

REDUÇÃO DE PERDAS DE EXTRATO NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CERVEJA NA ÁREA DA FERMENTAÇÃO, APLICANDO A METODOLOGIA DE GESTÃO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Denilson da Silva Vaz

Resumo: A perda de extrato em uma cervejaria é um indicador de extrema importância pois representa uma das perdas financeiras de uma cervejaria ao longo do processo de produção, como por exemplo: retirada de levedura dos tanques de fermentação, processos ineficientes e falhas de manutenção, cerveja fora do padrão, perdas nos transportes, perdas no começo e final de produção, refugos no envase, alto nível de enchimento e quebra de garrafas, entre outros. O objetivo desse trabalho foi mapear e analisar as perdas que ocorrem na etapa de fermentação de cerveja de uma cervejaria, sendo essa análise a primeira etapa para identificar pontos críticos que devem ser tratados como prioridade, conforme a metodologia Total Productive Maintenance (TPM). Nesse trabalho foram considerados os equipamentos que compõe a área de fermentação da cervejaria, como por exemplo: os tanques de fermentação e maturação, bombas de recuperação, sensores e medidores mássicos, entre outros. Com as perdas de extrato mapeadas, tornou-se possível identificar os pontos onde elas ocorrem e gerar um plano de ação para correção do problema. Com base nos resultados adquiridos pela análise dos dados e pela utilização da metodologia do TPM na área de fermentação de uma indústria cervejeira de grande porte, foi possível reduzir em 15,3% a perda de extrato.

Palavras chave: Cerveja, Produção, Total Productive Maintenance.

REDUCTION OF EXTRACT LOSSES IN THE FERMENTATION BEER MANUFACTURING PROCESS, APPLYING TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) MANAGEMENT METHODOLOGY

Abstract: Loss of extract in a brewery is an indicator of extreme importance because it represents one of the financial losses of a brewery throughout the production process, for example: yeast withdrawal from fermentation tanks, inefficient processes and maintenance failures, beer loss on the conveyor belts, losses at the beginning and end of production, refuse in the container, high level of filling and breaking of bottles, among others. The objective of this work was to map and analyze the losses that occur in the beer fermentation stage of a brewery, being this analysis the first step to identify critical points that should be treated as a priority, according to the Total Productive Maintenance (TPM) methodology. In this work, the equipment that compose the brewery fermentation area was considered, such as: fermentation and maturation tanks, recovery pumps, sensors and mass meters, among others. With the mapped extract losses, it became possible to identify the points where they occur and generate a plan of action to correct the problem. Based on the results obtained by the analysis of the data and the use of the TPM methodology in the fermentation area of a large brewing industry, it was possible to reduce the loss of extract by 15.3%.

Key-words: Beer, Production, Total Productive Maintenance.

1. Introdução

A cerveja é uma das bebidas alcólicas mais antigas do mundo, com seus primeiros registros datados por volta de 6000 anos antes da era comum (AEC), na região da mesopotâmia, região do atual Iraque. Sua importância histórica é tão grandiosa que o primeiro código de leis escritas, o Código de Hamurabi, trata da regulação pelos Assírios sobre a produção e distribuição da bebida (YOUNG, 2018).

Na Idade Média, diversos países europeus começaram a produzir cerveja em maior quantidade. O lúpulo começou a ser utilizado nos mosteiros, agregando sabores e odores à cerveja (SINDCERV, 2007).

Em 1516 foi criada a lei da pureza alemã – Reinheitsgebot, que institui que a cerveja deve apenas conter água, malte e lúpulo. No ano de 1860 com a descoberta da levedura pelo pesquisador Louis Pasteur, foi considerada na lei a levedura como novo componente da cerveja (KUNZE, 2004, FERREIRA et al., 2011).

Atualmente, o processo de produção de cerveja passa pelas etapas de malteação, moagem, maceração, filtração de mosto, fervura, whirlpooling, resfriamento do mosto, fermentação, maturação, filtração, envasamento e distribuição (KUNZE, 2004).

Para acompanhar a industrialização crescente dos últimos séculos, metodologias de gestão foram criadas para facilitar o comando das empresas, uma delas é o Total Productive Maintenance (TPM), em português chamado de Manutenção Produtiva Total, que tem se mostrado muito eficiente na gestão de empresas e fábricas no Brasil e no mundo (BRITO Jr., 2016). Oprime, Monsanto e Donadone (2010) salientam que essa metodologia tem por foco a melhoria contínua de produtos e processos e as necessidades dos clientes.

