e Xavier (2009), verifica-se que a missão primordial da manutenção é assegurar a disponibilidade e o funcionamento de equipamentos e instalações visando o atendimento de um programa confiável de manutenção e segurança associado a custos adequados e proporcionais, de maneira que os subsistemas envolvidos no processo se encontrem engajados para atingir os objetivos que a empresa pretende.

Olhando sob a visão estratégica e de viabilidade econômica, a manutenção ocorre internamente ou por meio de terceirização, segundo as necessidades e as peculiaridades do negócio, setor ou equipamento. Nesse sentido, é importante destacar que a realização da terceirização consiste na transferência para terceiros de atividades agregadoras de competitividade empresarial.

A partir daí, a tomada de decisão em realizar a terceirização se torna bastante delicada, uma vez que abrange inúmeros aspectos organizacionais. Na opinião de Giosa (1997), a terceirização pode constituir uma estratégia administrativa de certas atividades serão transferidas para outrem, onde os mesmos irão trabalhar em uma condição de parceria, e o contratante terá condições de manter-se concentrado tão somente em sua atividade principal.

Na realidade do sul de Minas, é bastante comum principalmente e porque muitas torrefadoras não mantem equipes de manutenção, mas contratam técnicos para realizar esses serviços eventualmente e de maneira periódica ou ainda, quando de fato ocorre algum problema na produção por comprometimento dos equipamentos.

Tem-se verificado um desenvolvimento expressivo sobre o departamento de manutenção onde equipes que cuidam desse setor se sentem continuamente desafiadas no afã de encontrar e exterminar falhas, eliminando aspectos prejudiciais à produção e inculcando nos seus funcionários objetivos estratégicos da empresa, ensejando um comprometimento e mais engajamento por parte de todos os setores da produção envolvidos.

3 POLÍTICAS DE MANUTENÇÃO

Em relação à política de manutenção, autores como Chambers e Johnston (2009) descreve que individualmente, as estratégias de manutenção têm sua recomendação apropriada para cada tipo de situação diferente. Os mesmos autores explicam que é fato corriqueiro empregar uma série de combinações entre políticas de manutenções por conta de diversas peculiaridades envolvendo os equipamentos a eles suscetíveis.

Verifica-se a seguir, características apresentadas por cada modalidade de política de manutenção, exemplificando melhor as explicações anteriores, a saber:

Figura 1 Utilização das políticas de manutenção



Fonte: Santos (2006), elaborado a partir de Slack, Chambers e Jhonston (2009).

Conforme se extrai do quadro anterior, verifica-se que singularmente falando, cada tipo de política/método de manutenção apresenta seus benefícios e malefícios, onde a metodologia mais adequada depende principalmente da circunstancia específica em que será empregada, ao passo que uma determinada é útil na prevenção, enquanto outra tem sua aplicação para realizar correções e acertos. Em outras palavras, a opção pelo método mais adequado depende da criticidade

apresentada pelo equipamento e, realizando uma análise com essa finalidade, que seja a mais precisa possível, adequada e economicamente viável para aquela situação.

3.1 Manutenção preventiva

Em se tratando da manutenção preventiva, fazendo oposição á denominada manutenção corretiva, esta tem por finalidade prevenir a incidência de eventuais falhas em equipamentos e sistemas. Segundo Pinto e Xavier 92009, p. 43), verifica-se que ““manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo””.

Na opinião de Lafraia (2014), a manutenção preventiva pretende promover a retenção do sistema em estado disponível ou operacional, realizando-se através da prevenção da incidência de falhas ou problemas. Ela pode se suceder por meio de inspeção, controle e a realização de serviços tais como limpeza, calibração, lubrificação, detecção de falhas etc.

Ainda em consonância com tais reflexões, Nepomuceno (1989) demonstra que a manutenção realizada preventivamente e com periodicidade é marcada pela paralisação total com a finalidade de promover reformas ou mesmo substituir componentes e se realiza com intervalos consecutivos de tempo que se definem arbitrariamente, não tendo que levar em conta, falhas ou rupturas dos equipamentos o que torna esse processo de manutenção frequente além do necessário.

Ações preventivas podem apresentar custo elevado, mas frequentemente trata-se de um valor que se coloca inferior a incidência de erros ou falhas. Logo, os administradores devem ter consciência de que o investimento realizado em ações preventivas, tem muitas vantagens, mais ainda sob a ótica econômica e de segurança do processo produtivo (XENOS, 2004).

Lafraia (2014) demonstra que execução de manutenção preventiva tem as tarefas elaboradas sob cuidadoso planejamento voltadas para diminuir as chances de falha ou ainda, o desempenho de um determinado item. Tais tarefas apresentam a seguinte classificação:

- a) Com base no lapso temporal: tem por finalidade prevenir ou postergar falha. É possível a inclusão de funções de inspeção, substituição ou mesmo restauração.
- b) Com base em sua condição: tem por finalidade a detecção de quaisquer sinais, sintomas de falha ou seu começo.

- c) Realização de teste para descoberta de falha: tem por finalidade evidenciar falhas previamente a sua ocorrência e de alguma demanda operacional.

Nesse caso, a manutenção preventiva apresenta maior conveniência ao passo que mais elevados se mostrarem os custos a ser despendidos em manutenções de falhas ou a quebra literal do maquinário ou equipamento, implicando na paralisação total da produção ou mesmo torrefação de café. Trata-se de uma metodologia de grande importância, uma vez que tem por finalidade realizar a manutenção de equipamentos de forma preventiva, ou ainda, antes que de fato aconteça algum tipo de falha.

3.2 Manutenção preditiva

Esta modalidade de manutenção consiste na “atuação feita baseada na transformação de parâmetro condicional ou de desempenho e tem o acompanhamento e observância a uma sistemática”, segundo Pinto e Xavier (2009, p. 44). Melhor explicando, a manutenção preditiva trata-se da iniciativa de monitoramento de equipamento encontrando-se ele em pleno funcionamento sem que haja interferências. O objetivo primordial consiste na prevenção de eventuais falhas por meio do acompanhamento e observação de uma série de parâmetros.

Dessa forma, Nepomuceno estabelece que:

A manutenção preditiva tem por base medições, normalmente vibrações, realização de análise de lubrificante, ferrografia entre outros, definindo o estado real do equipamento. Estas medições podem se realizar continuamente ou mesmo se evidenciarem através de intervalos com certa periodicidade, variando segundo a criticidade da máquina de torrefação de café e qual o impacto que o problema exerce sobre a máquina torrefadora. A partir do momento que ocorre a detecção do problema em questão, a manutenção é procedida, preferencialmente previamente a execução da falha ou ruptura que venha acontecer (NEPOMUCENO, 1989, p. 898).

Nesse sentido, verifica-se que a finalidade primordial da manutenção preditiva consiste no estabelecimento de lapso temporal necessário para que se suceda uma intervenção mantenedora, e, dessa maneira, previna-se desmontagens para a realização de inspeções mais detalhadas, fazendo uso da máquina torrefadora até os limites de sua vida útil.

No instante em que se aproxima da degradação ou mesmo tempo que foi anteriormente determinado, ocorre a preparação da manutenção a ser executada. No que diz respeito a produção que é, justamente a torra do grão de café, essa modalidade de manutenção certamente é a que proporciona resultados mais satisfatórios, pelo fato de procurar realizar minimamente as intervenções necessárias para sua manutenção e interrompendo a produção somente quando não houver outro jeito.

3.3 Manutenção corretiva

Essa modalidade de manutenção pode ser compreendida enquanto uma conjuntura de ações que são realizadas e se mostram de grande necessidade³ de modo que um sistema que esteja apresentando muitas falhas volte ao seu funcionamento normal, torrando grãos de café. Em relação a frequência da manutenção corretiva, isso se determina através do grau de confiabilidade da torrefadora, onde uma série de ações cuja finalidade é a manutenção corretiva irá acontecer sem que necessariamente seja estabelecido um planejamento prévio em momento que não se mostre oportuno para que seja realizada (LAFRAIA, 2014).

Não se trata tão somente da mera manutenção realizada em caráter emergencial quando se averigua a existência de qualquer defeito ou problema na máquina torrefadora. Na opinião de Pinto e Xavier (2009), esta pode incidir em duas situações que ensejam a manutenção corretiva, sendo a primeiro na incidência de eventuais falhas no equipamento (manutenção corretiva não planejada), e a segundo quando se verifica a existência de algum tipo de deficiência em relação ao próprio desempenho da máquina (manutenção corretiva planejada).

