



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

Elaboração de um plano de manutenção de uma cervejaria artesanal localizada no interior do Rio Grande do Norte

Arlei Olímpio Gomes da Silva

Departamento de Engenharias - Ufersa

Dianna Déborah de Souza Cavalcante

Departamento de Engenharias - Ufersa

Letícia Carla Souza de Araújo

Departamento de Engenharias - Ufersa

Matheus Fábio do Nascimento Araújo

Departamento de Engenharias – Ufersa

Luciana Torres Correia de Mello

Departamento de Engenharias - Ufersa

Resumo: Em muitas instalações industriais para bebidas podem-se observar algumas deficiências que podem acarretar em problemas relacionados com a segurança dos usuários até graves problemas de qualidade do produto. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo propor um plano de manutenção, por meio do método Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA). A pesquisa foi coordenada de natureza aplicada, objetivo de caráter descritivo, abordagem quantitativa e como estudo de caso. A empresa do ramo de Cervejaria Artesanal se localiza na cidade de Caicó, Rio grande do Norte, atua no ramo desde 2019 sendo compostos por três funcionários, todos ligados diretamente à produção. Com o cálculo do Número de Prioridade de Risco (NPR) através da aplicação da FMEA, pode-se identificar que o equipamento que requer maior atenção e prioridade com relação a alguma intervenção é máquina de envase, a qual pode acarretar perda de líquido e de CO₂ por meio de vazamentos existentes nas mangueiras. O uso da ferramenta FMEA na realização deste trabalho proporcionou um melhor entendimento da mesma. Com isso, pode-se dizer que o objetivo inicial foi atingido ao identificar os principais fatores que podem gerar problemas e erros nos equipamentos abrangendo o processo de produção da cerveja artesanal.

Palavras-chave: Plano de manutenção, Cervejaria, FMEA, NPR.

Elaboration of a maintenance plan for an artisanal brewery located in the interior of Rio Grande do Norte

Abstract: In many industrial installations for beverages, deficiencies can be observed that can lead to problems related to the safety of users, even serious problems of product quality. In this way, the present work aims to propose a maintenance plan, through the Effects Analysis and

Failure Modes (FMEA) method. The research was coordinated of an applied nature, exploratory objective, quantitative approach and as a case study. The company of the branch of Cervejaria Artesanal is located in the city of Caicó, Rio Grande do Norte, has been in the business since 2019 and is composed of three employees, all directly linked to production. With the calculation of the Risk Priority Number (RPN) through the application of FMEA, it can be identified that the equipment that requires greater attention and priority in relation to any intervention is a filling machine, which can cause loss of liquid and CO₂ through leaks in the hoses. The use of the FMEA tool in carrying out this work provided a better understanding of the same. With that, it can be said that the initial objective was achieved by identifying the main factors that can cause problems and errors in the equipment covering the craft beer production process.

Keywords: Maintenance plan, Brewery, FMEA, RPN.

1. Introdução

Devido ao desenvolvimento acelerado da tecnologia, várias empresas substituíram uma produção que era caracterizada como artesanal para uma produção mais industrializada frente à automação. Essa substituição se deu pela necessidade de equipamentos mais sofisticados, de alta produtividade, e maior disponibilidade. Com isso, percebe-se que existe uma necessidade de implementar ações que busquem auxiliar na gestão e instalação dos ativos para que os mesmos estejam alinhados com os objetivos estratégicos da empresa e garantir competitividade no mercado.

Um elemento de grande importância para que as empresas consigam atingir uma alta competitividade é um planejamento de manutenção, que representa um diferencial capaz de aumentar a qualidade na linha de produção como também garante segurança da empresa no que diz respeito ao número de acidentes causados por falhas mecânicas operacionais (ALMEIDA, 2018).

Pode-se dizer que a manutenção é vista como uma ferramenta estratégica para o crescimento de uma organização. Segundo Helmann (2006), as tarefas de manutenção buscam proporcionar confiabilidade e disponibilidade dos processos de produção, com o intuito de evitar falhas e possíveis deteriorações por meio da preservação do equipamento.

Levando em consideração esses pontos se faz necessário a presença de um planejamento de manutenção correto para que toda montagem e instalações dos equipamentos sejam feitas corretamente para não comprometer principalmente a estabilidade da cerveja (REINOLD, 2012).

