

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA TPM PARA A REDUÇÃO DA PERDA DE EXTRATO EM UMA ENCHEDORA DE LATAS

Mariana Pereira Demarchi Costa (USP)

ma_demarchi@ig.com.br

Marco Antonio Carvalho Pereira (USP)

marcopereira@usp.br



A cada ano aumenta no Brasil o consumo de bebidas como a cerveja. Esse crescimento exige que as empresas brasileiras invistam fortemente em seus parques produtivos. Porém, como esse processo produtivo é muito maduro, com suas etapas bem definidas, esse crescimento deve-se principalmente ao aumento da qualidade e na redução de perdas já existentes. Neste contexto, a metodologia TPM (Total Productive Maintenance) ou manutenção produtiva total, tem se mostrado muito eficaz, sendo utilizada nas maiores cervejarias brasileiras, para o maior aproveitamento da eficiência do equipamento, focando na redução de perdas, desperdícios, melhoria contínua e capacitação de pessoas. O presente trabalho destinou-se a avaliar o desempenho da utilização dessa metodologia para a redução da perda de extrato numa enchedora de latas em uma cervejaria. Para atingir esse objetivo foi utilizada a metodologia pesquisa-ação. Como principais resultados teve-se a redução de 33% da perda de extrato no enlatamento, bem como criação e revisão de procedimentos operacionais e da área de manutenção relacionados aos parâmetros que influenciaram na redução dessa perda.

Palavras-chave: TPM, Cerveja, Manutenção da Qualidade

1. Introdução

O setor cervejeiro do Brasil emprega 1,7 milhão de pessoas, responde por 1,7% do PIB e recolhe mais de R\$ 19 bilhões em tributos (CERVBRASIL, 2013). Se levar em consideração a contribuição indireta, através dos demais parceiros da cadeia produtiva, a importância econômica e social desta indústria é ainda maior.

Em 2008, o Brasil era o 5º maior produtor de cerveja do mundo (MORADO, 2009). Em 2012 ocupava a 3ª posição (SOBRAL, 2012). Esse crescimento exigiu que as empresas brasileiras investissem fortemente em seus parques produtivos. Esse crescimento ocorre em função da implementação de novas plantas ou do aumento da produtividade. Para atingir este segundo objetivo, TPM (*Total Productive Maintenance*) é uma metodologia muito eficaz, pois visa o maior aproveitamento da eficiência dos equipamentos, focando na redução de perdas e desperdícios, na melhoria contínua e na capacitação de pessoas. Além disso, o TPM é uma ótima ferramenta para empresas que produzem produtos de baixo valor agregado e que o resultado do negócio está vinculado a volumosas produções, como é o caso de cervejarias.

O objetivo do trabalho realizado foi de reduzir a perda de produto acabado na enchedora de uma linha de latas de uma indústria cervejeira, identificando e eliminando suas principais perdas, com o uso do TPM.

2. Fundamentação Teórica

2.1. TPM

O TPM nasceu na empresa Nippon Denso, no Japão, em 1971, que obteve resultados espetaculares e recebeu o prêmio PM (*Preventive Maintenance*), concedido pela JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*), o órgão máximo de disseminação do TPM no mundo (PALMEIRA, 2002).

No Brasil, o TPM se difundiu a partir da primeira visita do Prof. Seiichi Nakajima, em 1986. Depois, ao longo da década de 90, várias empresas brasileiras se candidataram ao prêmio

TPM Awards do JIPM. Desde então muitas empresas no Brasil vêm alcançando ótimos resultados com a utilização de TPM, e a sua disseminação, dentre as quais se destacam *Good Year*, *Nestlé*, *Natura*, *Alcoa* e *Unilever*, dentre outras. (JIPM, 2000). O crescente desenvolvimento do TPM no Brasil pode ser comprovado, uma vez que cinco prêmios de excelência em TPM, entre 2010 e 2012, foram concedidos a empresas brasileiras, segundo a *TPM Excellence Awards Winners*. (JIPM, 2013).

O TPM no Japão é uma evolução da manutenção preventiva, que nasceu nos Estados Unidos. Os primeiros contatos entre esses dois países aconteceram na década de 50, mas somente na década de 70 se cristalizou na forma japonesa, ou seja, o TPM. (NAKAJIMA, 1989).

Shirose (1996) estabelece que a maior característica do TPM é a participação de todos os membros da empresa, desde o chão de fábrica, até a alta administração, em forma de pequenos grupos de trabalho que têm por objetivo atingir metas como: quebra zero; acidente zero; defeito zero; aumento da eficiência dos equipamentos e processos administrativos.

Segundo a JIPM (2000), para que o sucesso de uma organização seja viável, deve-se zerar as “Seis Grandes Perdas”, que são:

- a) Perda por parada devido à quebra/falha;
- b) Perda por mudança de linha e de regulagens;
- c) Perda por operação em vazio e pequenas paradas;
- d) Perda por redução de velocidade;
- e) Perda por defeitos gerados no processo de produção;
- f) Perda no início da produção.

