

**A IMPORTÂNCIA E A APLICABILIDADE DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA:
ESTUDO DE CASO EM UMA LINHA DE PANIFICAÇÃO**

**THE IMPORTANCE AND APPLICABILITY OF PREVENTIVE MAINTENANCE:
CASE STUDY ON A BAKING LINE**

FELIPE BORTOLATTO
MARCO ANTÔNIO GANDOLFO RODRIGUES

Resumo

Este presente artigo tem como objetivo trazer o resultado obtido com a aplicação da teoria da manutenção planejada, corretiva e da engenharia da manutenção. A causa se obteve devido a um alto índice de quebra e um gasto excessivo e, com isto, a busca por entender se as falhas são devido a questões humanas ou pela manutenção realizada de forma incorreta. O método desta pesquisa se baseia em outro estudo feito em situações similar a esta, das quais ocorriam quebras com intervalo muito curto, assim reduzindo o tempo de disponibilidade da máquina. Devido a esse fato, chegou-se a um resultado que superou as expectativas, pois além de trazer a resolução da situação, também se criou uma cultura interna no setor de prevenção e treinamentos para realizar o processo correto.

Palavras-chave: Manutenção, quebra e Melhoria.

Abstract

This article aims to bring the result obtained with the application of the theory of planned, corrective maintenance and maintenance engineering. The cause was obtained due to a high rate of breakage and excessive expenditure on this seeking to understand whether the failures are due to human failure or maintenance performed incorrectly. The method of this research is based on another study done in other situations similar to this in which breaks occurred with very short interval reducing the time of availability of the machine. With this, a result was reached that exceeded expectations, because in addition to bringing the resolution of the situation also

created an internal culture in the prevention and training sector to carry out the correct process.

1. Introdução

Linha de produção é algo que já faz parte nas empresas quando se fala sobre o desenvolvimento da matéria prima para o produto final. Esta teoria e prática não são aplicadas somente em grandes empresas, mas sim em qualquer produção e para isso melhorias são aplicadas nelas, buscando sempre trazer o aperfeiçoamento e o crescimento na produtividade.

Inversamente à política de manutenção corretiva, a manutenção preventiva procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir. Em determinados setores, como na aviação, a adoção de manutenção preventiva é imperativa para determinados sistemas ou componentes, pois o fator segurança se sobrepõe aos demais. Como nem sempre os fabricantes fornecem dados precisos para a adoção nos planos de manutenção preventiva, além de as condições operacionais e ambientais influírem de modo significativo na expectativa de degradação dos equipamentos, a definição de periodicidade e substituição deve ser estipulada para cada instalação ou no máximo plantas similares operando em condições também similares. Assim, possíveis questionamentos à política de manutenção preventiva sempre serão levantados quando o conjunto de fatores não for suficientemente forte ou claro em prol dessa política (KARDEC; NASCIF, 1998, p.35).

Uma rede de supermercados foi o foco de estudo neste trabalho, pois lá ocorrem falhas da manutenção, como quebras devido à falta de acompanhamento no quesito preventivo e a falta de indicadores de controle como o MTTR, ou seja, um indicador que mostra o desempenho utilizado na manutenção para indicar o tempo de reparo e MTBF e a análise do período médio entre as falhas.

O presente trabalho tem como objetivo estudar os tipos de manutenção e qual é a mais indicada a ser aplicada no setor de panificação numa rede de supermercado na cidade de BAURU-SP, ilustrando também o antes e depois, através de um estudo de caso no equipamento responsável pela produção de pão de ló.

2. Referencial Teórico

2.1 A História da Manutenção

De acordo com Kardec (1998), a manutenção surgiu por volta de 1930, definindo-se como uma evolução desta época até hoje, a qual se dividiu em três gerações:

- Primeira geração: período que antecede a Segunda Guerra Mundial, uma época em que a indústria não tinha produção mecanizada. As máquinas tinham uma atuação simples e eram superdimensionadas. Devido a isso, chegamos às consequências de a produtividade não ser prioridade nas empresas na época e com isso não havia a necessidade de se manter uma manutenção periódica, ou seja, só realizavam limpeza, lubrificação e reparos quando alguma máquina da linha parava: a manutenção era apenas corretiva.
- Segunda geração: abrange a partir da Segunda Guerra Mundial até os anos 60. Surgiu a necessidade de os equipamentos estarem com uma disponibilidade maior que antes, e a confiabilidade de que eles atenderiam a demanda que precisasse, tudo isso devido à busca constante de aumentar a produtividade. Isso resultou no segundo tipo de manutenção, a preventiva, na qual surgiu também a inevitabilidade de se estudar a fundo o SPCM - Sistema de Planejamento e Controle de Manutenção, do qual é integrado à manutenção moderna.
- Terceira geração: Foi por volta da década de 70, época em que se iniciou mudanças nas indústrias. Como diz a Manutenção Preventiva, é preciso realizar pausas no processo para realizar a manutenção e isto gera custos, afetando a melhoria da qualidade dos produtos.

