

PREPARAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DA TPM COM FOCO NA MANUTENÇÃO PREVENTIVA E AUTONOMA PARA UMA MICROCERVEJARIA

PREPARATION FOR THE IMPLEMENTATION OF THE TPM WITH A FOCUS ON PREVENTIVE AND AUTONOMOUS MAINTENANCE FOR A MICRO BREWERY

MAURÍCIO GORAYEB NETO
ANDERSON LACERDA RODRIGUES

Resumo

O presente trabalho foi executado para fornecer uma proposta de plano de manutenção para uma cervejaria de pequeno porte, elaborado em cima de uma cervejaria da cidade de Maringá, usando como base os maquinários presentes na mesma, pode dar suporte para qualquer cervejaria que possui o mesmo maquinário ou semelhantes. Utilizando de questionários para levantamento dos componentes a serem listados como necessidade de manutenção e a matriz GUT para priorizar equipamentos e componentes que devem receber a manutenção, assim possibilitando uma estratégia na forma que deve ser conduzida a manutenção preventiva e quando necessário corretiva. O plano engloba Manutenção Preventiva, Corretiva e Autônoma, a última destinada para tanques de fermentação e maturação, esses que necessitam de cuidados diários. Com a elaboração de fichas para cada manutenção a fim de auxiliar e facilitar na realização das manutenções, e visa minimizar paradas, perdas e tempo no processo e tem como objetivo manter o máximo de aproveitamento e qualidade do produto em todo seu processo, mantendo a eficiência do processo em máxima. Ainda possibilitando coleta de dados que futuramente pode mostrar como a manutenção se desenvolveu e criar um histórico para cada equipamento levantando suas falhas, problemas e tempo de manutenção e entre manutenções.

Palavras-chave: *manutenção; micro cervejaria; maquinários.*

Abstract

The present work was carried out to provide a maintenance plan proposal for a small-sized brewery, elaborated for o a brewery in the city of Maringá, using as its base the machinery contained inside it and that can provide support to any brewery which possesses the same or similar machinery. Using a questionnaire to consider the components to be listed as maintenance need and the GUT matrix to prioritize equipment and components that should receive maintenance, this way making it possible a strategy in the way that this preventive maintenance must be conducted and if necessary carrying out corrective maintenance. The plan is consisted of preventive, corrective and autonomous maintenance, the last one being destined to

fermentation and maturation tanks which need daily care. With the elaboration of spreadsheets for each maintenance in order to help and make it easier the maintenance execution and the aim of minimizing stops, losses and process time and having as a goal to maintain the best performance and product quality in the whole process, keeping process efficiency to a maximum. Still the data collection makes it possible, in the future, to show how maintenance was developed and create equipment history for each piece gathering its flaws, problems and maintenance time between maintenances.

Key-words: *maintenance; microbrewery; machinery.*

1. Introdução

A cerveja é a bebida alcoólica mais antiga produzida pelo homem, é proveniente da fermentação de cereais, mais comum a cevada, e hoje se encaixa como a terceira bebida mais popular do mundo (STANDAGE, 2005).

Segundo Lima e Melo Filho (2016), com a revolução industrial, as fábricas de cerveja ficam cada vez maiores na Europa, produzindo cada vez mais em regiões como Alemanha, Inglaterra e Bélgica. Já no Brasil, a produção de cerveja concentrada em 3 grandes empresas, que já estão em grande escala de produção. Com o aumento da concorrência, é exigido que a fábrica tenha um rendimento alto para ter seu espaço no mercado, já que o mesmo tem grandes companhias, aumentando o padrão exigido pelos clientes. Desta forma, o departamento de manutenção possui grande importância no funcionamento de uma indústria, pois não adianta ter um alto volume de produção se os equipamentos não têm a manutenção adequada (RIBEIRO, 2003).

Com o aumento da tecnologia na fabricação cervejeira e a evolução do maquinário, surgiram falhas e defeitos na produção e componentes, assim havendo a necessidade de implementar a gestão da manutenção nessa área (DICKEL, 2015).

Em busca de ajudar uma pequena cervejaria a solucionar e resolver os problemas que são comuns em relação a equipamentos e processos, manter os equipamentos em perfeitas condições e evitar paradas não planejadas e falhas que atrapalhem a produção, o presente trabalho tem a finalidade de gerar uma proposta de plano de manutenção para uma micro cervejaria para minimizar atrasos na produção e aumentar a qualidade do produto final. O mesmo se propõe a englobar a manutenção preventiva, corretiva e autônoma, tornando a empresa competitiva se comparada a outras micro cervejarias com equipamentos e porte semelhantes à organização do enfoque deste estudo.

O estudo será realizado em uma cervejaria de pequeno porte situada na cidade de Maringá, observando a necessidade da mesma de manter seus equipamentos em melhor estado e com a máxima disponibilidade fabril. O maquinário presente é novo, com pouco tempo de uso e apresentando poucas falhas de fabricação, e não trabalha em capacidade máxima.

Observado a ocorrência de falhas e defeitos na produção, parte do maquinário não estava trabalhando com seu melhor desempenho e assim se verificou a necessidade de um plano de manutenção.

A pesquisa está caracterizada como pesquisa aplicada, por gerar conhecimentos que serão usados na aplicação prática para a solução de problemáticas reais. O estudo fará análises e interpretações de processos com seus maquinários ou componentes para, desta forma, melhorar seus resultados.

O trabalho é, ainda, caracterizado como um estudo de caso, dando enfoque em um plano de manutenção preventiva, discorrendo sobre a efetividade das análises realizadas e definindo processos e procedimentos que evitem falhas futuras da linha de produção.

Para isto, a metodologia seguida fez a caracterização da empresa e de seu processo produtivo, em seguida utilizando o questionário para levantar todos os componentes e a periodicidade de manutenção junto aos fornecedores dos equipamentos. Após a coleta destes dados, a priorização dos componentes foi feita utilizando a Matriz GUT e, por fim, foi feita a proposta de implementação de ferramentas de manutenção, analisando seus resultados futuros na redução do tempo de parada e do custo com manutenção.

2. Referencial teórico

2.1. Cerveja

A cerveja é uma bebida fermentada que é obtida através da fermentação de um mosto proveniente da mostura e cozimento de malte de cevada com adição de lúpulo e adjuntos (o denominado mosto). A fermentação é obtida usando leveduras ou também fermento do tipo *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces uvarum*. Há também a possibilidade de usar outras famílias de leveduras na fabricação da cerveja, porém se colocam em uma categoria experimental que ainda não está definida e homologada pelos órgãos que são responsáveis pelos padrões de fabricação e qualidade. A levedura cervejeira não deve ser considerada como

matéria-prima na fabricação, uma vez que a mesma é utilizada apenas como agente de transformação bioquímica dos ingredientes usados na fabricação da cerveja, através da fermentação alcoólica (BOAN e COLLINI, 2015).

O grão de cevada maltado é a matéria-prima principal no processo de fabricação de cerveja. Pelo fato da cevada ser considerada o melhor cereal devido a ter um alto teor de amido, existência de importantes enzimas que já são existentes no grão e a importância de sua casca para o processo de filtração, sendo que todas estas características são de extrema importância para a produção de cervejas. Boan e Collini (2015) afirmam que os adjuntos que são utilizados em cervejarias são um suplemento ao malte de cevada. Esses adjuntos são utilizados por serem mais baratos que o malte, por terem maior facilidade de manuseio além de poderem aumentar a capacidade de produção com o seu uso. Já o lúpulo é o responsável por acrescentar o amargor para a cerveja. Geralmente, se adicionam dois tipos de lúpulo: o lúpulo de amargor e o lúpulo aromático.

2.2. Manutenção Preventiva

De acordo com Xenos (2004), a manutenção preventiva, quando feita periodicamente, precisa ser a atividade principal de manutenção nas empresas. É considerada o coração das atividades de manutenção, sendo constituída por algumas tarefas sistemáticas como inspeções, reformas e trocas de peças ou componentes. Se comparada com a manutenção corretiva em relação ao custo de manutenção, é mais cara por haver a troca de componentes ou peças antes da parada total do maquinário, tornando sua substituição mais frequente.