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo propor um plano de manutenção, por meio do método Análise de Efeitos e Modos de Falha (FMEA) em uma cervejaria artesanal localizada na cidade de Caicó no Rio Grande do Norte.

2. Fundamentação teórica

2.1 Gestão da Manutenção

Para Kardec e Nascif (2009, p.28), a manutenção é o ato de manter ou uma forma de 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 ideais. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, pela norma TB-116, manutenção é o conjunto de ações para que um item seja conservado ou restaurado de modo a permanecer com uma condição desejada. A NBR-5462 traz uma revisão do termo como sendo uma combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinada a manter ou realocar um componente em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida (ABNT,

2004).

A manutenção consegue atingir níveis mais ágeis e eficazes, predominantemente mais direcionado para que haja um foco no controle e prevenção de falhas com o intuito de trazer resultados em termo de aumento da confiabilidade e disponibilidade de máquinas e equipamentos. Nesse contexto, Gregório (2018) afirma que existem um consenso e algumas variações em torno dos seguintes tipos de manutenção: manutenção com enfoque nos aspectos preventivos, ou seja, executada em datas predefinidas; manutenção com elementos conservativos, ou seja, através de indicadores busca identificar e acompanhar a evolução de um respectivo defeito; manutenção com objetivo corretivos da atividade, ou seja, age após a ocorrência da falha; e manutenção voltada ao treinamento dos operadores para realizar a manutenção.

2.2. Manutenção e Confiabilidade: A ferramenta FMEA

Conforme Pinto e Xavier (2007), FMEA é uma ferramenta que visa evitar paradas nos equipamentos, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorrem dentro do sistema de produção ou projeto do produto. O objetivo da ferramenta é detectar as falhas e as causas raízes do processo para que haja uma intervenção de manutenção a fim de solucionar o problema.

Slack (2002) afirma que o processo de priorização de falhas é realizado por meio do cálculo do Número de Prioridade de Risco (NPR) composto pelos elementos de S - severidade (consequência da falha para o cliente externo e interno), O - ocorrência (frequência da falha) e D - detecção (quão difícil detectar a ocorrência da falha). Para construir o FMEA são necessárias algumas etapas básicas, tais como: determinar os modos de falhas; determinar os efeitos para cada falha; identificar as possíveis falhas; identificar os meios de controle de falha; analisar os dados e atribuir os valores para S, O e D; cálculo do NPR; determinações de ações recomendadas para reduzir os níveis de NPR e programar as ações recomendadas e documentar.

Segundo Capaldo, Grerrero e Rozenfeld (1999), por se tratar de uma metodologia muito usada, alguns casos de aplicação já se tornaram bastante característicos como: para diminuir a probabilidade da ocorrência das falhas, para diminuir a probabilidade de falhas potenciais, para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos e para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos.

3. Método da pesquisa

3.1 Caracterização da Pesquisa

A pesquisa foi coordenada conforme os objetivos, natureza, abordagem e procedimentos como ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Classificação estrutural da metodologia



Fonte: A autoria própria (2020)

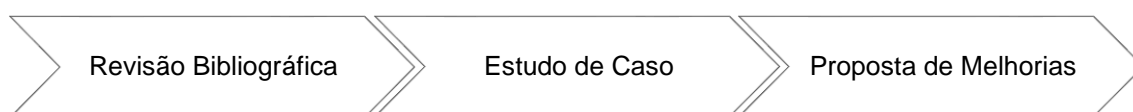
A pesquisa classifica-se como sendo de natureza aplicada, que segundo Gil (2017), tem a finalidade de identificar e solucionar problemas na esfera das sociedades, colaborando para o desenvolvimento do conhecimento científico e, ainda recomendar novas demandas a serem estudadas. Com relação aos objetivos, a pesquisa se classifica como descritiva, que segundo Malhotra (2005), tem como intuito examinar problemas ou determinada situação, para proporcionar conhecimento e compreensão, contribuído com suposições.

A abordagem qualitativa, segundo Malhotra (2005), possibilita pesquisar com poucas ideias esboçadas, que adequa uma melhor visão e compreensão da situação do problema. Com relação aos procedimentos classifica-se como estudo de caso que, segundo Gil (2017), é um estudo aprofundado e cansativo de um ou poucos acontecimentos, que permite um grande detalhadamente das informações.