Atualmente algumas empresas apresentam perdas de extrato, ou seja, cerveja na etapa de fermentação, proporcionando aumento considerável no custo final do produto. Baseado nesse fato o presente projeto propôs identificar os principais pontos de perda com ênfase nos processos de recuperação, armazenamento, medição e dosagem de levedura e eliminar os pontos de críticos por meio da aplicação da metodologia TPM, visando reduzir os custos da produção e aumentar a competitividade das marcas produzidas.

O estudo foi realizado em uma cervejaria localizada na região de Araraquara interior do estado de São Paulo, onde segundo seus analistas havia perda de extrato na etapa de fermentação acima da meta estabelecida e isso gerava um aumento desnecessário no custo de produção, afetando sua competitividade.

2. Metodologia

2.1 Local de Pesquisa

A empresa onde foi realizado esse trabalho é uma cervejaria de grande porte, cujo nome e localização não podem ser divulgados devido a um acordo de confidencialidade firmado entre a empresa, que assinou um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a publicação dos dados, e o autor do trabalho.

Essa cervejaria, de classe mundial, produz centenas de rótulos em todo o mundo e vem crescendo a cada ano, com cada vez mais participação de mercado no Brasil e no mundo.

2.2 Método

Os dados deste trabalho foram coletados por um time de melhoria criado na área de fabricação de cerveja da fábrica, sendo composto por um coordenador da área, um líder de processo e três operadores. Os operadores, tomaram parte em todas as etapas do processo, tais como: na coleta de dados, realização dos experimentos, levantamento de dados anteriores, análise dos dados, geração de ações com base nos dados tratados.

O time seguiu a metodologia de gestão PDCA, uma ferramenta dentro do TPM. PDCA significa Plan – Do – Check – Act ou Adjust, que em português é Planejar – Fazer – Verificar – Agir ou

Ajustar (VIEIRA FILHO, 2014). Sendo assim, foi realizado um planejamento prévio de como o time seguiria, ou seja, identificação e análise do problema e criação de um plano de ação.

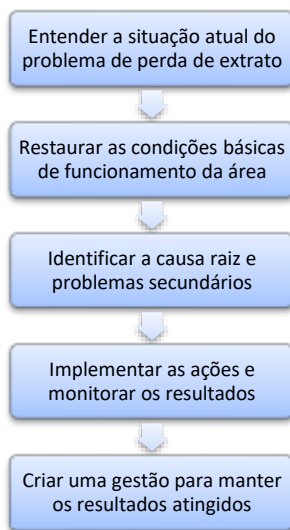
Em seguida, foram realizadas as ações e checado se os resultados foram atingidos; quando necessário, foram feitos ajustes e aplicadas as melhorias. Com isso, o ciclo se inicia novamente, como mostra a (Figura 1).



Fonte: Ávila (2015)

Figura 1 – Ciclo PDCA

Este time seguiu os princípios do pilar Manutenção da Qualidade, desta forma, foi criado um roteiro para o andamento da equipe, ficando mais claras, para os membros, as ações que deveriam ser tomadas e em que ordem. O roteiro é apresentado na (Figura 2).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 2 – Roteiro segundo o pilar MQ

Para melhor compreensão dos itens mencionados no roteiro da Figura 2, os mesmos encontram-se descritos a seguir.

A primeira etapa consiste em entender a situação atual do problema de perda de extrato durante a fermentação. Para isso foram analisados os dados obtidos dos tanques de fermentação e desta forma, foi possível entender de maneira mais clara onde estão as perdas, podendo identificá-las e quantificá-las.

Restaurar as condições básicas de funcionamento da área identificando os locais de perda na fermentação, precisou-se reestabelecer as condições básicas de funcionamento da área, como limpeza, organização e anomalias.

Identificar a causa raiz e problemas secundários nesta etapa, o foco foi entender porque as perdas estavam acontecendo e identificar a causa raiz desse problema, para que pudesse ser tratada. Desta forma, foram utilizadas as ferramentas de Diagrama de Ishikawa (espinha de peixe) e a Análise dos cinco porquês, que são considerados duas das sete ferramentas básicas do controle de qualidade (WONG, 2011). Com isso, foi criado um plano de ação que definiria as datas e quem deveria executar a ação dentro do time.