Ainda segundo Xenos (2004), a frequência das falhas diminui e a disponibilidade dos maquinários aumenta, o que diminui também as paradas inesperadas na produção. Assim, se considerar o custo total de manutenção, na maioria das situações a manutenção preventiva acaba sendo mais barata se comparada à manutenção corretiva, pelo fato do maior domínio das paradas.

A manutenção preventiva é feita em um certo intervalo de tempo que, com base em estudos, análises e conhecimentos provenientes de dados de especialistas ou até mesmo fornecedores, levanta componentes que devem ser verificados em um intervalo de tempo determinado para certificar o melhor funcionamento do equipamento onde a manutenção é aplicada (LUCATELLI, 1998).

Segundo Belmonte (2005), a manutenção preventiva consiste em atuações que geram a redução de falhas, ajudando a evitá-las e aumentando o desempenho do maquinário ou componente, seguindo um plano feito em com base em intervalos de tempo definidos. Quando realizada de maneira periódica, é denominada programada, e quando o tempo é reduzido e com prioridades, é denominada de rotina.

2.3. Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é usada para colocar um equipamento em uso novamente, com a parada parcial ou total dos equipamentos, são realizadas ações de reparo ou assistências que façam que o equipamento volte a realizar suas operações normalmente. É a forma de manutenção mais antiga, espera que o equipamento pare, ou perca sua função para ser aplicada, normalmente inesperada (LUCATELLI, 1998).

Segundo Belmonte (2005), a manutenção corretiva é dedicada à correção de falhas quando estas já ocorreram, o que acarreta na paralização do processo. Não é a manutenção mais indicada exatamente por atuar após a falha já ter acontecido, o que gera altos custos.

2.4. Manutenção Autônoma

De acordo com Xenos (2004), a manutenção autônoma é uma maneira simples de envolver os operadores dos maquinários nas atividades de manutenção por meio da limpeza, lubrificação e inspeções visuais. Com a implantação da manutenção autônoma, ocorre a motivação dos operadores para relatar, o mais rápido possível, quaisquer anomalias nos maquinários. Devem ser observados ruídos, vibrações, odores e temperatura, permitindo que a manutenção atue antes das falhas ocorrerem.

Como definição, temos que a manutenção autônoma é formada por ações tomadas pelos próprios operadores a fim de prevalecer e maximizar a vida dos equipamentos da fábrica que são operados por eles, usando de colocar ideias da importância que a manutenção tem no processo como um todo. Assim é atribuído a responsabilidade de uma certa manutenção do maquinário, principalmente a básica, aquela que pode ser realizada rapidamente junto à produção, aos operadores desse mesmo maquinário, assim ocorreria menos paradas na produção por manutenção corretiva (SALTORATO, 1999).

2.5. Manutenção Produtiva Total (TPM)

Segundo Ribeiro (2003), TPM é uma sigla proveniente do inglês *Total Productive Maintenance* que, traduzindo, significa Manutenção Produtiva Total. Um conjunto de atividades que serve para garantir e melhorar o desempenho e a produtividade dos equipamentos de uma determinada fábrica.

Ribeiro (2003) também diz que TPM é reconhecido como uma forma de gestão que consegue buscar a diminuição de perdas, garantindo uma evolução da estrutura empresarial pelo aperfeiçoamento das pessoas envolvidas com a manutenção e a melhora do meio de produção, assim garantindo a qualidade do produto final.

A letra T, de *Total*, trabalha no sentido de “eficiência global”, que tem como objetivo a constituição de uma estrutura empresarial que vise a máxima eficiência do sistema de produção. “Total” também no sentido de “ciclo total de vida útil do sistema de produção”, ou seja, criar no próprio local de trabalho mecanismo para prevenir as diversas perdas, atingindo “zero defeito, zero acidente e zero quebra” e “Total” no sentido de “todos os departamentos”, ou seja, contar com a participação de todos, desde a alta administração, até os operários de primeira linha (RIBEIRO, 2003).

Ainda segundo Ribeiro (2003), a letra P, de *Productive* (Produtiva), significa a busca do limite máximo da eficiência do sistema de produção, atingindo zero acidente, zero defeito e zero quebra/falha, ou seja, a eliminação de todos os tipos de perdas. Em outras palavras, não significa simplesmente a busca da produtividade, mas alcançar a verdadeira eficiência por meio do zero acidente e zero defeito.

Por fim, a letra M, de *Maintenance* (Manutenção), significa manutenção no sentido amplo, considerando-se o ciclo total de vida útil do sistema de produção, e define a manutenção que tem o enfoque no sistema de produção de processo único na fábrica e no sistema administrativo de produção. Manutenção do sistema de administração da produção significa a preservação deste sistema em sua condição ideal, mediante a formação contínua de uma estrutura empresarial capaz de sobreviver aos novos tempos, por meio de uma busca constante do limite de eficiência, num esforço para se adequar às mudanças da conjuntura (RIBEIRO, 2003).

2.6. Ficha de Manutenção

As fichas de manutenção são guias de como realizar e como se seguir a manutenção. Para cada tipo de manutenção existe um tipo de ficha a ser utilizada, que também podem servir de histórico de manutenção, sendo útil para o levantamento de dados de manutenções passadas (MOREIRA, 2010).

Na manutenção as fichas são usadas também como forma de controle, registrando os componentes que apresentaram falhas, o que foi utilizado na manutenção, quanto tempo foi gasto e quem a realizou. Para cada tipo de manutenção, também há um tipo diferente de ficha (MORO; AURAS, 2007).

A ficha de manutenção corretiva, ainda segundo Moro e Auras (2007) é um meio de documentar o que foi feito no maquinário durante a manutenção, anotando as peças que foram utilizadas e substituídas, os problemas encontrados, o responsável pela manutenção, e o horário de início e término da manutenção. Essa ficha é arquivada após a realização da manutenção corretiva, para levantamento de dados e é feito o histórico do maquinário que foi realizado.

A ficha de manutenção preventiva contém uma relação de todos os componentes do maquinário, um *check list* que é preenchido no dia pré-determinado que será realizada a manutenção, as datas que será feita a manutenção preventiva e as informações do maquinário. Para cada maquinário há uma ficha individual de manutenção preventiva e, caso for observada a necessidade de reparo ou manutenção corretiva, o mantenedor a realizará (MORO; AURAS, 2007).

A Ficha de manutenção Autônoma também contém o *check list* que deve ser preenchido todos os dias antes do início do turno pelo operador, esse tipo de manutenção é caracterizado pela proximidade do operador com o maquinário visto que deve ser observado diariamente os pontos e componentes listados para a manutenção autônoma (DUNETZ, 2014).

2.7. Treinamentos

Segundo Takahashi (1993), o conhecimento do maquinário no ato da sua instalação pelo engenheiro é de grande importância, e a manutenção do equipamento deve ser conhecida pelos mantenedores. Os treinamentos podem ser uma das formas de repassar estas informações, pois têm o objetivo de disseminar os conhecimentos específicos relacionados ao maquinário e das formas de manutenção para todos os envolvidos, inclusive o operador que está em contato direto

com a máquina, que deve se tornar capaz de tomar os cuidados básicos e ser apto a realizar pequenas manutenções.

Com o treinamento e a aptidão adquirida, é possível fazer com que os colaboradores se interessem pela manutenção e a enxerguem como necessária, os envolvendo cada vez mais e possibilitando que eles mesmos aprendam cada vez mais sobre o maquinário. Desta forma, até mesmo o operador do nível hierárquico mais baixo se torna capaz de realizar a manutenção espontânea e autônoma (TAKAHASHI, 1993).

