

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DA MCC
EM UMA PANIFICADORA DE SANTA MARIA/RS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Cintia Camila de Mello Martinez

Santa Maria, RS, Brasil

2016

ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DA MCC EM UMA PANIFICADORA DE SANTA MARIA/RS

POR

Cintia Camila de Mello Martinez

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção**.

Orientadora: Morgana Pizzolato
Co-orientador: Lynceo Falavigna Braghirolli

Santa Maria, RS, Brasil

2016

ESTUDO PARA APLICAÇÃO DE PRÁTICAS DA MCC EM UMA PANIFICADORA DE SANTA MARIA/RS

CINTIA CAMILA DE MELLO MARTINEZ (UFSM)

cintiademellom@gmail.com

MORGANA PIZZOLATO (UFSM)

morganapizzolato@ufsm.br

LYNCEO FALAVIGNA BRAGHIROLI (UFSM)

lynceo.braghirolli@ufsm.br

Alcançar o aumento da confiabilidade do sistema produtivo impulsiona a qualidade e rentabilidade das empresas. Para isso, as organizações necessitam de uma metodologia eficaz de manutenção. A panificação é um tipo específico de organização que representa um dos maiores segmentos industriais do país, entretanto a manutenção aplicada a esse setor é pouco difundida e estudada. Sendo assim, este trabalho objetiva estudar a aplicação de práticas da Manutenção Centrada em Confiabilidade em uma panificadora de Santa Maria/RS. O estudo, aplicado ao setor de panificação, tem o intuito de, por meio de entrevistas identificar o nível de manutenção das panificadoras de Santa Maria/RS; aplicar práticas da MCC em uma delas e identificar os fatores críticos para o sucesso desta aplicação. As ferramentas aplicadas na panificadora selecionada foram a FMEA e a árvore lógica de decisão, sendo que a primeira é mais difícil de replicar na panificadora devido a sua complexidade. Os fatores críticos na introdução de práticas da MCC na panificadora identificados são relacionados ao processo de coleta de dados, a aplicação em si e as características da panificadora.

Palavras-chave: GESTÃO DA MANUTENÇÃO; MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE; SETOR DE PANIFICAÇÃO

Achieving the increased reliability of the production system boosts the quality and profitability of companies. To do this, organizations need to rely on an effective methodology of maintenance. The bakery is a specific type of organization that is one of the largest industries in the country, however the maintenance applied to this sector is little known and studied. Thus, this study aims to evaluate the feasibility of application of Reliability Centered Maintenance in a bakery in Santa Maria/RS. The study of maintenance applied to the bakery sector want through an interview applied identify the level of maintenance of the bakeries in Santa Maria/RS; apply MCC practices in one of them and identify the critical factors for the success of that application. The tools applied in the selected bakery were the FMEA and the decision logic tree, the first one being more difficult to replicate in the bakery due to its complexity. The critical factors in the introduction of MCC practices in the bakery are related to the data collection process, the application itself and the characteristics of the bakery.

Keywords: MAINTENANCE MANAGEMENT; RELIABILITY CENTRED MAINTENANCE; BAKERY INDUSTRY

1 INTRODUÇÃO

A manutenção é um conjunto de atividades que objetiva garantir o funcionamento adequado das máquinas e instalações utilizadas num processo produtivo, permitindo que este alcance seu máximo rendimento (OLARTE et al., 2010). Em vista disso, o estudo das estratégias e metodologias de gestão da manutenção aplicadas a empresas de diferentes áreas, contribui na redução do tempo de parada das máquinas e conseqüente redução nos custos gerados pela indisponibilidade do serviço ou produto desejado (PASCHOAL et al., 2009).

Silva e Severino (2015) apresentam a função manutenção como uma importante estratégia no suporte ao setor de produção para garantir a continuidade dos processos e retardar a deterioração dos equipamentos. Paschoal et al. (2009) afirmam que a manutenção dentro das organizações é crucial para alavancar a competitividade e contribuir para o sucesso diante dos clientes, tendo como premissa que a manutenibilidade dos recursos produtivos é um dos pilares para alavancar a qualidade e a economia nos processos produtivos.

Segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), é possível distinguir duas metodologias de gestão da manutenção. A manutenção produtiva total, considerada como a evolução natural da manutenção corretiva (reativa) para a preventiva (proativa) que engloba aspectos como o gerenciamento da qualidade e o envolvimento total dos operadores. E, a manutenção centrada em confiabilidade, definida como um programa que emprega diversas técnicas de engenharia visando garantir o cumprimento correto das funções especificadas para cada máquina em uma planta fabril.

Conforme Takahashi e Osada (2013), a substituição de operações de manufatura manuais por máquinas cada vez mais avançadas e com maior número de peças, repercutiu no aumento da complexidade da manutenção e prevenção de avarias nos equipamentos. Cabe a cada organização, incorporar em sua rotina estratégias de gestão da manutenção dos seus sistemas produtivos capazes de garantir o aumento da confiabilidade dos equipamentos.

De acordo com a NBR 5462 (ABNT, 1994), “Confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo”. A partir dessa definição fica claro que alcançar o aumento da confiabilidade do sistema produtivo apoiando-se na manutenção adequada dos equipamentos é indispensável para impulsionar a qualidade e a rentabilidade nas empresas. Porém, desenvolver uma metodologia de manutenção que possa ser incorporada a uma organização específica, não é uma tarefa fácil e é o que motiva a realização deste trabalho.

Um tipo de organização específica e que está presente em todo o país é a panificação, representando um dos maiores segmentos industriais do país e 36,2% da indústria de produtos

alimentares (FUNDIPAN, 2009). Das 63,2 mil panificadoras que compõem o mercado da panificação e confeitaria no Brasil, 60 mil representam micro e pequenas empresas (ABIP, 2016). Essas pequenas empresas, por falta de pessoal qualificado e conhecimento técnico para realizar manutenção preventiva, acabam sendo alvo da indisponibilidade de suas máquinas, em vista disso, o tema do estudo em questão é a gestão da Manutenção em empresas do setor de panificação de Santa Maria.

Toma-se como norte desta pesquisa a metodologia de gestão da manutenção centrada em confiabilidade (MCC) que teve seu pioneirismo aplicado a aviação civil, obtendo grandes resultados no bloqueio dos acidentes aéreos nas décadas de 1960 e 1970. O sucesso da metodologia aplicada à indústria aeronáutica alavancou o estudo das diretrizes baseadas na MCC para serem aplicadas em indústrias de outros setores, apoiando-se do gerenciamento eficiente de equipamentos dado pela análise das falhas (VIANA, 2006).

O uso de práticas de gestão da manutenção é conhecidamente fundamental para a disponibilidade de máquinas e equipamentos em ambientes de fabricação de bens e serviços. Entretanto, essas práticas são restritas a setores específicos da produção ou ainda a empresas de maior porte. Sendo assim, o problema que norteia essa pesquisa é a introdução de práticas da MCC em uma panificadora de pequeno porte e alcançar respostas para as seguintes questões: (i) Como fazer as panificadoras incorporarem práticas de manutenção na sua rotina? (ii) Quais são as práticas de manutenção mais adequadas para as panificadoras.

Em meio à competitividade entre as empresas, a necessidade de se diferenciar das demais é fundamental para se firmar no mercado de atuação (COSTA; RIBEIRO, 2015). Segundo Souza (2011), um dos segmentos que mais tem crescido nas últimas décadas é o da indústria de alimentos, ocasionando o aumento da competitividade no ramo. Incluídos neste mercado estão o setor de panificação e confeitaria que representam 63,2 mil estabelecimentos no Brasil, frequentados por cerca de 43 milhões de clientes diariamente (SNA, 2014).

É possível identificar a importância que o setor de panificação e confeitaria representa no país ao perceber que em toda cidade, por menor que seja, existe pelo menos uma panificadora para atender a demanda da comunidade. O estudo da manutenção aplicado ao setor de panificação deseja garantir maior disponibilidade das máquinas, qualidade dos produtos e redução dos custos gerados pela falta da manutenção adequada, em um setor de tanta representatividade como o de panificação.

A MCC impulsiona esta pesquisa devido a sua abordagem prática e racional, que permite ser aplicada seguindo etapas que garantem questões básicas. Essas questões são baseadas no modelo de Moubrey (1997) apud Fogliatto e Ribeiro (2009) sendo: (i) definir as

funções e padrões de desempenho; (ii) como os equipamentos podem falhar; (iii) causas de cada falha funcional; (iv) o que acontece quando cada falha ocorre, (v) de que forma cada falha interessa; (vi) como prevenir cada falha e (vii) o que deve ser feito quando não existe uma atividade proativa pertinente. Com isso percebe-se como a MCC pode auxiliar a resolver o problema da pesquisa e as questões relacionadas a ele.

Tendo em vista o grande número de empresas e clientes vinculados ao setor de panificação e evidenciando a importância do mesmo no país, este trabalho objetiva avaliar a viabilidade de aplicação da MCC em panificadoras de Santa Maria/RS. Como objetivos específicos têm-se: (i) identificar o nível de manutenção das panificadoras de Santa Maria; (ii) aplicar práticas da MCC numa empresa de panificação; e (iii) identificar os fatores críticos para o sucesso da aplicação da MCC em uma empresa de panificação.

A próxima seção é composta pelo referencial teórico que norteia o estudo baseando-se na literatura existente sobre o tema. Na terceira seção, apresenta-se a metodologia do trabalho, incluindo cenário, método de pesquisa e etapas da pesquisa. Após isso, tem-se os resultados e a conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção apresenta, inicialmente, uma contextualização histórica e conceitos básicos da manutenção. Em seguida, faz-se uma revisão sobre conceitos tipicamente vinculados a MCC, suas aplicações, objetivos, resultados, vantagens e dificuldades na aplicação do método. Por fim, faz-se uma revisão sobre a manutenção no setor alimentício, especificamente no setor de panificação, apresentando as características do setor e das pequenas empresas e apontando as justificativas que caracterizam a necessidade de uma metodologia própria de manutenção para panificadoras de pequeno e médio porte.