3.2. Etapas da Pesquisa

A presente pesquisa foi desenvolvida em 03 etapas, como é apresentado na Figura 2. Na primeira etapa, a revisão bibliográfica sobre o tema, na segunda etapa foram realizadas entrevista com à empresa selecionada para o levantamento e análise dos dados e, na terceira etapa foi realizado o desenvolvimento de propostas de melhorias com base nas técnicas de engenharia de manutenção.

Figura 2 – Etapas da pesquisa



Fonte: A autoria própria (2020)

A coleta de dados aconteceu em julho de 2019. Por meio de uma entrevista por vídeo conferencia com o proprietário, foi possível o reconhecimento do processo de fabricação com foco na manutenção através de imagem das maquinas e equipamentos no local de produção. Posteriormente, foi iniciado o detalhamento mais profundo com relação à importância do funcionamento dos equipamentos de acordo com a manutenção e o seu grau de dependência das atividades.

Para a organização desses dados, foram feitas planilhas utilizando o *software Microsoft Excel*, versão 2019. Para a construção do Fluxograma utilizado a plataforma Canva de design gráfico. Além disso, foi utilizado um aparelho celular Xiaomi, Redmi 7, com resolução aceitável de 12 *Megapixels*, para registrar as fotografias dos equipamentos e maquinas no local de produção.

4. Estudo de caso

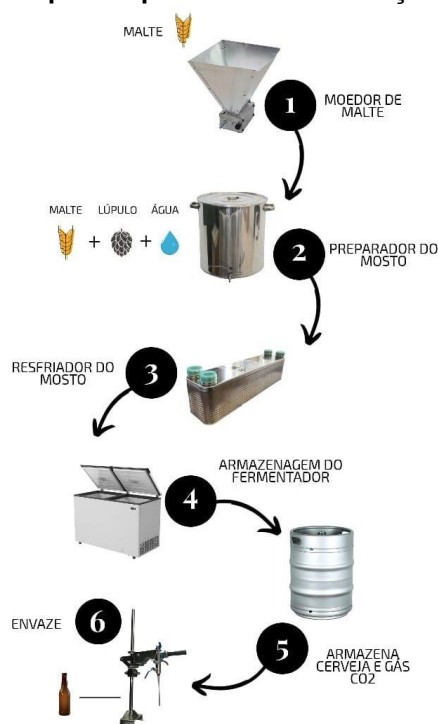
4.1 Segmento de mercado

O crescimento da atividade cervejeira no Brasil vem avançando de forma sustentada nos últimos anos e os números de registro de cervejarias e de cerveja, que o anuário da cerveja de 2019 traz, confirma essa tendência. O ano de 2019 firmou-se com o aumento do mercado cervejeiro, contando com mais de 1.000 estabelecimentos legais. Em terceiro lugar no *ranking* dos maiores fabricantes mundial, com 13,3 bilhões de litros produzidos, atrás, apenas, da China (46 bilhões) e dos Estados Unidos da América (22,1 bilhões). De forma geral a indústria levantou R\$ 77 bilhões em faturamento, correspondente a 2% do PIB e 14% da indústria. Sua contribuição é de R\$ 25 bilhões em impostos. Tendo em vista esse cenário de forte desenvolvimento e competitividade, as indústrias cervejeiras procuram ser cada vez mais potentes no ganho de resultados e crescimento no mercado (FONTANTINI, 2018).

4.2. Caracterização da empresa

A empresa do ramo de Cervejaria Artesanal se localiza na cidade de Caicó, Rio grande do Norte, atua no ramo desde 2019 sendo composta por três funcionários, todos ligados diretamente a produção. Para o progresso do trabalho faz-se necessário uma breve descrição do objeto de estudo e, as etapas de produção são ilustradas conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Etapas do processo de fabricação da cerveja



Fonte: Aatoria própria (2020)

A Etapa 1, moedor, é composto pela furadeira que é utilizada para girar os rolos contidas nela, é utilizado para moer o malte que será utilizada para produzir a cerveja, não depende de nenhuma tarefa e é feita por duas pessoas com um tempo de 25 minutos. Para uma produção de 120 litros de cerveja é necessário 35 kg de malte.

Para a produção é necessário limpar o moedor, verificar se os rolos e as furadeiras estão funcionando normalmente, e assim, começa o funcionamento da etapa de moagem. O malte é jogado em forma de semente para que seja moído e tenha mais facilidade de ter seus nutrientes coletados pela água, posteriormente é ligada a furadeira que faz os rolos girarem e moer o malte que é colocado em um tambor para ser jogado na panela.