2.8. Questionário

De acordo com Moresi (2003) questionários são perguntas ordenadas que devem ser respondidas pelo informante. O questionário deve ser objetivo, limitado em extensão e estar acompanhado de instruções. Tais instruções devem esclarecer o que o entrevistador deseja saber com as informações, ressaltar a importância da colaboração do informante e facilitar o preenchimento. As perguntas contidas no questionário podem ser de formas variadas, abertas do tipo “Qual é a sua opinião? ”; fechadas: duas escolhas: sim ou não; de múltiplas escolhas: fechadas com uma série de respostas possíveis. Existem algumas recomendações para a montagem do questionário. Entre elas destacam-se: - o questionário deverá ser construído em blocos temáticos obedecendo a uma ordem lógica na elaboração das perguntas; - a redação das perguntas deverá ser feita em linguagem compreensível ao informante. A linguagem deverá ser acessível ao entendimento da média da população estudada. As perguntas devem ser formuladas de forma que o entrevistado não tenha dúvida do que se trata sem interferir na resposta do mesmo, cada pergunta deverá focar apenas uma questão para ser analisada pelo informante; - o questionário deverá conter apenas as perguntas relacionadas aos objetivos da pesquisa. Devem ser evitadas perguntas que, de antemão, já se sabe que não serão respondidas com honestidade.

Segundo Amaro (2005) um questionário é uma ferramenta usada para recolher informações proveniente das respostas de um grupo de entrevistados para fim de pesquisa. Para desenvolver o questionário, coloca-se uma série de questões que abrangem um tema de interesse para os investigadores, assim levantando informações pertinentes para o estudo e seu desenvolvimento. São extremamente útil quando um pesquisador pretende recolher informação sobre um determinado tema. Assim, através da aplicação de um questionário a um público-alvo constituído, de especialistas, é possível recolher informações que permitam conhecer melhor as informações que são de interesse para o trabalho. Estes podem ser de natureza social,

econômica, familiar, profissional, relativos às suas opiniões, à atitude em relação a opções ou a questões humanas e sociais, às suas expectativas, ao seu nível de conhecimentos ou de consciência de um acontecimento ou de um problema, etc.

2.9. Matriz Gravidade-Urgência-Tendência (GUT)

A matriz GUT trata-se de uma ferramenta para conseguir estabelecer prioridades na execução de atividades de certa importância. Usando o princípio que leva em consideração a gravidade, urgência e tendência, levanta a prioridade na hora de realizar a manutenção e estratégia que deve ser tomada. Gravidade é relacionada a quantidade e tamanho do dano que a falha ou problema pode causar se não for tomada as ações; já a urgência é relacionada ao tempo que o dano pode aumentar ou causar a falha; tendência é a relação do tamanho que a falha ou problema pode tomar se não for realizada a ação imediatamente (FADANNI, 2013).

Para a comparação, ainda segundo Fadanni (2013), cada item ou componente recebe uma pontuação de 1 a 5 após análise de especialistas, assim obtendo grau de cada critério. Grau de gravidade, a pontuação leva em consideração a gravidade ou impacto que o problema pode representar; Grau de urgência é obtido pelo tempo de deve ser tomada a ação perante ao problema; Grau de tendência, analisa o que pode acontecer se caso a ação não for realizada, se o problema pode aumentar, se permanece e também o prazo que pode piorar.

Assim a matriz GUT traz como vantagem a facilidade e rapidez na obtenção de resultados e levantar a prioridade de ações. Pode estabelecer os critérios para uma avaliação mais específica do problema que pode causar danos e saber como procede a evolução do problema (FADANNI, 2013).

2.10. Gráfico de Pareto

Gráfico de Pareto se caracteriza como uma técnica para analisar causas, desenvolvido por Juran segundo os princípios do economista Vilfredo Pareto, que afirmou que somente uma pequena parte da população detém a maior parte da renda da sociedade. No entanto, Juran levou o gráfico e seus princípios para a área da qualidade, trabalhando com foco em causas e efeitos. O gráfico consiste em uma linha horizontal, onde os componentes de estudos são associados diretamente a uma escala com valores colocados em uma linha vertical, uma escala de valores que pode ser apresentada em diversas unidades. Unindo os pontos obtidos, observa-se a curva

que torna possível a identificação do ponto crítico de causa, assim ajudando na tomada de decisão. Com o gráfico é possível visualizar as causas, frequência e gravidade, assim identificando problemas e a ordem de ação pra solução (OLIVEIRA; ALLORA; SAKAMOTO, 2005).

3. Desenvolvimento

3.1. Caracterização da empresa e do processo produtivo

A empresa que está sendo usada como base para o desenvolvimento do plano de manutenção é uma cervejaria de pequeno porte especializada em cervejas artesanais com conceito novo de consumo local de um produto de alto valor agregado, localizada na cidade de Maringá, tem como necessidade a maior qualidade do seu produto, visto que usa matéria prima importada e de extrema qualidade para poder chegar no alto valor proposto.

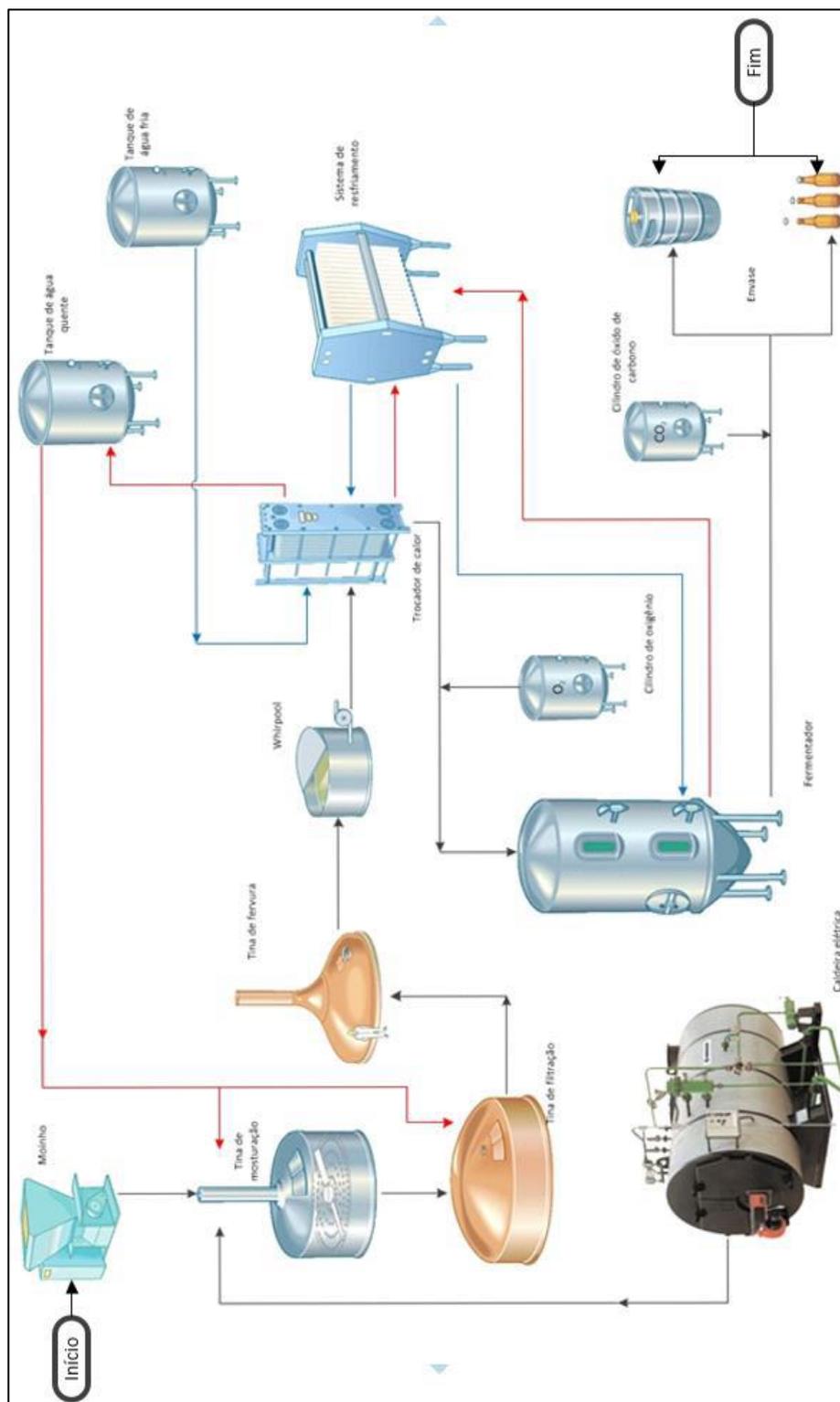
Mesmo com o objetivo de um consumo local, devido a procura externa, existe a comercialização do produto para fora da cidade, em diferentes cidades e estados. Esse fato só foi possível pois a empresa ganhou prêmios importantes dentro das principais competições cervejeiras do país. Assim expandindo o reconhecimento da marca pelos consumidores externos.