2.1 Introdução à manutenção

Segundo Dohi et al. (2001), todo equipamento se deteriora com o passar do tempo, ocasionando além da incerteza quanto a sua disponibilidade, o aumento dos custos de produção. É necessário estabelecer o tempo certo de ajuste ou reparo de cada uma das máquinas, evitando paradas indesejadas na produção e garantindo maior confiabilidade de todo o sistema produtivo.

Os autores Fogliatto e Ribeiro (2009) indicam que o termo confiabilidade adquiriu significado tecnológico há cerca de 50 anos, logo após a primeira guerra mundial, quando foi utilizado na descrição comparativa dos estudos entre aviões. Nesse momento, a confiabilidade

era estipulada como a medida do número de acidentes por hora de cada voo. Na década de 1960, diversos livros-textos sobre confiabilidade foram publicados, em sua maioria nos Estados Unidos, entretanto, foi na década de 1970 que a aplicação da confiabilidade começou a se difundir nas mais diversas áreas de atuação.

Conforme Garg et al. (2006), ao longo dos anos, a importância da função de manutenção e, por conseguinte, de gestão da manutenção, tem crescido significativamente. A ampla mecanização e automação reduziu o número de pessoal de produção e aumentou o capital investido em equipamentos de produção e plantas indústrias, resultando no aumento de despesas e operadores envolvidos na gestão da manutenção com o intuito de maximizar o lucro das empresas e impedir falhas nos equipamentos. Em vista disso, a manutenção deixou de ser vista como um “mal necessário” à organização, passando a ser adotada como uma estratégia empresarial (FRASER; HVOLBY; TSENG, 2015).

Todo equipamento pode ser visto como um sistema que, segundo Fogliatto e Ribeiro (2009), nada mais é que um conjunto de componentes associados entre si com o objetivo de desempenhar uma função específica. Em uma situação ideal, o sistema e seus componentes possuem confiabilidade necessária para a execução da tarefa pretendida, entretanto, em algumas situações, um componente específico ou até mesmo o sistema inteiro, necessita operar com redundância para garantir a disponibilidade mínima exigida.

Um sistema com redundância em *standby* ocorre quando outro componente é ativado, caso o componente em operação falhe, este segundo componente ou sistema deve cumprir as mesmas funções que o operante e só será utilizado quando e se necessário (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009). Isso ocorre porque algumas máquinas mesmo apresentando grandes índices de disponibilidade por serem críticas para o processo, necessitam de redundância para garantir sua operação em tempo integral ou suficiente para atender a demanda.

A manutenção está associada ao estabelecimento de diretrizes que propiciem a execução das atividades associadas à produção e operação, com eficiência, confiabilidade, eficácia e baixo custo (SOUZA, 2011). Alguns dos benefícios atrelados à incorporação de um método ou plano de manutenção eficaz na organização são: reduzir ao mínimo o tempo de parada de máquinas para correções, garantir o aproveitamento máximo dos recursos disponíveis na planta fabril, servir como suporte para o setor de produção, manter um nível adequado de consumo de energia e manter a segurança industrial e do trabalhador.

Dessa maneira, a gestão da manutenção deve ser encarada de forma estratégica pela organização, e técnicas que garantam a maior disponibilidade de máquinas devem ser incorporadas para impedir as perdas associadas a não produção (SILVA; SEVERINO, 2015).

Fogliatto e Ribeiro (2009) sugerem um indicador para monitorar as melhorias de manutenção, o IROG - Índice de rendimento operacional global, resultante da integração da disponibilidade, que avalia a porcentagem de tempo efetivamente utilizado para produção; taxa de velocidade, que compara a velocidade relativa do equipamento com a sua velocidade teórica máxima; e a taxa de qualidade, que permite saber qual a porcentagem de unidades conformes produzidas.

Para os autores Souza (2011) e Viana (2006), a manutenção pode ser dividida e aplicada de três formas distintas: corretiva, preventiva e preditiva. A manutenção corretiva se encarrega da correção de falhas aleatórias, além disso, a correção só será concluída após o registro das informações no histórico do equipamento. A manutenção preventiva se utiliza de uma metodologia de trabalho periódico que auxilia a manutenção corretiva e objetiva a prevenção da ocorrência de falhas (SOUZA, 2011). E por fim, a manutenção preditiva que visa acompanhar e prever a ocorrência de falha dos equipamentos pelo monitoramento, medições e controle estatístico, determinando o tempo correto de intervenção mantenedora (VIANA, 2006).

Viana (2006) ainda considera um quarto tipo de manutenção, a autônoma. Conforme seu ponto de vista, as atividades que foram programadas para serem desempenhadas pelos operadores, caracterizam-se como um tipo de manutenção. Na manutenção autônoma os operadores devem assumir responsabilidade sobre os equipamentos que operam, garantindo seu bom funcionamento (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009). A manutenção autônoma é considerada um dos pilares da Manutenção Produtiva Total (POMOROSKI, 2004).

No que se refere à metodologia de gestão da manutenção, Garg et al. (2006) apresenta os seguintes modelos: (i) manutenção centrada em confiabilidade; (ii) manutenção produtiva total; (iii) manutenção baseada na condição; (iv) gestão de manutenção computadorizada; (v) manutenção centrada na eficácia; (vi) gestão estratégica da manutenção; e (vii) manutenção baseada no risco. Na sequência estão descritos os modelos que serão abordados neste estudo, a Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) e a Manutenção Produtiva Total (MPT).

A MCC é um método de planejamento de manutenção que foi desenvolvido pela indústria aeronáutica e posteriormente incorporada por indústrias de diferentes ramos de atuação. O principal objetivo da MCC é reduzir o custo de manutenção, eliminando as práticas de manutenção que não são extremamente necessárias, focando nas ações realmente imprescindíveis para o bom funcionamento da planta fabril (RAUSAND, 1998). O método para implantação da MCC é detalhado na seção 2.2, sendo utilizado como guia do estudo em questão.

A MPT é um programa de manutenção que visa alcançar o aumento da produtividade, atrelado a melhoria da satisfação dos funcionários ao desempenharem suas atividades com maior rendimento no mesmo tempo (VENKATESH, 2007). Entre os principais objetivos da MPT estão: eliminação dos desperdícios no ambiente de trabalho, garantia da qualidade de trabalho e do produto acabado, redução de custos e defeito zero. Souza (2011) diz ainda que a MPT é uma estratégia de gestão dos equipamentos que visa à máxima eficiência de máquinas e demanda o envolvimento de toda a equipe de trabalho para atingir resultados satisfatórios. O modelo de Nakajima (1998) para a MPT é organizado em oito pilares os quais são apresentados na Figura 1.

1	Melhorias individuais	Engloba todas as atividades que maximizem a eficiência dos equipamentos e eliminação de perdas.
2	Manutenção autônoma	O operador é responsável pela saúde da máquina que opera e é capacitado para tanto.
3	Manutenção planejada	Estabelece e mantém a condição ótima do equipamento.
4	Treinamento e educação	Institui um sistema para tornar as pessoas aptas a desenvolver suas atividades.
5	Controle inicial do equipamento	Estabelece um sistema que gerencie os novos equipamentos e sua entrada na produção.
6	Manutenção da qualidade	Estabelece condições para reduzir a geração de defeituosos.
7	MPT na administração	Identifica e elimina perdas nas atividades de apoio a manutenção e administrativas.
8	Segurança e meio ambiente	Objetiva evitar erros humanos e acidentes e reduzir a poluição.

Figura 1 – Modelo dos oito pilares da MPT de Nakajima (1998)

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Segundo Pomoroski (2004), inicialmente a MPT consistia em um grupo de técnicas utilizadas para melhorar o desempenho dos equipamentos e com o passar do tempo, tornou-se um método eficaz focado no aprimoramento da produtividade empresarial, baseada no trabalho em equipe. O autor distingue duas abordagens principais para definir a MPT, a abordagem ocidental e a abordagem japonesa e ressalta a semelhanças entre ambas. A primeira destaca a importância de haver uma parceria entre todos os setores da empresa, e a segunda tem como seu principal conceito a pró-atividade do colaborador.

2.2 Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC)

Conforme Rausand (1998), a MCC é uma técnica que foi criada para atingir o melhor custo-benefício na aplicação da manutenção preventiva. Para isso, é preciso identificar as consequências potenciais de cada falha e a probabilidade de que cada falha ocorra, tendo em vista que as tarefas de manutenção devem garantir uma redução de perdas associadas a lesões

peçoais, danos ambientais, perdas na produção e danos nos materiais. Os passos propostos por Rausand (1998) para a implantação da MCC são resumidos na Figura 2.