A Etapa 2, preparador de mosto, é composta por termômetro, bazooka, fogão, bomba, mangueiras e a torneira. A sua finalidade é de mosturar e ferver o mosto cervejeiro. Esta atividade é dependente da primeira etapa do moedor, é necessário ter a competência em observar o tempo corretamente dos processos e manusear bem as mangueiras e bombas de forma correta. Duas pessoas são responsáveis por esta etapa que contém os materiais necessários como: água malte e lúpulo. No total tem duração de 3 horas e 20 minutos.

Primeiramente é feito a higienização das panelas, com a bomba de alta pressão de água e detergente neutro, posteriormente é fechado às torneiras e também observado se há vazamentos na panela, em seguida é colocado a bazooka que será usada para a filtração do mosto cervejeiro, é verificado também o funcionamento das bombas que irá puxar o mosto para a etapa de fervura. Após esses processos já está pronto para ser feita as etapas de mostura e fervura. A etapa de mosturação ocorre quando a temperatura da água está em 73°C, com isso é adicionado o malte moído e deixado em repouso por uma hora, após esse repouso o mosto é filtrado e lavado com água na mesma temperatura e colocado em outra panela por meio de mangueiras e bomba, quando terminado o processo de lavagem, é esperado que o mosto já filtrado chegasse à temperatura de 100°C e a partir desse momento é adicionado o lúpulo e contado uma hora até o fim da fervura.

Para a Etapa 3, envolvendo o trocador de calor de placa, são necessários os componentes: bomba 1, bomba 2, fermentador e mangueiras. Sua função é resfriar o mosto para que ele diminua sua temperatura de 100°C para 30°C. É necessárias duas pessoas, o material da etapa das panelas mais levedura para a fermentação e a duração média de 35 minutos.

Na etapa do resfriamento do mosto, é feito a higienização do trocador de placas utilizando água a 100°C e ácido peracético, posteriormente é ligado as duas bombas, uma para sugar o mosto e passar por dentro do trocador de calor e a outra bomba para sugar a água da caixa para passar por dentro do trocador de placas, após isso é observado se não há nenhum tipo de vazamento e se está totalmente vedado para que não ocorra perda de mosto cervejeiro. No processo dentro do trocador de calor a água passa mais rápido dentro do trocador do que o mosto, com isso há uma troca de calor e o mosto sai em uma temperatura ideal de 30°C direto para o fermentador que será colocado em um freezer.

Para a Etapa 4, do freezer, é necessário um fermentador e o controlador como componentes para que a temperatura sempre esteja sempre no número adequado, sua finalidade é a fermentação do mosto. Esta atividade depende da etapa do trocador de calor e a competência essencial é observar sempre a temperatura para que continue ideal, é preciso apenas uma pessoa e o material necessário é o mosto, a duração desta

etapa é de 12 dias.

Na etapa do resfriamento do mosto, é feito a higienização do trocador de placas utilizando água a 100°C e ácido peracético, posteriormente é ligado as duas bombas, uma para sugar o mosto e passar por dentro do trocador de calor e a outra bomba para sugar a água da caixa para passar por dentro do trocador de placas, após isso é observado se não há nenhum tipo de vazamento e se está totalmente vedado para que não ocorra perda de mosto cervejeiro. No processo dentro do trocador de calor a água passa mais rápido dentro do trocador do que o mosto, com isso há uma troca de calor e o mosto sai em uma temperatura ideal de 30°C direto para o fermentador que será colocado em um freezer.

Neste momento, Etapa 5, dá início ao armazenamento e carbonização, por meio de barris e componentes como: cilindro de CO₂, manômetro, chave extratora e mangueiras. É necessário o bom manuseio do cilindro de CO₂ e das conexões acoplados também a chave extratora, os materiais são os da etapa do freezer mais a cerveja que é oriunda do mosto fermentado. A duração é de 20 minutos e a produção é de 120 litros de cerveja.