Conforme Slack *et al.* (2010), a manutenção vem de um termo usado para a abordagem formal pela a qual as empresas buscam evitar as falhas ao cuidar das instalações físicas existentes. É um setor que tem uma parte importante na maioria das atividades da produção, principalmente quando se trata das instalações físicas em que o seu papel primordial na linha de produção é de bens e serviços. Para tanto, alguns benefícios são gerados pela manutenção na linha de produção de forma sistemática, sendo:

- Segurança melhorada: as instalações são feitas de forma correta e coerente quando bem mantidas, tendo uma probabilidade menor de se obter um comportamento de forma não previsível ou não padronizada.
- Confiabilidade aumentada: é conduzida a ter um tempo de perda com o conserto reduzido, com menos interrupções nas atividades da produção.
- Qualidade maior: os equipamentos de uso diário tendem a ter um desempenho baixo devido ao malcuidado tido com ele, fazendo com que ocorram problemas de qualidade.
- Custo de operação mais baixo: elementos de contato direto com a tecnologia de processo tem seu desempenho com maior eficiência quando se aplica uma manutenção regular.
- Tempo de vida mais longo: lubrificação e limpeza, se realizadas regularmente, proporcionam maior vida útil dos equipamentos, reduzindo a probabilidade de pequenos problemas na operação ao evitar desgastes ou deterioração.
- Valor residual mais alto: equipamentos bem preservados geram facilidade de revenda.

De acordo com Kardec (1998), com o avanço da automação e da mecanização a confiabilidade e a disponibilidade se tornaram pontos cruciais em alguns setores como processamento de dados e gerenciamento de edificações. Isso leva a entender que com o crescimento da automação as falhas serão cada dia mais frequentes.

Para Branco Filho (2008), a evolução e o surgimento da manutenção se deram depois da revolução industrial, cuja época as equipes de manutenção praticamente não existiam. O principal e único critério utilizado por eles era que se a máquina apresentasse algum tipo de desgaste era necessário atuar nela, ou também evitar um desgaste em um curto espaço de tempo. Conforme Seleme (2015), a manutenção já era praticada bem antes da revolução industrial, mas é a partir dela que os processos acabam se consolidando e geram a necessidade de que as ferramentas e os equipamentos dos setores de engenharia sejam objetos de reparos e de consertos e, portanto, de manutenção. Atualmente, as práticas de manutenção que são orientadas para o mercado são voltadas para uma fabricação de produto e serviço, a um custo menor. De acordo com a ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, é gasto no Brasil, com manutenção

nas empresas, aproximadamente 4,69% do PIB - Produto Interno Bruto nacional, o que correspondeu em R\$ 206,5 bilhões no ano de 2013.

Para Branco Filho (2008), antigamente a manutenção era vista como um mal necessário às atividades da organização devido ao fato dos maquinários demonstrarem desgastes e quebras. Hoje, essa linha de pensamento mudou com o surgimento de outros tipos de organizações no setor. Com o passar dos anos a indústria continuou evoluindo e agregando novos materiais e novos tipos de processos, como sofisticação das máquinas, padronização mais específica e melhor, criação de normas de controle mais rígidas e um aumento gradativo de máquinas tanto quantitativo e diversificado, forçando, assim, as empresas a aprimorarem o conhecimento dos seus funcionários ou integrarem novos colaboradores qualificados, mas com a capacidade voltada de acordo com as novas modificações mundiais.

2.2 Tipos de Manutenção

Segundo Martins (2005), a manutenção por muito tempo foi classificada da seguinte forma: manutenção corretiva e manutenção preventiva. O conceito de manutenção preditiva e produtiva total são termos recentes, porém, já utilizados em várias empresas.

2.2.1 Manutenção corretiva

Para Martins (2005), a manutenção corretiva é aquela que corrige, restaura e recupera a capacidade produtiva de um equipamento ou instalação que tenha parado ou reduzido sua capacidade de exercer as funções pelas as quais foi projetado; esta é a mais utilizada pelas organizações. A ação acontece quando ocorre quebra, ou seja, ela é reativa, só age após o problema ocorrido.

De acordo com Kardec (1998), a manutenção corretiva tem como função interferir quando uma máquina não apresenta o mesmo rendimento que deveria ter, como, por exemplo, um equipamento que tem uma programação para produzir determinado produto em certo tempo; em um momento esta máquina para de produzir devido alguma peça que acaba desregulando-se, fazendo com que seja realizada uma pausa no processo produtivo. Com isso, entra em ação a manutenção corretiva para identificar o erro ou a causa da parada, analisar a possível ação a ser

tomada para corrigi-lo e, em seguida, realizar a manutenção. Kardec (1998) ainda cita que a manutenção corretiva pode ser não planejada, ao entrar em ação depois de feito um acompanhamento preditivo na máquina realizado no momento próximo a quebra, como, por exemplo, num *check list* semanal em que serão feitas avaliações na máquina com o objetivo de identificar possíveis situações de quebra ou falhas por mau funcionamento. Para Slack *et al.* (2010), a manutenção corretiva tem como responsabilidade deixar as instalações continuarem a operar até que ocorra a quebra. O trabalho da manutenção é feito neste caso apenas quando a falha ocorreu. Por exemplo, aparelhos eletrônicos e equipamentos de banheiros só são consertados após quebrarem. Esses tipos de falhas não são catastróficos, não sendo necessárias diversas verificações do estado da máquina ou equipamento.