Implementar as ações e monitorar os resultados com as ações implementadas, foram criados mecanismos de análise dos dados. Os operadores da área receberam treinamentos, com o pilar de Educação e Treinamento, para que os novos padrões definidos fossem seguidos, garantindo que todos soubessem como realizar ações definidas pelo time.

Criar uma gestão para manter os resultados atingidos por fim, foi construído um sistema de gestão que garantisse a continuidade das ações que gerassem resultados positivos. Por exemplo, quando identificados os problemas de máquina, estes foram encaminhados ao pilar de manutenção planejada, para sua solução, evitando-se novos problemas semelhantes.

3. Resultados e Discussões

3.1 Entender a situação atual do problema de perda de extrato

Para entender o problema da perda de extrato, foi, inicialmente, avaliada a situação atual da cervejaria e, na sequência, foi realizada uma quantificação da perda de extrato total da fábrica e, também, da área fria, que compreende a etapa de fermentação, no período de janeiro a abril de 2018, data que o time foi criado. O traço em vermelho representa a meta definida pela empresa, (Figuras 3 e 4).



Fonte: Dados Coletados (2018)

Figura 3 – Estratificação da perda de extrato da fábrica no período de janeiro a abril.



Fonte Dados Coletados (2018)

Figura 4 – Estratificação da perda de extrato da área fria no período de janeiro a abril.

Foram então analisados os dados de perda e constatado que a área da fermentação estava apresentando uma perda acumulada de 4,68%, ou seja, aproximadamente 56% da perda total da fábrica. As perdas nesta área são, principalmente nas etapas de: Multiplicação de levedura: quanto mais a levedura se multiplicar, maior a quantidade de cerveja a ser descartada, uma vez que a levedura vem misturada com a cerveja. Recuperação de levedura para uso e para descarte: o momento de coleta de levedura é crítico. Pouco tempo de fermentação ou temperatura alta na etapa de maturação, faz com que mais cerveja seja retirada do tanque de fermentação, não prosseguindo no processo, como consequência, a levedura apresenta uma menor compactação. Se a levedura permanecer no tanque a mesma morre, trazendo prejuízo à qualidade da cerveja. Formação de caminhos preferenciais nas purgas de levedura: a remoção da levedura utilizando bomba com uma frequência alta pode gerar caminhos preferenciais, mantendo levedura no tanque e arrastando cerveja para os tanques de descarte de levedura. Finalmente, o time decidiu avaliar os pontos de perdas relacionados à recuperação, multiplicação e descartes de levedura, utilizando os dados de janeiro a abril de 2018 e coletando e analisando novos dados de maio a dezembro de 2018, data de encerramento do time de melhoria.

3.2 Restaurar as condições básicas da área

Em conjunto com o time de manutenção autônoma da área de fermentação, foi realizada uma limpeza geral da área e uma etiquetagem de anomalias, buscando restabelecer as condições básicas da mesma. Este time manteve a área em condições adequadas e todos os colaboradores da área e membros do time foram treinados para a coleta de novos dados.

3.3 Identificar a causa raiz e problemas secundários

Este trabalho aborda dois tipos de cerveja, identificadas como Tipo 1 e Tipo 2, que são os tipos produzidos em maior volume. Os dados de quantidade de levedura dosada, quantidade de levedura recuperada, tanto para uso quanto para autólise, volume inicial, volume enviado para a filtração, a perda do tanque em porcentagem e em volume de todos os tanques de ambas as cervejas, foram levantados. Com isso, a média de levedura recuperada e a taxa de multiplicação de levedura, bem como a perda média por tanque, das cervejas Tipo 1 e Tipo 2 foram calculadas e podem ser observadas na (Tabela 1).