A linha de produtos é vasta, sempre mantendo aproximadamente 15 cervejas em pronta entrega e consumo local, a venda e estoque é feita em recipientes (barris) de aço inox, capazes de manter a pressão adequada para a cerveja, com volumes de 30, 20 e 10 litros, a cerveja é comercializada em forma de chope, já que não recebe o tratamento térmico de conservação, assim diminuindo a validade do produto.

A empresa possui um quadro pequeno de colaboradores, sendo os proprietários da cervejaria um diretor financeiro, um diretor comercial e um cervejeiro, além de um auxiliar de produção e um estagiário, os três últimos responsáveis pela produção, controle, operações, limpeza e manutenção da planta de maquinário da fábrica.

Quanto ao processo produtivo, a Figura 1 representa o fluxograma do processo da cervejaria em estudo.

Figura 1: Fluxograma do processo produtivo.



Fonte: Cervejaria em estudo.

Antes do início do processo os grãos devem ser moídos de forma que o amido presente no seu interior seja exposto sem que ocorra a grande quebra da casca, pois a mesma irá ajudar e compor a cama de grãos na filtração do mosto para a clarificação do mesmo.

O processo inicia-se com a mosturação: onde ocorre a quebra do amido em partículas de açúcares menores que serão utilizados pelas leveduras para gerar álcool e CO². A quebra do amido é feita por enzimas como amilase e protease (que decompõe proteínas presentes) já presentes nos grãos de cevada malteados, que são ativadas pela alta de temperatura gradualmente das rampas de mostura a que são submetidas. (PALMER, 2006).

Logo em seguida, ocorre a clarificação. É normalmente a recirculação do líquido passando por uma cama de grãos, ou leito filtrante, onde as partículas sólidas são retidas, deixando o mosto claro. A segunda parte deste processo é a lavagem dessa cama de grãos, recuperando, assim, parte do extrato que ficou retido no leito e aproveitando o máximo do processo.

A partir disto é feita a fervura, que tem como principal objetivo conferir estabilidade biológica e bioquímica ao mosto. Dentro desta etapa, acontece o desenvolvimento de cor, aroma e sabor, além do aumento da concentração do mosto. Durante a fervura, a parte microbiana, presente no mosto, que resistiu ao processo de mosturação e filtragem, é degradada, assim como as substâncias que são extraídas do lúpulo durante essa fase que contribuem para a esterilização do mosto (PALMER, 2006).

Terminada a fervura, ocorre a remoção do *trub* grosso. Utilizando a técnica de *whirpool*, que consiste no movimento do mosto em sentido anti-horário para gerar a concentração do *trub* no fundo e no centro da tina. Após o movimento, o mosto descansa por aproximadamente 20 minutos para que as partículas decantem e para que ocorra a extração de óleos do lúpulo. Após esta etapa, o mosto é resfriado e enviado para os tanques de fermentação e maturação (PALMER, 2006).

Em seguida, ainda segundo Palmer (2006), ocorre a fermentação, onde a levedura irá consumir os açúcares obtidos na mosturação, transformando eles em álcool e CO², componentes da cerveja. Este processo tem uma duração que varia para cada estilo de cerveja, e a variação de temperatura depende de cada levedura, as leveduras do tipo lager tem a fermentação desenvolvida em temperaturas baixas entre 8°C e 15°C, já as leveduras do tipo ale tem a fermentação em temperaturas mais altas entre 19°C e 25°C.

Após a fermentação, a cerveja passa pela fase de maturação, que se trata do descanso que o líquido necessita para adquirir aromas e melhorias no paladar da cerveja. Terminada a fermentação, ocorre o processo de carbonatação. Feito por contrapressão de CO² injetado no

tanque de fermentação e maturação, eleva-se a pressão interna para forçar o líquido a absorver o gás e criar as bolhas (PALMER, 2006).

Por fim, segundo o autor, ocorre o envase. Esse processo é feito de forma manual e consiste em transferir o líquido para barris de inox por diferença de pressão interna, utilizando um engate de rosca no tanque e um engate próprio para barris na outra extremidade.

3.2. Aplicação do questionário

Na construção do questionário, foram elaboradas questões para os responsáveis por setores, fornecedores de equipamentos e assistência técnica, a fim de levantar os maquinários e principais componentes que necessitavam manutenção. Desta forma, com a lista de componentes, foi possível utilizar tais informações qualitativas para realizar uma priorização quantitativa na próxima etapa do estudo, assim quando o plano for utilizado futuramente em outras cervejarias é necessário a aplicação do questionário caso o maquinário for diferente ou com outra proporção. O questionário aplicado aos conhecedores e especialistas foi estabelecido na seguinte estrutura:

- a) Qual é o maquinário em questão?
- b) Quais componentes devem ter maior cuidado neste maquinário?
- c) Qual o tempo médio de manutenção?
- d) Qual o tempo médio entre as manutenções?
- e) Há necessidade de técnico especializado?
- f) A manutenção pode ser feita por conta própria (interna)?
- g) Como é feita a manutenção (processo)?
- h) Qual o passo a passo de cada manutenção?
- i) Quais ferramentas são necessárias para a realização da manutenção?
- j) Qual cuidado específico deve ser tomado para realização da manutenção (pontos críticos e de segurança do trabalhador)?
- k) Qual o valor de cada componente?
- l) O fornecedor tem o componente para pronta entrega?
- m) Onde é possível adquirir o componente?
- n) Qual o contato de uma assistência especializada mais próxima?
- o) O maquinário está na garantia?
- p) Existem atualizações do maquinário?

Foram entrevistados 15 especialistas ao todo, de forma presencial, coletando o máximo de informações possível de cada maquinário. Em média, foram questionados dois especialistas por maquinário listado.

3.3. Priorização dos componentes

Com os resultados do questionário aplicado, foi necessária a priorização dos maquinários para identificar quais necessitavam de manutenção preventiva. Para tal, foi preenchida uma Matriz GUT para transformar os dados qualitativos em quantitativos, conforme representado pela Figura 2.

Figura 2: Matriz GUT para priorização dos maquinários.

GERAL				
Equipamento	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
MOINHO	3	2	2	12
LAVADORA	1	2	1	2
GERADOR DE VAPOR	5	5	5	125
COMPRESSOR	3	5	2	30
TANQUE DE FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO	4	5	5	100

Fonte: Autoria própria.

A pontuação dada na matriz GUT foi feita com base no questionário aplicado com especialistas de cada maquinário e as informações foram retiradas dos questionários, revelando quais maquinários são vitais para a produção e quais podem ser executados manualmente.

Assim, foi observado que a Lavadora de Barris, mesmo sendo de grande importância e responsável por redução de tempo e mão de obra no processo, pode ser substituída pelo método de sanitização de barris manual, assim recebendo uma pontuação baixa.