Para esta etapa é necessário observar o pleno funcionamento do cilindro de CO₂ e fazer a instalação das mangueiras juntamente com a chave extratora, porém, paralelamente a esta atividade, a cerveja está sendo colocada dentro dos Barris que já foram higienizados com ácido peracético e álcool, após o barril chegar no volume adequado, é fechado e vedado, para que possa colocar a chave extratora e dar início a etapa de carbonatação, nesta etapa é feita a injeção de gás com pressão de 1,5 kg durante 25 minutos. Após a carbonatação a cerveja é armazenada em freezers para que possa ser engarrafada ou para estoque de emergência.

Após todos os passos anteriores, ocorre o envase nas garrafas, com uma duração de 10 min para que se montem todos os equipamentos e encha a primeira garra, o tempo de produção de uma garrafa até tampá-la, é de 1 minuto, sem contar o tempo de montar os equipamentos. Os componentes são: barril, chave extratora, cilindro de CO₂, garrafas, mangueiras e o arrolhador. São necessárias duas pessoas e os materiais são garrafa e a tampa, os mesmos devem saber manusear os pinos e verificar a pressão do cilindro.

Para o processo de engarrafar, é necessário o equipamento adequado, contando três entradas: uma para entrar CO₂ vinda do cilindro, outra para entrar cerveja vinda do barril e a outra entrada para sair o ar de dentro da garrafa. Esta máquina é devidamente higienizada antes de dar início ao processo, é verificado também o funcionamento dos cilindros juntamente com a chave extratora, com isso a chave extratora é acoplada ao barril e assim começa a etapa de envase. Primeiro a garrafa é colocada no bico e totalmente vedada, em seguida é colocado CO₂ dentro e expelido para que saia junto com o oxigênio ali presente, depois, a saída é fechada e a de entrada de CO₂ é aberta de novo até que a garrafa esteja completa de CO₂ e é fechada de novo, em seguida é aberta a chave que está ligada ao barril de cerveja, posteriormente é aberta a saída de ar para que à medida que o ar saia, o espaço liberado por ele é completado pela cerveja, fazendo assim um envase na contrapressão. Após a garrafa está na medida ideal, vai para o arrolhador onde será tampada e pronta para armazenamento e distribuição.

4.3. Manutenção atual

A cervejaria atualmente trabalha com uma manutenção corretiva, ou seja, a manutenção é efetuada após a ocorrência de uma pane no processo de produção. A manutenção de quase todos os equipamentos é feita pelos próprios funcionários que usam do seu conhecimento técnico e experiência no ramo já que ambos são ligados diretamente a produção e também por na maioria das vezes serem apenas problemas fáceis de serem

consertados, com exceção do freezer que a manutenção é feita por um profissional da área que dependendo da falha a manutenção é realizada no campo ou realizada fora do local de utilização do equipamento. Com relação à manutenção dos outros equipamentos (moedor, painéis, trocador de placa, barril e máquina de envase) a empresa busca sempre ter peças sobressalentes para reposição no equipamento em caso de falha já que o reparo é feito dentro da própria empresa pelos funcionários. O problema se encontra no controle da manutenção e desses materiais já que não usam nenhum registro quanto à data de realização da intervenção, material usado e o responsável técnico (funcionário) com relação à manutenção feita para ter uma previsão mais acertada do tempo necessário para realização de uma próxima manutenção. Essa decisão é feita com base na experiência já que os mesmos não usam o manual como uma forma de auxílio na manutenção. Além da experiência, um fator que é considerado de grande importância para a empresa em detectar a necessidade de uma manutenção no equipamento é uma rápida inspeção feita nos equipamentos antes de iniciar a produção para saber se está tudo certo no sistema, por exemplo: verificar se os freezers estão refrigerando adequadamente conforme o controlador, arrochar as válvulas (torneira e termômetro) da panela pra não ocorrer vazamento, higienização do trocador de placas pra não contaminar o mosto, verificação do engate da máquina de envase e verificação do funcionamento do manômetro do cilindro de CO2 para obter a medida exata da pressão. Com isso, a intervenção é realizada conforme as necessidades que são vistas e percebidas pelos funcionários a olho nu ou até mesmo por uma monitoração subjetiva, como algum item desgastado, folgado, barulho na máquina, entre outros.

