



University of
Texas Libraries



e-revist@s



Centro Unversitário Santo Agostinho

revistafsa

www4.fsnet.com.br/revista

Rev. FSA, Teresina, v. 18, n. 03, art. 10, p. 215-239, mar. 2021

ISSN Impresso: 1806-6356 ISSN Eletrônico: 2317-2983

<http://dx.doi.org/10.12819/2021.18.03.10>

DOAJ DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

WZB
Wissenschaftszentrum Berlin
für Sozialforschung



MIAR



Gestão da Manutenção no Setor Alimentício: Estratégia Baseada em Confiabilidade

Maintenance Management in the Food Sector: Strategy Based on Reliability

Camila de Souza Magalhães

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Viçosa

E-mail: camilamagalhaes10@hotmail.com

Laura Pampanini Silveira

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Viçosa

E-mail: laurapsilveira@hotmail.com

Raiane Ribeiro Machado Gomes

Doutora em Engenharia de Produção pela UFMG

Professora Adjunta IV da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

E-mail: raianemachado@ufv.br

Endereço: Camila de Souza Magalhães

Km 7 – Zona Rural, MG-230 – Rodoviário, Rio Paranaíba/MG, 38810-000. Brasil.

Endereço: Laura Pampanini Silveira

Km 7 – Zona Rural, MG-230 – Rodoviário, Rio Paranaíba/MG, 38810-000. Brasil.

Endereço: Raiane Ribeiro Machado Gomes

Km 7 – Zona Rural, MG-230 – Rodoviário, Rio Paranaíba/MG, 38810-000. Brasil.

Editor-Chefe: Dr. Tonny Kerley de Alencar Rodrigues

Artigo recebido em 18/02/2021. Última versão recebida em 02/03/2021. Aprovado em 03/03/2021.

Avaliado pelo sistema Triple Review: a) Desk Review pelo Editor-Chefe; e b) Double Blind Review (avaliação cega por dois avaliadores da área).

Revisão: Gramatical, Normativa e de Formatação



RESUMO

As organizações buscam por obter qualidade e produtividade em seus processos, dois fatores importantes para obter sucesso competitivo, porém sem uma gestão eficiente essa combinação se torna um desafio. A competitividade do mercado está cada vez mais acirrada, assim, é vital que as empresas tenham domínio sobre seu planejamento de produção e produtividade dos seus recursos. Com a manutenção preventiva é possível estabelecer um planejamento de onde, quando e como realizar o reparo necessário e assim garantir que o maquinário não fique ocioso. Este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento do processo de produção de paçoca rolha em uma indústria alimentícia do Alto Paranaíba, e desenvolver um plano de manutenção preventiva para o principal equipamento do processo por meio da metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) ou *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Os resultados obtidos demonstraram que o número de intervenções no processo produtivo no período estudado foi baixo em decorrência da pandemia SARS-COV19 que impactou diretamente na demanda da empresa *Beta*. Porém, através do estudo percebemos que mesmo com a baixa produção, ocorreram quebras significativas no maquinário, demonstrando a importância da implementação do plano de manutenção preventiva para garantir produtividade quando houver a retomada da demanda normal.

Palavras Chaves: Manutenção Preventiva. Gestão da Qualidade. Indústria de Alimentos.

ABSTRACT

The organizations seek to obtain quality and productivity in their processes, two important factors to obtain competitive success, but without an efficient management this combination becomes a challenge. The market's competitiveness is becoming increasingly fierce, so it is vital that companies have control over their production planning and the productivity of their resources. With preventive maintenance it is possible to establish a plan of where, when, and how to perform the necessary repairs and thus ensure that the machinery does not remain idle. This work aimed to map the production process of "paçoca rolha" in a food industry in Alto Paranaíba and develop a preventive maintenance plan for the main equipment of the process through the Reliability Centered Maintenance (RCM) methodology. The results showed that the number of interventions in the production process in the period studied was low due to the SARS-COV19 pandemic that directly impacted the demand of the company *Beta*. However, through the study we realized that even with the low production, significant breakdowns occurred in the machinery, demonstrating the importance of the implementation of the preventive maintenance plan to ensure productivity when there is a return to normal demand.

Keywords: Preventive Maintenance. Quality Management. Food Industry.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos – ABIA (2019), a indústria brasileira de alimentos e bebidas é o maior setor da indústria de transformação no Brasil em valor de produção e processa 58% de toda a produção agropecuária do país. Em seu relatório anual, a ABIA (2019) ainda apresenta que o setor responde por 26,8% dos empregos gerados de indústrias de transformação do país e corresponde a 9,6% do PIB nacional. Estes dados nos mostram a importância econômica e social da indústria de alimentos, ainda mais quando consideramos as projeções de crescimento populacional projetadas pela ONU (ABIA, 2019).

Com o aumento do consumo de produtos alimentícios os consumidores ficaram cada vez mais exigentes. Em virtude da diversidade de marcas, tipos e preços, a qualidade deixou de ser um diferencial competitivo, transformando-se em uma necessidade para quem quer manter-se no mercado (VERONEZI; CAVEIÃO, 2015).

É crescente também a ascensão por tecnologia, Nunes *et al.* (2001) afirmam que as organizações estão se modernizando a fim de atender tal demanda tecnológica; com isso, há necessidade de automação de processos como também necessidade de maior diversidade e quantidades de componentes para atender as constantes mudanças no mercado e o aumento exponencial do consumo. Sendo assim, é de se esperar uma maior ocorrência de falhas, ou seja, com uma maior quantidade de equipamentos tecnológicos é também maior a probabilidade de falhas destes (NUNES *et al.*, 2001).

A gestão da manutenção tem, então, se tornado uma alternativa estratégica em relação à competitividade empresarial, se tornando um fator de alta relevância nos setores industriais (SELLITTO; BORCHARDT; ARAUJO, 2002). Ainda para Sellitto, Borchardt e Araujo, (2002), com essa gestão as empresas visam obter aumento de produtividade, redução de custos e aumento de faturamento, sendo então o desenvolvimento de melhorias na confiabilidade e na disponibilidade dos equipamentos, fatores chave para atender tais requisitos.

Para Farrero, Tarrés e Losilla (2002), otimizar a gestão na manutenção em uma organização requer um equilíbrio entre manutenções preventivas, preditivas e corretivas, porém o intervalo para cada manutenção dependerá do número de falhas e do custo. Equipamentos operando fora de suas condições ótimas podem gerar perdas irreversíveis para empresas inseridas em mercados competitivos e, além disso, em geral o custo de aquisição de um equipamento novo em uma linha de produção é bastante considerável, por

isso deve maximizar sempre o seu uso e aumentar o seu retorno financeiro para a organização (MENGUE; SELITTO, 2013; RAPOSO, 2011).