Já o moinho, mesmo sendo vital para o processo, é um maquinário mais simples e robusto, com menor chance de falhas e problemas, apresentando maior durabilidade e menor necessidade de manutenção com urgência, por isso a baixa pontuação.

O compressor, responsável pelo acionamento de saídas de líquidos das tinas, é um maquinário que, se fora de funcionamento, pode parar ou cancelar uma produção. Por outro lado, sua manutenção é fácil e com tempo entre falhas grande.

O tanque de fermentação e maturação, por sua vez, tem a necessidade de alcançar a taxa zero de falhas visto que é vital para o processo. Qualquer vazamento, seja de líquido ou de CO²,

pode comprometer um lote de produto final, o que fez com que tivesse uma pontuação elevada na matriz GUT e a necessidade de atenção diária.

No caso do Gerador de Vapor, além de ser vital para o abastecimento de calor para a produção, a manutenção leva maior tempo e tem uma complexidade para o mantenedor, assim levando a pontuação máxima na matriz.

Também foi elaborada uma outra Matriz GUT por maquinários, conforme apresentado na Figura 3, para priorizar os componentes dentro de cada equipamento, sempre com base no que foi levantado no questionário junto aos especialistas.

Usando o mesmo princípio da matriz GUT feita com os maquinários, o questionário foi um pouco mais a fundo e levantou cada componente de cada maquinário, visto que o questionário levantou a diferença em suas manutenções.

O moinho, mesmo tendo sido relatado com simples compreensão e como sendo robusto, necessitando de menor número de manutenções, possui as ações diferentes para componentes. A regulagem é a parte mais simples, porém mais demorada para ser realizada e a durabilidade desta manutenção é grande ao longo tempo. Já a limpeza pode causar contaminação ao produto, por isso a necessidade de mais atenção.

Observando o caso da lavadora de barris, levanta-se a diferença entre as pontuações em seus componentes. Porém, é observado o caso de verificação de ciclo, a elevada pontuação deve-se ao fato de que, se estiver com um ciclo anormal ou fora de padrão, podem ocorrer resquícios de produtos sanificantes dentro dos barris, contaminando o produto final e gerando perdas.

Figura 3: Matriz GUT por maquinário para priorização de componentes.

MOINHO				
Componente	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Regulagem	3	2	2	12
Limpeza	2	3	4	24
Balança	3	3	2	18
LAVADORA				
Componente	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Aperto do Pistão	2	1	3	6
Verificação de Ciclo	4	5	5	100
Limpeza das Caixas	2	1	1	2
Teste de Soda no Peracético	3	3	3	27
Troca do cilindro de CO²	3	3	3	27

GERADOR				
Componente	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Filtro de água	3	3	2	18
Filtro Purgador	3	3	3	27
Válvula da Bomba	4	4	3	48
Válvula de Retenção	3	3	3	27
Queimador	5	5	5	125
Correia	3	2	2	12
COMPRESSOR				
Componente	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Filtro de Ar	2	1	2	4
Troca de Óleo	3	2	2	12
Válvula Lateral	4	4	2	32
TANQUES				
Componente	Gravidade	Urgência	Tendência	Prioridade
Airlock	2	2	2	8
Válvula Superior	2	2	2	8
Régua	4	4	3	48
Saca Amostra	4	4	5	80
Entrada de CO²	2	2	2	8
Válvula sprayball	2	2	2	6
Válvula Média	5	5	5	125
Válvula Inferior	5	5	5	125
Escotilha	5	5	5	125

Fonte: Autoria própria.

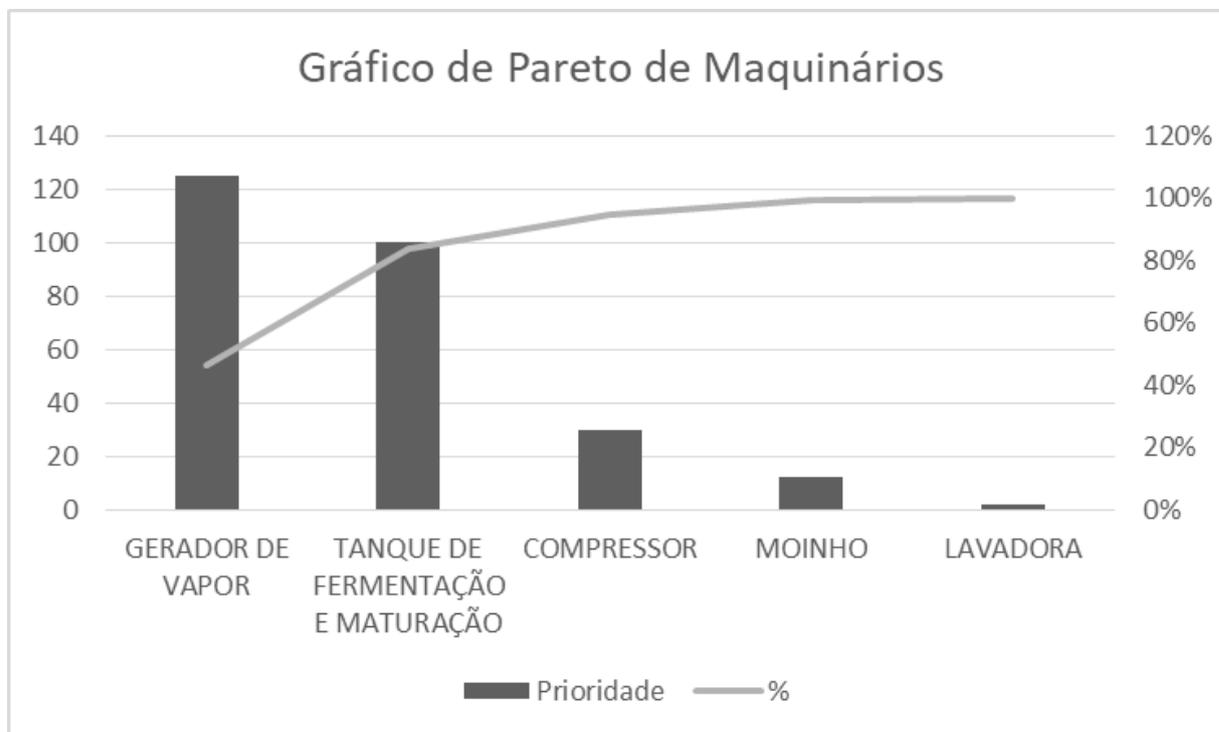
O gerador, como maquinário que merece maior atenção, mostra componentes fortes e duráveis em sua maioria, mas exige atenção e paradas na produção, visto que o único componente frágil, o queimador, é de difícil acesso e responsável por parada total do maquinário.

Mesmo sendo vital para a produção, o compressor se caracteriza pela fácil manutenção e com períodos entre as manutenções muito distantes. O único componente que apresenta uma certa dificuldade é a válvula lateral, pelo fato de exigir ferramentas únicas para fazer a manutenção da mesma.

Para o levantamento dos componentes do Tanque de fermentação e maturação, foram observados os pontos de vazamento de líquido e CO₂, tornando crítica sua manutenção e com frequência diária. Foi atribuída a maior pontuação aos componentes que geram vazamentos de líquidos, pois a perda de produto é instantânea. Já onde ocorre o vazamento de CO₂, a ação pode ser feita sem a retirada do produto do tanque, porém mostra o risco de contaminação.

Após a elaboração das matrizes, os resultados foram compilados em Gráficos de Pareto para tornar a priorização mais visual, conforme representado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4: Gráfico de Pareto de Prioridade de Maquinários (GUT)



Fonte: Autoria própria.

Assim, foi constatado que o gerador de vapor deve ser prioridade caso aconteça mais de uma manutenção no dia ou, em caso de falhas, visto que é o equipamento que gera a parada da produção e sua manutenção é de grande dificuldade com exigência de tempo para ser realizada e, no caso de levar tempo para a realização da manutenção, pode gerar danos ao maquinário e a necessidade de assistência técnica especializada, assim obtendo custos extras com o mesmo.