5. Discussão e propostas de melhorias

De acordo com os dados e informações coletadas da cervejaria, pode-se dizer que é necessário à realização de uma análise mais acertada e controlada com relação à intervenção nos equipamentos, já que usam uma metodologia incerta baseada apenas no que se pode observar no dia a dia da produção. A partir disto foi realizada uma classificação dos equipamentos (não disponibilizado nesse trabalho em virtude da limitação de páginas) quanto a sua importância para o sistema e a partir daí traçar possíveis problemas ao uso dos mesmos, prejudicando a parada na produção, erros nas etapas de produção e conseqüentemente falhas no produto. Vale salientar que dos seis equipamentos presentes no sistema, apenas um é de classe A (trocador de placas), ou seja, em caso de parada o processo produtivo é interrompido. Por esse motivo realizou-se a análise para todos os equipamentos do sistema. Partindo desse pressuposto, foi aplicada a ferramenta de Análise de Efeitos e Modo de falha (FMEA), com o intuito de identificar qual equipamento causa maior impacto na qualidade, confiabilidade do produto e execução do processo produtivo, como demonstra o Quadro 1.

Quadro 1 - FMEA do processo produtivo

FMEA – Processo produtivo cerveja artesanal							
Equipamentos	Quant.	Modo de falha	Efeito(s) Potencial(s) de Falha(s)	O	S	D	NPR
Moedor	1	Quebra do rolo	Inutilização do equipamento, pois não há possibilidade de moagem	3	1	7	21

		Defeito na furadeira	Ineficiência do equipamento, pois não consegue uma moagem adequada	2	1	5	10
Preparador do mosto	3	Vazamento das válvulas	Derramamento do mosto e comprometimento da produção	7	2	5	70
		Furo na panela	Comprometimento do equipamento e inutilização	2	1	6	12
Trocador de calor de placas	1	Falta de higienização	Contaminação do mosto e dificuldade de remoção das sujeiras internas do equipamento	1	7	9	63
Freezer	3	Não resfriar	Má fermentação com utilização de temperaturas não ideais	2	2	5	20
		Não ligar	Perda de todo o mosto devido a não ter local para ocorrer fermentação	4	2	4	32
Barril	10	Quebra da válvula de abertura	Comprometimento da cerveja, pois não há vedação e acarreta no vazamento do CO2 injetado	2	4	3	24
Máquina de envase	1	Quebra do engate rápido	Impossibilidade de envase devido a vazamentos	1	3	3	9
		Vazamento das mangueiras	Perda de líquido e de CO2	5	3	5	75

Fonte: Autoria própria (2020)

Neste Quadro 1 foram atribuídas notas, estas notas foram dadas de acordo com a visão de um dos funcionários da cervejaria, quanto a ocorrência (O) da falha, a severidade (S) da falha comprometer o sistema de produção da cerveja e o nível de detecção (D). As notas dadas foram a partir da escala de 1, baixa a possibilidade, até 10, para maior possibilidade. Com isso foram calculadas o Número de Prioridade de Risco (NPR), pode-se identificar que o equipamento que requer maior atenção e prioridade com relação a alguma intervenção é máquina de envase, a qual pode acarretar perda de líquido e de CO2 por meio de vazamentos existentes nas mangueiras.

Com estas análises pode-se sugerir uma melhoria com base nas recomendações do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA) e também do Conselho Regional de Química (CRQ), a higienização constante dos equipamentos com ácido peracético e álcool 70°C sempre antes e após as produções de cerveja. Outro ponto importante é observar o estado em que se encontram as mangueiras e fazer uma troca rotineira, tomando como base a coloração das mangueiras e vendo a elasticidade da mesma, visto que estão contidas em todos os processos, sempre atuando na ligação entre cilindro CO2, barril, painéis, bombas, trocador de calor até chegar ao envase nas garrafas. É de extrema importância ter mangueiras estocadas para fazer uma manutenção corretiva, evitando gargalos e perda de matéria prima durante a produção. Para o vazamento de válvulas, que foi outro ponto crítico detectado na máquina de envase, é necessário arrosar sempre ambas antes de ocorrer à produção, para que não

ocorra derramamento do mosto, aplicando assim uma manutenção preventiva. Além dessas medidas de melhorias, é interessante o cuidado com alguns indicadores de manutenção para controlar melhor as atividades de manutenção e garantir um melhor desempenho do negócio, confiabilidade e disponibilidade do equipamento. A disponibilidade operacional é um indicador importante para que a cervejaria possa estar ciente o quanto o seu sistema se encontra disponível para uso quando acionado para realização das atividades; como também analisar a frequência que as falhas estão ocorrendo e a partir disso traçar um plano para melhor prevenir a existência da falha que pode comprometer o sistema; satisfação do cliente já que é um segmento que trabalha com uma produção caseira é interessante receber esses feedbacks para saber se a empresa está trabalhando conforme planejado; outro indicador importante é analisar os custos com manutenção já que são eles mesmos que realizam a manutenção da maior parte dos equipamentos, se a compra dos próprios itens está sendo viável ou não para empresa. Fazendo uma análise mais técnica com relação a cada equipamento e indicadores que podem auxiliar no monitoramento de cada um deles para detecção de falhas é mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Indicadores de desempenho