Adotar práticas de manutenção proporciona impacto positivo na qualidade, eficiência e eficácia das operações; contabilizando, então, vantagem de produtividade, valor e rentabilidade (ALSYOUF, 2009). Segundo Fabro *et al.* (2003), o plano de manutenção se apoia em ferramentas de gerenciamento, e este elaborado, é responsável por ditar os tipos de manutenção, quais práticas serão utilizadas e em que momento isso ocorrerá.

Analisando tais práticas para o setor alimentício, manter o maquinário funcionando plenamente é uma tarefa crítica já que nesse ramo paradas não programadas podem gerar danos severos, principalmente devido à perecibilidade dos produtos (SERRA, 2014). Sendo assim, segundo Gobis e Campanatti (2017), nesse setor, garantir a excelência do planejamento de manutenção é fundamental para assegurar tanto a qualidade do processo produtivo, quanto a qualidade do produto final.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Perdas em processos de produção e os respectivos custos envolvidos podem estar relacionados à falta de planejamento e à deficiência na execução da estratégia de manutenção industrial (MARCORIN; LIMA, 2013). A confiabilidade do processo produtivo e a existência das condições necessárias para o cumprimento do Plano Mestre de Produção estão diretamente ligadas à eficácia do planejamento e da execução da manutenção. Portanto, para garantir rentabilidade em operações fabris, muitas vezes as empresas devem antes garantir confiabilidade e disponibilidade de seus equipamentos. Para tanto, devem desenvolver processos adequados de gestão da manutenção (TSANG, 2002; RAPOSO, 2011).

Kardec e Nascif (2009) por sua vez pontuam em seus estudos que a missão da manutenção industrial é garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações, de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados.

Segundo a ótica apresentada por Santos, Ferraz e Vieira (2009) um processo de manutenção deve começar muito antes que aconteça a primeira falha em um equipamento, ou seja, deve compreender três características essenciais: vigilância permanente ou periódica, ações paliativas e reparações e ações preventivas.

Segundo Xenos (1998) a manutenção é uma atividade que existe a fim de evitar a degradação dos equipamentos e instalações que ocorre em função do desgaste natural e pelo

uso. O autor ainda afirma que essa degradação pode ser observada de várias formas, seja pela aparência externa ou pela queda de desempenho do equipamento, contudo, todas as manifestações apresentam uma influência negativa na qualidade e na produtividade.

Garcia e Nunes (2014) de forma semelhante a Santos, Ferraz e Vieira (2009) destacam em suas pesquisas que a manutenção deve ser entendida como um conjunto de atividade que visam manter em condições operacionais e satisfatórias o patrimônio de uma empresa, neste caso os autores englobam prédios, máquinas, utilidades, entre outros.

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT, 1994). Na manutenção industrial empregam-se medidas preventivas e cálculos de confiabilidade para evitar falhas em equipamentos, reduzindo perdas de produção ou riscos relacionados à segurança pública e ao meio ambiente (BELHOT; CAMPOS, 1994).

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), com a imposição de grandes metas de produção surge a necessidade de redução na probabilidade de falhas em produtos, ressaltando a crescente demanda em relação ao uso de métodos estatísticos para o acompanhamento, gerenciamento e otimização da manutenção.

Garcia e Nunes (2014) ressalta em suas pesquisas que em relação ao tipo de manutenção é necessário analisar alguns fatores, dentre os quais, o tipo de processo, de equipamento, valor econômico da parada produtiva, disponibilidade de mão de obra, enfim, para se determinar como e que tipo de manutenção é a mais adequada para um sistema é necessária uma avaliação abrangente da empresa.

Confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade são fatores cruciais para o sucesso das empresas. Altos custos motivam a busca por soluções de engenharia que aumentem a confiabilidade, reduzam gastos financeiros e aumentem a satisfação dos clientes com entregas pontuais por meio de uma maior disponibilidade dos equipamentos.

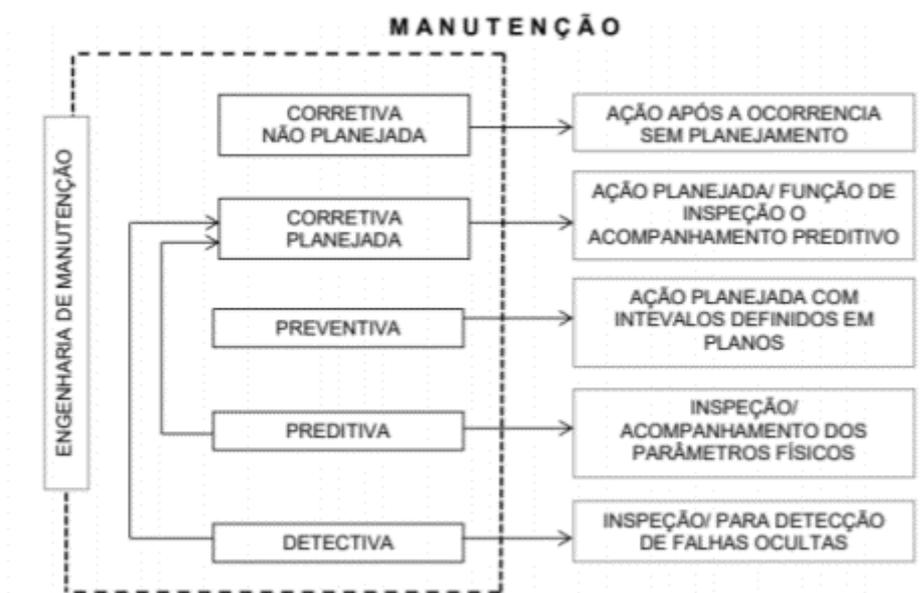
2.1 Tipos de Manutenção

Nogueira, Guimarães e Silva (2012), assim como Costa (2012) destacam que a determinação do tipo de manutenção envolve a análise dos instrumentos de um sistema produtivo, pois é preciso se ver com se compõe a planta industrial, deve haver um consenso quanto ao melhor tipo de manutenção a ser adotado.

Quanto aos tipos de manutenção estes são divididos em: manutenção corretiva (planejada e não planejada), manutenção preventiva e manutenção preditiva. (NOGUEIRA; GUIMARÃES; SILVA, 2012; COSTA, 2012; GARCIA e NUNES, 2014).

Kardec e Nascif (2009) subdividem os tipos de manutenção conforme a Figura 1. Eles preveem 5 tipos de manutenção que compõem a Engenharia de Manutenção.