1	Preparação do estudo	Selecionar o grupo de pessoas que irá gerenciar a implantação da MCC, preferencialmente da área de manutenção, definir os objetivos e o escopo da análise.
2	Seleção e definição do sistema	Eleger um sistema de análise que beneficie a implementação da MCC. É recomendado dividir os sistemas em subsistemas e selecionar aquele que realiza pelo menos uma função significativa quando considerado como um item isolado, permitindo a análise dos seus modos de falha.
3	Análise das funções e falhas funcionais:	Esse passo possui três objetivos principais: (i) identificar e descrever as funções esperadas do sistema; (ii) descrever as interfaces de entrada e saída do sistema; e (iii) identificar as formas como o sistema pode falhar.
4	Seleção dos itens críticos	Esse passo é dedicado a identificar os itens de análise que são potencialmente críticos quanto às falhas funcionais identificados no passo anterior.
5	Coleta e análise de dados	É essencial para a implementação da MCC e para a tomada de decisão nas próximas etapas. Nesta etapa, os dados podem ser divididos em três categorias: (i) informações de projeto; (ii) informações operacionais; e (iii) informações de confiabilidade.
6	Análise de modos e efeitos de falha	O objetivo deste passo é de identificar os modos de falha dominantes dos itens de análise selecionados no passo 4, às causas das falhas, seus efeitos, consequências e criticidade.
7	Seleção das tarefas de manutenção:	Definir quando a aplicação de tarefas preventivas de manutenção são realmente necessárias, aplicáveis e eficazes. Essa lógica de decisão orienta o analista quanto à seleção das tarefas.
8	Definição dos intervalos de manutenção	Estabelecer a periodicidade das tarefas de manutenção com base no tempo, na taxa de falha e nas consequências de cada falha.
9	Comparação das práticas antigas e das propostas pela MCC:	O intuito dessa etapa é que todos conheçam as diferenças entre as duas propostas e que os gerentes sintam-se motivados a trocar o programa de manutenção atual pelo de manutenção preventiva com base nas práticas da MCC.
10	Tratamento dos itens não críticos:	Sugere analisar os custos de manutenção associados aos itens não críticos para decidir se vale o esforço de analisa-los mais detalhadamente.
11	Implantação	Para garantir a correta implantação da MCC é importante que as funções de suporte estejam disponíveis e que os riscos associados ao desempenho das tarefas de manutenção sejam considerados.
12	Recolhimento e atualização dos dados em serviço	A MCC estabelece que todos os dados associados às tarefas de manutenção devem ser revisados periodicamente, gerando um processo de realimentação constante da análise.

Figura 2 – Os 12 passos se Rausand (1998) para implantação da MCC

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Fogliatto e Ribeiro (2009) ressaltam que a MCC, por possuir uma abordagem racional e sistemática, tem galgado lugar e reconhecimento nos aspectos associados à manutenção, permitindo que as empresas alcancem excelentes resultados, tais como, o aumento da disponibilidade dos equipamentos e redução dos custos relacionados a defeitos, aumentando o tempo médio entre falhas (*MTBF*) e diminuindo o tempo médio necessário até a conclusão dos reparos (*MTTR*).

No ponto de vista do autor Viana (2006), a MCC se coloca como um importante instrumento na tomada de decisões gerenciais, pois sugere o estudo das diversas formas de

como um componente pode vir a falhar e objetiva detectar ações de bloqueio apropriadas a cada uma dessas formas, ditando então quais são as diretrizes políticas de manutenção mais apropriadas a serem incorporadas por cada organização.

Rausand (1998) indica 12 passos para aplicação da MCC e este trabalho apresenta a sequencia de atividade proposta por ele. Entretanto, vale destacar que o número de passos utilizados para a aplicação da MCC difere entre os autores do tema (RAUSAND, 1998; ZAIONS, 2003; FOGLIATTO, RIBEIRO, 2009). Algumas das atividades propostas pelo autor supracitado podem ser sobrepostas no tempo.

Apoiando-se de citações de Rausand (1998) e Smith (1993), Zaions (2003) opta por oito etapas que vão desde a (i) preparação do estudo até a (viii) definição das frequências das tarefas de manutenção preventiva, como suficientes para a implementação eficiente da sistemática de MCC. Entre as ferramentas que o autor utiliza como suporte à aplicação da MCC estão a Análise de Modos e Efeitos de Falha (*FMEA*), que é a penúltima etapa do estudo, e a Árvore Lógica de Decisão, que é utilizada como ferramenta básica no auxílio da seleção das tarefas de manutenção preventiva.

Para Fogliatto e Ribeiro (2009), a *FMEA* é uma técnica de confiabilidade utilizada para avaliar e conhecer as falhas potenciais de um produto ou processo, identificar ações que auxiliem a reduzir ou eliminar a chance de ocorrência de falhas, além de proporcionar documentos em forma de banco de dados para o monitoramento das falhas e o desenvolvimento de estudos futuros. Segundo os autores, devido as constantes inovações que caracteriza o mundo atual, a *FMEA* tem natureza cíclica e deve acompanhar as atividades de melhoria contínua de produtos e processos e é dividida em *FMEA* de produto e de processo.

O desenvolvimento da *FMEA* de processos requer a definição do escopo, reunião da equipe de trabalho e verificação da documentação do processo, para então iniciar os passos da sua aplicação: (i) elaboração do fluxograma do processo; (ii) identificação dos modos de falha; (iii) identificação dos efeitos dos modos de falha; (iv) determinação da severidade; (v) identificação das causas das falhas; (vi) determinação da ocorrência; (vii) identificação dos controles de prevenção e detecção; (viii) determinação da detecção; (ix) calculo do risco e; (x) recomendação de ações para reduzir os riscos (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

A Árvore Lógica de Decisão é uma ferramenta utilizada para priorizar aqueles modos de falha que irão absorver recursos financeiros (ZAIONS, 2003). A análise realizada pelo autor permite classificar cada modo de falha em quatro categorias: (i) problema relacionado com a segurança; (ii) problema de integridade ambiental; (iii) relacionado com a parada forçada de produção (iv) problema relacionado a perdas econômicas. Além disso, a árvore

lógica de decisão permite identificar as falhas ocultas e distingui-las daquelas que podem ser detectadas pelo operador e por sua vez mais fáceis de evitar.

Zaions (2003) inicia seu o estudo de caso pela compreensão do sistema de gerenciamento da manutenção atual, seguida da descrição do processo de pasta químico-mecânica da indústria de celulose e implantação da metodologia da MCC. Além disso, compara as tarefas antigas de manutenção com as tarefas propostas pela MCC, apresentando a todos os envolvidos quais são às diferenças entre as duas e motivando principalmente os gerentes a aplicarem as práticas propostas. Entre os aspectos positivos no estudo do autor, vale ressaltar a importância de se ter registro de informações para promover melhorias constantes e entre as dificuldades enfrentadas destaca-se a definição do objetivo de análise.

Quanto à aplicação da metodologia MCC em uma empresa de mineração, Moubray (2000) apud Netto e Tavares (2015), utilizam as seguintes etapas: (i) preparação do estudo; (ii) seleção do sistema e subsistema funcional; (iii) análise das funções e falhas funcionais; (iv) análise dos modos e efeitos falhas; (v) seleção das tarefas de manutenção e elaboração do plano de manutenção; e (vi) comparação entre o plano de manutenção atual e o proposto pela MCC. Segundo os autores, a metodologia se mostrou eficiente para resgatar e documentar o conhecimento dos profissionais do setor de manutenção e operação, além de ter sido eficaz quanto à elaboração do plano de manutenção para o subsistema escolhido.

2.3 A manutenção no setor alimentício

Na literatura, pouco se estuda a respeito da importância da aplicação de técnicas administrativas mais sofisticadas em pequenas e médias empresas (CARVALHO, 2004; LEONE, 1998). Entretanto, Leone (1998) explica que são as especificidades dessas empresas e, principalmente, o fato de serem grandes geradoras de empregos, que as colocam em lugar de destaque no mercado. Cada vez mais seus problemas devem ser conhecidos e solucionados para garantir o desenvolvimento e competitividade desse tipo de empreendimentos. Uma forma de auxiliar essas organizações seria identificar os principais problemas enfrentados por elas e propor métodos para solucioná-los.

Uma característica importante das pequenas e médias empresas é o fato de serem mais enxutas e com recursos mais limitados do que as grandes empresas. Soma-se a isso, o fato de que os responsáveis por gerenciar esse tipo de organização, mesmo sabendo que necessitam atender o maior número de clientes com criatividade e qualidade, acabam desempenhando muitas tarefas, obrigações e responsabilidades que culminam na falta de tempo desses responsáveis (SILVA, 2012). O resultado dessa centralização de tarefas é a dificuldade dos

gestores quando se trata de pensar em novas técnicas que garantam maior competitividade para suas empresas.

Inseridos nesse mercado de pequenas e médias empresas, estão às panificadoras e confeitarias de todo o Brasil. A Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP) registrou que no ano de 2015 essas empresas tiveram um crescimento de 2,7% no país e um faturamento de R\$84,7 bilhões. Esses números representaram o menor patamar registrado nos últimos anos, o que pode ter sido gerado, segundo ABIP (2016), pela redução no fluxo de cliente do ano de 2015. Mesmo assim, o setor apresentou um aumento no seu tíquete médio de vendas, tornando-o um dos setores que mais se desenvolveu no Brasil, evidenciando o seu potencial de crescimento.

O setor de panificação no Brasil gera em torno de 700 mil empregos diretos e 1,5 milhão de empregos indiretos. O número médio de postos de trabalho gerados por cada panificadora é de 12 a 19 funcionários/empresa e o faturamento mensal individual fica entre os R\$ 34.000,00 e R\$ 108.000,00 (FUNDIPAN, 2009). Segundo SINE (2016), o salário mensal de padeiros no Brasil é em média R\$ 1.465,75 e o de auxiliares de padeiros no preparo de massas, pães, salgados e doces é em média, R\$ 1.043,10 mensais, para o porte de pequenas empresas e nível profissional pleno.

Outra característica importante da panificação é que por estar inserida no setor alimentício e fazer parte da cesta básica da população, mesmo em situações econômicas desfavoráveis, tendem a continuar operando, com a diferença de que o enfoque dado à qualidade e preço deve ser ainda maior (POSSAMAI, 2002). Logo, as panificadoras que desenvolvem técnicas para produzir com qualidade e preço justo serão as mais bem preparadas para enfrentar as diferentes situações econômicas do país.