Equipamento	Indicador
Moedor	Velocidade de moagem
Panelas	Eficiência de fervura
Trocador de placas	Velocidade de resfriamento
Freezer	Temperatura baixa e constante
Barril	Vedação
Máquina de envase	Garrafa envazadas/minuto

Fonte: Autoria própria (2020)

Feito todo levantamento e aplicação da ferramenta FMEA para análise dos possíveis modos de falhas para cada equipamento, a próxima etapa é apresentar o plano de manutenção com base na falha de maior risco para o sistema. O Quadro 3 mostra uma proposta de um plano de manutenção preventivo para a máquina de envase para minimizar falhas recorrentes ao vazamento das mangueiras.

Quadro 3 – Plano de Manutenção Preventivo

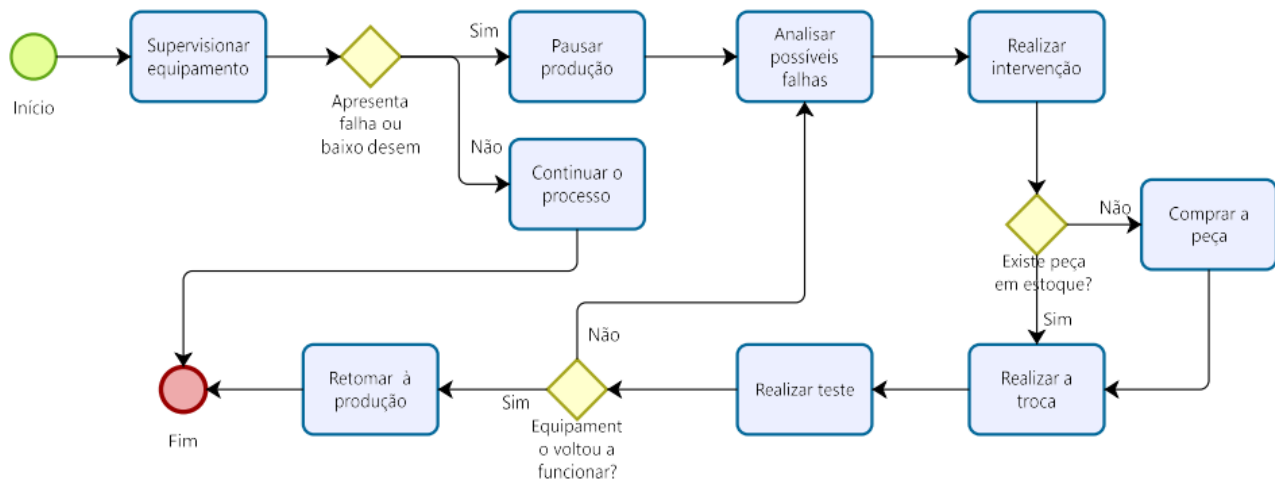
Nº	Equipamento/ações	Medidas a tomar se necessárias	Periodicidade em dias						Inspeção higiênica
			15	30	45	60	75	Outro	
	Máquina de envase								
1	Verificar a perda de líquido e de CO2	Fazer acompanhamento do manômetro	x	x	x	x	x		x
2	Observar se ocorre vazamento da válvula	Arrochar as válvulas	x	x	x	x	x		

Fonte: Autoria Própria (2020)

A primeira coluna diz respeito ao número de ações que podem ser realizadas no equipamento em questão. Logo em seguida vem à descrição do equipamento acompanhado das ações que podem ser implementadas e, para cada ação, uma medida necessária. Dando continuidade ao plano, foi abordada a periodicidade dessas ações em dias, até dois meses e meio especificamente, a opção “outros” está em aberto para se caso for preciso uma quantidade de dias diferente do que tem destacado. Por fim, foi levantada a importância de gerar uma coluna para a necessidade de inspeção higiênica do equipamento.