Observa-se também a necessidade de uma manutenção autônoma diária nos tanques de fermentação e maturação, visto que qualquer vazamento pode colocar um lote inteiro de produto final em risco, e desta forma é o maquinário com segunda prioridade na manutenção, mesmo enquadrado em uma outra forma de manutenção.

Em terceiro é colocado o compressor, com uma manutenção mais simples e temporal, não há necessidade de urgência em sua manutenção, assim colocado com menor prioridade em dias que é observado o choque entre manutenções.

O moinho, entre os maquinários vitais para a produção, é o que tem a maior flexibilidade de tempo entre a regulagem e manutenção, mesmo que a regulagem não esteja em dia a

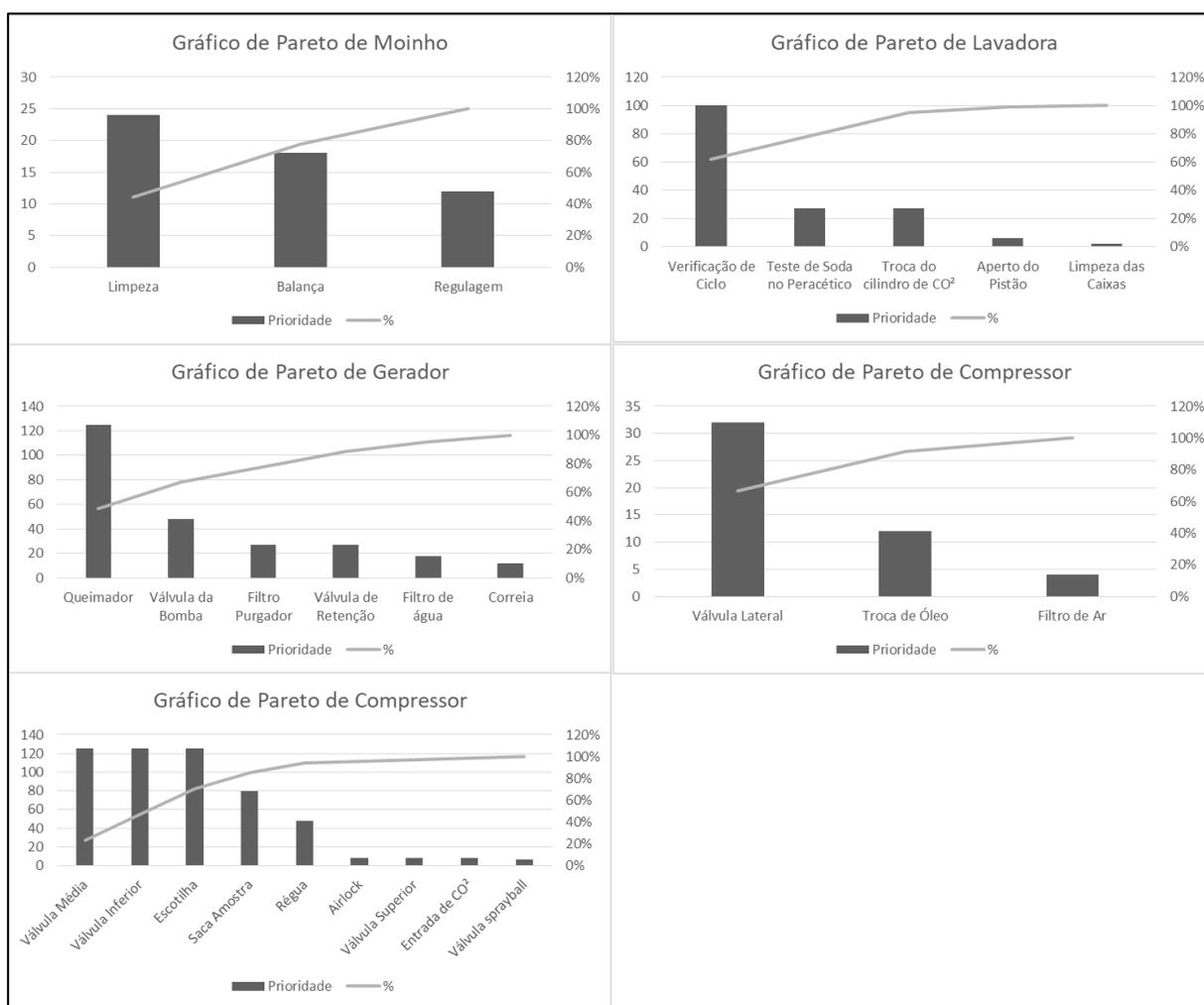
produção não é afetada, o único resultado é a diminuição da eficiência da produção, gerando produto de menor qualidade final.

A lavadora, como pode ser substituída por trabalho manual, em último caso, leva o último lugar em prioridade visto que não é necessariamente vital para o processo, porém é uma forma de ganhar tempo e diminuir esforços e mão de obra, e em caso de manutenção não a necessidade de especialistas visto que o domínio do maquinário é de fácil acesso.

Com o levantamento na matriz GUT, foi feita a estratégia de manutenção, a forma que são realizadas as ações de manutenção em cada situação diária, e o levantamento de datas entre as manutenções se torna mais fácil por priorizar os equipamentos vitais para o processo.

Também feito um Gráfico de Pareto para identificar visualmente os componentes mais importantes dentro de cada equipamento, como observado na Figura 5.

Figura 5: Gráficos de Pareto de componentes por maquinário.



Fonte: Autoria própria.

Assim, os maquinários e componentes priorizados foram:

- Gerador de vapor, com os componentes como queimador, válvula da bomba e filtro purgador como prioridades;
- Tanque de fermentação e maturação, com os componentes escotilha, válvula inferior e válvula média como prioridades;
- Compressor, com os componentes válvula lateral, óleo e filtro de ar como prioridades.

3.4. Criação de ferramentas de manutenção

A partir das priorizações realizadas, foram restabelecidos os planos de ação para a melhoria da gestão da manutenção da micro cervejaria, buscando propor um modelo com ferramentas que sejam usuais não só para a empresa em estudo, como para o cenário do segmento como um todo. Assim, foram propostas ferramentas de manutenção do tipo preventiva, corretiva e autônoma.

3.4.1. Ferramentas de manutenção preventiva

Utilizando os intervalos de tempo entre manutenções, coletados no questionário aplicado, foi elaborado um quadro em forma de calendário (Apêndice H) contendo a data de todas as manutenções a serem feitas, facilitando que o mantenedor, ao olhar para o mesmo, saiba quais atividades de manutenção preventiva deve realizar no dia.

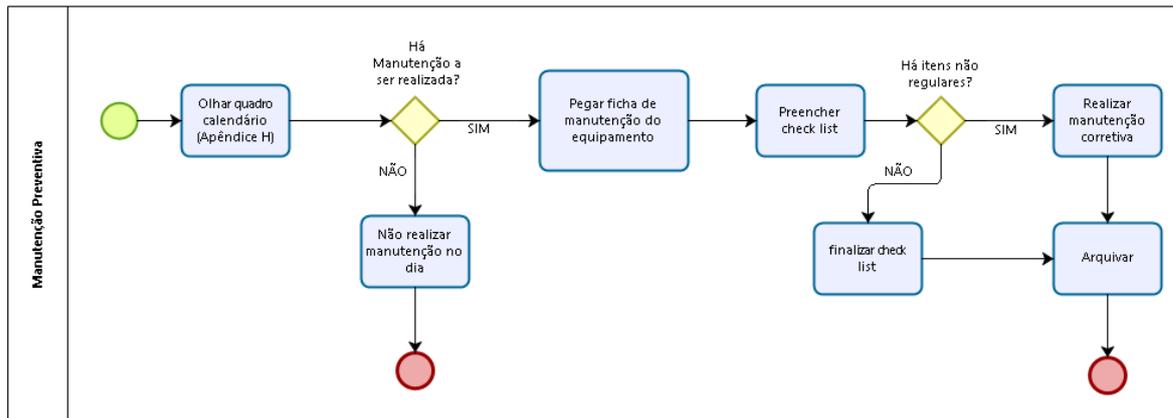
Primeiramente, o mantenedor verifica o quadro de manutenção preventiva (Apêndice H) e, caso haja manutenção a ser feita no dia, o mesmo pega a ficha de manutenção preventiva do maquinário – sempre lembrando que o maquinário a ser colocado em prioridade é o gerador de vapor (Apêndice D) caso exista mais de uma manutenção por dia, como observado no gráfico de Pareto. A prioridade dos maquinários segue da conforme o gráfico de Pareto na Figura 4: inicia-se no gerador de vapor (Apêndice D), segue no compressor de ar (Apêndice C), passa ao moinho (Apêndice A) e, por último, para a lavadora de barris (Apêndice B).