Figura 1 - Tipo de manutenção da engenharia de manutenção



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

Garcia e Nunes (2014), Xenos (1998) e Kardec e Nascif (2009) destacam que a característica da manutenção corretiva é atuar no equipamento somente após a ocorrência da falha, quebra, defeito ou baixo rendimento. Manutenção corretiva não planejada é a correção da falha de maneira aleatória, e a planejada é a correção do desempenho menor que o esperado ou correção da falha por decisão gerencial (KARDEC; NASCIF, 2009)

Dentro do contexto estudado por Xenos (1998) a manutenção preventiva tem como foco evitar que ocorra falha, assim segue a um plano previamente elaborado, na qual se fundamenta em intervalos definidos de tempo. Segundo Garcia e Nunes (2014) a manutenção preventiva visa a melhoria contínua, a fim de reduzir as possibilidades de quebra ou indisponibilidade de um equipamento, assim espera-se a melhora do desempenho das máquinas e equipamento, a fim de obter uma maior produtividade.

Para Garcia e Nunes (2014) a manutenção preditiva pode ser definida como uma forma de garantir a qualidade dos serviços, tendo como base a aplicação de sistemática de

técnicas de análise, para isso utiliza-se sistemas de supervisão centralizados, ou amostragem, a fim de reduzir as manutenções preventivas e corretivas. Kardec e Nascif (2009) ainda apontam que, em relação à produção, a manutenção preditiva é a que apresenta melhores resultados, visto que intervém o mínimo possível na planta e faz o acompanhamento periódico do desempenho dos equipamentos.

Segundo Garcia e Nunes (2014), o conceito da manutenção detectiva relaciona-se ao termo detectar (*Detective Maintenance*), dentro desta ótica a identificação falhas ocultas em sistema é fundamental para se garantir a confiabilidade, dentro deste contexto cada dia mais se utilizam computadores como instrumentos de controle de processos nas plantas industriais.

2.2 Indicadores de Manutenção

Os indicadores de manutenção são responsáveis por fornecerem uma avaliação e compreensão do nível de desempenho dos equipamentos, a partir disso disponibilizar uma base para traçar planos e metas de alcance da disponibilidade e produtividade desejada (FRANÇA, 2017). Ainda para França (2017), podemos obter tais níveis de desempenho a partir de indicadores como Taxa de Falhas, MTBF, MTTR e Disponibilidade.

A Taxa de Falhas é definida pela razão entre o número de falhas total e o tempo de operação do maquinário, dessa forma, é possível obter informações sobre a confiabilidade do equipamento, analisar o comportamento da vida do equipamento, entre outros (GUARDIA, 2014).

O tempo médio entre falhas, conhecido como MTBF, fornece informação a respeito do intervalo existente entre uma intervenção corretiva e outra, ou seja, quanto maior o índice MTBF maior a disponibilidade do equipamento e menor o número de intervenções (FRANÇA, 2017). Já o MTTR, significa tempo médio de reparo e disponibiliza informação a respeito do tempo médio utilizado para reparar falhas, para isso é feita uma relação entre o tempo de reparo de falhas e o número de falhas (RIBEIRO *et al.*, 2019). Por fim, ainda para Ribeiro *et al.* (2019), a Disponibilidade de um equipamento está relacionada com a capacidade desse em cumprir suas funções em condições especificadas, num dado momento e intervalo de tempo.

2.3 Manutenção Centrada na Confiabilidade

É uma metodologia de gestão de ativos físicos utilizada na determinação de tarefas de manutenção capazes de assegurar que um sistema ou processo atenda à necessidade de seus

usuários (DUARTE *et al.*, 2013). Segundo Siqueira (2005), uma de suas características é fornecer um método estruturado para selecionar as atividades de manutenção, para qualquer processo produtivo.

Kardec e Nascif (2010) definem MCC como um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional. Segundo Fogliato e Ribeiro (2009), a manutenção e a confiabilidade têm uma importante ligação, e muitas indústrias estão percebendo essa ligação e implantando programa de manutenção centrado em confiabilidade.

Segundo afirmações de Garza (2002, apud Baran 2012), além da introdução de novos conceitos, a MCC apresenta um novo foco para a manutenção em relação ao modelo tradicional, embasando as suas ações em novos objetivos.

Se aplicado corretamente, Moubray (2000), afirma que a MCC transforma as relações entre os empreendimentos que o utilizam, seus ativos físicos e as pessoas que operam e mantêm os ativos. Ela também permite que novos ativos sejam postos em serviço efetivo com muita rapidez, confiança e precisão.

Conforme Moubray (1997), os resultados da MCC podem ser percebidos na melhoria da segurança e integridade ambiental, no aumento da disponibilidade e confiabilidade da planta, na melhoria do produto, melhoria no custo efetivo da manutenção.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho pode ser classificado como uma pesquisa descritiva, que busca identificar e retratar características da gestão da manutenção na empresa e de acordo com Gil (2002) a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever o objeto de estudo a partir de formas padronizadas de coleta de dados. Possui uma abordagem quantitativa, com objetivo de demonstrar os dados coletados a partir de estatística básica e qualitativa para analisar e identificar as possíveis causas que geram as paradas não programadas na produção de paçoca em rolha. Além disso, em relação ao procedimento técnico é classificada como um estudo de caso, que consiste em um estudo aprofundado do objeto de estudo de forma ampla e detalhada (GIL, 2002).

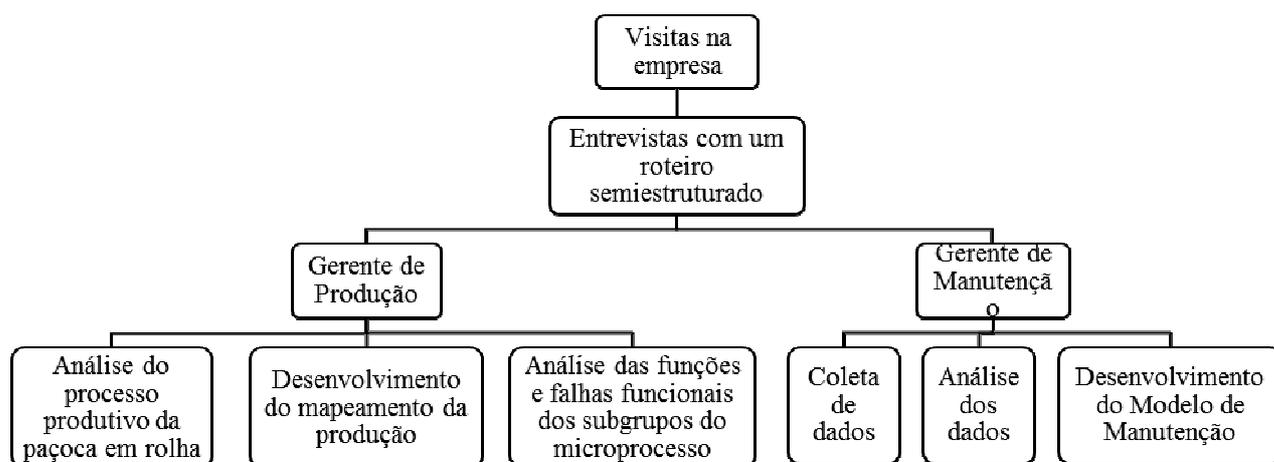
O trabalho foi realizado em uma indústria de doces que está no mercado a 19 anos, situada em Rio Paranaíba – MG, e fabrica mais de 20 produtos se destacando a paçoca em rolha, pé de moça e rapaduras de vários sabores. Para aumentar seu portfólio a empresa também terceiriza alguns produtos como bananada, goma de milho e as linhas compota,

possuindo, assim, um catálogo com mais de 50 produtos. Distribui em todo o mercado brasileiro nas principais redes de supermercados e distribuidoras, atualmente a marca é conhecida por sua tradição mineira e receitas exclusivas por se tratar de uma empresa familiar. Para manter o anonimato da empresa, esta será mencionada como empresa *Beta*.