Em se tratando da manutenção corretiva não planejada, ela também se reconhece e se denomina como manutenção corretiva não programada ou ainda, emergencial. Tem por característica fundamental, “a atuação da manutenção em fato já ter sido feita, constituindo uma falha ou um desempenho aquém do esperado. Não implica em tempo de preparação do serviço. Infelizmente sua prática não ocorre tanto que se mostra necessário” (PINTO; XAVIER, 2009).

Em conformidade com os referidos autores, a manutenção corretiva é realizada com planejamento, também denominada de programada, sendo a correção de um desempenho aquém do esperado, ou ainda, correção de qualquer tipo de falha por tomada decisória gerencial.

Normalmente uma ação planejada tem implicações em questões como custos reduzidos, maior rapidez, segurança e garantir de qualidade em comparação a uma ação que não tenha sido planejada.

A função primordial da manutenção corretiva consiste na correção ou restauração de condições de funcionamento em um sistema ou equipamento (PINTO e XAVIER, 2009). Esta se descreve enquanto toda e qualquer espécie de serviço em execução em maquinário que esteja manifestando algum tipo de problema ou falha (TAVARES, 1996).

Na opinião de Lafraia (2014), “a manutenção corretiva é efetiva quando nenhuma manutenção preventiva for efetiva (eficiente + eficaz), quando o custo da falha é menor que o custo da manutenção preventiva para evitar a falha, ou quando a função é de baixa importância”. Baseado na visão de custo de manutenção, Xenos (2004) descreve que a manutenção corretiva pode ter um custo bastante reduzido em relação a prevenção de eventuais falhas em maquinários. Por outro lado, pode ser fonte de grandes prejuízos por conta de paradas indesejadas no processo produtivo. Outros aspectos não menos importantes a serem levados em conta previamente a opção pela manutenção corretiva devem ser:

a) Indaga-se sobre a existência de ações preventivas de modo que se previna a incidência de falhas em equipamentos ou sistemas? São ações realmente econômicas e que apresentam viabilidade? Não existindo, a manutenção corretiva surge como a opção mais condizente com tais necessidades.

b) Na execução de tarefas que apresentam menor criticidade em maquinário, verifica-se o custo e a necessidade de reposição de peças sobressalente, atuando com agilidade de modo a prevenir a incidência de eventuais interrupções por tempo indeterminado para que se efetuem reparos em equipamentos ou peças posteriormente.

É fundamental que se atente para o fato de que a manutenção corretiva seja apontada como a mais satisfatória em certas circunstâncias, não se concordando necessariamente com a incidência de falhas em equipamentos e eliminá-las, evitando dessa forma, que venha a ocorrer novamente (XENOS, 2004).

Dentre os principais destaques está a rapidez na prestação do necessário atendimento pelo setor de manutenção, no instante em que ocorre a parada inesperada e não programada na produção. Naquela situação em que a manutenção corretiva frequentemente resulta em custos elevados para

a empresa, a partir de paradas não programadas e indesejadas poderá incidir eventualmente perdas de produtividade e custos indiretos elevados para a área de manutenção.

Segundo verificado, não existe verdadeiramente uma metodologia que seja absolutamente adequada para o processo de manutenção, sendo que cada uma delas aqui descritas tem sua importância, suas vantagens no processo produtivo e depende principalmente da situação, a manutenção tanto preventiva quanto a preditiva, baseiam-se em ações de prevenção e evitar falhas, uma vez que a manutenção corretiva consiste naquela a ser adotada posteriormente à incidência de alguma falha, enquanto ação para promover a sua correção.

A realização regular de manutenções e de forma adequada produz importantes benefícios de cunho estratégico para a empresa e reduz a incidência de paralisações que comprometem a produtividade.

3.4 Processo de manutenção

Esses dois elementos que são a produção e a manutenção tem que caminhar juntas para que se maximize resultados produtivos ao mesmo tempo que se minimize a incidência de falhas, mas, quando acontecem, o pessoal que atua no setor operacional tem que estabelecer comunicação com os colaboradores da manutenção imediatamente, de modo que esta possa atuar de forma eficiente em relação ao problema relatado prevenindo prejuízos por conta de atrasos e interrupções no decorrer da produção.

Uma das formas de proceder a comunicação a equipe de manutenção, é por meio do preenchimento da solicitação de serviço (SS). Tal preenchimento deve acontecer no instante em que se percebe qualquer tipo de falha em algum equipamento do setor de produção. Tal observação pode ocorrer através da realização de inspeção periodicamente por um operador, ou apenas pela mera observação no âmbito do processo produtivo (VIANA, 2012).

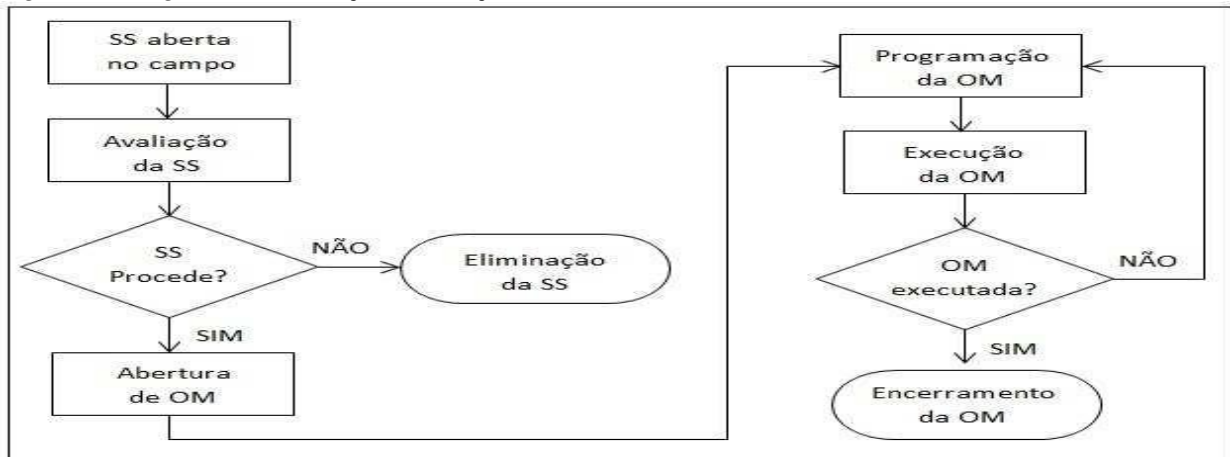
Uma vez averiguada a existência de falha, a pessoa responsável pela operação irá solicitar uma SS, onde é importante que esteja descrito o mais detalhadamente possível que tipo de equipamento ou mesmo o defeito assim como a especialidade da falha, sendo que se deve relatar se sua origem é mecânica, elétrica ou eletrônica etc. Solicitações de serviços oriundas da produção

passam por uma triagem do supervisor ou aquele que é responsável pelo turno de trabalho, objetivando eliminar qualquer duplicidade de serviços. Posteriormente, esta vai para o tratamento do planejamento, que posteriormente a averiguação em campo, ela se transforma em uma Ordem de Manutenção (OM) (VIANA, 2012).

Conforme descreve o autor, “a OM trata-se da autorização de trabalho de manutenção que deverá entrar em execução, ela é formada calcada na ação do responsável pela manutenção, uma vez que exterioriza o trabalho, seu registro e organização”. Ela também apresenta o fato de que as ordens podem ser produzidas de três formas diferentes que são: automática, manual e via SS (VIANA, 2012).

Segue na ilustração abaixo, uma explicação mais detalhada a respeito deste processo anteriormente descrito:

Figura 2 Fluxograma de solicitação de serviço



Fonte: Viana (2012).

Na opinião de Xenos (2004), quando os responsáveis pela produção descrevem a incidência de algum tipo de falha, é muito importante que os técnicos de manutenção deem providência o mais rápido possível em ações de cunho corretivo, que sejam necessárias para que o equipamento ou mesmo a própria instalação volte a funcionar, sempre garantindo as informações necessárias para a equipe que cuida da produção, inclusive quando não for possível proceder ao reparo de forma imediata. Trata-se de uma atitude que assegura a credibilidade da manutenção ao mesmo

tempo em que motiva a equipe que cuida da produção para que ela prontamente relate a incidência de qualquer nova falha.

Em determinadas situações, a manutenção não pode ser procedida imediatamente, seja pela carência de alguma peça de reposição, mão-de-obra especializada ou ainda a existência de equipamento reserva.