Vale destacar que, segundo Paschoal et al.(2009), o ambiente altamente competitivo da atualidade, que preza por flexibilidade, rapidez e inovação são os alicerces de sustentação da vantagem competitiva. Tornando vital para as empresas que pretendem permanecer no negócio, possuírem ferramentas de acompanhamento dos processos produtivos, apoio à tomada de decisão e introdução constante de melhorias que garantam o progresso das organizações frente aos seus concorrentes.

Conforme Possamai (2002) é importante abordar estratégias de gestão de manutenção para possibilitar a máxima utilização dos equipamentos, condição imprescindível para que a empresa possa atingir seus objetivos, entre eles a satisfação dos clientes com produtos de qualidade assegurada. O autor afirma que as empresas hábeis em transformar seus recursos de

matéria prima em vantagem competitiva são as que incorporam em sua rotina programas de melhoria para o cumprimento de metas.

Seeling (2000), ao desenvolver um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de alimentos que prioriza a máxima disponibilidade de seus equipamentos e controle de custos, estabelece um conjunto de técnicas e medidas para organizar o setor de manutenção da empresa. O autor abordou diferentes tipos de manutenção, entre elas estão: (i) a manutenção produtiva total; e (ii) a manutenção centrada em confiabilidade. Os resultados obtidos foram: (i) a elaboração de planos de manutenção preventiva; (ii) softwares de gestão da manutenção; (iii) documentos empregados no controle das atividades de manutenção; e (iv) formas eficientes de medição de desempenho dos setores. Resultando no aumento da disponibilidade dos equipamentos da planta fabril.

A execução da manutenção de forma planejada, seguindo um programa pré-estabelecido, logrou atingir a redução do tempo de produção gasto em manutenções corretivas e o incremento da produtividade, além da melhoria no atendimento dos clientes internos e no controle eficaz dos custos, garantindo resultados satisfatórios para o incremento da competitividade da empresa (SEELING, 2000).

Os autores Cerveira e Sellitto (2015), em seu estudo, propõem uma estratégia de manutenção para um forno elétrico, baseados nas práticas de MCC. Os autores definem sete passos para propor uma estratégia de manutenção apropriada. Entretanto, as limitações de pesquisa enfrentadas pelos autores, foram em relação a pouca abrangência do estudo, pois este se restringiu a um único equipamento, que não foi julgado como o gargalo da empresa, dificultando a percepção de melhorias no processo produtivo e evidenciando a importância do passo 1, que é a escolha correta do sistema ou subsistema de análise.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta, inicialmente, o cenário onde o estudo foi realizado. Em seguida, apresenta-se o método de pesquisa, sua natureza, abordagem e características. E por fim, são apresentadas as etapas da pesquisa.

3.1 Cenário

O estudo foi realizado em panificadoras de pequeno e médio porte localizadas na região central do Rio Grande do Sul, na cidade de Santa Maria – RS. As empresas selecionadas para o levantamento inicial possuem produção própria de pães, permitindo a

análise de seus equipamentos. As entrevistas foram realizadas pelo pesquisador e aplicadas com o intuito de identificar o nível de manutenção das panificadoras selecionadas.

A panificadora selecionada para implantar as práticas da MCC é uma empresa tradicional e familiar, localizada no centro da cidade de Santa Maria, em uma região de grande circulação de pedestres e veículos. A empresa possui 47 anos de atuação no mercado e está há 34 sob os cuidados da mesma família, atualmente conta com 24 funcionários divididos em dois turnos e cumprindo diversas funções: 4 atendentes de caixa, 8 balconista, 1 repositor, 6 padeiros, 3 confeitheiros e 2 estagiários. Os produtos panificados e de confeitaria são produzidos no local, os demais produtos vendidos por varejo são todos terceirizados. A empresa possui o número de funcionários e faturamento médio mensal próximo à média registrada para as empresas deste setor, caracterizando-se como uma empresa típica.

O setor de panificação contém 12 máquinas, incluindo fornos elétricos e a gás e opera em dois turnos, cada um com três funcionários. O setor de confeitaria possui sete máquinas, operando em um turno único que conta com três funcionários. Na empresa em questão foi aplicado além da entrevista, um questionário para identificar qual indicador possibilita avaliar e monitorar o resultado das práticas da MCC aplicadas.

3.2 Método de pesquisa

A natureza de pesquisa é aplicada, pois objetiva alcançar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). O trabalho visa à identificação do nível de manutenção em panificadoras da região central de Santa Maria e a posterior implantação de práticas da MCC a serem incorporada na rotina de uma delas.

A abordagem é descritiva, por identificar as práticas de manutenção utilizadas pelas panificadoras da região central de Santa Maria e exploratória, pois objetiva a maior familiaridade com as dificuldades na implantação da MCC em panificadoras (GIL, 2002). Para isso, foi aplicado um questionário em forma de entrevista para avaliar e compreender a situação atual da manutenção nas empresas do ramo.

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, onde a investigação é a fonte direta de dados e é aplicada no ambiente natural de trabalho (BOGDAN; BIKLEN, 1994). O pesquisador coletou e examinou os dados vinculados à manutenção das panificadoras em seu contexto natural.

Os procedimentos técnicos ocorram através de um estudo de caso sobre a manutenção em panificadoras de Santa Maria, envolve o estudo aprofundado do objeto de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002).

3.3 Etapas da pesquisa

A pesquisa foi dividida em quatro etapas que foram utilizadas para auxiliar no sequenciamento lógico do estudo. Essas etapas estão descritas a seguir:

Etapa 1 - Compreensão do contexto da pesquisa. Nesta etapa deseja-se reconhecer a realidade das panificadoras da região central do estado. Identificou-se o nível de manutenção das panificadoras estudadas por meio de uma entrevista aplicada a um grupo de cinco estabelecimentos. O mecanismo de coleta de dados nessa etapa foi uma entrevista estruturada com o roteiro conforme apresentado no Apêndice A. O intuito da sua aplicação foi identificar as práticas mais utilizadas pelas panificadoras para realizar a gestão de seus ativos;

Etapa 2 - Avaliar a situação atual da manutenção na empresa selecionada. O objetivo desta etapa foi conhecer em detalhes o modo de operar da panificadora selecionada para implantar as práticas da MCC. Para tanto é necessário identificar quais as práticas que a empresa utiliza e estabelecer indicadores para monitorar a situação da manutenção ao longo do estudo;

Etapa 3 - Aplicar práticas da MCC na panificadora selecionada: escolher as práticas de Manutenção Centrada em Confiabilidade para serem testadas e aplicadas na panificadora. Nessa etapa verificaram-se quais as práticas da MCC são mais adequadas para aplicação e introdução na rotina de uma panificadora. Para realizar essa etapa foi importante levar em consideração a cultura da empresa, a região onde está inserida e as expectativas desta em relação à manutenção;

Etapa 4 – Identificar os fatores críticos para a introdução de práticas da MCC. Avaliar a viabilidade de aplicação das práticas da MCC testadas na panificadora estudada e identificar os fatores críticos para o seu sucesso.

4 RESULTADOS

Esta seção inicia com a compreensão do contexto da pesquisa, após isso, é apresentada a situação atual da manutenção na empresa selecionada. Na sequência, apresenta-se o resultado da aplicação de práticas da MCC na empresa selecionada e por último, são apresentados os fatores críticos na introdução de práticas da MCC.

4.1 Compreensão do contexto da pesquisa

O estudo em questão visa compreender o contexto em que estão inseridas as panificadoras da cidade de Santa Maria/RS. Para entender a realidade das panificadoras obtiveram-se dados referentes ao nível de manutenção dos equipamentos de panificação para cinco empresas do setor, por meio de uma entrevista aplicada a cada uma delas. Entre os dados coletados estão: maquinário utilizado na empresa, número de funcionários, tempo de atuação no mercado, frequência e consequência das falhas, além de outras informações relacionadas à manutenção e considerações relevantes.

A análise dos resultados obtidos nas entrevistas mostrou que o tempo de atuação das empresas no mercado vai de 6 a 47 anos. As duas empresas com maior tempo de atuação no mercado (A e B) também tem a maior quantidade de máquinas. Em relação ao tipo de manutenção empregado, essas duas empresas utilizam a estratégia de manutenção corretiva terceirizada, enquanto que as demais, com menor tempo de atuação no mercado, utilizam a manutenção preventiva terceirizada. A Tabela 1 apresenta os principais dados coletados nas panificadoras.

Tabela 1 – Informações gerais das panificadoras

Empresa	Tempo atuação	Nº de funcionários	Nº de máquinas	Tipo de manutenção	MTBF	MTTR
A	47 anos	24	20	Corretiva	2 meses	2 dias
B	30 anos	24	15	Corretiva	3 meses	1 dia
C	18 anos	22	13	Preventiva	4 meses	1 dia
D	10 anos	8	6	Preventiva	-	2 horas
E	6 anos	6	11	Preventiva	6 meses	4 horas

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

As empresas C, D e E representam menor tempo de atuação no mercado e trabalham com um número menor de máquinas. No que se refere metodologia de manutenção utilizada pelas panificadoras, tem-se a manutenção preventiva como destaque já que é a escolhida por essas três panificadoras, as quais também apresentam maior *MTBF*, tempo médio entre falhas. As empresas D e E também apresentam menor *MTTR*, tempo necessário para o reparo de suas máquinas e relataram esse fato como uma consequência da manutenção preventiva terceirizada, que garante a realização de ajustes antes do equipamento cessar sua operação, evitando o tempo dedicado a manutenções corretivas, que em geral duram mais de um dia.