Para exemplificar: quanto maiores forem às implicações da falha na segurança pessoal e operacional, os custos intrínsecos dela, nos compromissos de entrega da produção, maiores serão as condições de adoção da política de manutenção corretiva planejada. Isto é a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha de acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra. (KARDEC; NASCIF, 1998, p. 34,35).

Para Branco Filho (2008), após a Primeira Guerra Mundial, em 1914, a manutenção começou a existir nas zonas fabris, aplicada nas ocasiões como quebras de peças ou paralizações de máquinas, tipo de ação conhecida atualmente como manutenção corretiva. Isso se estendeu em meados da década de trinta, quando surgiu a necessidade de alavancar as produções programadas e do cumprimento das metas estabelecidas. Conseqüentemente, os maquinários da linha de produção não poderiam ser pausados para possíveis manutenções corretivas. Com toda essa mudança nas fábricas, a gestão realizada forçou os setores de manutenção de cada unidade a ter a preocupação de sanar com rapidez as falhas e agirem com eficiência nelas, para prevenir e evitar falhas nas principais máquinas.

2.2.2 Manutenção preventiva

Para Martins (2005), manutenção preventiva é aquela que realiza uma série de trabalhos, como: troca de peças; óleos; lubrificação e limpeza, entre outros, seguindo uma programação preestabelecida. Os manuais de instalação e operação de equipamento abordam as instruções sobre a manutenção preventiva, relatando a periodicidade que os trabalhos devem ser realizados. A manutenção preventiva deve

ser seguida por uma disciplina bastante rígida, somente as empresas com níveis de organização elevada, dispõem de equipes próprias ou terceirizadas para sua realização. Para Slack *et al.* (2010), a manutenção preventiva tem como designação eliminar ou minimizar as probabilidades das falhas, com, por exemplo, manutenção, limpeza, lubrificação, substituição e verificação das instalações com intervalos pré-planejados. Por exemplo, os motores de uma aeronave de turismo são verificados, limpos e calibrados de acordo com uma programação regular, após uma quantidade determinada de horas de voo. As consequências das falhas do serviço, entretanto, são consideradas as mais sérias. Limpeza, lubrificações e até mesmo pinturas periódicas em um edifício, podem ser consideradas como manutenção preventiva. Kardec (1998) define a manutenção preventiva como a atuação em uma máquina quando temos uma previsão de alguma quebra ou falha, devido ao acompanhamento realizado com um intervalo de tempo estipulado de acordo com o que foi estabelecido pelo setor que o gerencia. Quando se fala em manutenção preventiva, é preciso lembrar que ela é inversamente proporcional em relação à manutenção corretiva, ou seja, enquanto ela realiza o reparo no ato em que ocorreu a quebra, sem algum tipo de planejamento, a manutenção preventiva tem como objetivo intervir com um planejamento, procurando evitar as falhas.

Mas como em todo planejamento, existe também suas regras e suas limitações. Um ponto que podemos dizer ser negativo da manutenção preventiva, pois burocratiza a retirada de equipamentos ou máquinas para ser realizada a manutenção. Além disto, são identificados defeitos não gerados pela máquina, como falha humana e de sobressalentes, contaminação introduzida no sistema de óleo, danos durante partidas e paradas e falhas no procedimento da manutenção (Kardec, 1998). De acordo com Branco Filho (2008), a indústria aeronáutica estava em um patamar de crescimento acima do estipulado, com isto se desenvolveram métodos para que garantisse que as aeronaves tivessem um percurso mínimo e em bom estado de funcionamento; neste desenvolvimento foram reforçadas técnicas e métodos de trabalho em que um planejamento era criado antes das ações serem tomadas. Tal serviço é atualmente chamado de manutenção preventiva, pois não existia a possibilidade de efetuar alterações ou dar manutenções nas partes maiores dos aviões quando estavam em voo. Olmedo e Mirshawka (1994) descrevem como ocorre a execução dos programas da manutenção preventiva no Brasil. Cerca de

85% das empresas não sentiam tanta satisfação como os programas interviam, pois o que pesava para eles era a questão do custo. O principal motivo deste resultado é a insatisfação dos altos números de falhas existentes, bem como as sugestões de eventuais contramedidas. Contudo, o principal motivo dessas falhas ocorrerem em relação ao programa, é a ausência de compreensão e o apoio ao programa por parte da alta administração. Definitivamente, o setor de manutenção tem um grande déficit no controle e no acompanhamento, boa parte das empresas sofrem com isto; e mesmo com a implantação da ideia da Manutenção Preventiva, existem problemas a serem explorados e aperfeiçoados, pois a intenção da Manutenção Preventiva é criar a prevenção, identificar a quebra da máquina antes que ela aconteça e criar históricos de manutenção e *check list* de ordem de serviço.