Carvalho (2002) destaca que certos tipos de equipamentos apresentam características eletroeletrônicas que frequentemente perdem a sua função de forma repentina, culminando na necessidade de sua substituição de forma imediata.

Dessa maneira, Motta e Calôba (2002) afirma que “[...] alguns estudos de confiabilidade podem recomendar a inclusão de sistemas eletroeletrônicos de reserva, os quais conferem uma segurança adicional ao equipamento”.

Diversas outras pesquisas que tiveram por orientação a possibilidade da incidência de algum erro ou falha, ressaltam a premente necessidade de proceder à substituição de componentes eletroeletrônicos com certo nível de antecedência, buscando não apenas atingir o final da vida “física”. É um aspecto poderia prevenir custos e problemas desnecessários que, resultariam em interrupções na produção ou ainda problemas relacionados com a segurança e até mesmo oferecendo risco de vida ao funcionário.

No momento em que o setor de manutenção não conseguir resolver a falha, este deverá encaminhar o problema para um serviço terceirizado que possa resolver a questão (MOTTA, CALÔBA, 2002).

Uma vez que o funcionamento de tal fluxo transcorra dentro da normalidade, as falhas serão imediatamente detectadas e tratadas da melhor maneira possível, de modo dirimir os impactos sobre o processo de produção, não comprometendo o desempenho da empresa, sendo necessário que ambos os departamentos trabalhem em sintonia e com uma comunicação constante.

Em relação à produção, o que é esperado é uma comunicação rápida e eficiente com o pessoal de manutenção de modo a designar qual profissional é mais indicado para realizar o reparo necessário. Em contrapartida, por parte da manutenção, é esperado que esta atue com rapidez e eficiência em relação a falha, eliminando-a.

4 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

O gerenciamento dos custos constitui uma empreitada árdua para todo e qualquer gestor, pelo fato de que demanda conhecimento profundo e um absoluto controle de processos relacionados ao departamento do qual ele faz parte, e na manutenção não acontece de maneira diversa.

Xenos (2004) ressalta que em se tratando dos custos de manutenção, estes implicam em grande parcela dos custos relacionados à produção da empresa. Como forma de se garantir a manutenção plena dos equipamentos, é importante que se tenha a disposição peças de reposição, materiais de uso e consumo, além de mão-de-obra capaz de elaborar planejamento e executá-lo com eficiência e qualidade, além de parcerias firmadas com outras empresas em caso de necessidade de terceirizar a realização da manutenção.

Verifica-se que tais custos encontram-se divididos em três classes respectivamente, a saber:

- a) Custos de materiais;
- b) Custos de mão de obra;
- c) Custos de serviços subcontratados.

Existe ainda a possibilidade de realizar a divisão de custos de manutenção baseados nas metodologias de manutenção empregadas, de modo que eles são: custos com manutenção corretiva, preventiva e melhoria de equipamentos.

O objetivo anual de custo a ser atingido pelo departamento de manutenção, origina-se nas diretrizes anuais estabelecidas pela diretoria e que nortearão a elaboração e o estabelecimento de um orçamento anual de manutenção.

A execução desse orçamento deve ser realizada com a finalidade de alcançar as metas que a administração estabelece, e que tem por finalidade precípua a obtenção de lucro (XENOS, 2004).

Por outro lado, Pinto e Xavier (2009) descrevem que os custos de manutenção apresentam a classificação em três grandes áreas que consistem em:

- a) Custos diretos: trata-se daqueles que se mostram necessários para garantir que os equipamentos permaneçam em funcionamento. Aí estão incluídos custos

- relacionados a mão-de-obra própria, materiais sobressalentes, materiais de consumo, serviços executados externamente e internamento por terceiros;
- b) Custos de perda de produção: consiste na perda de produção propriamente dita. São provocados pela ocorrência de falhas de equipamento, sem que se possa utilizar um equipamento reserva como substituição. Ocorre quando a causa determinante da falha foi provocada por ação imprópria da manutenção.
 - c) Custos indiretos: tem relação com a essência estrutural e gerencial no âmbito do apoio administrativo, custos com estudos de melhoria e análises, supervisão, engenharia de manutenção etc. Leva em conta também custos dispendidos na aquisição de equipamentos, instrumentos, ferramentas e custos de depreciação e amortização, energia elétrica etc.
 - d) Tem por finalidade promover o estabelecimento de um compromisso de cada setor com o controle de gastos, inúmeras empresas estão investindo pesadamente nessa abordagem sob a orientação dos custos como forma de melhorar seu controle financeiro, adequando cada um dos setores da produção ao centro de custo. Baseado nessa concepção, o custo responderá pela gestão de custos no departamento ou unidade a que faz referência (SOBRAL; PECI, 2008).

Em se tratando da manutenção, o supervisor atuando conjuntamente como PCM tem de realizar o gerenciamento de custos, de modo a ter controle das contas relacionadas com sua área e assim averiguar as compras e lançamentos efetuados (VIANA, 2012).

A manutenção é fundamental nos mais diversos segmentos do processo de produção, principalmente o industrial, de modo a garantir a qualidade e funcionalidade de aspectos elementares da produção, de modo que tal fato seja atingido e os serviços prestados consigam um determinado nível de qualidade, sendo fundamental que se realize o investimento necessário na capacitação dos profissionais.

Em se tratando da manutenção, trabalhando junto como supervisor, o PCM tem que realizar o gerenciamento de custos, de modo a exercer controle sobre as contas relacionadas com o seu setor e dessa forma, estar verificando aspectos relacionados a compras, lançamentos e saldos (VIANA, 2012).

A manutenção é de grande importância em qualquer complexo de produção industrial, de modo que se assegure a qualidade assim como o andamento de todos os aspectos envolvidos na produção, e para que se conquiste tal feito é importante que a prestação de serviços seja de máxima qualidade, sendo crucial que a empresa esteja constantemente realizando investimentos para capacitação de seus funcionários.

4.1 Os custos de oportunidade da manutenção

Em um contexto de transformações econômicas, diversas empresas estão procurando maneiras para minimizar o máximo possível os impactos produzidos diante de um período que apresenta grandes oscilações mercadológicas, sendo a opção adotada para promover a redução de custos e contribuir para melhorar o desempenho da organização, inclusive em relação ao corte de gastos.

Na opinião de Xenos (2004), denota-se que o departamento de manutenção tem sido alvo preferencial da maioria das empresas quando se pensa em cortar gastos. Muitas empresas tomam atitudes radicais, por meio da adoção de medidas que dizem que “não se pode comprar nem um parafuso para a manutenção por pelo menos um semestre, exceto, em situações de extrema urgência e mediante aprovação dos superiores ou da direção”. Outras falam ainda sobre a estipulação de uma meta anual buscando a redução de custos de manutenção quando em comparação com o ano anterior. Ainda que na última situação se mostre ainda mais radical em comparação com a primeira, é necessário que seja realizada uma análise detalhada do que se compreende pelo orçamento de manutenção.

É possível ainda afirmar sobre a necessidade de se estabelecer um equilíbrio entre o que é gasto com manutenção e os resultados gerados em termos de produtividade.

Um exemplo disso, diz respeito ao estoque de materiais que, uma vez reduzido a zero, implica na redução do emprego de equipamentos por conta da elevação de tempo gasto com manutenção, justamente pela lacuna deixada por falta de peças para promover a reposição.

Levando-se em conta os impactos por perdas de produtividade provenientes por esse motivo, eles não são aceitáveis. Finalmente, não se deve levar em conta a manutenção e seu custo de forma isolada, mas sim em um contexto global de produtividade (XENOS, 2004).

Ainda, corroborando, Pinto e Xavier (2009) descrevem que a diminuição mal gerenciada em custos de manutenção pode produzir uma série de consequências negativas para a organização, a exemplo de perdas que irão influenciar de forma direta os lucros da organização e traduzir-se em desgastes em termos de imagem corporativa.

4.2 Indicadores para a análise de viabilidade da manutenção

Promover a análise de viabilidade de manutenção não constitui tarefa das mais fáceis e é importante considerar aspectos que abrangem tal atividade, assim como os impactos gerados no âmbito do processo produtivo. Por essa razão, é fundamental levar em consideração outros aspectos na análise, e não apenas os essencialmente financeiros.

Não se trata de uma tarefa das mais fáceis a análise de viabilidade de manutenção de uma máquina de torrefação de café, porque é preciso levar em conta uma série de questões que serão tratadas ao longo deste trabalho.

Por conta das importantes transformações que a globalização vem impingindo no processo produtivo e uma necessidade crescente por parte das empresas em atingir uma condição de empresas globais, no mercado de café que é, principalmente voltado para o mercado de exportação não é diferente.