Para execução de forma adequada e de modo que possa garantir bons resultados a partir dessa proposta do plano de manutenção se faz necessário seguir alguns passos para melhor entender o sistema e realizar as intervenções de forma mais acertada. A Figura 4, mostra algumas etapas para implementação desse plano.

Figura 4– Passo a passo para seguir um plano de manutenção



Fonte: Autoria Própria (2020)

No plano algumas principais investigações são realizadas (indicados pelo símbolo losango): falha ou baixo desempenho; estoque de peça para reposição; funcionamento do equipamento.

6. Conclusão

Na literatura estudada é possível perceber que existe um consenso e algumas variações em torno dos seguintes tipos de manutenção: corretiva, preventiva, preditiva e produtiva. Com isso, não se pode afirmar que existe uma manutenção mais correta, pois o uso específico de um tipo de manutenção vai de acordo com as necessidades e contexto na qual a empresa se encontra inserido (GREGÓRIO, 2018). Tomando isso como base e levando em consideração as fábricas de cervejas artesanais, a manutenção ideal é a preditiva, pois usa das tarefas de manutenção preventiva para tentar prever a proximidade da ocorrência da falha, ou seja, visa determinar o tempo correto da intervenção.

O uso da ferramenta FMEA na realização deste trabalho proporcionou um melhor entendimento da mesma. Com isso, pode-se dizer que o objetivo inicial foi atingido ao identificar os principais fatores que podem gerar problemas e erros nos equipamentos abrangendo o processo de produção da cerveja artesanal, a partir desta análise pode-se maximizar o desempenho dos equipamentos e conseqüentemente uma maior produtividade.

A união dos dois órgãos, MAPA e CRQ, responsável por todas as instruções e recomendações sanitárias e uso adequado de todo maquinário com a aplicação da FMEA, pode proporcionar para a cervejaria uma maior confiabilidade e controle mais adequado na máquina de envase, já que a mesma ocasiona um maior risco para a produção, realizando um melhor uso e assim servindo de exemplo para os outros equipamentos.

No desenvolvimento do trabalho algumas dificuldades se fizeram presentes, como a falta de registros de informações com relação à manutenção nos equipamentos, datas de

manutenções realizadas nos equipamentos, falta de manual para auxiliar na utilização dos equipamentos e recomendações de manutenções.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CAPALDO, D.; GUERRERO, V. e ROZENFELD, H. 1999. **FMEA (Failure Model and Effect Analysis)**. Disponível em: http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/FMEAv2.html> Acesso em: 18 Jul 2020.

DE ALMEIDA, P. S. **Manutenção Mecânica Industrial–Conceitos básicos e Tecnologia Aplicada**. Editora Saraiva, 2018.

FONTANTINI, Ricieri. **IMPLEMENTAÇÃO DE PLANOS DE MANUTENÇÃO PARA UMA LINHA DE ENVASAMENTO EM UMA CERVEJARIA DOS CAMPOS GERAIS (PR. 2018. 1 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. l.], 2018.**

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa, 6ª edição. São Paulo: Grupo GEN, 2017. 9788597012934.** Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/>. Acesso em: 15 Jul 2020.

GREGÓRIO, G. F. P.; SANTOS, D. F.; PRATA, A. B. **Engenharia de manutenção**. Porto Alegre: SAGAH, 2018.

HELMANN, K. S. **Ponderação sobre os critérios considerados para suportar a tomada de decisão quanto ao momento de se efetuar a manutenção preventiva em processos industriais**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26.,2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ABEPRO, 2006.

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

MALHOTRA, Naresh K; ROCHA, Ismael; LAUDISIO, Maria Cecília Et Al. **Introdução à pesquisa de Marketing**. São Paulo: Pearson, 2005. 428p. ISBN: 9788587918772.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA. **Anuário da cerveja: 2019**. Brasília/DF.

PINTO, Alan Kardec e XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark. Ed. 2007.

REINOLD, M. R.,; **Importância de uma instalação industrial correta**. 2012. Disponível em: < <https://www.cervesia.com.br/artigos-tecnicos/tecnicos/instalacoes/instalacao-fabril/849-a-importancia-de-uma-instalacao-industrial-correta.html>> . Acessado em: 07 Jul 2020.

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. São Paulos: Atlas, 2002.