Entre as empresas que aplicam a manutenção preventiva, a empresa C relatou ainda que não lembra quando ocorreu a última falha de algum de seus equipamentos, em função de ter incorporado a manutenção preventiva terceirizada a sua rotina há tempos. Em contrapartida, as empresas A e B, que possuem o maior tempo de atuação no mercado utilizam o

método de manutenção corretiva terceirizada para a recuperação de suas máquinas. Em processo de transição, tem-se a empresa C que realiza manutenção preventiva terceirizada há seis meses e em vista disso seus *MTBF* e *MTTR* não são tão bons quanto os das empresas que realizam manutenção preventiva terceirizada há mais tempo.

As empresas também indicaram as principais causas das falhas dos seus equipamentos, as práticas adotadas por elas para prevenir falhas e qual o nível de satisfação com a manutenção empregada atualmente. Para a empresa A, as falhas são geradas como consequência da corrosão causada pela matéria prima utilizada, principalmente o sal. A empresa D apontou o mau uso das máquinas como sendo o principal causador de falhas e na opinião das demais panificadoras, B, C e E as falhas ocorrem como consequência do desgaste gerado pelo tempo e pela produção. Para prevenir a ocorrência de falha, as cinco panificadoras realizam limpeza das máquinas, além disso, as empresas C, D e E possuem serviço terceirizado para realizar os ajustes e lubrificações necessárias com periodicidade pré-definida. Essas três últimas empresas consideram-se satisfeitas com o nível de manutenção atual, enquanto que as empresa A e B consideram-se insatisfeitas.

É possível perceber que o nível de satisfação com a manutenção só foi satisfatório nas empresas que possuem a manutenção preventiva terceirizada inserida à sua rotina. Esse tipo de manutenção é realizada nas panificadoras por pessoal de uma empresa terceirizada que se encarrega dos ajustes de parafusos, lubrificações e trocas necessárias antes do equipamento cessar sua produção. Esse trabalho é realizado com periodicidade pré-definida e ocorre fora do expediente de produção nas três panificadoras. Nas empresas A e B a manutenção é corretiva e terceirizada, a empresa responsável por realizar os reparos é acionada após a falha e o serviço ocorre conforme a disponibilidade da contratada.

Nas cinco empresas entrevistadas, as máquinas são de diferentes marcas e as panificadoras B e E relataram não ter conhecimento da marca de alguns de seus equipamentos em função do tempo de operação, que excede os 30 anos e impossibilita a identificação da marca. Além disso, todas as panificadoras declararam não ter conhecimento das práticas ou periodicidade de manutenção recomendada pelo fabricante, mesmo em caso de possuir os manuais de cada máquina, como na empresa A, as recomendações sugeridas no mesmo não são do conhecimento do proprietário. Como consequência das falhas ocorridas nos equipamentos, as panificadoras entraram em consenso quanto a perdas geradas pela indisponibilidade do equipamento, horas extras atreladas à produção manual em vista da não operação do equipamento e o conseqüente atraso na produção.

A panificadora selecionada, para aprofundar o estudo em relação à gestão de seus ativos, é a empresa A que realiza manutenções do tipo corretivas, tomando as providências necessárias para o reparo de suas máquinas somente após a ocorrência de falha.

4.2 Situação atual da manutenção na empresa selecionada

O monitoramento das atividades das máquinas iniciou em Julho de 2016 e em paralelo iniciou o processo de coleta de dados junto ao pessoal responsável pelo setor de produção da empresa. Foram estruturadas duas planilhas de acompanhamento de máquinas para coletar os dados de falha de cada equipamento e a forma como a manutenção corretiva procedia. Constavam nas planilhas: dia e horário da falha, descrição da falha, data de início e data término do conserto para cada uma das máquinas da empresa. Os dados foram coletados pelos funcionários, que estavam cientes do estudo e concordaram em contribuir com a sua aplicação na empresa.

O proprietário da panificadora selecionada relatou que tem a percepção de que o custo da manutenção corretiva realizada nos equipamentos da panificadora tem aumentado no decorrer dos anos, entretanto esses dados não são monitorados com exatidão. Além disso, existem outras perdas associadas a uma máquina parada na empresa, como produção atrasada, falta de produto, horas extras necessárias para cumprir a produção, comprometimento da qualidade do produto e a insatisfação do cliente. O tempo total de operação das máquinas na panificadora é de 12 horas/dia, sendo dois turnos de seis horas cada, incluindo domingos e feriados. Entretanto, as máquinas possuem diferentes tempos de operação esperado, a exemplo disso temos o forno que necessita operar 12 horas/dia para atender a demanda enquanto que a fatiadeira de pães operando 2 hora/dia é suficiente.

Em julho de 2016 a panificadora estudada contava com dezessete máquinas operantes e três máquinas extras que tem o papel de suprir as necessidades da empresa caso alguma máquina que esteja em uso venha a falhar. Esse tipo de sistema é denominado por Fogliatto e Ribeiro (2009) como sistema com redundância em *standby*. A totalidade de máquinas da panificadora foi dividida em duas planilhas e cada uma delas ficou sob responsabilidade, para coleta de dados, dos funcionários dos dois setores da empresa: Confeitaria e Padaria.

Na primeira planilha, sob os cuidados do setor de panificação, constam as dez máquinas: duas amassadeiras, cilindro, divisora manual, fatiadeira de pão, modeladora, moinho e três fornos, um elétrico e dois a gás. Também estão nessa planilha as três máquinas extras: divisora manual, fatiadeira de pão e modeladora. Essas três máquinas são

fundamentais para a panificação e em vista disso o proprietário optou por ter máquinas extras, utilizadas apenas quando a máquina principal estiver parada ou em reparo.

Na segunda planilha, sob os cuidados do setor da confeitaria, constam sete equipamentos: amassadeira, três batedeiras, cilindro, fatiadeira de frios e fogão industrial. Os dados coletados durante o tempo de monitoramento das máquinas de ambos os setores são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

A Tabela 2 apresenta o monitoramento dos modos de falha das máquinas que compõem o setor de panificação. As 13 máquinas tiveram suas falhas monitoradas pelos funcionários do setor que também coletaram a data de falha e data do retorno da máquina ao cumprimento da operação normal. Percebe-se que das 13 máquinas, quatro falharam, em um período de quatro meses de análise, além disso, a fatiadeira de pão falhou de quatro modos diferentes. A máquina com menor tempo parada para reparos foi o forno a gás, tardando quatro dias para retornar sua operação normal, enquanto que a fatiadeira de pão, máquina com maior tempo parado, tardou 31 dias em manutenção para um de seus modos de falha.

Tabela 2 – Dados coletados das máquinas no setor de panificação

Máquina	Modo de falha	Data da falha	Data de retorno à operação
Amassadeira 40 kg	-	-	-
Amassadeira 80 kg	-	-	-
Cilindro	-	-	-
Divisora manual	Quebra do pino da mola	04/10/16	19/10/16
Divisora manual extra	-	-	-
Fatiadeira de pão	Não fatia pão na vertical	07/07/16	05/08/16
	Lâminas desalinhas	06/08/16	11/08/16
	Botão de ligar não liga	12/08/16	17/08/16
	Ruído excessivo	15/10/16	16/11/16
Fatiadeira de pão extra	-	-	-
Forno elétrico	-	-	-
Forno a gás 1	Botão de ligar não liga	17/07/16	21/07/16
Forno a gás 2	-	-	-
Modeladora	Máquina não liga	30/07/16	11/08/16
Modeladora extra	-	-	-
Moinho	-	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Na tabela 3 estão listadas as sete máquinas do setor de confeitaria, seus modos de falha, data da falha e data do retorno da máquina a sua operação normal. Para o setor de confeitaria o número de falhas no período de monitoramento foi menor, duas máquinas falharam e cada uma delas com um único modo de falha. A batedeira de 18 litros demorou 56 dias para entrar em operação novamente e a fatiadora de frios teve sua falha solucionada no mesmo dia.

Tabela 3 – Dados coletados das máquinas no setor de confeitaria

Máquina	Modo de falha	Data da falha	Data de retorno à operação
Amassadeira 40 kg	-	-	-
Batedeira	-	-	-
Batedeira 18 litros	Quebra do sensor magnético	20/07/16	16/09/16
Batedeira 20 litros	-	-	-
Cilindro 10 kg	-	-	-
Fatiadeira de frios	Máquina não liga	17/08/16	17/08/16
Fogão industrial	-	-	-

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

No início da coleta de dados algumas máquinas já apresentavam falhas, entre elas o primeiro forno a gás, do setor de panificação, com parte da borracha de sua porta faltante e a bateadeira 20 litros, do setor de confeitaria, com a sua grade de segurança solta. A manutenção corretiva terceirizada para estas duas máquinas foi acionada e os reparos necessários foram realizados, entretanto não há uma data exata de ocorrência destas falhas.

Em virtude dos resultados obtidos, a fatiadeira de pão foi considerada como a máquina crítica da panificadora para aprofundamento do estudo. Os modos de falha para a fatiadeira de pão no período de tempo analisado foram de quatro tipos diferentes, o que leva a uma média de uma falha por mês, independente do modo de falha. A Tabela 4 apresenta os modos de falha da fatiadeira, a data da ocorrência das mesmas e o tempo médio de reparo (*MTTR*) de cada uma delas. O *MTTR* foi obtido pela multiplicação do tempo de operação esperado diariamente pela máquina, duas horas, pelo número de dias em que a mesma ficou parada, representando o tempo de operação perdido até o reparo.