O produto de maior demanda da empresa é a paçoca em rolha e o seu maquinário possui maior frequência de paradas não programadas na linha de produção. Sendo estes fatos observados após visitas na empresa e entrevistas com um roteiro semiestruturado com os gerentes de produção e manutenção. Dessa forma, o objeto de estudo deste trabalho foi o maquinário de produção da paçoca em rolha, sendo estes o alimentador da matéria prima da paçoca, a prensa rotativa e a embaladeira na empresa *Beta*.

A forma que o trabalho foi desenvolvido pode ser observada no diagrama em árvore na Figura 1.

Figura 1 - Modelo de realização do estudo



Fonte: Elaborado por autores (2020)

De acordo com a Figura 1, inicialmente foram realizadas visitas na empresa para observação dos processos a fim de conhecer a linha de produção de doces, monitorando os equipamentos para verificar como acontecem as quebras, como a empresa lida com elas e, também, para identificar a existência ou não de um plano de manutenção dos equipamentos. Posteriormente, foram realizadas as entrevistas a partir de um roteiro semiestruturado com a gerente de produção para a análise do processo produtivo da paçoca em rolha e para desenvolvimento do mapeamento produtivo. Além disso, o maquinário de produção da paçoca

em rolha foi dividido em três subgrupos sendo eles Alimentador de Massa, Prensa de Paçoca Rolha e Embaladeira, sendo assim possível identificar as funções e as falhas funcionais para cada um deles.

Após isto, foi realizada a entrevista com o gerente de manutenção para o melhor conhecimento sobre a manutenção dos equipamentos, visto que a empresa só realiza a manutenção corretiva dos maquinários, a coleta dos nomes de todas as peças utilizadas nos subgrupos.

Com esses dados foi desenvolvida pelos autores uma folha de verificação na forma do 5W2H para a coleta dos dados, pois de acordo com Santos *et al.* (2014) a utilização da ferramenta 5W2H possibilita que as informações estejam organizadas para a eficiência no desenvolvimento de um planejamento e também se trata de uma ferramenta de fácil entendimento, e para Coelho, Silva e Maniçoba (2016) a folha de verificação serve para a observação de fenômenos, permitindo a visualização da ocorrência de fatores e seu comportamento.

Esta folha de verificação será utilizada para o monitoramento de qual peça foi trocada ou precisou de manutenção, o motivo da manutenção, quanto tempo durou cada manutenção, se houve parada na produção e se havia a peça em estoque. O preenchimento da folha de verificação foi realizado pelo responsável pela manutenção a cada interrupção na produção. Após a coleta desses dados em um intervalo de tempo de oito semanas esses serão analisados a partir da metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) que engloba os indicadores MTBF, MTTR e a periodicidade dos tempos de manutenção preventiva.

Sendo o MTBF o tempo médio entre falhas, de acordo com Viana (2006), para obtê-lo devemos seguir a Equação 1 abaixo para o cálculo do MTBF.

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que,

HD: número de horas disponíveis do equipamento [horas]

NC: número de intervenções corretivas no período [número]

Segundo França (2017), o MTTR (tempo médio de reparo) é um indicador de quanto tempo um equipamento fica indisponível em razão de ações corretivas, assim o cálculo é realizado conforme a Equação 2.

$$MTTR = \frac{HI}{NC} \quad (\text{Equação 2})$$

Em que,

HI: número de horas indisponíveis do equipamento [horas]

NC: número de intervenções corretivas no período [número]

Quanto menor o valor do MTTR maior é o tempo de disponibilidade deste, pois esse valor indica que o tempo de indisponibilidade devido à intervenções é menor.

O cálculo da periodicidade, segundo Mendes (2011), pode ser realizado a partir da confiabilidade utilizando a Equação 3. Segundo recomendações de Mendes (2011), a taxa de confiabilidade deve ser de 95% para que uma falha não ocorra antes da visita da manutenção preventiva.

$$T = MTBF \times [-\ln(IC)] \quad (\text{Equação 3})$$

Em que,

T: tempo entre cada intervenção [dias]

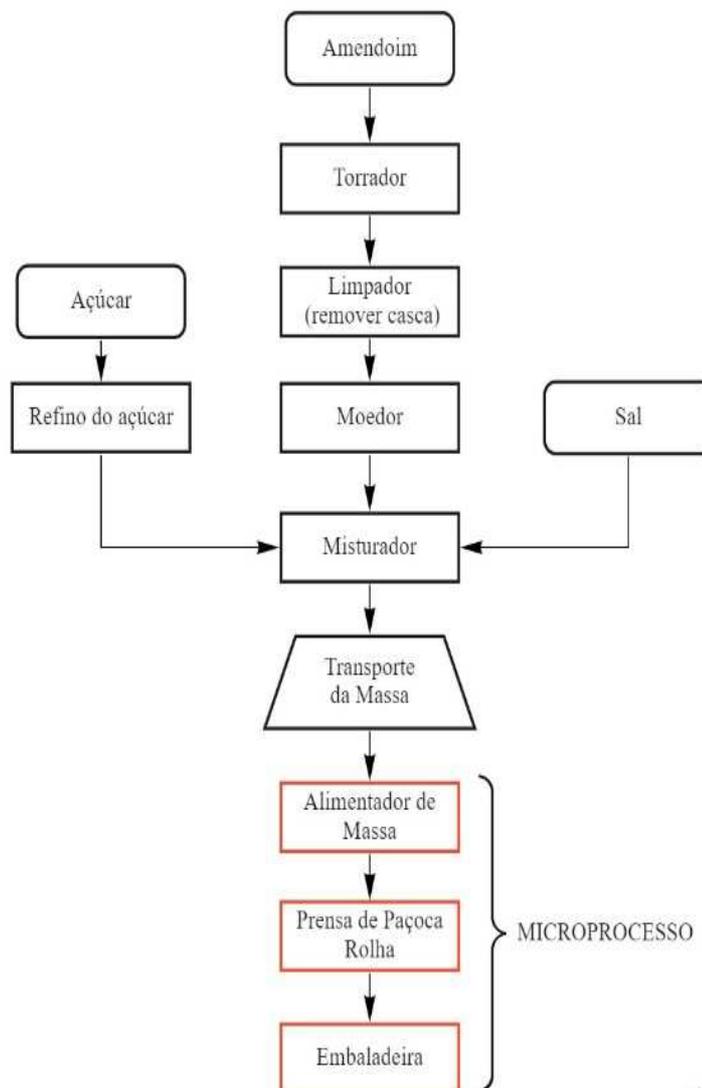
MTBF: tempo médio entre as falhas [horas]