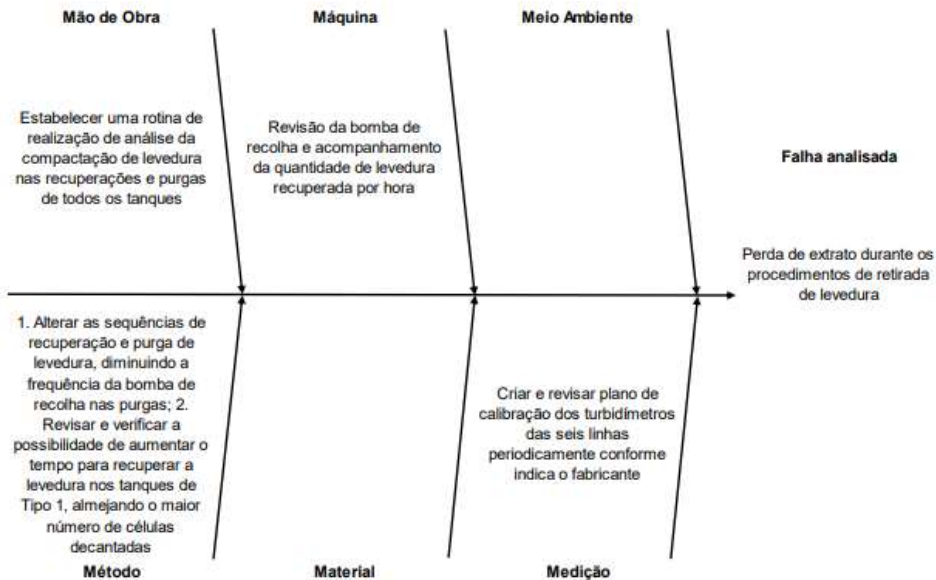
Cerveja	Recuperação de Levedura	Taxa de Multiplicação de Levedura	Perda Média por Tanque
Tipo 1	21074 Kg	4,13	2,98%
Tipo 2	20349 Kg	11,17	5,29%

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 1 – Resultados Obtidos antes da implementação do time

No entanto, a causa raiz da alta perda de extrato, não era conhecida pelo time. Desta forma, utilizou-se da metodologia de gestão TPM para que a mesma fosse encontrada. A metodologia diz que deve ser realizada uma análise de falha da causa raiz (AFCR), que é dividida basicamente em 3 etapas principais: a) Diagrama de espinha de peixe, chamado também de Diagrama de Ishikawa. Nesta etapa é realizado um brainstorm entre os membros do time; nele os integrantes do time separam as possíveis causas da falha em seis categorias, conhecidas como 6M: Método, Máquina, Mão de obra, Material, Meio Ambiente e Medição. b) Análise dos 5PQs, os cinco porquês. As possíveis causas levantadas no diagrama de Ishikawa são avaliadas e testadas em área e classificadas em evidência (E) e boato (B), ou seja, se esta

causa levou ao problema estudado ou não. c) Plano de ação. Os membros do time elaboram um plano de ação para eliminar ou mitigar as causas reais encontradas na etapa anterior. Desta forma, foram realizadas as etapas da análise de falha da causa raiz para a perda de extrato alta na fermentação da cerveja. Na (Figura 5) é apresentado o diagrama de Ishikawa.



Fonte: Elaboração Própria
Figura 5 – Diagrama de Ishikawa

Identificadas as possíveis causas, foi realizada a avaliação dos 5PQs, verificando se é evidência ou boato (Figura 6).

Nº	Possíveis Causas	1º Por quê	E	2º Por quê	E	3º Por quê	E	4º Por quê	E	5º Por quê	E
1	Formação de caminho preferencial durante purga	Alta frequência da bomba de retirada de levedura durante as purgas (10%)	E	Porque é mantida frequência da bomba igual da retirada de levedura	E	Porque atualmente existe apenas um parâmetro de retirada de levedura, não diferenciando purga de recolha	E				
2	Baixa compactação de levedura durante recolha de fermento	Pouco tempo de guarda quente para retirar levedura nos tanques de Tipo 1	E	Porque é atendido o indicador de recolha	E						
3	Alta quantidade de levedura retirada	Alta multiplicação de levedura	E	Baixa relação de dosagem de levedura	E	Parâmetro no mínimo estipulado por receita	E				
3				Alta aeração de mosto	B						
4	Perda de cerveja na recuperação de levedura para autólise e no resíduo dos tanques de fermento para uso	Porque a retirada de levedura não alcança 100% de compactação	E								
5		Alta retirada de levedura quando a compactação já está abaixo do necessário	E	Processo de retirada de levedura não interrompe automaticamente conforme procedimento	E	Operação dos turbidímetros em linha não está precisa	E	Calibração inadequada	E	Frequência estabelecida de calibração não atende necessidade	E
6										Parâmetros de calibração não fornecem leitura de turbidez para separar cerveja de fermento	E
7	Excesso de purgas nos tanques de Tipo 2	Purga antes do resfriamento realizada muito próxima da purga realizada quando o tanque atinge 0°C	E	Para garantir um melhor resultado sensorial de Tipo 2 (diminui a autólise de levedura dentro do tanque)	E						

Fonte: Elaboração Própria
Figura 6 – Cinco Porquês

Uma vez identificadas as causas reais, foi elaborado um plano de ação para eliminar as falhas que causam o aumento da perda de extrato. As ações foram então delegadas para os membros do time e datas limites foram estipuladas para a implementação das ações (Figura 7).