Observando que há manutenção a ser feita, o mantenedor pega a Ficha de Manutenção Preventiva referente ao maquinário e se dirige ao mesmo e preenche o *check list*. Caso exista algum item não regular, o mantenedor pega a Ficha de Manutenção Corretiva (Apêndice F) e

realiza as manutenções necessárias. Caso não existam itens com defeitos, a Ficha de Manutenção Preventiva é arquivada.

Além disto, foi desenvolvido o fluxograma do processo de manutenção, para a instrução de novos colaboradores e a padronização dos métodos dos atuais (Figura 6).

Figura 6: Fluxograma de Manutenção Preventiva.



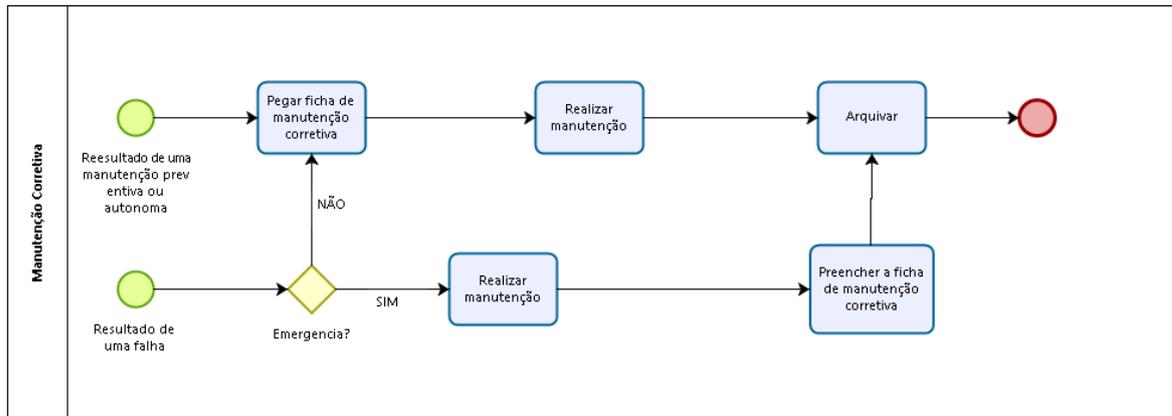
Fonte: Autoria própria.

Caso observada falha ou necessidade, o equipamento entra em manutenção corretiva, assim ocorrendo a parada do mesmo e a manutenção necessária.

3.4.2. Ferramentas de manutenção corretiva

Ficou estabelecido que a manutenção corretiva só deve ser realizada em duas circunstâncias: a primeira, quando realizada em resultado da manutenção preventiva quando a mesma detecta uma falha, iniciando automaticamente a manutenção corretiva utilizando a ficha de manutenção corretiva (Apêndice F); a segunda, quando ocorre parada do equipamento por algum problema ou falha, também seguindo a determinada ficha, o mantenedor tem em mãos a Ficha de manutenção Corretiva (Apêndice F) preenche a mesma com as informações da manutenção que é realizada no maquinário, e arquiva a ficha para futuras informações e levantamento do histórico do maquinário. Também foi feito o fluxograma de instrução para Manutenção Corretiva (Figura 7).

Figura 7: Fluxograma de Manutenção Corretiva.



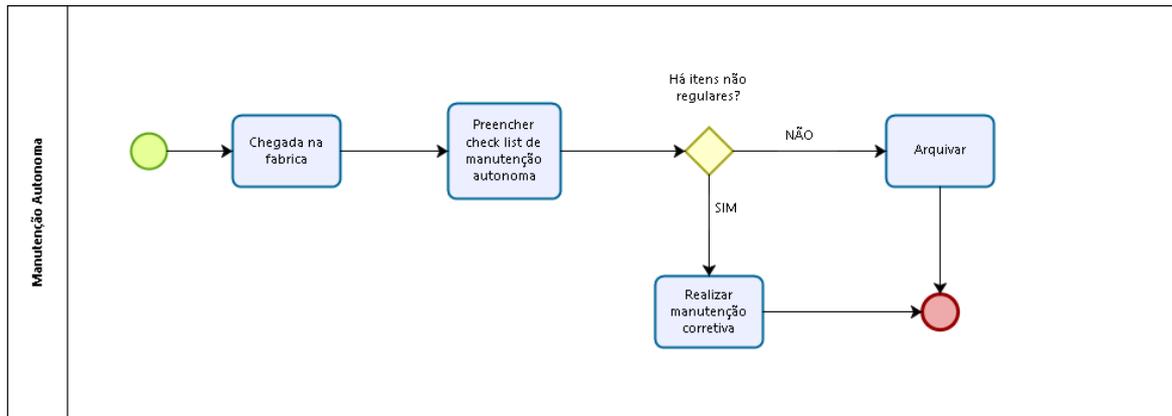
Fonte: Autoria própria.

3.4.3. Ferramentas de manutenção autônoma

A manutenção autônoma é realizada nos tanques de fermentação e maturação, para a realização da manutenção pelo operador dos tanques, foi feito um treinamento prévio com o mantenedor, visto que existem alguns cuidados que devem ser levados em conta em relação à pressão de trabalho dos tanques. Há dois meios de verificação de vazamento nos tanques, o primeiro sendo visual, com o vazamento de líquidos, e o segundo sendo pela queda de pressão interna, indicando o vazamento de CO₂. Com o vazamento de CO₂, nota-se a interferência na carbonatação da cerveja e a geração de espuma na mesma. O vazamento de líquido, por sua vez, representa a perda instantânea de produto final, gerando prejuízo e retrabalho.

Desta forma, é utilizada a Ficha de Manutenção Autônoma do tanque de fermentação e maturação (Apêndice G) diariamente, preenchendo o *check list* no início de cada turno de atividades. Assim, quando observado o vazamento, é realizada automaticamente a manutenção corretiva do componente para evitar que qualquer tipo de vazamento ocorra com frequência e tenha longa duração. Por fim, também foi feito o fluxograma de manutenção autônoma para formalizar o processo.

Figura 8: Fluxograma de Manutenção Autônoma.



Fonte: Autoria própria.

4. Conclusão

Quando observada a preocupação da alta gestão da cervejaria em questão aos maquinários, tendo sido levantada a necessidade de mantê-los em ótima operação e evitar a parada da produção, justificou-se a implementação da manutenção preventiva na cervejaria. Neste caso, o trabalho em questão visou, acima de tudo, criar um pensamento no aumento de produtividade pela manutenção antes que isto fosse um grande problema. Após a execução do trabalho, conclui-se o alcance de seu objetivo na elaboração de um plano de manutenção que seja útil na redução de paradas e falhas em micro cervejarias. Ressalta-se o acompanhamento da empresa estudada durante a elaboração das ferramentas, sempre validando os resultados e retornando os feedbacks para otimizar os recursos desenvolvidos.