Tabela 4 – Operação da fatiadeira de pão

Máquina	Modos de falha	Data da falha	<i>MTTR</i>
Fatiadeira de pão	Não fatia pão na vertical	07/07/2016	56 horas
	Lâminas desalinhadas	06/08/2016	12 horas
	Botão de ligar não liga	12/08/2016	10 horas
	Ruído excessivo	15/10/2016	30 horas

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Dentre os modos de falha listados na Tabela 4 para a fatiadeira de pão, o pior caso foi o modo “não fatia o pão na vertical” que levou 56 horas para conserto, em segundo lugar está o modo de falha “lâminas desalinhadas” que levou 12 horas para o conserto e na sequência o modo de falha “botão de ligar estragado” que levou 10 horas para o conserto. Por último, a máquina apresentava ruído excessivo, que resultou em 30 horas de máquina parada em Outubro, mês em que cessou o monitoramento na empresa e a fatiadeira ainda estava parada.

Seguindo a recomendação de Fogliatto e Ribeiro (2009), um indicador que pode ser utilizado para monitorar a situação da manutenção em equipamentos é o IROG - índice de rendimento operacional global. Esse indicador foi o escolhido em vista dos dados obtidos ao longo do estudo que possibilitam seu cálculo. Para obter o IROG da fatiadeira de pães nos diferentes meses de análise foi calculada a disponibilidade (D), a taxa de velocidade (TV) e a taxa de qualidade (TQ), para esse equipamento nos meses correspondentes. O IROG foi obtidos por meio das equações de 1 a 4.

A disponibilidade é calculada com base no número de horas diárias de operação esperadas para a fatiadeira de pão, duas horas/dia, em comparação com o número de horas em que a máquina esteve realmente disponível para operar. O cálculo é realizado de forma simplificada, sem considerar tempos de paralisações, preventivas e corretivas, como recomendado pelo autor Viana (2006). Vale destacar que nenhuma melhoria foi realizada na máquina ou no processo de fatiar pães durante o período de aplicação do estudo na empresa. O indicador foi calculado mensalmente para a fatiadeira de pão e os resultados são apresentados na Tabela 3.

$$D = \frac{\text{Tempo de produção}}{\text{Tempo programado}} \quad (1)$$

$$TV = \frac{\text{Tempo de ciclo teórico}}{\text{Tempo de ciclo real}} \quad (2)$$

$$TQ = \frac{\text{Unidades boas produzidas}}{\text{Total de unidades produzidas}} \quad (3)$$

$$IROG = D \times TV \times TQ \quad (4)$$

Os dados da Tabela 5 mostram que as disponibilidades da fatiadeira de pão são baixas em três dos quatro meses de monitoramento. O pior desempenho ocorreu no mês de Julho, resultando numa disponibilidade de 7%, onde o equipamento funcionou apenas quatro das 60 horas mensais esperadas. Nos meses de Agosto e Outubro os valores foram de 63% (38/60) e 50% (30/60), respectivamente, e somente no mês de Setembro a disponibilidade alcançou os 100%.

Tabela 5 – Cálculo de IROG para a fatiadeira de pão

	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
D	0,07	0,63	1,00	0,50
TV	0,67	0,67	0,67	0,67
TQ	0,98	0,98	0,98	0,98
IROG	0,04	0,41	0,65	0,43

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Para o indicador taxa de velocidade obteve-se 67% para todos os meses. Esse resultado é consequência da comparação entre os tempos de ciclo teórico e real. Teoricamente a máquina deveria fatiar a quantidade de 130 pães em 60 minutos, entretanto como a mesma apresenta o modo de falha “pão não sair fatiado na vertical” causado pela trepidação excessiva da máquina, o pão, quando pequeno, escorrega e é fatiado na posição errada. Para evitar esse tipo de falha o operador opta por comprometer a taxa de velocidade, visto que a cada pão fatiado é necessário abrir a grade de segurança e acomodar o próximo pão para evitar a ocorrência desse modo de falha.

O cálculo da taxa de qualidade resultou em 98% para todos os meses, visto que em média são descartados quatro pães por dia, resultantes do modo de falha “pão não sair fatiado na vertical” que fazem o pão escorregar e ser fatiado na posição errada, tendo como efeito o descarte do pão. O não atingimento de 100% para a taxa de qualidade resulta das perdas diárias geradas pela máquina.

Como consequência dos resultados comentados anteriormente os valores do IROG foram baixos, variando entre 4% e 65% para os diferentes meses de monitoramento. Tendo em vista que as taxas de velocidade e qualidade mantiveram-se constantes, o que gerou a diferença entre os valores do IROG foi a disponibilidade. Em vista disso, as melhorias devem ser iniciadas por medidas que garantam melhores resultados quanto a disponibilidade da máquina, realizando ações que evitem sua parada durante longos períodos de tempo. O que pode ser obtido por meio de uma estratégia de manutenção diferente da utilizada atualmente, a manutenção preventiva. Esta pode ser realizada tanto por um funcionário da panificadora quanto por empresa terceirizada. Em qualquer dos casos deve-se ter em mãos um plano para realizar a manutenção.

4.3 Aplicação das práticas da MCC na empresa selecionada

Nesta etapa, selecionaram-se práticas da MCC para aplicar na panificadora de maneira a melhorar sua disponibilidade. A análise de Modos e Efeitos de Falha (*FMEA*) foi a primeira ferramenta utilizada para identificar ações que levem a melhorias no processo de fatiar pães. Essa ferramenta considera todos os modos potenciais de falha do processo e seus respectivos efeitos e causas. Através dela é possível realizar uma análise cautelosa de todas as operações/funções do processo estudado e o primeiro passo para sua aplicação é a elaboração do fluxograma do processo detalhado que pode ser observado na Figura 3.

O processo de fatiar pães na fatiadeira inicia quando a mesma é ligada na tomada, na sequência é necessário abrir a grade de segurança para poder introduzir o pão e depois fechar

a grade, só assim será possível ligar a máquina no botão e aguardar que o pão saia fatiado. Esse processo acaba ao desligar a fatiadeira no botão e retirar a máquina da tomada. Essas oito etapas nas quais foram divididas o processo de fatiar pães são as operações e/ou funções do equipamento a serem analisadas detalhadamente na *FMEA* de Processo no Apêndice B.

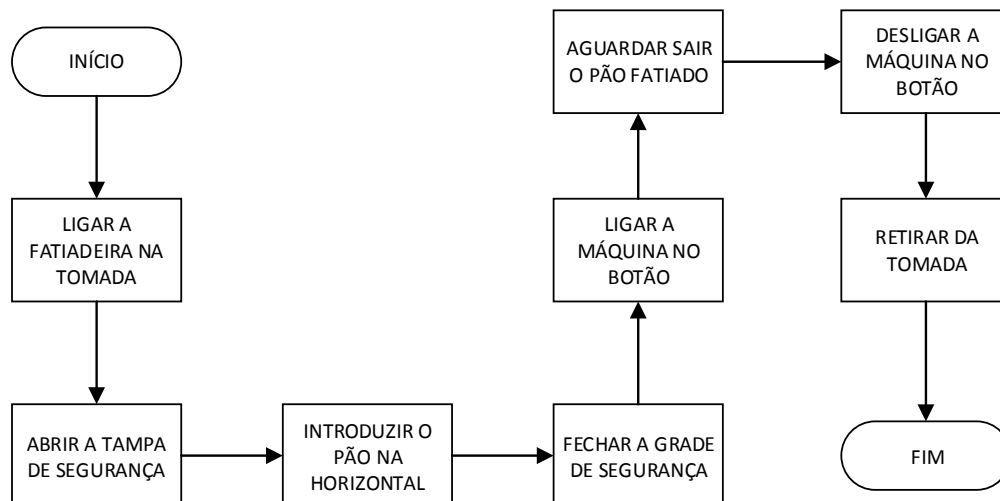


Figura 3 – Fluxograma do processo de fatiar pães
 Fonte: Elaborado pela autora (2016)

Das oito operações estudadas, foi possível identificar treze modos potenciais de falha, que causam seis efeitos diferentes. Estes efeitos são: (i) não fatia pão; (ii) pão fatiado na posição errada; (iii) fatiadeira não opera; (iv) poluição sonora; (v) superaquecer a máquina; e (vi) ter que desligar a máquina direto na tomada. Destaca-se que para esses diferentes efeitos foi possível classificar severidades que variam entre sete e dez, sendo apontado como o modo de menor severidade o botão de desligar não funcionar e com maior severidade a grade estar quebrada, os demais efeitos mantiveram-se com severidades oito ou nove. As classificações para os modos de falha, advindas da *FMEA* de processo, foram: mau uso, função alterada, qualidade e segurança.

No que se refere às causas potenciais das falhas, foram identificadas 16 e as com maior ocorrência foram quatro. Quebra das lâminas com ocorrência seis, desgaste dos pinos de fechar a grade com ocorrência oito, excesso de trepidação da máquina e farelo de pão preso, ambas com ocorrência nove. As demais causas potenciais de falha tiveram ocorrência igual ou inferior a cinco. Ao identificar os controles de prevenção e detecção, observou-se que não há controles de prevenção utilizados atualmente pela panificadora. No que se refere a controles de detecção, que são os que detectam o modo de falha, ocorrem apenas aqueles do tipo inspeção visual ou sonora.