N°	Ações	Prevista	Realizada	Status
1	Alterar as sequencias de recuperação e purga de levedura, diminuindo a frequência da bomba de recolha nos procedimento de purga de 10% para 6% (compactação de purga é menor do que recolha)	16/ago	16/ago	Concluída
2	Revisar e verificar a possibilidade de aumentar o tempo para recolher a levedura, almejando o maior numero de células decantadas e maior compactação durante a retirada	26/mai	26/mai	Concluída
3	Aumentar a relação de dosagem de levedura g/hL com o objetivo de reduzir a multiplicação e consequentemente a retirada de levedura	26/mai	26/mai	Concluída
4	Realizar calibração em bancada extra rotina utilizando levedura com diferentes compactações e procedimentar	21/ago	-	Cancelada
5	Realizar análise de compactação durante recuperação e purga de levedura como medida de controle até resolver o problema com as indicações dos turbidímetros	26/mai	26/mai	Concluída
6	Realizar um teste piloto com um medidor mássico e comparar com o turbidímetro para verificar qual equipamento é mais eficiente	24/ago	-	Cancelada
7	Descartar a levedura e reaproveitar o conteúdo líquido dos tanques de fermento antes de descartá-lo	24/ago	-	Cancelada
8	Não realizar a purga antes do resfriamento nos próximos tanques e avaliar os resultados sensoriais	30/jun	06/jul	Concluída
9	Realizar um teste piloto com um medidor mássico para automatizar recuperação realizada atualmente de modo manual	20/nov	14/nov	Concluída

Fonte: Elaboração Própria
Figura 7 – Pano de Ação do Time

Além disso, os dados citados anteriormente continuaram a ser coletados para todos os tanques das cervejas Tipo 1 e Tipo 2, para posterior análise e comparação com os dados anteriores.

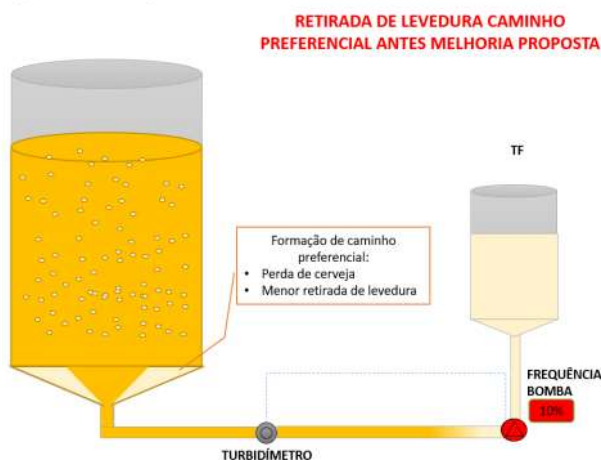
A partir desses dados, as ações encontradas que mais influenciaram na perda de extrato da fermentação foram localizadas e as ações retificadoras foram implementadas, conforme o cronograma do plano de ação. Estas ações foram:

- Diminuição da frequência da bomba de recolha de levedura, de 10% para 6%;
- Aumento do tempo para recolha da levedura para uso da cerveja Tipo 1, de 48 horas para 60 horas;
- A quantidade de levedura dosada foi aumentada:
 - Na cerveja Tipo 1: de 680 g/hl para 750 g/hl
 - Na cerveja Tipo 2: de 180 g/hl para 200 g/hl
- Retirou-se a purga de descarte que ocorria antes do resfriamento do tanque na cerveja Tipo 2, mantendo apenas a purga quando o tanque alcançava 0°;
- Análises de compactação da levedura que está sendo recuperada deveriam ser feitas a cada 1000 kg para melhor detecção da interface cerveja/levedura;

- Criação de um plano de calibração semanal dos turbidímetros das linhas de recuperação de levedura;
- Instalação de um medidor mássico para detecção mais precisa da compactação da levedura em linha.