Com o plano de manutenção, a tendência é diminuir as paradas e aumentar o rendimento do processo. Com o levantamento feito pelas fichas preenchidas no decorrer do tempo, será gerado o histórico dos equipamentos para gerar uma melhor previsão de falhas e manutenções a realizar. Com a diminuição das paradas a produção ocorre de maneira contínua, aumentando a produtividade com maior eficiência e mantendo os equipamentos em máxima performance para realizar a produção máxima.

Vale notar, também, a própria mudança de cultura da micro cervejaria em estudo pela busca de otimização ao seu processo. Estreitando o relacionamento com especialistas na aplicação do questionário e conhecendo o maquinário de maneira cada vez mais específica, os profissionais da empresa tornam-se capazes de continuar melhorando o processo de manutenção no futuro, até atingir nível de parada não programada próximo de zero.

Referências

- AMARO, Ana; PÓVOA, Andreia; MACEDO, Lúcia. A arte de fazer questionários. **Porto, Portugal: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto**, 2005.
- BELMONTE, Danillo Leal et al. **Gestão da Manutenção auxiliada pela Gestão do Conhecimento**. XXV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Porto Alegre, RS: 2005.
- BOAN, M.; COLLINI, D. **Manual Cervejeiro**. Buenos Aires: Editora Dunken, 2015.
- DE OLIVEIRA, Simone Espíndola; ALLORA, Valerio; SAKAMOTO, Frederico TC. Utilização conjunta do método UP'–Unidade de Produção (UEP') com o Diagrama de Pareto para identificar as oportunidades de melhoria dos processos de fabricação-um estudo na agroindústria de abate de frango. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC**. 2005.
- DICKEL, Deise Grazielle et al. A gestão tecnológica como diferencial competitivo no mercado cervejeiro: prospecção tecnológica aplicada a cervejas com baixo teor calórico–light. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 2, p. 2082-2093, 2015.
- DUNETZ, Edilson. **TPM, proposta de implantação do pilar manutenção autônoma, no setor da armação em uma empresa montadora de automóveis**. 2014.
- FADANNI, Adriano. **Aquisição de sobressalentes num departamento de manutenção: aplicação de uma metodologia de priorização**. 2013.
- FREITAS, Henrique et al. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 35, n. 3, São Paulo, SP: 2000.
- LIMA, Luciana Leite de Andrade; MELO FILHO, Artur Bibiano de. **Tecnologia de bebidas**. 2016.
- LUCATELLI, Marcos Vinícius et al. **Estudo de procedimentos de manutenção preventiva de equipamentos eletromédicos**. 1998.
- MOREIRA, José Pedro Barbosa Ferreira et al. **Manutenção preventiva de edifícios: proposta de um modelo empresarial**. 2010.
- NARCIZO, RAMON BAPTISTA; SILVA, CEL da; CARDOSO, RODOLFO. **A utilização de questionários em surveys na engenharia de produção: algumas considerações**. XVII SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, SP: 2010.
- MORESI, Eduardo et al. Metodologia da pesquisa. **Brasília: Universidade Católica de Brasília**, v. 108, p. 24, 2003.
- MORO, Norberto; AURAS, André Pangle. **Introdução à Gestão da Manutenção**. Florianópolis, SC: 2007.
- PALMER, John. **How to brew**. v. 3, 2006.
- RIBEIRO, Celso R. **Processo de implementação da manutenção produtiva total (TPM) na indústria brasileira**. Taubaté, SP: UNITAU - Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, 2003.
- SALTORATO, Patrícia; CINTRA, Caio Tellini. **Implantação de um Programa de Manutenção Produtiva Total em uma Indústria Calçadista em Franca**. XIX ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 56, 1999.
- STANDAGE, Tom. **A história do mundo em 6 copos**. 2005.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM/MPT-Manutenção Produtiva Total**. V.1, 1993.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtivo**. Nova Lima, MG. INDG Tecnologia e serviços Ltda, 2004.

Apêndice

Apêndice A: Ficha de Manutenção Preventiva do Moinho.

Manutenção Preventiva - Moinho														
Maquinário: Moinho														
Modelo: Serra Inox 2 rolos														
Contato: Contato com fornecedor e assistência.							<i>Checklist:</i>							
DATA:														
Componentes:														
1- Regulagem														
2- Limpeza														
3- Regulagem da Balança														
Responsável:														
Observações:														

Fonte: Autoria própria.

Apêndice B: Ficha de Manutenção Preventiva da Lavadora.

Manutenção Preventiva - Lavadora													
Maquinário: Lavadora													
Modelo: Kinox 2 Barris													
Contato: Contato com fornecedor e assistência.							<i>Checklist:</i>						
DATA:													
Componentes:													
1- Aperto do Pistão													
2- Verificação de Ciclo													
3- Limpeza das Caixas													
4- Teste de Soda													
5- Troca do cilindro de CO ²													
Responsável:													
Observações:													

Fonte: Autoria própria.

Apêndice C: Ficha de Manutenção Preventiva do Compressor.

Manutenção Preventiva - Compressor														
Maquinário: Compressor														
Modelo: Pressure														
Contato: Contato com fornecedor e assistência.							<i>Checklist:</i>							
DATA:														
Componentes:														
1- Filtro de Ar														
2- Troca de Óleo														
3- Válvula Lateral														
Responsável:														
Observações:														

Fonte: Autoria própria.

Apêndice D: Ficha de Manutenção Preventiva do Gerador.

Manutenção Preventiva - Gerador													
Maquinário: Gerador de Vapor													
Modelo: Pressão de 10 bar													
Contato: Contato com fornecedor e assistência.							<i>Checklist:</i>						
DATA:													
Componentes:													
1- Filtro de Água													
2- Filtro Purgador													
3- Válvula da Bomba													
4- Válvula de retenção													
5- Queimador													
6- Correia													
Responsável:													
Observações:													

Fonte: Autoria própria.

Apêndice E: Ficha de Manutenção Preventiva do Gerador.

Manutenção Preventiva - Gerador													
Maquinário: Gerador de Vapor													
Modelo: Pressão de 10 bar													
Contato: Contato com fornecedor e assistência.							<i>Checklist:</i>						
DATA:													
Componentes:													
1- Filtro de Água													
2- Filtro Purgador													
3- Válvula da Bomba													
4- Válvula de retenção													
5- Queimador													
6- Correia													
Responsável:													
Observações:													

Fonte: Autoria própria.

Apêndice F: Ficha de Manutenção Corretiva.

Manutenção Corretiva		
Maquinário:		
Componente:		
DATA:	Horário da quebra:	Horário do fim da manutenção:
Diagnóstico:		
Ações tomadas:		
Observações gerais:		
Componentes utilizados:		
Responsável:		

Fonte: Autoria própria.

Apêndice G: Ficha de Manutenção Autônoma dos Tanques.

Maquinário: Tanque de Fermentação e Maturação													
Modelo: Kinox, 1000L													
Contato: Contato fornecedor e assistencia.		CheckList:											
DATA:													
Componentes:													
1- Air Lock													
2- Válvula Superior													
3- Régua													
4- Saca Amostra													
5- Entrada de CO ²													
6- Válvula do Sprayball													
7- Válvula Média													
8- Válvula Inferior													
9- Escotilha													
Responsável:													
Observações:													

Fonte: Autoria própria.

Apêndice H: Calendário de Manutenção Preventiva (visão parcial).

Ação:	Janeiro												Fevereiro											
Tanque de Fermentação e maturação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Troca de óleo compressor	x																							
Limpeza filtro de Ar compressor	x																							
Regulagem moinho																								
Aperto cifão lavadora																								
Limpeza das caixas																								
Revisão do ciclo																								
Calibração da balança																								
Limpeza do moinho																								
Troca de solução básica																								
	Março												Abril											
Tanque de Fermentação e maturação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Troca de óleo compressor																								
Limpeza filtro de Ar compressor																								
Regulagem moinho																								
Aperto cifão lavadora																								
Limpeza das caixas																								
Revisão do ciclo																								
Calibração da balança																								
Limpeza do moinho																								
Troca de solução básica																								

Fonte: Autoria própria.