2.2.3 Manutenção preditiva

Para Martins (2005), manutenção preditiva é aquela que antecipa os problemas por meio do monitoramento de certos parâmetros ou das condições do equipamento. Quase sempre a manutenção preditiva é terceirizada, pois esta necessita de tecnologia específica.

Conforme Kardec (1998), se a manutenção preventiva é inversamente proporcional à manutenção corretiva, a manutenção preditiva supera todos os paradigmas estipulados até então, pois ela tem como conceito atuar de acordo com as condições e desempenhos da máquina. Quando o assunto é manutenção preditiva, logo vem à mente a ideia de vida útil dos equipamentos, em que cria-se um acompanhamento com certo cronograma na qual é realizada a avaliação periódica se o funcionário responsável estiver usando o programa 5S, que é responsável por estabelecer a organização no setor da empresa, entre outros cuidados que serão estipulados pela coordenação do setor. Com esta aplicabilidade ativa, o responsável pela predição das máquinas estará acompanhando não só elas, mas também os equipamentos em geral, permitindo assim que a linha de produção tenha um tempo disponível mais prolongado.

Na visão de Slack *et al.* (2010), este tipo de manutenção visa realizar as manutenções apenas quando as instalações feitas precisarem dela. Por exemplo, máquinas de processo contínuo, como as que são utilizadas para cobrir papéis fotográficos, tem seu funcionamento por longo período, de tal modo que consiga a

alta utilização necessária para produção eficiente na questão do custo. Realizar paradas nas máquinas para operar trocas, como a mudança de um mancal, quando não é necessário fazê-lo, retiraria esse tipo de equipamento de operação por um tempo longo e reduziria a sua utilização. Neste tipo de situação a manutenção preditiva inclui o monitoramento contínuo das vibrações ocorrentes, sendo aqui algumas características da linha. O resultado do monitoramento seria na base de decidir se a linha precisa ser parada e se os mancais deverão ser substituídos.

Para Kardec (1998), uma das ações tomadas pela manutenção preditiva é o momento em que o grau de degradação do equipamento está em um estado muito avançado, e após a identificação é tomada a decisão de intervir. Só se chega a isso devido ao acompanhamento realizado constantemente, pois a ação seguinte varia do que será mais cabível, substituir por uma peça nova ou se chega ao fim da vida útil do equipamento. Assim, pode-se dizer que a manutenção preditiva prevê futuras condições inadequadas de produção, e quando se realiza a intervenção o que está sendo feita é a aplicação da manutenção corretiva planejada, mas para isso é necessários definir alguns critérios, como:

- A máquina ou equipamento precisa ter um acompanhamento.
- Só será realizada a manutenção ou mudança quando existir a real necessidade disto, para que o custo não seja desnecessário.
- Desenvolver um sistema ou programa de acompanhamento, realizando análises e diagnósticos.

Para Branco Filho (2008), este tipo de manutenção é aliada ao acompanhamento das medições que são realizadas periodicamente nos equipamentos da linha de produção. Esta medição é realizada com instrumentos específicos de alta precisão, que além de serem extremamente sofisticados podem também ser acompanhados por monitoramento remoto, técnica que vem sendo introduzida desde meados da década de 60 e 70. Entende-se que o conceito de manutenção preditiva ou controle preditivo da manutenção, é a manutenção efetuada somente quando detectado a aproximação de certa condição instável ou de uma possível falha. Se porventura não for identificado esta condição de instabilidade, provavelmente o equipamento ficará em funcionamento até que a próxima falha seja detectada.

Além disto, o controle estatístico das falhas já ocorridas irá informar quando o equipamento venha possivelmente a falhar. Este tipo de método estatístico é de extrema importância, pois poderá determinar as possíveis condições de falhas que venham a ocorrer. Por exemplo, uma forma sucinta de descrever a manutenção preditiva por acompanhamento é citada na análise cromatográfica¹ de óleos lubrificantes; a detectar ruídos nos rolamentos; vibrações em máquinas rotativas; de testar o aumento de temperatura em alguns pontos como, por exemplo, mancais, trocadores de calor e etc.; descrevem-se também as quedas lentas e progressivas de pressão de lubrificantes em máquinas devido a maiores folgas; as medições de folgas tolerantes; medições de rigidez dielétrica² e técnicas de ultrassom. Esses são alguns exemplos em que a manutenção preditiva se envolve (Branco Filho, 2008).