3.4 Implementar Ações e Monitorar os Resultados

Uma vez implementadas as ações, foi possível verificar significativas mudanças no comportamento das perdas dos tanques. Na (Figura 8), é possível verificar uma representação de como era o processo de purga de levedura antes da ação “Diminuição da frequência da bomba de recolha de levedura de 10% para 6%”. Com uma frequência de bomba maior, a levedura não era retirada uniformemente, o que causava a formação de caminhos preferenciais e a permanência de leveduras no tanque.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 8 – Formação de caminhos preferenciais na recolha da levedura

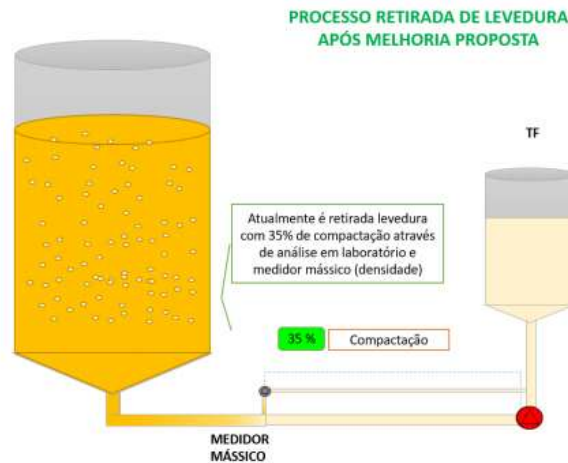
Com a ação, a bomba retira a levedura mais lentamente, garantindo uma uniformidade maior e evitando a formação de caminhos preferenciais e a permanência de levedura nos tanques de fermentação. Na (Figura 9) é mostrada uma representação do resultado obtido pela ação proposta.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 9 – Resultado da melhoria para caminhos preferenciais

Outra ação que apresentou resultado visível foi a instalação do medidor mássico para medição da compactação da levedura, em linha em substituição ao uso de turbidímetros, uma vez que estes apresentavam erros de medição ou medições imprecisas, devido às características não uniformes da mistura levedura/cerveja. Com o medidor mássico, foi possível fazer medidas mais precisas uma vez que este tipo de medidor consegue fazer a medida em linha da compactação da levedura, medindo a sua densidade média. A (Figura 10) apresenta uma representação do resultado obtido pela ação.



Fonte: Elaboração Própria

Figura 10 – Retirada da levedura com o medidor mássico

Em relação as ações: “Retirou-se a purga de descarte que ocorria antes do resfriamento do tanque na cerveja Tipo 2, mantendo apenas a purga quando o tanque alcançava 0°C” e “Aumento do tempo para recolha da levedura para uso da cerveja Tipo 1, de 48 horas para 60 horas” e também, apresentaram melhora na compactação da levedura e aumentaram a interface cerveja/levedura, facilitando a retirada da mesma, bem como diminuiu a quantidade de levedura de baixa compactação que estava sendo descartada, desta forma, descartando cerveja nesse processo. Uma representação da situação anterior de melhoria e uma representação dos resultados das ações estão apresentados na (Figura 11).



Fonte: Elaboração Própria

Figura 11 – Diferenças entre a situação anterior e após as melhorias

As demais ações interferiram diretamente na quantidade de levedura recuperada e na taxa de multiplicação de levedura, logo, na perda média de extrato por tanque. A (Tabela 2) mostra os resultados, ao final do período, dos parâmetros citados acima.

Cerveja	Recuperação de Levedura	Taxa de Multiplicação de Levedura	Perda Média por Tanque
Tipo 1	20451 Kg	4,13	2,98%
Tipo 2	17237 Kg	9,49	4,52%

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 2 – Cálculos após a Implementação do Time

Assim, foi possível comparar os resultados de recuperação de levedura, a taxa de multiplicação e a perda média por tanque das cervejas Tipo 1 e Tipo 2 (Figuras 12 e 13).