IC: índice de confiabilidade

Com esta análise foi desenvolvido pelos autores o modelo de manutenção preventiva do maquinário de produção da paçoca rolha, para que o gerente de manutenção possa implementar na empresa. Este modelo conta com as atividades necessárias para a manutenção a fim de impedir que longas interrupções não programadas ocorram no processo produtivo. Além disso, deve-se ressaltar que todas as etapas foram realizadas conciliando as teorias do referencial teórico e as observações obtidas na empresa *Beta*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para realizar o plano de manutenção foi definido como microprocesso de estudo o maquinário da linha de paçoca rolha, já que a paçoca é o produto de maior demanda da empresa *Beta* e, segundo o gerente de manutenção, é também o maquinário que apresenta maior necessidade de intervenções. A Figura 2 retrata o fluxo de produção da paçoca rolha e evidencia o microprocesso em estudo e os subgrupos.

Figura 2 – Fluxograma Processo Produtivo da Paçoca Rolha.

Fonte: Elaborado por autores (2020)

Como indicado na Figura 2, o processo produtivo da paçoca rolha possui três matérias-primas principais (amendoim, açúcar e sal) que após processadas constituem a massa da paçoca. A massa é, então, encaminhada e despejada manualmente no Alimentador de Massa, que é interligado à Prensa de Paçoca Rolha e em sequência à Embaladeira. Os três equipamentos interligados compõem um sistema em total sincronia que proporciona a dosagem, a prensagem e a embalagem da paçoca rolha. A Tabela 1 a seguir detalha as funções específicas de cada um dos subgrupos desse sistema que é ilustrado posteriormente na Figura 3.

Tabela 1 – Funções de cada Subgrupo do Microprocesso

Microprocesso	Subgrupo	Funções
Sistema Paçoca em Rolha	Alimentador de Massa	Alimentar a prensa com a Massa de Amendoim dosada de maneira correta através de sensores ele verificam a quantidade necessária a dispensar no equipamento.
	Prensa de Paçoca Rolha	Receber a massa do Alimentador e liberar nas cavidades do seu disco giratório, prensando a massa e liberando no formato compactado do doce.
	Embaladeira	Através de sensores realiza de forma sincronizada a leitura individual do produto e o coloca na esteira. Após transportado até o formador de embalagens, o produto passa pela selagem nas Trefilas, finalizando com a selagem e corte transversal no mordente da embaladora.

Fonte: Elaborado por autores (2020)

Figura 3 – Sistema de Produção de Paçoca Rolha

Fonte: Adaptado de Wef Máquinas (2020)

Após o detalhamento e compreensão das funções do microprocesso em estudo, foram coletadas informações a respeito das falhas observadas em cada subgrupo. A Tabela 2 evidencia quais as falhas foram observadas e ressaltamos a possibilidade da existência de outras falhas que não se manifestaram durante o período de estudo.

Tabela 2 – Detalhamento das Falhas de cada Subgrupo do Microprocesso.

Microprocesso	Subgrupo	Falhas
Sistema Paçoca em Rolha	Alimentador de Massa	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor realizando dosagem incorreta; • Falta de energia elétrica; • Queima de peças; • Erro de manuseio do funcionário; • Desgaste do maquinário.
	Prensa de Paçoca Rolha	<ul style="list-style-type: none"> • Prensa da massa em formato e/ou peso incorreto; • Acúmulo de massa nas cavidades do disco giratório; • Queima de peças; • Falta de energia elétrica; • Erro de manuseio do funcionário; • Desgaste do maquinário.
	Embaladeira	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura incorreta dos sensores de produto; • Acúmulo de massa na esteira; • Selagem incorreta da embalagem final do produto; • Corte de embalagem em formato incorreto; • Queima de peças; • Falta de energia elétrica; • Erro de manuseio do funcionário; • Desgaste do maquinário.

Fonte: Os próprios autores (2020)

O tempo estimado para a coleta de dados deste estudo era de 6 meses (24 semanas), de forma que fosse possível monitorar períodos de pico de produção (abril, maio e junho – demanda de festividades juninas nacionais) e também os de demanda convencional (janeiro, fevereiro e março), no entanto, dois imprevistos afetaram a possibilidade de realizar a coleta de dados por um período prolongado. O primeiro foi a mudança, com atrasos, da empresa *Beta* para uma nova planta industrial, o que ocasionou interrupções na produção e sobrecarga de tarefas do responsável pela manutenção. O segundo imprevisto se deu com o impacto da pandemia em virtude do SARS-COV19, que causou paralisação da produção e cancelamento das festas juninas pelo país, não ocorrendo o pico de produção na empresa.

Na etapa de coleta de dados, foram aplicadas na empresa *Beta* as folhas de verificação elaboradas pelos autores. Para esse trabalho, as análises foram baseadas em dados de um período de oito semanas, sendo a coleta realizada durante o ano de 2019, tempo de mudança de sede da empresa, desconsiderada por apresentar interferências nos dados.

A Tabela 3 mostra as horas de trabalho disponíveis nesse período, os tempos de indisponibilidade do maquinário durante a semana e a representatividade dessa

indisponibilidade no total. Cada período é correspondente a uma semana e o funcionamento produtivo da empresa é de 8h diárias, totalizando 40h semanais.

Tabela 3 – Demonstrativo da Indisponibilidade do Processo no Período de Avaliação

Período	Tempo de trabalho no período (horas)	Indisponibilidade devido a falhas (horas)	Representatividade do total de horas de indisponibilidade (%)
1 semana	40	2,7	6,7%
2 semana	40	2,0	5,0%
3 semana	40	1,0	2,5%
4 semana	40	2,0	5,0%
5 semana	40	1,0	2,5%
6 semana	40	1,7	4,2%
7 semana	40	1,0	2,5%
8 semana	40	0,7	1,7%
9 semana	40	1,3	3,3%
10 semana	40	1,7	4,2%
11 semana	40	2,0	5,0%
TOTAL	440	17	3,9%

Fonte: Elaborado por autores (2020)

Analisando a Tabela 3 podemos perceber que na maioria do tempo o equipamento funcionou com disponibilidade acima de 97,5%, pois os percentuais de indisponibilidade foram pequenos. E a amplitude de variação do percentual de representatividade das horas de indisponibilidade é de 5%, mostrando que o maquinário está em maior parte do tempo em funcionamento.