Tem-se procurado cada vez mais por melhores técnicas para exercer o efetivo controle e avaliação dos processos produtivos, imersos em planos estratégicos, buscando angariar um importante diferencial que implique em maior competitividade assegurando o devido sucesso organizacional (BIASOTTO, 2006).

Dessa forma, inúmeras empresas procuram realizar o gerenciamento dos processos através de sistemas de medição através de indicadores, empregando relatórios gerenciais para uma análise mais detalhada de sua situação.

Na opinião de Tavares (1996), tais relatórios tem que se apresentar de forma sucinta e objetiva de modo a viabilizar uma análise correta, e assegurar a devida orientação de modo a se obter o melhor aproveitamento dos recursos que se encontrem à disposição, assim como, garantir mais segurança e satisfação para os funcionários em relação ao desempenho de seus papéis.

Outro autor que tece comentários sobre o emprego de indicadores enquanto instrumento precioso na gestão empresarial é Santos (2010), uma vez que possibilita realizar o acompanhamento a evolução de finalidades organizacionais que se definem em um planejamento estratégico. Os indicadores possibilitam a análise de desempenho da empresa a partir dos referenciais ou metas que se estabelecem.

Com isso, a precisão de sistemas de medição que foram surgindo a partir da evolução tecnológica depende basicamente da estruturação em relação aos indicadores que se utilizam.

Dentre os maiores desafios em termos de locação de indicadores para avaliação, consiste em demarcar quais se mostram mais pertinentes para que seja possível prover da melhor maneira possível os administradores em suas tomadas de decisões estratégicas. Segundo Santos (2010, p. 37), “a elaboração da avaliação de desempenho, fazendo uso de indicadores, consiste em mais um importante instrumento de âmbito gerencial: consiste em uma medida estratégica que busca a sobrevivência do negócio”.

Nesse sentido, Rosa (2006) corroborando com essa concepção, descreve que os indicadores apresentam o objetivo fundamental de promover a quantificação de atividades de serviço ou de produção.

Os mesmos viabilizam um ponto de vista mais claro e objetivo em relação ao gerenciamento da empresa e também de eventuais problemas e anomalias que podem destoar os objetivos previamente traçados.

Antes mesmo de sua implantação, estes indicadores deverão ser devidamente pensados a respeito de várias realidades que se apresentam. Um paradigma avaliativo de desempenho tem que de forma muito importante, proceder a ponderação de outras maneiras da empresa exercer o controle, da mesma forma que integrar por meio do planejamento estratégico. Apresenta-se logo abaixo algumas modalidades de propostas que podem ser utilizadas em uma torrefadora de café assim como em qualquer outro negócio.

4.3 Qualidade nos serviços de manutenção

Compreende-se por qualidade a absoluta falta de erros na concepção e desenvolvimento de produtos. Dessa forma, a qualidade pode promover melhorias em inúmeros outros aspectos do nível

de desempenho de uma empresa, além de procurar diminuir erros ou falhas que porventura venham ocorrerem processo interventivo de manutenção (SLACK, 1993). O quadro a seguir demonstra os indicadores propostos no gerenciamento da qualidade nos serviços de manutenção.

Quadro 1 Indicadores para o gerenciamento da qualidade

SIGLA	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
IOP	Indisponibilidade Operacional (%)	$IOP = \frac{\Sigma(HP)}{\Sigma(HS)}$
EGE	Eficácia Global dos Equipamentos (%)	$EGE = DOP \times ROP \times IAP$
DOP	Disponibilidade Operacional (%)	$DOP = 1 - IOP$
ROP	Rendimento Operacional (%)	$ROP = \frac{\Sigma(HPL)}{\Sigma(HS)}$
IAP	Índice de Aprovação (%)	$IAP = \frac{\Sigma(Q - q)}{\Sigma(Q)}$
IRP	Índice de Reprovação (%)	$IRP = 1 - IAP$
HP	Horas Paralisadas (h)	HP no período

Fonte: Adaptado de Rosa (2006) a partir de Slack (1993).

Verifica-se a partir da análise dos indicadores aqui expostos que estes contribuem para se aferir a forma como vem sendo realizada a execução dos serviços em termos de qualidade, serviços ausentes de erros que elevam a disponibilidade e também o grau de eficiência dos equipamentos, sem contar que reduzem o tempo e horas de paralisação no processo produtivo o que, por conseguinte, diminui o período de indisponibilidade operacional.

4.4 A velocidade nos serviços de manutenção

A questão da velocidade em termos de manutenção, apresenta a finalidade de promover a restauração em um período mais curto possível de tempo, colocando de imediata prontidão funcional o equipamento ou a torrefadora de café.

Para isso, vide o quadro a seguir:

Quadro 2 Indicadores para o gerenciamento da velocidade

SIGLA	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
TMDR	Tempo Médio de Reparo (h)	$TMDR = \frac{\Sigma(HCI)}{\Sigma(NI)}$
IPR	Indisponibilidade Programada (%)	$IPR = \frac{\Sigma(HMP)}{\Sigma(HS)}$
VAT	Velocidade de Atendimento (%)	$VAT = \frac{\Sigma(HPI)}{\Sigma(HCI)}$
DIP	Disponibilidade Programada (%)	$DIP = 1 - IPR$
NI	Número de Intervenções (u)	NI no período
HCI	Horas Consumidas por Intervenções (h)	HCI no período

Fonte: Adaptado de Rosa (2006) a partir de Slack (1993).

Ainda, os indicadores se apresentam no papel de aferir a velocidade de atendimento, número de intervenção, assim como a disponibilidade e indisponibilidade de forma programada, onde são fornecidos os parâmetros necessários para que a equipe de manutenção procure se aprimorar continuamente, em prol da tentativa de gradativamente reduzir o tempo médio de reparo em equipamentos e elevar o nível de agilidade em termos de serviços.

4.5 Confiabilidade em serviços de manutenção

A questão do grau de confiança em serviços de manutenção relaciona-se de forma direta por conta da disponibilidade e também desempenho de equipamentos (SLACK, 1993) e sua medida se dá pelo quadro que se segue:

Quadro 3 Indicadores para o gerenciamento da confiabilidade

SIGLA	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
TMEF	Tempo Médio entre Falhas (h)	$TMEF = \frac{\Sigma(HS)}{\Sigma(NF)}$
IRE	Índice de Risco de Equipamento (%)	$IRE = \Sigma(IRF) = \Sigma[\Sigma(OxGxD)]$
IFO	Indisponibilidade Forçada (%)	$IFO = \frac{\Sigma(HMC)}{\Sigma(HS)}$
NF	Número de Falhas (u)	NF no período
HMC	Horas de Manutenção Corretiva (h)	HMC no período
DIF	Disponibilidade Forçada (%)	$DIF = 1 - IFO$

Fonte: Adaptado de Rosa (2006) a partir de Slack (1993).

Onde:

O – Nível de ocorrência da falha. Quantidade de vezes que a falha acontece;

G – Grau de gravidade da falha. Medida em dois pesos: não torna o equipamento indisponível (peso 1), e torna o equipamento indisponível (10);

D – Detecção. Expressa a dificuldade de a falha ser percebida. Medida em três níveis: nenhuma dificuldade (peso 1), média dificuldade (peso 5) e alta dificuldade (peso 10).

A explicação no caso da confiabilidade em serviços de manutenção aponta que os indicadores têm por objetivo demonstrar o nível de confiança que pode ter o equipamento (no caso, a torrefadora de café) ou mesmo a linha de produção, com o processamento e beneficiamento do café em grãos. Tais indicadores ensejam para o administrador visualizar até onde poderá ser “empregado” o equipamento visando maximizar a produção sem que aconteça qualquer tipo de falha. É possível ainda demonstrar o grau de flexibilidade.

Nesse sentido, demonstra-se inclusive o nível de flexibilidade do processo produtivo sendo que por conta da necessidade de uma manutenção é possível alterar a programação do mesmo.

4.6 Flexibilidade em serviços de manutenção

Na opinião de Slack (1993) flexibilidade consiste no potencial da equipe de manutenção em promover uma adaptação em qualquer espécie de tarefa, da mesma forma que determina o grau de agilidade na execução do diagnóstico de falhas.