2.2.4 MPT – Manutenção Produtiva Total

Para Martins (2005), a MPT – Manutenção Produtiva Total é um tipo de manutenção que vai além, é uma filosofia gerencial, com atuação na forma organizacional e comportamental, ou seja, atua na maneira com que as pessoas tratam os problemas de manutenção e também os diretamente ligados ao processo produtivo:

As fabricas de classe mundial estão apresentando melhorias dramáticas em qualidade de produtos, eficácia na operação e lucratividade através da mais nova abordagem na manutenção. A magnitude das melhorias é surpreendente: defeitos da qualidade reduzidos em 90%, avarias em 90% e lucros crescendo na ordem de milhões de dólares. Resultados de melhorias poderão ser observados em poucos meses do início das atividades da MPT; contudo, melhorias continuarão de três a cinco anos, até a perpetuação com a implementação completa. Oportunidades de melhorias também serão observadas em muitas outras áreas da fábrica. A MPT ajuda a reduzir custos, inventários e o “lead time”. Ajuda a eliminar a poluição e a preservar a ecologia (TAKAHASHI; OSADA, 2016, p. ix).

De acordo com Slack *et al.* (2002), a MPT - Manutenção Produtiva Total é realizada por colaboradores da empresa através de atividades de pequenos grupos.

¹ Cromatográfica: É uma técnica quantitativa, tem por finalidade geral duas utilizações, a de identificação de substancias e de separação-purificação de misturas. Usando propriedades como solubilidade, tamanho e massa.

² Dielétrica: São meios isolantes que sofrem polarização ao serem sujeitos a grandes intensidades de campo elétrico.

A MPT originou-se no Japão, na qual é vista como uma extensão na evolução da manutenção corretiva para a manutenção preventiva. Ela adota alguns princípios do trabalho em equipe, como também uma abordagem de melhoria contínua para prevenir falhas. A MPT visa estabelecer a prática da manutenção em nível de excelência na linha de produção, por meio das cinco metas:

1. Melhorar a eficácia dos equipamentos ao realizar análise nas instalações e verificar se a contribuição na linha de produção está sendo eficaz, se baseando nas perdas ocorrentes. A perda de eficácia pode ser identificada pelo tempo parado, perda de velocidade ou até mesmo as perdas por defeitos.
2. Realizar manutenção autônoma ao abrir exceções para os funcionários que operam ou usam os equipamentos na produção, para que assumam a responsabilidade de pelo menos realizarem pequenas tarefas de manutenção. Também se deve encorajar a equipe do setor de manutenção a assumir a responsabilidade de melhorar o desempenho da manutenção nas células de produção e na fábrica como um todo.
3. Planejar a manutenção ao elaborar abordagens quando for realizar as atividades de manutenção. Este tipo de ação faz com que tenha a necessidade de incluir níveis de manutenção preventiva em cada peça do equipamento, e desenvolver também padrões para manutenção preditiva e suas respectivas responsabilidades do pessoal que está na operação e o pessoal da manutenção.
4. Treinar todo o pessoal em habilidades relevantes de manutenção: as responsabilidades voltadas à manutenção exigem que o funcionário que opera a máquina e o pessoal da manutenção, tenham habilidades para que possam ter um bom desempenho em seus respectivos papéis quando o assunto for manutenção.
5. Conseguir gerir os equipamentos logo no início: essa meta é definida como uma forma de evitar totalmente a manutenção por meio da PM – prevenção de manutenção. Ela considera as causas das falhas e a manutenibilidade das máquinas durante a etapa do projeto, na manufatura e na instalação.

Garantir a eficiência global da instalação significa, no fundo, que a mesma irá operar dentro das especificações do projeto durante toda a sua vida. A meta é, portanto, a de aumentar a eficácia do

equipamento ou as suas capacidades através da minimização dos insumos e da maximização das saídas. Por sinal esta meta é também da empresa como um todo. É claro que ao analisar toda uma instalação é necessário incluir entre os insumos, os recursos de mão-de-obra, de energia, os fornecedores e uma miscelânea de outros itens no local (MIRSHAWKA; OLMEDO, 1994, p. 40).

É possível notar e analisar que o acompanhamento da instalação até a primeira manutenção a ser realizada na máquina é imprescindível (SLACK *et al.*, 2002), pois na hora da aquisição temos a consciência que ela deverá nos trazer um aperfeiçoamento na produção, e realizar *check list* para manter o controle das manutenções em dia e no período correto (SLACK *et al.*, 2002).

Apesar de certa imprecisão, parece que temos o assustador número de quase 85% das empresas não satisfeitas com a forma de como funciona o seu programa de manutenção preventiva e o seu custo. As principais razões para essa insatisfação e para as falhas, bem como a sugestão de eventuais contramedidas, o principal motivo de falhas dos programas de manutenção preventivo-preditiva (MP/MPRED) é a ausência de programas de TPM asseguram esse apoio. A MP sob a vigência do programa TPM terá sucesso, se for convenientemente projetada e implementada (MIRSHAWKA; OLMEDO, 1994, p. 18).

Para Branco Filho (2008), a maior consequência de usar apenas manutenção preventiva são os custos acarretados. É uma manutenção que pode ser muito cara e que exige pausas de grandes máquinas para cumprir suas rotinas que, usualmente, podem ser complexas. Normalmente, as rotinas de manutenção preventiva não são consideradas na carga de trabalho das máquinas, não se dá um tratamento especial para efetuar as tarefas de manutenção e as rotinas de modo diferentes em locais diferentes e, muitas vezes, usam sobressalentes em demasia. Esta situação pode ser evitada com o uso de outras técnicas, como a manutenção centrada em confiabilidade, Manutenção Produtiva Total – MPT etc.