Para compreender quão possível é detectar a falha antes de sua ocorrência, foi atribuída uma nota com relação à detecção, em uma escala de zero a dez, zero para uma detecção máxima e dez para as falhas que possuem detecção nula. Entre os modos potenciais com maior dificuldade de detecção estão: o botão não ligar e o pão não sair fatiado na vertical. Após serem atribuídas notas para severidade, ocorrência e detecção é possível através da multiplicação dos três atributos, obter o risco. Aqueles modos potenciais de falha com maior risco resultante, devem ter suas ações recomendadas prioritizadas. As ações recomendadas para diminuir os maiores riscos estão listadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Ações recomendadas para os modos potenciais de falha

Modo potencial de falha	Causa potencial de falha	Risco	Ação recomendada
Pão não sai fatiado na vertical	Trepidação da máquina	648	Solicitar ao fabricante dispositivo de adaptação
Grade de segurança não fecha	Desgaste dos pinos de fechar	432	Ajustar os parafusos dos pinos de fixação da grade
Ruído excessivo	Farelo de pão preso na máquina	405	Aumentar frequência de limpeza do farelo
Fatias em espessuras diferentes	Quebra das lâminas de fatiar	315	Ajustar as lâminas
Ruído excessivo	Parafusos soltos	270	Ajustar parafusos e realizar inspeção visual interna

Fonte: Elaborado pela autora (2016)

O maior risco resultante dentre as causas potenciais dos modos de falha analisados é 648 e refere-se ao modo “pão não sair fatiado na vertical” causado pela trepidação da máquina. Nesse caso a ação recomendada é solicitar ao fabricante um dispositivo de adaptação para ajustar os pães menores que escorregam devido às trepidações. O segundo modo potencial de falha com maior risco resultante é a “grade de segurança não fecha” causado pelo desgaste dos pinos de fechar, nesse caso a ação recomendada é ajustar os parafusos dos pinos, responsáveis por fechar corretamente a grade, mensalmente.

Para o modo “ruído excessivo” causado pelo farelo de pão que fica preso na máquina, recomenda-se aumentar a frequência de limpeza do farelo, que ocorre mensalmente, para semanalmente e solicitar ao fabricante a verificação do tamanho da área que foi destinada à saída do farelo do pão. A ação recomendada para o modo “fatias em espessuras diferentes” gerado pela quebra das lâminas é o ajuste mensal das mesmas para que nenhuma delas saia do lugar e comprometa a espessura da fatia do pão. E, para o modo “ruído excessivo” causado pela presença de parafusos soltos na máquina, recomenda-se o ajuste mensal dos mesmos e inspeção visual interna periodicamente.

Observa-se que entre as ações recomendadas para as causas dos modos potenciais da Tabela 6, duas delas necessitam de adaptações ou verificações realizadas pelo fabricante. Entretanto, para os demais modos potenciais de falha as ações recomendadas foram todas preventivas e que se realizadas com periodicidade pré-definida auxiliarão na prevenção das falhas resultando na redução do tempo de máquina parada para reparos.

Outra ferramenta aplicada na panificadora foi a árvore lógica de decisão que possibilita a classificação dos modos de falha analisados em quatro categorias distintas. O processo é de fácil aplicação onde o analista só necessita responder a cinco questões com um sim ou não e essas respostas classificam cada modo de falha em tipos diferentes, permitindo uma priorização dos mesmos.

Dentre os cinco modos de falha analisados, o “ruído excessivo” causado pelo farelo de pão preso na máquina e “a grande de segurança não fecha” são classificados como problema ambiental e de segurança, respectivamente e devem ser priorizados já que comprometem a integridade ambiental e de segurança do operador. Os demais modos: “o pão não sair fatiado na vertical”; “fatias em espessuras diferentes” e o “ruído excessivo” causado por parafusos soltos, representam problemas econômicos que apesar de serem preocupantes para a organização são problemas de menor gravidade.

4.4 Fatores críticos na introdução de práticas da MCC

Para identificar os fatores críticos para o sucesso da aplicação de práticas da MCC na panificadora foram criados três grupos. Os quais são relacionados: (i) ao processo de coleta de dados, (ii) a aplicação de práticas da MCC e (iii) as características da panificadora.

Em relação ao processo de coleta de dados, os turnos de trabalho de seis horas com funcionário diferentes foi uma dificuldade. Para que o processo de coleta de dados não fosse comprometido, foi necessário conscientizar as duas frentes de trabalho quanto à importância de se obterem dados confiáveis.

O indicador utilizado para monitorar a situação da manutenção na panificadora foi o IROG - Índice de rendimento operacional global. Sendo assim, para poder realizar o cálculo do IROG é necessário introduzir na rotina da panificadora a coleta de certos dados como a produção total e de unidades boas, tempos de ciclo teórico e real, e a disponibilidade da máquina. Para isso, é preciso delegar a um dos funcionários da empresa a responsabilidade de monitorar as máquinas e coletar dados confiáveis. A coleta rotineira desses dados seria algo novo para a empresa, entretanto por serem dados fáceis de coletar, acredita-se que o IROG é um indicador apropriado para monitorar a situação da manutenção na panificadora.

Entretanto, a medida que a empresa obtiver mais dados de falha, sugere-se migrar para o cálculo de disponibilidade (A) recomendada pelos autores Foliatto e Ribeiro (2009), obtida através da seguinte equação:

$$A = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

Em relação a aplicação das práticas da MCC, especificamente da *FMEA*, foi difícil de obter informações aprofundadas e confiáveis porque nenhum funcionário da empresa entende de manutenção das máquinas. A experiência demonstrou que não é possível utilizar a *FMEA* na panificadora sem uma pessoa que domine sua aplicação e pessoas na equipe da *FMEA* com domínio da operação e da manutenção das máquinas.

Já a aplicação da árvore lógica de decisão foi relativamente simples, visto que é necessário apenas responder às cinco perguntas que classificam cada modo de falha. Porém, sua aplicação não indicou nenhuma ação recomendada para minimizar a ocorrência de falhas. A ferramenta pode ser replicada na panificadora em outras oportunidades e terá como resultado a classificação dos modos potenciais de falha, podendo priorizar aqueles que comprometam a integridade ambiental e de segurança do operador. Basta que uma pessoa na panificadora seja treinada para aplicar a ferramenta.

Em relação às características da panificadora, uma dificuldade é que os funcionários do setor produtivo não possuem qualificação ou conhecimento suficiente para realizar consertos no maquinário, pois as manutenções corretivas são realizadas por uma empresa terceirizada contratada para isso, salvo algumas limpezas do maquinário. Outra parte da equipe que trabalha no setor de produção apresenta alta rotatividade, dificultando o processo de treinamento. Outro fato relevante é o uso de máquinas extras que operam caso alguma das máquinas principais e críticas venham a falhar. Em vista disso, os ajustes necessários para evitar a ocorrência de falha do maquinário operante são desconsiderados, pois haverá, na maioria dos casos, outra máquina para substituir sua operação.

Soma-se a isso o orçamento realizado para contratação do serviço de manutenção preventiva por uma empresa da cidade que ficou em torno de R\$1.100,00 mensais, sem reposição de peças. Entretanto, o proprietário da panificadora acredita que o valor mensal investido para a correção das falhas após sua ocorrência é menor do que o de uma manutenção preventiva. Sabe-se que essa percepção do proprietário não considera perdas como o desgaste do maquinário, espaço físico ocupado pelas máquinas extras, atraso na produção, horas extras, insatisfação da equipe de trabalho e riscos de segurança e/ou ambiental.

5 CONCLUSÃO

Em consequência do aumento da competitividade entre as empresas é necessário se diferenciar para poder se firmar no mercado, em vista disso, a gestão da manutenção tem sido adotada como uma importante aliada na gestão de seus ativos. Inserido nessa realidade o setor de panificação também visa aumentar sua vantagem competitiva e garantir seu espaço no mercado. Por esse motivo, o presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade de aplicação da Manutenção Centrada em Confiabilidade em panificadoras de Santa Maria/RS. O qual foi plenamente atendido por meio dos objetivos específicos.

Para identificar o nível de manutenção das panificadoras da cidade foram realizadas entrevistas com cinco panificadoras. As entrevistas apontaram que duas das cinco entrevistadas utilizam a manutenção corretiva terceirizada e as outras três utilizam a manutenção preventiva terceirizada. O nível de satisfação com a manutenção foi insatisfatório para as duas primeiras e satisfatória para as três últimas.

Para aplicar práticas da MCC numa empresa de panificação suas máquinas foram monitoradas por meio da coleta dos dados de falha realizada pelos funcionários. O aprofundamento do estudo e aplicação de práticas da MCC foi realizado na máquina apontada como crítica na empresa, a fatiadeira de pão. Dentre as ferramentas utilizadas para avaliar o rendimento da fatiadeira de pão estão a *FMEA* e árvore lógica de decisão. A aplicação da *FMEA* permitiu identificar os modos de falha e recomendar ações para evitar sua ocorrência e por meio da árvore lógica de decisão foi possível classificar e priorizar as falhas.

Os fatores críticos para o sucesso da aplicação da MCC em uma empresa de panificação relacionam-se, inicialmente, com a *FMEA* e a dificuldade na sua replicação devido à extensão de dados necessários para aplicá-la. Porém, a árvore lógica de decisão que foi de fácil aplicação, não indicou nenhuma ação para minimizar a ocorrência de falhas. Além disso, o proprietário da empresa acredita que o valor orçado para manutenções preventivas exceda o valor gasto com as corretivas, desconsiderando perdas vinculadas a ela, visto que o uso de máquinas extras permite a substituição das principais máquinas. Outra dificuldade está associada ao desconhecimento dos funcionários, sobre manutenção de equipamentos.

Sugere-se, para futuros trabalhos na área de manutenção aplicada à panificação, o desenvolvimento de pesquisas que avaliam o desempenho do maquinário antes e depois de serem aplicadas práticas da MCC. Além disso, sugere-se ampliar a amostra de pesquisa para possibilitar uma comparação mais consolidada entre panificadoras que utilizam manutenção corretiva e preventiva, difundindo o estudo entre as empresas do setor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (ABIP). **Performance do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2015**. Janeiro 2016. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/sobre-o-setor-2015/>>. Acesso em: 9 de maio de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5463**: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

CARVALHO, K. C. **Gestão das informações sobre o ambiente na pequena empresa: estudo comparativo de casos sobre o processo estratégico no setor de serviços (hoteleiro) da região de Brotas – SP**. 2004. 235 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2004.