Fonte: Dados Coletados (2018)

Figura 12 – Comparação dos dados da cerveja Tipo 1



Fonte: Dados Coletados (2018)

Figura 13 – Comparação dos dados da cerveja Tipo 2

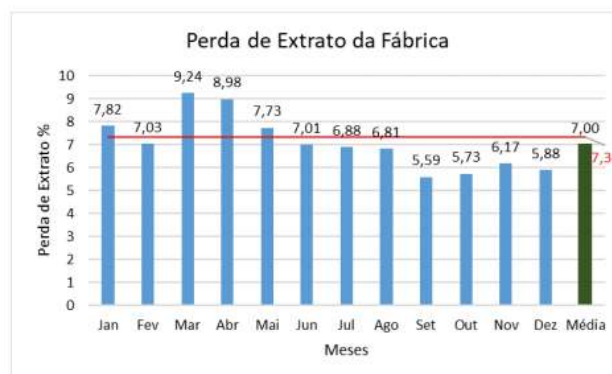
Os dados obtidos confirmam uma redução nas perdas por tanque de ambas cervejas. Desta forma, a diminuição da quantidade de levedura recuperada e a diminuição da multiplicação da levedura, juntamente com as outras ações, estão diretamente relacionadas com a perda de extrato. Notou-se uma grande diminuição da perda, principalmente, na cerveja Tipo 1, apresentando uma redução da perda de 2,98% para 1,70%, ou seja, uma diminuição de 43%. A cerveja Tipo 2 apresentou uma redução de 5,29% para 4,52%, ou seja, uma diminuição de 15 % nas perdas da fermentação. Quando analisado mês a mês, foi possível verificar a diminuição da perda de extrato gradual da área fria, nos quatro últimos meses do ano, com resultados abaixo da meta (Figura 14).



Fonte: Dados Coletados (2018)

Figura 14 – Estratificação da perda de extrato da área fria no período de janeiro a dezembro.

Esta diminuição da perda da área fria influenciou diretamente na perda de extrato da fábrica, que apresentou uma diminuição consistente durante os meses de atuação do time, terminando o ano com um resultado de 7,00%, resultado 0,34% abaixo da meta de 7,34% (Figura 15). Importante salientar que esses valores representam uma economia financeira para a empresa confirmando que a implantação das ações do time gerou resultados positivos a mesma.



Fonte: Dados Coletados (2018)

Figura 15 – Estratificação da perda de extrato da fábrica no período de janeiro a dezembro

Desta forma, a perda de extrato acumulada em abril foi reduzida de 8,26% para 7,00% no fim do ano, o que representa uma redução de 15,3%.

3.5 Criar uma gestão para manter os resultados atingidos

Mediante os bons resultados apresentados com as ações tomadas, foram criadas ferramentas para a manutenção do critério de diminuir a perda de extrato nesta área. Dentre estas ações citam-se: lições ponto a ponto de medição da compactação da levedura, monitoramentos em campo para identificação de anomalias nos equipamentos de levedura e na gestão visual da levedura, garantindo, desta forma, a sua qualidade.

4 Conclusão

Com base nos resultados obtidos com a análise dos dados e com a utilização da metodologia do TPM na área de fermentação de uma indústria cervejeira de grande porte, foi possível reduzir em 15,3% a perda de extrato.

A análise realizada pelo estudo permitiu identificar a etapa onde havia a maior perda de extrato, sendo está a recolha de levedura, com picos de até 5,01%. Segundo a metodologia

TPM, as maiores perdas devem ser tratadas como prioridades, desta forma, obteve-se um resultado de perda de extrato nesta etapa de 2,74% no melhor mês analisado. Resultado em uma média anual de 3,87%. Validando o estudo feito segundo a metodologia aplicada.

Do mesmo modo, foi possível:

- Criar e implementar uma cultura de gestão de perda de extrato, treinar os operadores quanto a importância da perda de extrato e em manter as rotinas criadas.
- Instalação de um medidor mássico que garantiu mais automação no processo, diminuindo a necessidade de interação do operador, podendo realizar outras atividades de maior valor agregado.

Referências

BRITO Jr., P. **Os 8 pilares do TPM de maneira simplificada**. 2016. Disponível em: . Acesso em: 11 maio 2019.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. 3. ed. Belin, Germany: VLB, 2004

SINDCERV. **A cerveja**. Brasília: Sindicato Nacional da Indústria de Cerveja, 2007. Disponível em: . Acesso em: 2 abr. 2019.

VIEIRA FILHO, G. L. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. Campinas: Alinea, 2014. 24 p.

WONG, K. C. Using an Ishikawa diagram as a tool to assist memory and retrieval of relevant medical cases from the medical literature. **Journal of Medical Case Reports** v. 5, n. 120, 2011. Disponível em: . Acesso em: 19 maio 2019.

YOUNG, T. W. **Beer**. Encyclopaedia Britannica, 2018. Disponível em: . Acesso em: 2 abr. 2019.