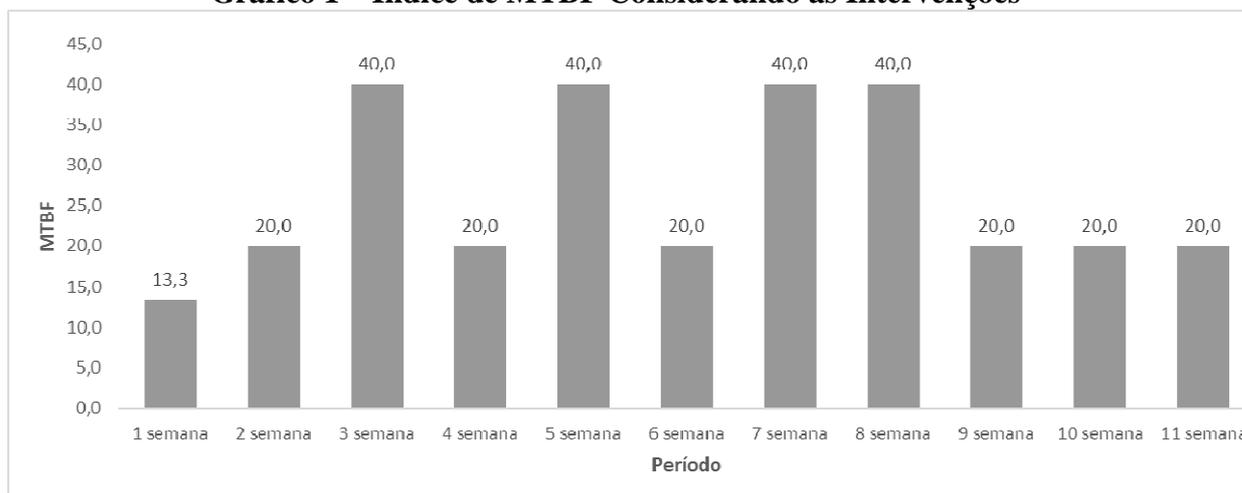
Utilizando os dados obtidos com o gerente de manutenção através da folha de verificação, desenvolvemos a Tabela 4 com a ocorrência de falhas durante o período em estudo.

Tabela 4 – Demonstrativo do Número de Ocorrências de Falhas no Período de Avaliação

Período	Número de Intervenções
1 semana	3
2 semana	2
3 semana	1
4 semana	2
5 semana	1
6 semana	2
7 semana	1
8 semana	1
9 semana	2
10 semana	2
11 semana	2
TOTAL	19

Fonte: Elaborado por autores (2020)

A partir da análise da Tabela 4 podemos perceber que as semanas 3,5,7 e 8 foram as que obtiveram as menores intervenções por falhas. Para a análise dos índices de MTBF foi construído o Gráfico 1 baseado na Equação 1 que demonstra o tempo médio em horas entre as falhas para cada semana.

Gráfico 1 – Índice de MTBF Considerando as Intervenções

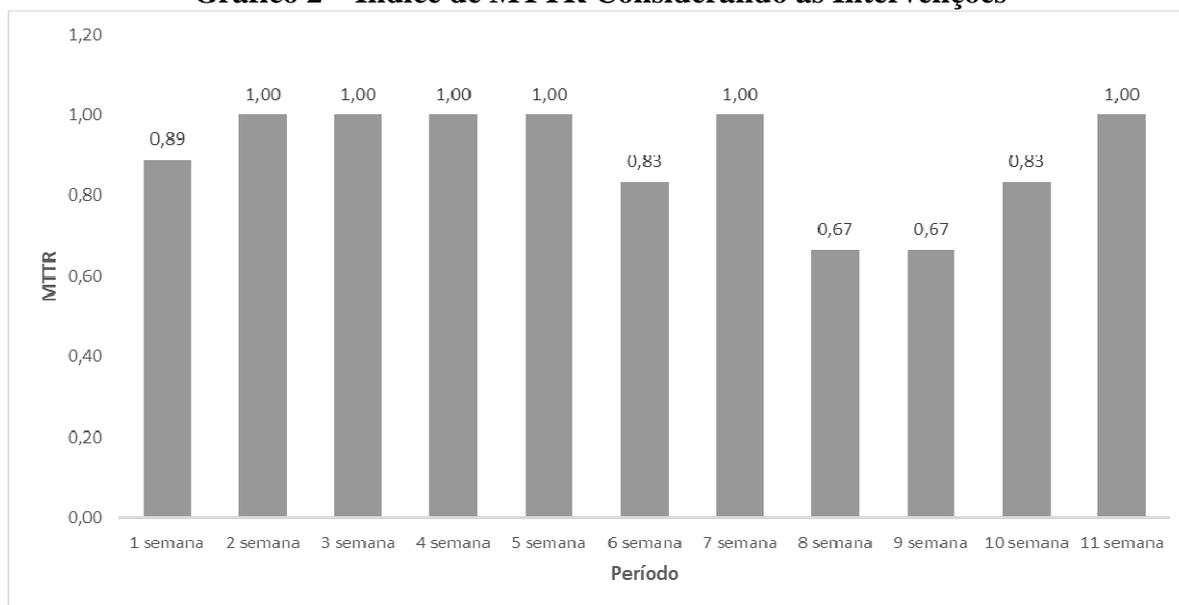
Fonte: Elaborado por autores (2020)

A partir do Gráfico 1 percebemos uma oscilação do índice MTBF que varia entre 40 e 20, com exceção da semana 1, o que demonstra que a cada 40 ou 20 horas ocorre uma intervenção. Dessa forma, as semanas com índice 40 tiveram em média uma intervenção a cada 2 dias, já as com o índice 20 tiveram uma intervenção por dia e na semana 1 com índice

13,3 ocorreram duas intervenções por dia. Isso mostra que a produção teve bastante indisponibilidade produtiva nesse período o que ocasionou falta de produtos e atrasos na entrega da demanda.

Para o índice do MTTR foi desenvolvido o Gráfico 2 baseado na Equação 2, demonstrando o tempo médio de reparo em horas.

Gráfico 2 – Índice de MTTR Considerando as Intervenções



Fonte: Elaborado por autores (2020)

De acordo com o Gráfico 2 pode-se observar que o índice mais recorrente foi 1, isso demonstra que os reparos corretivos duraram uma hora. Mas nas semanas 8 e 9 o tempo de reparo foi baixo, 0,67h, sendo menos impactante para a empresa, já que a produção da paçoca rolha ficou menos tempo indisponível. Com exceção da semana 8, as semanas que apresentaram um maior índice de MTBF, ou seja, um menor número de intervenções, também foram as semanas que tiveram maior índice MTTR representando, então, maior duração dos reparos de manutenção.