Esse processo de gerenciamento em termos de flexibilidade de manutenção é calcado em indicadores expressos no quadro que se segue:

Quadro 4 Indicadores para o gerenciamento da flexibilidade

SIGLA	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
TPE	Taxa de Polivalência das Equipes (%)	$TPE = \frac{\Sigma(NIRE)}{\Sigma(NTIR)}$
TRT	Taxa de Realização de Treinamento (%)	$TRT = \frac{HTR}{HTP}$
TRSM	Taxa de Reatividade dos Serviços de Manutenção (%)	$TRSM = \frac{NORR}{NSRR}$

Fonte: Adaptado de Rosa (2006) a partir de Slack (1993).

Segundo se infere do quadro anterior, os indicadores de flexibilidade evidenciam a forma de atuação de equipes de manutenção. Demonstram os níveis de reparo (taxas) e, o prazo para que os reparos sejam executados, ensejando a efetuação de uma programação interventiva objetivando reduzir custos de manutenção.

4.7 Custos das atividades de manutenção

O custo sofre influência dos objetivos anteriormente descritos, sendo que eles se sustentam e consolidam-se uns aos outros, tendo como consequência o objetivo de melhorar o desempenho (SLACK, 1993).

A medida do custo pode ser obtida segundo os indicadores apresentados no quadro abaixo:

Quadro 5 Indicadores para o gerenciamento de custos

SIGLA	DESCRIÇÃO	FÓRMULA
CTM	Custo Total de Manutenção (R\$)	$CTM = CAA + CMC + CMP + CPP$
CTMUP	Custo Total de Manutenção por Unidade Produzida (R\$/u)	$CTMUP = \frac{CTM}{\Sigma(Q)}$
CMUP	Custo de Manutenção por Unidade de Produto (R\$/u)	$CMUP = \frac{CHA \times HS}{Q}$
CPP	Custo de Paralisação da Produção (R\$)	$CPP = \Sigma(CNP)$
CAA	Custo das Atividades de Apoio (R\$)	$CAA = CHA \times HAA$
CMC	Custo da Manutenção Corretiva (R\$)	$CMC = CHA \times \Sigma(HMC)$
CMP	Custo da Manutenção Preventiva (R\$)	$CMP = CHA \times \Sigma(HMP)$
CHA	Custo Horário das Atividades de Manutenção (R\$/h)	$CHA = \frac{\Sigma(R)}{H}$
CHS	Custo da Hora em Serviço dos Equipamentos (R\$/h)	$CHS = \frac{CTM}{\Sigma(HS)}$

Fonte: Adaptado de Rosa (2006) a partir de Slack (1993).

Onde:

$$CNP = \Sigma (LU \times QNP)$$

CNP – Custo da Não Produção;

LU – Lucro Unitário;

QNP – Quantidade Não Produzida.

Os indicadores de custos de manutenção ajudam o administrador preferia a análise de custos de produção, pelo fato de que através destes, torna-se possível realizar a análise de quanto da manutenção formam o custo de produção, em se tratando da paralisação de produção que impacta

os resultados da empresa, assim como o grau de viabilidade em realizar a manutenção de equipamentos em oficina própria ou terceirizada.

Frente a essas questões, o modelo proposto por Slack demonstra o quão importante é o instrumento de gestão, uma vez que ele faz uso de cinco objetivos de desempenho que se combinam a partir da utilização dos indicadores proporcionalmente adequados, proporcionando um efetivo controle e acompanhamento de processos e resultados na empresa.

5 A ESTRUTURA E O FUNCIONAMENTO DE UM TORREFADOR

De um modo geral, os torrefadores consistem em um tambor metálico rotativo no qual o café é depositado e uma fonte de calor é aplicada. Sua principal variante é a forma como transferem calor para os grãos. Os torrefadores transmitem energia por meio de três mecanismos básicos:

Condução: envolve o contato direto de um sólido mais quente (metal) com outro sólido que está em uma temperatura mais baixa (café). Ocorre quando a chama atinge o tambor e os grãos entram em contato com aquela superfície.

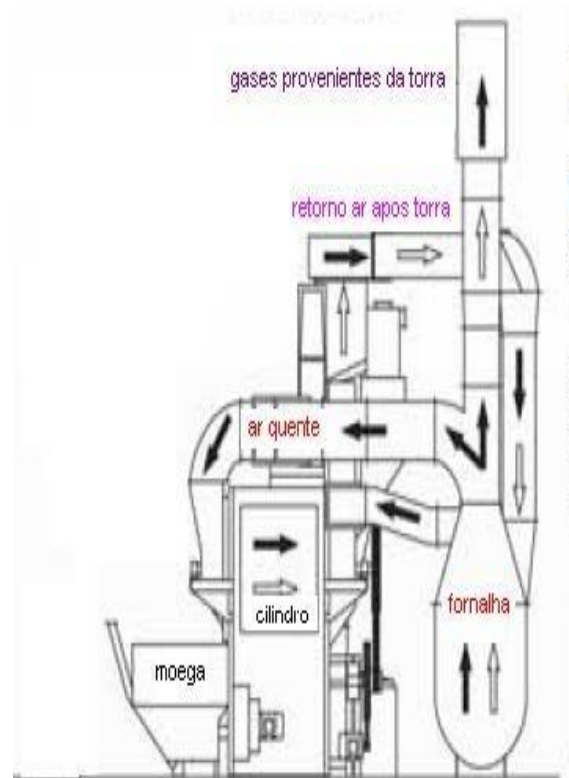
Convecção: O calor é transferido diretamente para o grão, sem a necessidade de contato com o metal. Esse sistema envolve um fluido (gás ou líquido) em movimento que transporta o calor para o café. A convecção pode ser natural ou forçada. O primeiro se refere à tendência natural do ar quente de subir e do ar frio de descer. Forçado é quando o ar quente é expelido por um ventilador ou tubo para transmitir calor.

Radiação: O calor é emitido por sistemas infravermelhos. Sua característica é que um corpo não precisa estar em contato direto com outro para trocar calor. Um corpo quente emite energia radiante em todas as direções. Quando essa energia chega a outro corpo, parte dela pode ser refletida, outra parte pode ser transmitida pelo corpo e o resto é absorvido e transformado em calor.

Na realização deste trabalho foi feita uma tarefa de observação de funcionamento de uma máquina torradora de café, de modo a aferir a questão da manutenção da mesma, segundo preceitua o material teórico até aqui apresentado.

Os grãos não se queimam por conta do movimento giratório realizado pelos cilindros, segundo demonstra a figura 3, e esse torrador industrial tem capacidade de torrar 400kg de café por vez.

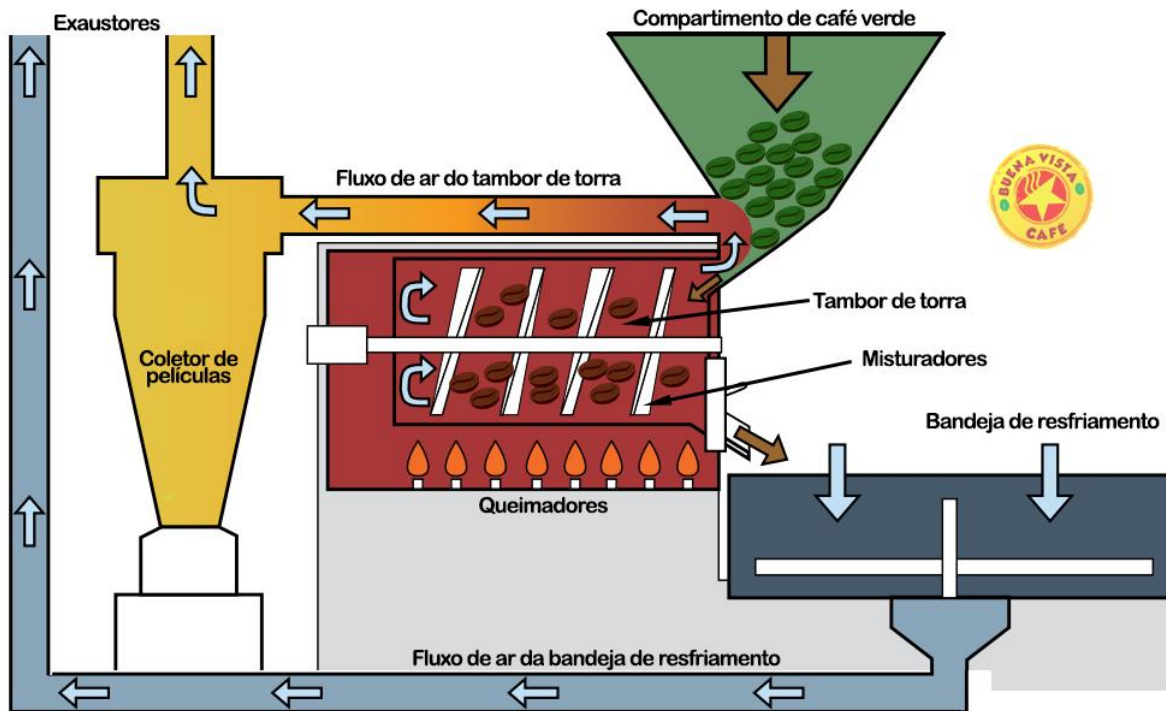
Figura 3 Torrador de café industrial.