2.3 Engenharia da Manutenção

Conforme Branco Filho (2008), no período dos anos 50 até a década de 60, tinha-se a certeza de que a garantia do funcionamento dos equipamentos era prioridade e, como resposta a isto, foi criado um órgão especializado em realizar estudos comprovando o quão eram confiáveis os equipamentos do setor e também o que era necessário para fazer com que tais instrumentos fossem confiáveis. Por exemplo, análise de como se realiza os reparos mais rápidos, como é possível melhorar a eficiência dos funcionários, quais métodos poderiam criar ou melhorar no

trabalho da manutenção, se as quantidades de sobressalentes eram necessárias verificando a exigência de cada setor, pois alguns maquinários têm um índice maior de quebra do que as outras, gerando assim uma necessidade maior de peças substitutivas, e melhorando também o local de trabalho ao criar um ambiente mais seguro e que não venha prejudicar a ergonomia dos funcionários; além disso, realizar estudos sobre as características das falhas e as suas repetições, sempre buscando informações sobre sua origem, de como aconteceu. Este tipo de ação foi chamado de engenharia da manutenção. Após o surgimento e a implantação dos computadores nas fábricas, o setor de engenharia de manutenção passou a desenvolver processos com maior sofisticação, maior controle e com métodos mais assertivos nas análises realizadas ao utilizar fórmulas que traziam informações que indicavam predominância nos períodos em que a economia era alta mediante as atuações realizadas pela Manutenção Preventiva.

2.4 Indicadores de gestão das falhas

De acordo com Slack *et al.* (2010), TMDR é o Tempo Médio de Reparo, o qual é conhecido por MTTR (*mean time to repair*), que é o tempo médio necessário para realizar reparos na produção do momento em que ocorre a falha até o momento em que ela estará operando novamente. Outra medição que também identifica falhas é o TMEF – Tempo Médio Entre Falhas, mais conhecido como MTBF (*time between failures*), responsável por identificar as falhas em um componente ou sistema. O TMEF é o recíproco da taxa de falhas em tempo.

Slack *et al.* (2010) define a disponibilidade como o grau em que identificamos quando, na produção, um equipamento está pronto para funcionar. Uma linha de produção não está totalmente disponível se foi identificada nela alguma falha ou se está em um processo de manutenção após ter sido identificada a falha.

Para melhorar a gestão das falhas, Slack *et al.* (2010), sugere três formas de medição:

1. Taxa de falhas: com que frequência uma falha pode ocorrer;
2. Confiabilidade: mostra a probabilidade que uma falha poderá ocorrer;
3. Disponibilidade: considera o período de tempo útil disponível para operação utilizar o equipamento.

A taxa de falhas e a confiabilidade são formas diferentes de medição do item, mostram a tendência da produção ou parte dela em sofrer uma falha. Já a disponibilidade mede o tempo que a produção tem para funcionar.

A confiabilidade de um sistema é a habilidade de desempenho esperado durante o tempo. Um indicador simples de medição de falhas de um componente ou sistema é o Tempo Médio Entre Falhas - TMEF. Portanto:

$$\text{TMEF} = \frac{\text{Horas de operação}}{\text{Números de falhas}}$$

Exemplo: um equipamento trabalhou por vinte e quatro horas e teve duas falhas, utilizando a fórmula acima temos o tempo médio entre falhas de doze horas, concluindo que a cada doze horas em média ocorreram uma falha.

A disponibilidade é medida da seguinte forma:

$$\text{Disponibilidade (D)} = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMDR}}$$

No qual:

TMEF = Tempo Médio Entre Falhas da produção

TMDR = Tempo Médio de Reparo, tempo médio necessário para conserto do momento da ocorrência da falha até o momento que está operado novamente.

Seguindo com o exemplo anterior tem-se um TMEF de doze horas, um TMDR estimado de duas horas. Para calcular a disponibilidade utilizando a fórmula acima, estão disponíveis os seguintes valores: disponibilidade = $12 / (12 + 2)$, portanto, temos uma disponibilidade de 0,8571 ou 85,71%.

2.5 Estudo de caso

A empresa estudada é uma grande rede de supermercados, localizada na cidade de Bauru, interior do Estado de São Paulo, e atua há trinta e cinco anos no mercado, além de possuir sete lojas na cidade de Bauru, duas na cidade de Marília, e uma nas cidades de Botucatu, Pederneiras e Jaú; tem previsão de inaugurar mais duas lojas, sendo uma na cidade de Sorocaba -SP, e outra em Bauru, totalizando catorze lojas até o primeiro bimestre de 2020. Possui também um centro de

distribuição, no qual são produzidas cestas básicas, e possui uma linha de produção de pães especiais para abastecimento da rede e uma linha de confeitaria. A produção de pães especiais conta com um mix de mais de setenta e cinco itens, produzindo em média duas toneladas de produtos por dia.