Uma das estratégias do TPM é a formação de pequenos grupos, esses pequenos grupos devem ser formados de acordo com a estrutura de cada empresa, o que deve ser respeitado é que em cada grupo tenha pelo menos dois níveis hierárquicos e que o número maior de membros pertença a classe mais inferior. Uma vez divididos os grupos, eles devem estar distribuídos dentro de 8 pilares, cada um com a sua função muito bem definida (Figura 1).

Figura 1: Os oito pilares do TPM



Fonte: Amaral (2013)

O objetivo principal e as atividades mais relevantes de cada um dos pilares são:

- a) Melhorias Específicas (ME): Foca o conceito de melhoria para mapear/atuar nas perdas crônicas relacionadas aos equipamentos reduzindo o número de quebras e aumentando a eficiência global do equipamento (REZENDE, et al., 2007).
- b) Manutenção Autônoma (MA): Segundo Nakajima (1989) as atividades da MA deverão ser iniciadas concomitantemente com a partida do TPM. Diz ainda que a base inicial para a implementação desse pilar é a metodologia 5S. A proposta da MA é mudar o conceito dos colaboradores de linha de que “eu opero”, “você concerta”, para o conceito de que “do meu equipamento cuido eu” (YAMAGUCHI, 2005).
- c) Manutenção Planejada (MP): Visa a elaboração e/ou alteração de planos de manutenção dos equipamentos, detalhando o nível e os tipos de manutenção empregados para cada equipamento.
- d) Educação e Treinamento (ET): Visa o desenvolvimento/capacitação de novas habilidades e conhecimentos tanto para o pessoal da produção como da manutenção.
- e) Controle Inicial (CI): Visa a elaboração de projetos de novas linhas de produção, novas máquinas ou novos produtos, com o objetivo de obter máquinas fáceis de operar, produtos fáceis de fabricar e linha de produção fácil de controlar.
- f) Manutenção da Qualidade (MQ): Visa eliminar as perdas relativas à qualidade do equipamento. Segundo Shirose (1996) é necessário esclarecer as relações de causa e efeito entre a qualidade e a precisão de equipamentos, ou seja, é necessário estabelecer uma ligação entre um defeito no produto e causa desse defeito na máquina. Uma das formas de atingir esse objetivo é utilizando ferramentas estatísticas de controle de

produção, sendo para isso muito útil o controle estatístico de processo (CEP). Uma das ferramentas mais utilizadas do CEP é a carta ou gráfico de controle, que é utilizado para a detecção de alterações inusitadas de uma ou mais características de um processo ou produto (SAMOHYL, 2009).

- g) TPM Administrativo: Este é o pilar administrativo e utiliza os conceitos de organização e erradicação de desperdícios nas rotinas administrativas e de escritórios. (REZENDE et al., 2007).
- h) Segurança, Saúde e Meio Ambiente (SSMA): Visa a busca de "zero acidente" através da segurança, máxima preocupação com a saúde e bem estar do colaborador, sempre cumprindo as leis trabalhistas, as normas de gestão e a legislação ambiental.

2.2 Fabricação e Envasamento de cerveja

Segundo Venturi (2010), o processo de fabricação da cerveja pode ser dividido em 12 etapas:

- a) Moagem do malte
- b) Mosturação
- c) Filtração
- d) Fervura
- e) Tratamento do mosto
- f) Fermentação
- g) Maturação
- h) Clarificação
- i) Estabilização
- j) Carbonatação
- k) Envase
- l) Pasteurização

Em geral, o envase é a unidade com o maior número de funcionários, equipamentos de maior complexidade mecânica e maior índice de manutenção, onde podem ocorrer as maiores perdas por acidentes e má operação, como regulagem inadequada de máquinas, amassamento de latas, quebra de garrafas, etc. O envase é composto por diversas operações relacionadas ao

enchimento dos vasilhames (cujos mais comuns atualmente são as garrafas, latas de alumínio ou aço inox e barris para chope) (SANTOS, RIBEIRO, 2005).

As vantagens das latas, segundo Morado (2009), se comparadas às garrafas, são o baixo custo, a alta produtividade no envase e a facilidade logística.

As latas chegam do fornecedor e passam por uma inspeção para evitar que latas amassadas entrem na linha. As latas então são invertidas e lavadas com água por um equipamento para remover a poeira proveniente do seu transporte (VENTURI, 2010). Em seguida, a lata entra na enchedora, que é um equipamento baseado no princípio de carrossel rotatório. Nas enchedoras, a operação das válvulas de enchimento é controlada por micro válvulas eletro pneumáticas (KRONES, 1998) e elas são ajustadas automaticamente de tal forma que o volume desejado de cerveja seja introduzido em cada embalagem. Quando a lata está cheia, ela é liberada da cabeça de enchimento com o alívio da pressão interna (VENTURI, 2010). Em seguida, durante o transporte para a máquina que irá colocar a tampa, é necessário eliminar as bolhas de ar da espuma para evitar a subsequente oxidação da cerveja.