Fonte: Cia Lili (2009)

No mercado se encontra também torradores a gás, que dispensa as fornalhas, fazendo assim até menos poluição, geralmente torradores a gás tem uma capacidade variada, começando com torradores de 1kg podendo chegar até nos 60kg, e a sua estrutura é mais simples também, mas para uma empresa que torra acima de 10 toneladas de café não fica viável o uso desse torrador de pequeno porte, como mostra a figura 4.

Figura 4 Torrador de café a gás



Fonte: Muinhos (2017)

A estrutura física dos grãos de café torrados é um composto complexo de materiais, contendo moléculas fibrosas de alto peso molecular intercaladas com domínios amorfos e parcialmente cristalinos de uma vasta gama de compostos orgânicos menores.

Em detalhes a torrefação do café é um processo complexo que envolve a aplicação cuidadosa de calor ao café verde em um esforço para transformar o material básico da vida contido em cada semente; açúcares, proteínas, ácidos etc. em aromas deliciosos de nozes torradas, maltes, chocolate, frutas, frutas vermelhas, flores e muito mais. Tomamos muito cuidado com cada café, combinando o registro de dados científicos com a intuição e a experiência para trazer à tona um sabor equilibrado e um sabor ideal.

No início de cada lote, o café “verde” cru é carregado no sistema de carga da torrefadora. Quando a temperatura interna do ar do torrefador atinge 260°C, o lote é colocado em um tambor quente giratório para iniciar o processo de torrefação. Dentro do tambor, há muitas pás que lançam o café pelo ar; é semelhante ao funcionamento de uma secadora de roupas doméstica.

Nos primeiros 5 minutos, uma grande quantidade de calor é aplicada para levar o café à temperatura de torrefação. Esta etapa deve ser feita com rapidez suficiente para preservar um pouco da umidade interna, mas não tão rapidamente que a parte externa dos grãos corram o risco de queimar. A cor do café muda de verde para amarelo e o cheiro muda de grama recém-cortada para feno.

Nos próximos 5 minutos, o café passa por mudanças em baixas temperaturas de torra (entre 148,88 °C e 176,66° C). São desenvolvidos “precursores” de sabores e aromas que se desenvolverão em altas temperaturas e a umidade interna, pressão e temperatura são cuidadosamente controladas. A cor muda de amarelo para marrom claro e o cheiro passa de feno para pão assado.

Durante os 2 a 5 minutos finais (dependendo do tipo de café e do grau de torra), o sabor completo do café é desenvolvido. Por volta de 182,22 °C, ocorre a “primeira rachadura”; um ruído de estalo ocorre à medida que cada grão se expande sob a pressão do dióxido de carbono e do vapor d'água produzido a partir de reações químicas dentro do grão. Nesse ponto, a pressão interna cai à medida que esses gases escapam, resultando em um grão com temperatura, pressão e umidade internas ideais para o desenvolvimento do sabor.

Entre 182,22 °C e 201,66 °C os açúcares e aminoácidos do café reagem rapidamente para criar o sabor final do café. O sabor do café torrado a um grau de “torra média” é derivado da caramelização de açúcares e da reação de açúcares e aminoácidos, muito semelhante aos sabores desenvolvidos pelo escurecimento da carne na grelha. Durante este período, o café adquire tonalidades mais escuras de marrom e o aroma se desenvolve para um caráter de nozes, de cacau e maltado.

Cada café tem temperatura final e tempo de torra precisos, ambos desenvolvidos por meio de um misto de intuição e experimentação por parte da equipe de torra.

Os cafés torrados a temperaturas acima de 201,66 °C são considerados torrados escuros. A estas temperaturas, os aromas e sabores desenvolvidos durante as fases iniciais são queimados e novos aromas que são tostados, fumados e picantes se desenvolvem. Os sabores doces e ácidos são substituídos pelo desenvolvimento de amargos. A maioria dos torrados escuros desenvolve-se entre 210°C e 215,55 °C para atingir o desenvolvimento completo dessas características.

6 AÇÕES DE PREVENÇÃO

A manutenção em um torrador de café é uma atividade crucial, assim como em todos os ativos de qualquer indústria. A ideia da manutenção sempre é buscar uma melhor qualidade no produto final, no caso, o café torrado para o consumo humano. Mas para que essa ideia seja alcançada, termos como disponibilidade e confiabilidade são sempre empregados, esses dois termos são usados como indicadores de manutenção.

O maquinário (torrador de café) em muitas indústrias cafeeira ele é a máquina de maior criticidade, ou seja, é a que demanda de mais atenção, devido ao seu alto custo, a sua aquisição, produção e manutenção.

Para aumentar a vida útil desse maquinário, ações de manutenções preventivas podem ser adotadas, ações essas que são realizados diariamente, semanalmente, mensalmente e anual, Doug Graf (2020)

6.1 Prevenção Diária

Para uma ação de manutenção preventiva diária, que para muitos seria apenas uma simples tarefa de limpeza no maquinário, essa ação garante um bom funcionamento no decorrer do dia.

O primeiro ponto a ser limpo pelo técnico em manutenção ou até mesmo o operador do maquinário é o coletor de película, também conhecido como depósito de pergaminho. Para se executar essa ação, o equipamento (coletor de película) deve passar por 8 a 12 torras/dia, caso não houver a existência dessa ação, o cilindro do coletor fica obstruído pelas películas que saem do cilindro de torra em alta temperatura, conseqüentemente o fluxo de ar fica comprometido, causando risco de incêndio no maquinário.

Figura 5 Limpeza do Coletor



Fonte: Doug Graf (2020).

6.2 Prevenção Semanal

Ainda voltado para o lado da limpeza dos equipamentos do Torrador de café temos a bandeja de resfriamento

Essa limpeza pode ser realizada por um compressor de ar comprimido, assim removendo qualquer partícula sólida impregnada nas paredes ou nas aletas da bandeja.

Outra ação tomada nesse período é a lubrificação das partes de movimentação do torrador, como mancais, motores elétricos e as caixas de redução presentes.

Figura 6 Bandeja de resfriamento (suja).



Fonte: Doug Graf (2020).

A imagem a seguir temos uma bandeja com quase todas as partícula solida impregnada retiradas.

Figura 7 Bandeja de resfriamento (Limpo)



Fonte: O autor (2020)

6.3 Prevenção Mensal

A cada mês de operação os dutos do torrador e da bandeja de resfriamento (ar quente e ar frio, respectivamente) acumulam matéria orgânica, expelido pelos grãos cru do café durante o processo. Outros equipamentos que pedem atenção são o ventilador da bandeja de resfriamento e o exaustor do próprio torrador.

Vale ressaltar que a falta de limpeza e a inspeções das condições estruturais alteram a eficiência de torra e a qualidade do café comercializado.

Figura 8 Limpeza Mensal



Fonte: Doug Graf (2020).

6.4 Prevenção Anual

Uma ação que pode ser tomada nesse tempo é a inspeção dos conjuntos elétricos do maquinário como um todo. A verificação da rotação dos motores, das amperagens dos mesmos, sua temperatura, assim como o fluxo de ar necessário para a execução do processo.

Não se pode esquecer que para a realização de cada tarefa, ações de segurança devem ser tomadas como o desligamento dos motores na hora da limpeza.

Figura 9 Inspeção Anual



Fonte: SARINYAPINNGAM, 2020.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando sempre buscar um melhor resultado para o produto final, podemos usar de inúmeras ferramentas de qualidade, tais como, Estratificação, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa. Falaremos a seguir um pouco de cada um nos parágrafos a seguir.

Para Valentim (2019) estratificação são uma divisão de determinados grupos de dados a partir de fatores desejados. Sendo assim pra a manutenção, esses fatores podem ser considerados como turnos, pessoas, tempo, maquinas, matérias primas etc. são possíveis de existir uma variação nos seus valores, assim sendo considerados com fatores de estratificação.