A linha de confeitaria está localizada em uma das lojas na cidade de Bauru e produz itens para as demais lojas da cidade. O processo de produção de pão de ló utiliza uma bateadeira, formas e um forno industrial que serão o objeto de estudo no trabalho. A Figura 1 ilustra a bateadeira industrial com as devidas proteções exigidas pela NR-12, e a Figura 2 ilustra o forno industrial.

Figura 1 – Bateadeira 40l 220v/60hz trif – nr12



Fonte: Empresa estudada – 2019.

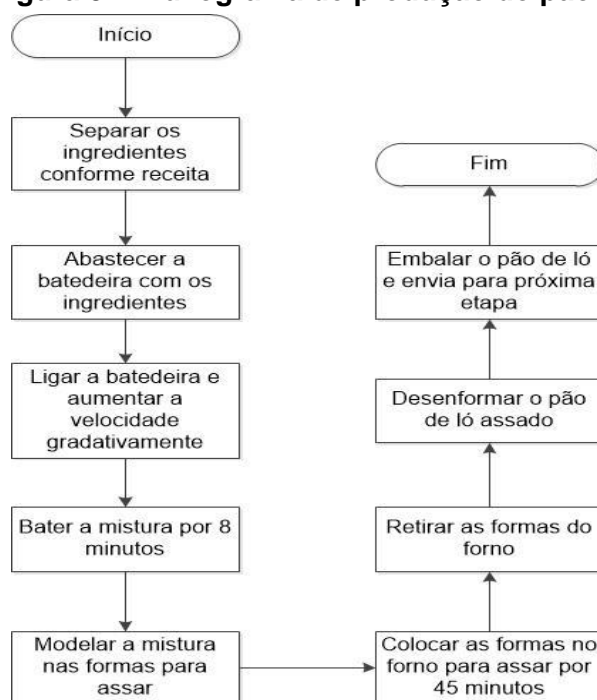
Figura 2 – Forno industrial millenium 4 camaras curta



Fonte: Empresa estudada – 2019.

O processo é composto pelas seguintes etapas: separação dos ingredientes na quantidade correta, mistura dos ingredientes na batedeira, modelagem nas formas e, em seguida, levado ao forno para assar. A Figura 3 ilustra o fluxograma do processo de produção do pão de ló.

Figura 3 – Fluxograma de produção do pão de ló.



Fonte: Elaborado pelo autor – 2019.

Após realizar o acompanhamento nas máquinas foram identificados gastos excessivos com manutenções, dos quais são considerados de grande perda para a gerência. Na bateadeira foram identificadas quebras com intervalos curtos na correia, que é a peça responsável pelo movimento no globo de mistura. A quebra estava ocorrendo a cada 1.440 horas trabalhadas, tempo inferior conforme recomendações do manual do fabricante, que indicam manutenção a cada uso mínimo de 6.000 horas trabalhadas.

Como a manutenção das máquinas do setor é terceirizada, a quebra da correia gera perdas financeiras para empresa e indisponibilidade da bateadeira por um período de até 24 horas, tempo gasto para abrir um chamado técnico, em que ocorrem o deslocamento do técnico até a máquina; a identificação do problema; a compra da correia e troca da mesma, sem citar ainda a perda de material da mistura que estava no processo.

Com a identificação das quebras, foi estabelecido um acompanhamento criterioso no processo com objetivo de entender o que estava ocorrendo. Após 3.600 horas de utilização, foi identificado um ponto de fissura na correia, sinalizando que uma nova quebra estava para ocorrer. O fornecedor da máquina foi contatado para obter mais detalhes sobre o ocorrido e concluiu-se que o tipo de correia que estava sendo utilizada não era a específica para o processo de produção do pão de ló, pois o peso e a rotação eram além da capacidade do tipo de peça utilizada. Foi percebido também um erro operacional, pois o operador, quando ligava a máquina, partia na velocidade 3, enquanto que a recomendação do fabricante é para aumentar gradativamente do 1 até o 3, evitando assim sobrecarga na correia e demais componente de transmissão do globo de mistura.

Com as informações das quebras, a nova especificação da correia e erro operacional, foi montado um plano no qual ficaram estabelecidas as seguintes ações:

- Substituir a correia por uma indicada pelo fabricante da máquina para produção do pão de ló;
- Reciclar todos os operadores com o novo método para ligar a máquina, ou seja, aumentando a velocidade gradativamente do 1 ao 3.
- Adotar a inspeção diária na correia como manutenção preventiva;

- Estudar a possibilidade de implantar um *check list* para inspeção preventiva num equipamento piloto;
- Avaliar a implantação de indicadores de MTBF e MTTR.

Após a implantação das três primeiras ações acima, a máquina está sem quebra desde junho/19 até a presente data, com previsão de troca da correia determinada para de Janeiro/20.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Objeto de Estudo

Os objetos a serem estudados neste trabalho foram duas máquinas que fazem parte da produção de item da confeitaria o pão de ló, as quais são a Batedeira industrial e um Forno lastro. A escolha desses maquinários foi devido ao alto índice de quebra destes, gerando um custo excessivo ao setor de produção; com isto, além de trazer a redução das quebra com a implantação de metodologias voltadas a tempo de disponibilidade, foi também aplicada a implantação da manutenção preventiva.