Para o desenvolvimento do plano de manutenção e para o cálculo da periodicidade foi calculado o MTBF para cada subgrupo, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – MTBF para cada subgrupo

Subgrupo	Número de Intervenções	MTBF
Alimentador de Massa	2	220
Prensa de Paçoca Rolha	8	55
Embaladeira	9	49

Fonte: Fonte: Elaborado por autores (2020)

A Tabela 5 demonstra que a embaladeira teve o maior número de falhas no período estudado e que quanto maior o MTBF menor o número de intervenções, concluindo que a literatura está de acordo com a prática.

Para o cálculo do tempo em dias entre cada intervenção (T) foi utilizada a Equação 3, adotando um índice de confiabilidade (IC) de 95% conforme recomendado na literatura, e o MTBF utilizado foi o calculado para cada subgrupo anteriormente. Assim, as atividades do plano de manutenção terão seu tempo em relação ao seu subgrupo. A Tabela 6 demonstra os tempos (T) em dias para cada subgrupo.

Tabela 6 – Periodicidade das Tarefas de Manutenção Preventiva para cada subgrupo

Subgrupo	MTBF (horas)	T (dias) calculado	Dias Adaptado
Alimentador de Massa	220	11,28	11
Prensa de Paçoca Rolha	55	2,82	2
Embaladeira	49	2,51	2

Fonte: Os próprios autores (2020)

Os dias foram arredondados para baixo, como observado na Tabela 6, para garantir que a confiabilidade de no mínimo 95% fosse atendida. O plano de manutenção preventiva para o processo produtivo da paçoca rolha foi desenvolvido no formato da Tabela 7, que consta em qual subgrupo devem ser realizados os procedimentos, quais ferramentas utilizar, a equipe responsável, o espaço para preenchimento da data, a periodicidade em que devem ocorrer os procedimentos e um espaço para quem executa assinar.

Os procedimentos para manutenção de cada subgrupo foram desenvolvidos baseados nas informações dos funcionários da empresa *Beta*, as anotações na folha de verificação, análises visuais feitas pelos autores e análises das funções e falhas de cada maquinário. As ferramentas foram passadas pelo gerente de manutenção, e a periodicidade foi calculada

anteriormente. O plano de manutenção será aplicado na empresa *Beta* pelo gerente de manutenção.

Tabela 7 – Plano de Manutenção Preventiva para o Processo Produtivo da Paçoca

Peça ou Equipamento	Procedimentos para Manutenção	Ferramenta	Equipe	Data	Periodicidade (dias)	Execução
Alimentador de Massa	1- Desligar o equipamento; 2- Limpar a base onde fica a massa; 3- Passar óleo no motor; 4- Calibrar a quantidade de massa que sai do alimentador; 5 - Verificar irregularidade nas peças e se caso precise realizar a troca.	Óleo, peças.	Responsável da Manutenção		11	
Prensa de Paçoca Rolha	1- Desligar o equipamento; 2-Tirar o acúmulo de material da prensa antes de começar uma nova produção; 3- Passar óleo no trilho e cilindro da esteira; 4- Calibrar o peso ideal da prensa; 5 - Verificar irregularidade nas peças e se caso precise realizar a troca.	Ferramentas para calibragem, óleo, peças.	Responsável da Manutenção		2	
Embaladeira	1 - Desligar a máquina; 2 -Observar se existe acúmulo de paçoca na esteira; 3-Retirar o acúmulo de paçoca com o jato de ar; 4 - Ajustar a posição do plástico; 5- Verificar irregularidade nas peças e se caso precise realizar a troca.	Jato de ar, peças, embalagem.	Responsável da Manutenção		2	

Rolha

Fonte: Elaborado por autores (2020)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho possibilitou compreender, analisar e propor um plano de manutenção para o processo produtivo de paçoca rolha da empresa *Beta*. A paçoca rolha é difundida como o principal produto da empresa e possui uma demanda mesclada, ou seja, há períodos específicos do ano que atingem picos de demanda. Podemos perceber que a produção no período estudado foi baixa em virtude do SARS – COV19, o que proporcionou resultados positivos de intervenções se comparados a períodos de alta demanda como os de festividades juninas. Porém, com o estudo percebe-se que mesmo com baixa produção ocorreu um número significativo de quebras no maquinário e, dessa forma, o trabalho aborda a importância do planejamento de manutenção para garantir produtividade quando a produção retornar ao seu plano normal.

O plano de manutenção preventiva foi desenvolvido através da metodologia de Manutenção Centrada na Confiabilidade, com isso obtivemos análises a respeito da disponibilidade do maquinário, dos aspectos (quantidade e tempo) de intervenções, da representatividade de intervenções não planejadas e da periodicidade de intervenções planejadas. O planejamento contém informações claras a respeito dos procedimentos que devem ser adotados para cada subgrupo, tais procedimentos devem ser realizados pelo gerente de manutenção de acordo com a periodicidade indicada, e dessa forma proporcionar aumento na disponibilidade e eficiência do maquinário.

O período de coleta de dados inferior ao planejado não inviabiliza a elaboração do plano de manutenção corretiva, como pode ser observado nos resultados desse trabalho. No entanto, como todo planejamento produtivo, o uso de uma base de dados maior pode levar a uma maior confiabilidade do plano proposto. Desta forma, recomenda-se a ampliação da base de dados oriundos de um período de tempo maior, para que seja possível verificar a existência de outros tipos de intervenções que não ocorreram durante o período avaliado.

Por fim, agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio financeiro, à professora Raiane Machado pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho e à Universidade Federal de Viçosa pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

ABIA. Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos. Relatório Anual 2019. Disponível em: <https://www.abia.org.br/downloads/relatorioAnual_2020.pdf >. Acesso em: 24 ago. 2020.

ALSYOUF, I. Maintenance practices in Swedish industries: Survey results. **International Journal of Production Economics**, v. 121, n. 1, p. 212-223, 2009.

ASSOCIAÇÃO **Brasileira De Normas Técnicas**, NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BELHOT, R. V.; CAMPOS, F. C. Gestão De Manutenção De Frotas De Veículos: Uma Revisão. **Gestão & Produção**, v. 1, n. 1991, p. 171-188, 1994.

BERTOLINO, M. T. **Gerenciamento da qualidade na indústria alimentícia**: ênfase na segurança dos alimentos. Artmed Editora, 2009.

BRITO, M *et al.* **Manual Pedagógico PRONACI Manutenção**. Associação Empresarial de Portugal, 2003.

CAVALCANTE, C. A. V; ALMEIDA, A. T. **Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza**. Pesquisa Operacional, v. 25, n. 2, p. 279-296, 2005.