Temos o Diagrama de Pareto conhecido também como a regra do 80/20, segundo Valentim (2019) para alguns eventos, aproximadamente 80% dos efeitos ou defeitos como ocorre na manutenção, eles são oriundos de 20% das causas, realizando essa ideia em um gráfico, muitas vezes de barra e linha, as informações de certa forma ficam evidentes e claras, sendo assim, a concentração dos esforços nas áreas onde os maiores ganhos podem ser obtidos e tornam se fácil de ser compreendida.

Para Valentim (2019), o diagrama de Ishikawa ou também diagrama de causa e efeito ou então espinha de peixe é utilizado para o levantamento das causa-raízes de problemas presentes no processo que se esteja sendo executado, ou seja, demonstrar a existência de uma relação entre o resultado desse processo, o efeito e os fatores que levaram ao problema, a causas do processo. A estrutura do diagrama é composta por uma seta horizontal apontando para efeito e outras setas na posição diagonal, referenciando assim as espinhas de peixes. Essa segunda parte da sua estrutura é dividida em seus categorias ou espinhos, sendo elas: Maquina, Medida, Mão de obra, Método, Meio Ambiente e Matéria Prima, assim compondo as causas para as falhas.

Com base nas 3 ferramentas citadas acima a de fácil acesso para empresas sem um grande conhecimento nas áreas de qualidade, temos o diagrama de Ishikawa devida simples estrutura e compreensão tornando se a mais viável para se implementar em processos de certa forma simples e empresas de pequeno porte e novas no setor industrial.

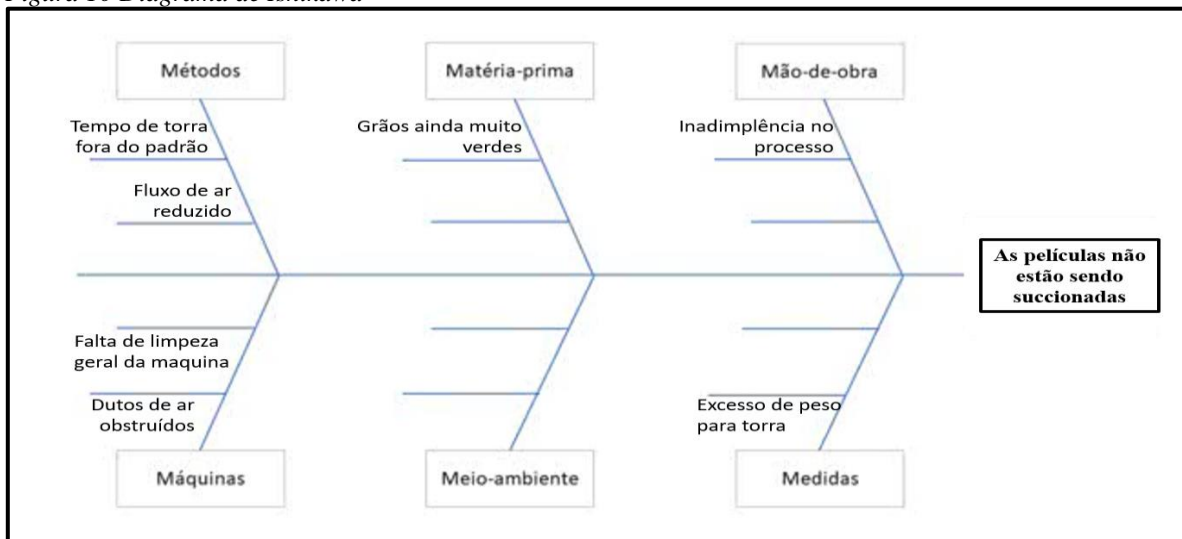
7.1 Problema real

Buscando assim entregar um produto de qualidade, uma empresa de torrefação de grãos de café na cidade Varginha-MG se viu diante de um problema no seu processo. Essa empresa por motivos éticos não quis ter seu nome mencionado durante esse artigo.

Mesmo sendo uma empresa nova e não tendo um setor de manutenção sólido, a empresa já realiza ações de manutenção a nível de prevenção, ou seja, se usa dos métodos de manutenção preventiva.

Sendo assim o problema que a tal a empresa se viu foi que as películas de café após a torra não estão sendo succionadas para coletor. Então para se alcançar uma solução possível para esse problema o responsável técnico do maquinário junto com a gerencia usou do diagrama de Ishikawa.

Figura 10 Diagrama de Ishikawa



Fonte: O autor (2020)

Como se pode ver pela Figura 10, o diagrama de Ishikawa é dividido em 6 segmentos, para a análise do problema, que são: Métodos, Matéria prima, Mão de obra, Máquina, Meio ambiente e Medidas, Werkema (2006)

Para o segmento de métodos a gerência e o operador levantaram dois problemas em potencial; Tempo de torra fora do padrão e fluxo de ar reduzido. O tempo de torra pode variar devido ao tipo e quantidade de impureza presentes no lote do café que será torrado, esse tempo

pode ir da casa dos 10 minutos a 13, dessa forma é visto que o tempo de torra realizado pelo operador na empresa foi o ideal para o trabalho.

Para um trabalho ideal, o fluxo de ar deve ser de 2000 RPM, abaixo dessa rotação as películas de café não expelidas para o reservatório e acima dessa rotação pode vir a ocasionar de expelir juntos as películas grãos mais leves ou menores do que o comum, porém foi observado que o fluxo de ar se encontrava na rotação ideal para os tipos de café torrados.

Para o segmento de matéria prima, se observou que em alguns lotes avia a presença de grãos verdes, porém a quantidade presente desses grãos no processo de torra na empresa se torna insignificante para que se haja o excesso de películas no momento de sua eliminação para o reservatório.

No segmento de Mão de obra, tem se a inadimplência do processo, ou seja, a falta de atenção ou treinamento do operador, que pode vir a programar de forma equivocada parâmetros do processo como, tempo de torra, o fluxo do ar, a não percepção dos grãos em bom estado e a falta de limpeza do seu setor. Contudo o operador fixo desse equipamento presente na empresa detém de uma vasta experiência e treinamento específico para o processo como um todo.

Em Maquinas temos falta de limpeza geral da máquina e dutos de ar obstruídos. Apesar da empresa realizar as manutenções de forma preventiva, ainda sim, ações como limpeza e inspeções nas tubulações de ar quente do Torrefador acabam passando despercebidas no decorrer da vida útil do equipamento causando a ineficiência da sucção das películas para o reservatório.

Como apresentado na figura 10 não temos nenhum problema no segmento do Meio ambiente, e em Medidas podemos logo de início descartá-lo devido a pesagem do grão para a torrar ser realizada por uma balança automática, fiscalizada e calibrada pelo Inmetro.

Sendo assim, após a realização do diagrama de Ishikawa o responsável técnico junto com a gerencia chegou à conclusão de que o maior problema seria o fluxo de ar, causado pela falta de limpeza no coletor de películas onde a mesma contribuía com a obstrução da passagem do ar, devido a uma falha na manutenção preventiva na tubulação de ar quente que expelle essas películas durante o processo de torra do Torrefador de café.

Esse congestionamento nos dutos de ar quente, causa alguns problemas, como diminuição do tempo de torra, já que os dutos de ar quente estão com fluxo reduzido, a temperatura no cilindro de torra aumenta, fazendo com que o grão de café torre por fora e fique cru por dentro, pode

ocasionar também incêndio nesses dutos, já que algumas películas passam por esses dutos com brasa, e essas películas grudada na tubulação, são facilmente inflamáveis.

Esse tipo de manutenção preventiva nos dutos deve ser feito mensalmente, isso em um torrador de café que trabalhe de segunda a sexta 8 horas por dia, um torrador que trabalha menos pode prolongar ainda mais esse tipo de limpeza na tubulação. Se o torrador tiver que parar para fazer uma manutenção corretiva nos dutos de ar quente, pode demorar até 5 horas para voltar a trabalhar de novo, numa empresa que torra café diariamente é prejuízo, pois as manutenções preventivas e preditivas servem para evitar a manutenção corretiva e aumentar a vida útil do maquinário.

7.2 Impactos do problema e solução

Como já vimos no trabalho a falta de manutenção preventiva nos dutos de ar quente pode causar um sério problema, as películas durante a torra não estavam sendo succionadas pela falta de limpeza, e esse problema gerava outro problema, incêndio dessas películas presas nos dutos, como mostra a figura abaixo.