3.2 Procedimentos de Coleta de Dados

Para coletar os dados e elaboração do trabalho, foi realizada uma análise na quantidade e tipo de ordens de serviço para manutenção nas máquinas que fazem parte do processo de produção do pão de ló no período de 14/12/2018 a 13/06/2019.

3.3 Procedimentos de Análise de Dados

Analisar em qual máquina foi identificado a maior incidência de ocorrência de quebra e de qual parte; contatar o fabricante da máquina para checar sobre o tempo de vida útil das peças, especificação para produção de pão de ló e operação, bem como determinar uma rotina para inspeção no local de maior ocorrência das quebras, no caso em questão a correia da batedeira; e, por fim, estruturar as ações contra reincidência de quebras.

4. Resultados e Discussões

Após a troca da correia pela indicada do fabricante, a realização de treinamento operacional e rotina para inspeção preventiva na correia, as quebras reduziram de 1.440 por horas trabalhadas para uma previsão de 6.000 horas trabalhadas, aumentando a disponibilidade da máquina para produção e, conseqüentemente, reduzindo os gastos e aumentando as receitas (informação não disponibilizada pela empresa). Os valores apurados em reais não foram disponibilizados pela empresa.

A tabela 1 ilustra o ganho em percentual das horas até o período estimado para troca da correia, valor que pode ter variação em função da rotina de inspeção adotada.

Tabela 1 – Ganhos em percentual de horas para produção.

Antes – troca da correia em horas	Depois – troca da correia em horas	Ganhos em % no período estudado
1.440	6.000	416

Fonte: Elaborado pelo autor – 2019.

Depois de coletar dados sobre a linha de produção, como o processo, e estudar toda a situação existente, foi possível chegar a um resultado com a aplicação da manutenção planejada, que por sua vez é designada em organizar todo o setor que está sendo estudado, obtendo um histórico de tempo de falha e tempo de disponibilidade; a partir deste ponto, cria-se um planejamento para evitar possíveis perdas. Com o resultado obtido, além de identificar as quebras, foi possível notar outro problema no procedimento operacional que interferia diretamente na produção e causava as falhas. Contudo, além de alcançar o resultado esperado, foi criada uma rotina de inspeção na bateadeira e colocado como sugestão à evolução para os demais equipamentos dos processos de panificação e implantação de indicadores de controle como o MTBF e MTTR e estudando a possibilidade da implantação de uma melhoria POP.

6. Conclusões

Pode-se concluir que com a aplicação da teoria da manutenção planejada o resultado foi muito satisfatório, pois foi alcançada a redução de gastos com compra da correia correta, deslocamento de técnico e mão de obra. Também houve ganhos no aumento de disponibilidade do equipamento para produção, o tempo de ocorrência de quebra aumentou de 1.440 horas trabalhadas para um tempo estimado de 6.000 horas. Atualmente, a bateadeira está operando com 3.480 horas sem quebra, dados levantados até 25/11/2019. Outro ponto bastante positivo é a identificação da quebra antes que ela ocorra, através da inspeção diária na correia. É notável também a elevação moral da equipe, com a reciclagem no treinamento e a inspeção realizada por eles mesmos, pois trouxe um maior envolvimento e, conseqüentemente, mais agilidade no atingimento das metas estipuladas pela gerência.

Referências

CERVO, A. L.; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CONFIANÇA SUPERMERCADOS. **Conheça a nossa historia**. Disponível em: <https://www.clienteconfianca.com.br/historia.php> . Acesso em: 07/10/2019.

FILHO, BRANCO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência moderna, 2008, 8 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

KARDEC, A. NASFIC, J. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark editora, 1998, 35 p.

MARTINS, Petrônio G. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Saraiva, 2005.

MIRSHAWKA, V. OLMEDO L, N. **TPM à moda brasileira**. São Paulo: MB MAKRON Books, 1994, 17 p.

SELEME, R. **Manutenção industrial mantendo a fábrica em funcionamento**. Curitiba: Editora intersaberes, 2015, 18 p.

SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002, 635 P.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2010.

TAKAHASHI,Y, OSADA, T. **TPM MPT Manutenção produtiva total**. Curitiba: IMAM, 2015. 322 P.



AUTORIZAÇÃO DE DEPÓSITO E PUBLICAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Eu, Felipe Bortolatto, RG 41.384.574.6 venho por meio deste, autorizar o depósito e a publicação do trabalho de conclusão de curso intitulado A importância e a aplicabilidade da manutenção preventiva: estudo de caso em uma linha de panificação no repositório institucional da biblioteca das Faculdades Integradas de Bauru.

Bauru, 10 de dezembro de 2019.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, is written over a horizontal line.

Assinatura do(a) aluno(a)