COELHO, F. P. S.; SILVA A. M.; MANIÇOBA R. F. Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura. **Revista FATEC Zona Sul**, v.3, n.1, p. 31-44,2016.

COSTA, M. A. **Gestão estratégica da manutenção**: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional [monografia] Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2012.

DUARTE, A. M. P; MIRANDA, G. W. A; FORTES, M. Z. Manutenção Centrada Em Confiabilidade (Mcc): Pesquisa Ação De Implantação Em Uma Fã Brica De Pneumã Ticos. **Ciência & Engenharia**, v. 22, n. 1, p. 79-85, 2013.

FABRO, E. *et al.* **Modelo para planejamento de manutenção baseado em indicadores de criticidade de processo**. 2003.

FARRERO, J. C.; TARRÉS, L. G.; LOSILLA, C. B. Optimization of replacement stocks using a maintenance programmed derived from reliability studies of production systems. **Industrial Management & Data Systems**, v. 102, n. 4, p. 188-196, 2002.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e Manutenção industrial**. 1. ed. Rio de Janeiro-RJ: Elsevier Campus, 2009.

FRANÇA, L. G. O. Desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva para um sistema eletrônico de extinção de faíscas em uma indústria de beneficiamento de madeira. 2017. **Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná**.

GARCIA, F. L.; NUNES, F. L. **Proposta de implantação de manutenção preventiva em um centro de usinagem vertical**: um estudo de caso. Tecnologia e Tendências. Ano 13. Vol. 10. Nº 2. 2º sem. 2014.

GARZA, L. A Case Study of the Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) in the Acquisition of the Advanced Amphibious Assault Vehicle (AAAV). 2002. 85 f. **Thesys (Master) – Naval Postgraduate School**, United States Navy. California, 2002.

GIANESE, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração Estratégia de Serviços**. São Paulo: Atlas, 2010. GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOBIS, M. A; CAMPANATTI, R. Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício. **HÓRUS**, v. 7, n. 1, p. 26-40, 2017.

GUARDIA, E. C. **Desenvolvimento de metodologia para cálculo da vida útil de ativos da Distribuição de energia focando a revisão tarifária**. 2014.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3a edição. Rio de Janeiro. Qualitymark: Petrobras, 2009.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: Função estratégica**, 3ª edição, Editora Qualitymark, Rio de Janeiro, 2010.

LEMONS, M. A; ALBERNAZ, C. M. R. M; CARVALHO, R. A. **Qualidade na Manutenção**. 2011. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP 2011. Belo Horizonte, 2011.

MANTELATTO, M. A. M. **Utilização do Controle Estatístico de Processo na Unidade de Produção e Desenvolvimento de Derivados de Soja – UNISOJA – F.C.F. – UNESP**. 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências de Alimentos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara, 2008.

MARCORIN, W.; LIMA, C. Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v.11, n.22, p.35-42, 2003.

MENDES, A. A. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Uma Abordagem Quantitativa**. 20. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Departamento Acadêmico em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.

MENGUE, D. C.; SELLITO, M. A. **Confiabilidade Para Uma Bomba Centrífuga**. 2013

MONCHY, F. A **Função Manutenção – Formação para Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo, 1989 – Editora Durban Ltda.

MOUBRAY, J. **Reliability-Centered Maintenance**. Industrial Press. New York, 1997.

MOUBRAY, J. RCM II – **Manutenção Centrada em Confiabilidade** – Edição brasileira. Traduzido por: Kleber Siqueira, Aladon Ltd. Inglaterra, 2000.

NBR 5462-1994, **Confiabilidade e manutenibilidade**, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1994.

NETTO, W. A. C. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias.** Juiz de Fora, 2008.

NOGUEIRA; C. F.; GUIMARÃES, L. M; SILVA, M. D. B. **Manutenção Industrial: Implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM).** e-xacta, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 175-197. (2012). Editora UniBH.

NUNES, E. L *et al.* **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada.** 2001.

OTANI, M; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PETROLÍFERA. **Revista Produção Online**, 2013. v. 13, n. 2, p. 759–783.

POZZOBON, E. M. P. **Aplicação do Controle Estatístico do Processo.** 2001. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.

RAPOSO, C. Overall equipment effectiveness: aplicação em uma empresa do setor de bebidas do polo industrial de Manaus. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 3, p. 648-667. 2011.

REIS, A. C. B; COSTA, APC; DE ALMEIDA, A. T. **Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife.** 2012.

RIBEIRO, I. M. *et al.* **Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line.** Procedia Manufacturing, v. 38, p. 1574-1581, 2019.

RIBEIRO, J. L. D; CATEN, C. S. T. **Série Monográfica Qualidade Controle Estatístico do Processo.** 2012. 172 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SANTOS, L. A *et al.* Implantação de layout celular em uma empresa de start-up de tecnologia. In: XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Curitiba, 2014.

SANTOS, M. J. M. F; FERRAZ, F.; VIEIRA, A. A.; **Gestão de Manutenção do Equipamento [dissertação de mestrado]** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica. 2009.

SELLITTO, M. A; BORCHARDT, M; ARAUJO, D. R. C. **Manutenção centrada em confiabilidade:** aplicando uma abordagem quantitativa. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP. 2002.

SERRA, G. M. **Manutenção Centrada na Confiabilidade em equipamentos de uma empresa do setor alimentício.** 2014.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação.**1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408 p.

TSANG, A. Strategic dimensions of maintenance management. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.8, n.1, p.7-39, 2002.

VERONEZI, C.; CAVEIÃO, C. A importância da implantação das boas práticas de fabricação na indústria de alimentos. **Rev. Saúde Desenvol.**, v.8, n.4, p.90-103, 2015.

VIANA. P. Planejamento e Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: **Qualitimark**, 2006.

WEF MÁQUINAS. **Linha Completa de Paçoca Rolha**. Disponível em:<<http://www.wef.com.br/produtos/linha-de-pacoca-rolha/linha-completa-de-pacoca-rolha>>. Acesso em: 24 ago. 2020.

XENOS, H. G. D’P. **Gerenciando a manutenção produtiva**, Belo Horizonte, 1998.

Como Referenciar este Artigo, conforme ABNT:

C. S. MAGALHÃES, L. P. SILVEIRA, R. R. M. GOMES. Gestão da Manutenção no Setor Alimentício: Estratégia Baseada em Confiabilidade. **Rev. FSA**, Teresina, v.18, n. 03, art. 10, p. 215-239, mar. 2021.

Contribuição dos Autores	C. S. Magalhães	L. P. Silveira	R. R. M. Gomes
1) concepção e planejamento.	X	X	X
2) análise e interpretação dos dados.	X	X	X
3) elaboração do rascunho ou na revisão crítica do conteúdo.	X	X	X
4) participação na aprovação da versão final do manuscrito.	X	X	X