Figura 11 Duto queimado



Fonte: o Autor (2021)

Mesmo com a limpeza desses dutos em dia, esse tipo de incidente começou a ocorrer com uma certa frequência, dentro de 20 dias uteis essa falha ocorreu 3 vezes, a primeira ocorreu depois de 30 horas de funcionamento demorou 4 horas para resolver, a segunda depois de 45 horas e levou 3 horas para reparar e a terceira depois de 37 horas e teve tempo de reparo de 3 horas também, com esses dados é possível calcular o tempo médio de reparo e o tempo médio entre as falhas.

A formula de tempo médio de reparo como mostra no quadro 2, é $TMDR = \sum(HCI) \div \sum(NI)$ com isso temos:

$$TMDR = (4 + 3 + 3) \div (3)$$

$$TMDR = 3,3 \text{ horas}$$

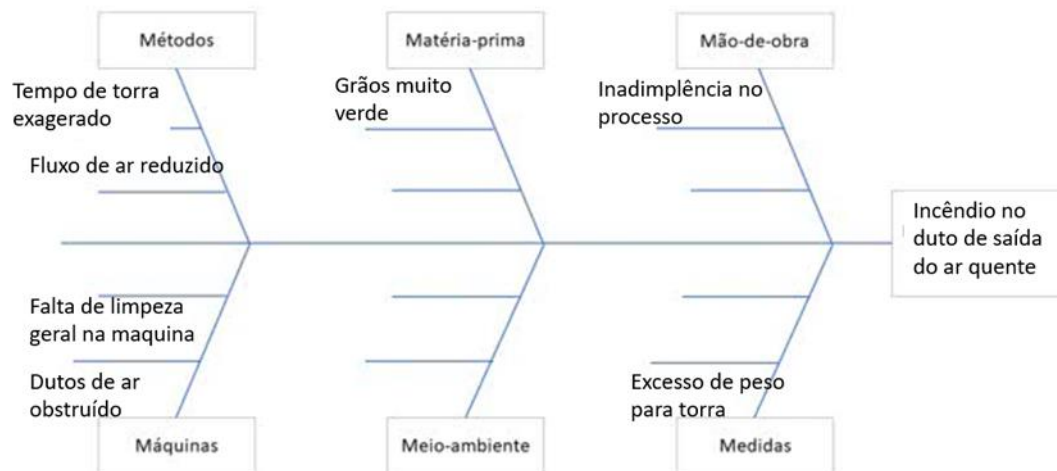
A Formula de tempo médio entre as falhas como mostra no quadro 3 é: $TMEF = \sum(HS) \div \sum(NF)$ com isso temos:

$$TMEF = (30 + 45 + 37) \div 3$$

TMEF=37,3 horas

A fim de evitar esse outro problema foi preciso primeiramente criar um diagrama de Ishikawa, para ficar mais fácil de analisar as possíveis causas e soluções para o problema.

Figura 12 Diagrama de Ishikawa



Fonte: O autor (2021)

Após a realização do diagrama foi possível trabalhar para a melhoria, a causa do problema era o fluxo de ar que estava trabalhando com velocidade reduzida, através do painel eletrônico do torrador que usa um inverso de frequência weg cfw08 figura, para programar o fluxo de ar, um pequeno ajuste de aumento de rotação no motor solucionou o fogo no duto, pois o mesmo trabalhando com velocidade reduzida não conseguia expelir as películas que saía com brasa do torrador de café, fazendo com que ficassem presas nos dutos de ar.

Figura 13 Painel não ajustado



Fonte: O autor (2021)

O motor responsável pelo sucção do ar quente estava trabalhando com uma velocidade 1600 rpm (rotação por minuto), quando ajustado passou a trabalhar com 2000 rpm como mostra a figura, assim resolveu o problema de incêndio nos dutos, e ajudou a diminuir as películas que ficavam impregnadas, mas mesmo com esse reajuste, não dispensa a limpeza interna desses dutos uma vez no mês.

Figura 14 Painel ajustado



Fonte: o autor (2021).

Com o ajuste feito, o torrador trabalhou mais livre, pois ele já não estava ficando com suas tubulações de ar quente obstruída, aumentando a quantidade torras diárias desse torrador, antes ficava em torno de 120kg durante horário de expediente, com a nova configuração no painel passou a conseguir torrar 160kg, fazendo com que o reservatório de película enchesse mais rápido também como mostra a figura a seguir.

Figura 15 Reservatório de película



Fonte: O autor (2021)

Como foi citado acima depois da nova configuração, teve um aumento de 40kg na produção diária, tendo um acréscimo de 33,33% isso mostra como um plano de manutenção periódico é importante dentro de uma indústria. No momento em que o maquinário se encontrava parado para a manutenções corretiva, a empresa se via obrigada a usar serviço de torra terceirizado, no qual o custo de produção R\$ 11,54 por kg, subia para R\$ 16,93 kg, tendo assim um acréscimo de custo de 47,22% por kg.

8 CONCLUSÃO

Este trabalho cuidou de falar sobre a manutenção em seus mais variados conceitos e subdivisões, verificando a pertinência e o papel da mesma dentro do processo de produção em uma torrefadora de café.

Foram demonstrados os principais detalhes de um processo de manutenção e a importância da concepção e realização de uma manutenção periódica em equipamentos demonstrando que o tempo parado, compromete não apenas a produtividade, mas também o desempenho e a geração de lucros pelo empreendimento.

O café tem grande importância no cenário econômico nacional e por esse motivo, existem muitas torrefadoras espalhadas principalmente nos estados e regiões onde a produção é mais expressiva gerando um mercado de manutenção bastante grande o que demanda profissionais especializados e bem-preparados para atuar junto a essas empresas.

A realização de um planejamento e a execução periódica da manutenção, ainda que não tenha relação direta com a produção, é determinante para seu sucesso e para o bom andamento dos negócios, inclusive para prevenir prejuízos.

Baseado nas informações apresentadas ao longo do presente estudo, foi possível constatar também que o lucro cessante que a empresa tem a partir de paralisações de produção, poderão ser fatores que comprometem o negócio, mas que podem ser reduzidos significativamente com um plano de manutenção periódica.

De uma forma geral, ressalta-se que os objetivos propostos neste estudo foram alcançados, de maneira que se tornou possível constatar que a manutenção apesar de não aparecer com grande destaque como responsável pela produtividade de uma torrefadora de café, implicitamente é muito responsável pelo sucesso e pelos resultados que o negócio atinge.

REFERÊNCIAS

BIASOTTO, Eduardo. **Aplicação do BSC na Gestão da TPM - Estudo de Caso** em Indústria de Processo. 2006. 170 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2006.**

BOBBIO, P.A.. **Química do processamento de alimentos**, 2.ed., São Paulo: Varela, 1992.

CARVALHO, Juracy Vieira de. **Análise Econômica de Investimentos: EVA** - valor econômico agregado. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

GIOSA, Lívio Antônio. **Terceirização: uma abordagem estratégica**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora: Petrobrás, 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 30 ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

MOREIRA, R. F. A.; TRUGO, L. C.; MARIA, C. A. B.. **Componentes Voláteis do Café Torrado. Parte II. Compostos Alifáticos, Alicíclicos e Aromáticos.**

Departamento de Bioquímica - Instituto de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Departamento de Ciências Fisiológicas - Instituto Biomédico - UNIRIO Rio de Janeiro – RJ. QUÍMICA NOVA, 23(2) (2000).

MOTTA, Regis da Rocha; CALÔBA, Guilherme Marques. **Análise de Investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Atlas, 2002.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: Blucher, 1989.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: função estratégica**. 3.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

ROSA, Eurycibiades Barra. **Indicadores de Desempenho e Sistema ABC: O uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção**. 2006. 530 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SANTOS, Ronaldo Santana. **A Aplicação de Indicadores de Desempenho em uma Planta**

Química de Gases Industriais em Contexto de crise Econômico-financeira Internacional. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de pós-graduação em Engenharia de Produção, Porto Alegre, 2010.

SLACK, Nigel. **Vantagem competitiva em manufatura:** atingindo competitividade nas operações industriais. São Paulo: Atlas, 1993.

SOBRAL, Filipe; PECCI, Alketa. **Administração:** teoria e prática no contexto brasileiro. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

SOUSA, Almir Ferreira de. **Avaliação de Investimentos:** uma abordagem prática. São Paulo: Saraiva, 2007.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na manutenção:** estratégias, otimização e gerenciamento. Salvador: Casa da Qualidade, 1996.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM:** Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a Manutenção Produtiva:** O caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade. Nova Lima: Editora Falconi, 2004.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Werkema Editora LTDA, 2006.