CERVEIRA, D. S.; SELBITTO, M. A. Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC): análise quantitativa de um forno elétrico a indução. **Revista Produção Online**, v.15, p. 405-432. Florianópolis, SC, abr./jun. 2015.

COSTA, M. T. D.; RIBEIRO, E. A. O Método QFD aplicado na melhoria de processos de produção na panificação. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza, out. 2015. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: ABEPRO, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_210_247_27053.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2015.

DOHI, T.; ASHIOKA, A.; OSAKI, S.; KAIJO N. Optimizing the repair-time limit replacement schedule with discounting and imperfect repair. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.7, p.71-84, 2001.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FRASER, Kym; HVOLBY, Hans-Henrik; TSENG, Tzu-Liang. Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, p. 635 - 664, jan. 2015.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (FUNDIPAN). **Perfil do setor de panificação no Brasil**. Fev. 2009. Disponível em: <http://fundipan.org.br/pdf/2-Perfil-do-Sector-de-Panificacao-no-Brasil_2009.pdf>. Acesso em: 9 de junho de 2016.

GARG, A.; DESHMUKH, S. G. Maintenance Management: literature review and directions. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 12, p. 205-238, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia de pesquisa: um guia prático**. Bahia: Via Litterarum Editora, 2010.

LEONE, N. M. C. P. G. As especificidades das pequenas e médias empresas. **Revista de administração**, v. 34, p. 91-94. São Paulo, 1998.

NETO, L. S. M.; TAVARES, D. M. L. Aplicabilidade da MCC em uma empresa de mineração. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza, out. 2015. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: ABEPRO, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_224_28052.pdf>. Acesso em: 29 de abril de 2015.

OLARTE, W. C.; BOTERO, M. A.; CAÑON, B. A. Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción. **Scientia Et Technica**, v. XVI. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. 2010.

PASCHOAL, D. R. S.; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, R. D.; SCOVINO, P. F.; LEMOS, M. A. Disponibilidade e confiabilidade: aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. **Revista da Engenharia de Instalações no mar da FSMA**, n. 3, jan./jun. 2009.

POMORSKI, Thomas. **Total Productive Maintenance: concepts and literature review**. 2004. Disponível em: <<http://zoomin.idt.mdh.se/course/KPP202/HT2010/Le12ASn101012/Pomorski2004.pdf>>. Acesso em: 05 de junho de 2015.

POSSAMAI, R. J. **A implantação da metodologia TPM num equipamento piloto na Adria Alimentos do Brasil Ltda**. 173 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia. Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto alegre, 2002.

RAUSAND, M. Reliability centered maintenance. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 50, n. 60, p. 121-132, 1998.

SEELING, M. X. **Desenvolvimento de um sistema de gestão da manutenção em uma empresa de alimentos do Rio Grande do Sul**. 174 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

SILVA, H. L. **Estratégias na pequena e média indústria de panificação: um estudo de multi casos**. 186 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, L. R. T. D.; SEVERINO, M. R. Análise do papel estratégico da gestão de manutenção na indústria de mineração. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza, out. 2015. **Anais eletrônicos...** Fortaleza: ABEPRO, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_224_27847.pdf>. Acesso em: 6 de maio de 2016.

SITE NACIONAL DE EMPREGOS (SINE). **Média salarial de padeiro**. Jun. 2016. Disponível em: <<http://www.sine.com.br/media-salarial-para-padeiro>>. Acesso em: 9 de junho de 2016.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (SNA). **Desempenho do setor de panificação**. Mar. 2014. Disponível em: <<http://sna.agr.br/pesquisa-revela-o-desempenho-do-setor-de-panificacao/>>. Acesso em: 19 de maio de 2016.

SOUZA, V. C. D. **Organização e Gerência da Manutenção: planejamento, programação e controle da manutenção**. 4. ed. São Paulo: All Print Editora, 2011.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **TPM/MPT: manutenção produtiva total**. 5. ed. São Paulo: Instituto IMAN, 2013.



VENKATESH, J. **An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)**. 2007. Disponível em: <http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2016.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia. **PCM – Planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Quality Ed., 2006.

ZAIIONS, Douglas Roberto. **Consolidação da metodologia de manutenção centrada em confiabilidade em uma planta de celulose e papel**. 219 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

APÊNDICE A

ROTEIRO DE ENTREVISTA

	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA		
Nome da empresa: Endereço: Número de funcionários: Tempo de atuação:		
MCC: Manutenção Centrada em Confiabilidade (Reliability Centered Maintenance) Técnica que objetiva detectar todas as possíveis falhas de um equipamento e apresentar as possíveis medidas a serem tomadas para que se evite tal situação de erro.		
QUESTIONÁRIO GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA EMPRESA		
1. Que tipo de equipamentos a empresa tem/opera?		
2. Qual o número total de máquinas que a empresa possui? (por tipo)		
3. Quais as marcas das máquinas? (modelos)		
4. Existe algum equipamento que esteja parado/ estragado no momento?		
5. Qual o tempo médio necessário para o reparo das máquinas?		
6. Há sempre, pelo menos, um equipamento em manutenção?		
7. Qual a frequência de quebra/falha de cada máquina? (vida útil)		
8. Existe alguma máquina que falhe bem mais do que as outras? Cite quais.		
9. Qual é a causa destas falhas?		
10. Por que voce acredita que as máquinas falhem?		
10. É feita alguma ação para evitar as falhas? Cite quais.		
11. Quais as práticas adotadas pela empresa para aumentar a disponibilidade de máquinas?		
12. O conserto ocorre só quando quebra ou é realizado algum tipo de prevenção?		
14. Qual o nível de satisfação com a manutenção atual, interna e externa?		
15. Há pessoal específico para realizar a manutenção das máquinas? (Serviço interno ou terceirizado)		
16. Em que momento é realizada a manutenção?		
17. Caso a manutenção não seja realizada: Qual o motivo?		
18. A empresa possui manual das máquinas? As recomendações de manutenção descritas nele, são		
19. A frequência de falhas equivale ao que foi previsto pelo fabricante?		
20. Em média, qual o custo de manutenção atual? (direto e indireto)		

APÊNDICE B
FMEA DE PROCESSO

	OPERAÇÕES E/OU FUNÇÕES	MODO POTENCIAL DE FALHA	EFEITO POTENCIAL DE FALHA	SEVERIDADE	CLASSIFICAÇÃO	CAUSA POTENCIAL DE FALHA	OCCORRÊNCIA	CONTROLE DE PREVENÇÃO	CONTROLE DE DETECÇÃO	DETECÇÃO	RISCO	AÇÕES RECOMENDADAS
1	Ligar a fatiadeira na tomada	Fatiadeira não liga	Não há como fatiar pães	9	Função alterada	Falta de energia elétrica	2	-	Verificar o recebimento de energia	2	36	-
				9	Função alterada	Cabo de energia rompido	1	-	Inspeção visual da condição do cabo de energia	5	45	Manter o cabo enrolado organizadamente
				9	Função alterada	Flecha danificada	1	-	Inspeção visual	5	45	Inspeção visual e troca da peça danificada
2	Abrir a grade de segurança	Grade quebrada	Não há como fatiar pães	10	Segurança	Fadiga	1	-	Inspeção visual	1	10	Ajustar a grade e seus parafusos
		A grade não abre		10	Segurança	Pinos de fechamento da grade travados	5	-	Inspeção visual	2	100	Ajustar os parafusos dos pinos de fixação da grade
3	Introduzir o pão na horizontal	Não introduzir o pão na horizontal	Pão fatiado na posição errada	9	Uso	Falha do operador	2	-	Inspeção visual	2	36	Treinamento
4	Fechar a grade de segurança	Esquecer de fechar a grade	Fatiadeira não opera	9	Uso	Falha do operador	4	-	Inspeção visual	4	144	Treinamento
		A grade não fecha		9	Qualidade	Desgaste dos pinos de fechamento	8	-	Inspeção visual	6	432	Ajustar os parafusos dos pinos de fixação da grade
5	Ligar a máquina no botão	Botão não ligar	Fatiadeira não opera	9	Qualidade	Curto circuito interno	3	-	-	8	216	Inspeção pela empresa tercerizada
				9	Uso	Excesso de farelo de pão no botão	3	-	-	8	216	Lubrificação e limpeza
				9	Qualidade	Grade aberta	3	-	Inspeção visual	2	54	Treinamento
6	Aguardar sair o pão fatiado	Pão não sair fatiado na vertical	Pão fatiado na posição errada	9	Função alterada	Trepidação da máquina	9	-	Inspeção visual	8	648	Solicitar ao fabricante dispositivo de adaptação
		Fatias em espessuras diferentes		9	Função alterada	Quebra das lâminas de fatiar	7	-	Inspeção visual	5	315	Ajustar as lâminas
		Ruído excessivo	Poluição sonora	9	Uso	Parafusos soltos	6	-	Inspeção sonora	5	270	Ajustar os parafusos e realizar inspeção visual interna
				9	Uso	Não estar apoiada nos quatro pés	2	-	Inspeção visual	5	90	Fixar posição da máquina
				9	Uso	Farelo de pão preso na máquina	9	-	Inspeção visual e sonora	5	405	Aumentar frequência de limpeza do farelo
7	Desligar a máquina no botão	Esquecer de desligar a máquina	Superaquecer a máquina	9	Uso	Falha do operador	2	-	Inspeção visual	1	18	Treinamento
		O botão para desligar não funcionar	Ter que desligar direto na tomada	7	Uso	Excesso de farelo de pão no botão	2	-	Inspeção visual	2	28	Lubrificação e limpeza
				7	Função alterada	Botão de emergência travado/acionado	4	-	Posicionar o destrave puxado para cima	4	112	Inspeção pela empresa tercerizada
8	RETIRAR DA TOMADA	Esquecer de tirar da tomada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-