Ao entrar no conjunto da colocadora de tampa, segundo Venturi (2010) é necessário eliminar o ar do espaço vazio (*Headspace*) das latas para evitar novamente a oxidação da cerveja. Nesse ambiente a lata é recravada com a tampa e segue no transporte.

Em seguida, a bebida envasada em latas é enviada à pasteurização, sendo então denominada cerveja. Por outro lado, a bebida envasada em barris não passa por este processo, e é denominada chope, um produto de menor vida de prateleira, devido à ausência deste processo (MELLO, 2012). Após o processo de pasteurização as latas se encontram prontas para serem embaladas e armazenadas.

3. Metodologia

3.1 A empresa e o problema identificado

A cervejaria onde esse estudo foi realizado é uma grande multinacional, uma das maiores do mundo no seu ramo de atuação. O nome da empresa, bem como sua localização, não será

revelado, por questão de confidencialidade, conforme acordado entre os autores deste trabalho e a empresa.

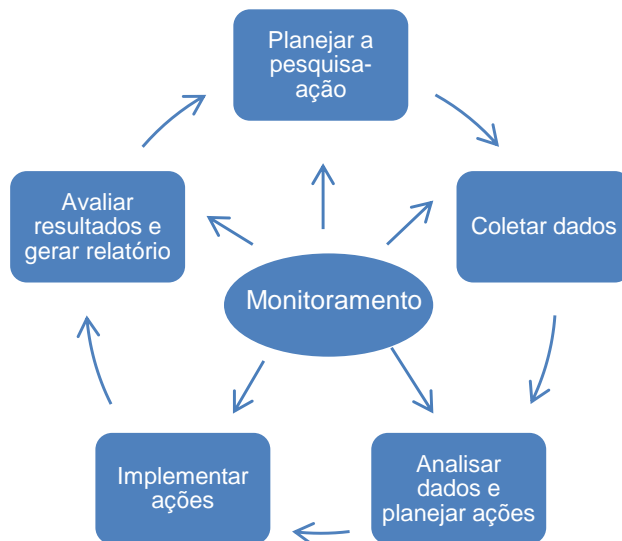
Nesta empresa, o maior percentual de perda de produto acabado ocorre no setor de envasamento, em uma determinada linha de envase, que contém uma enchedora composta por 182 válvulas de enchimento dispostas na cúpula de produto e por cilindros pneumáticos de elevação situados sob ela. A velocidade de enchimento desta enchedora é de 120.000 latas por hora. Esta linha de envasamento contém 2 *Checkmats*, que são equipamentos que controlam o nível de enchimento, a fim de indicar o número da válvula com erro e mostrar as estatísticas de produção. Este trabalho apresenta os esforços nesta enchedora para redução de perdas, usando a metodologia do TPM.

3.2 O método de pesquisa

O trabalho realizado usou de Pesquisa-Ação, um tipo de pesquisa com base empírica focada na resolução de um problema coletivo no qual os participantes estão envolvidos ativamente.

A condução de uma pesquisa-ação deve ocorrer em cinco fases: planejar, coletar dados, analisar esses dados, implementar ações para resolver o problema em questão, avaliar os resultados e gerar um relatório afim de prover o monitoramento e divulgação dos resultados obtidos (COUGHLAN e COGHLAN, 2002), conforme representado na Figura 2.

Figura 2 - Estruturação para condução da pesquisa-ação



Fonte: Adaptada de Coughlan e Coughlan (2002)

Esta sequência de cinco etapas é similar ao roteiro utilizado pelos times de TPM responsáveis por reduzir perdas na cervejaria.

Um roteiro de trabalho, usando a metodologia TPM, é apresentado na Figura 3. Um alinhamento entre pesquisa ação e este roteiro de trabalho é mostrado na Figura 4.

Figura 3 - Roteiro TPM para redução de perda de extrato



Fonte: Autores

Figura 4 – Alinhamento entre Pesquisa Ação e Roteiro de Utilização de TPM

Pesquisa Ação	TPM
Planejar a Pesquisa Ação	
Coletar dados	Compreender a atual situação e identificar áreas críticas
Analisar dados e Planejar ações	Restaurar as condições básicas nas áreas críticas Determinar causa raiz e contra-medidas
Implementar Ações	Monitorar, melhorar e estabilizar o nível da perda de extrato
Avaliar Resultados e Gerar Relatórios	Aperfeiçoar o sistema de gestão para manter os ganhos

Fonte: Autores

4. Resultados

4.1. Compreender a atual situação e identificar as áreas críticas

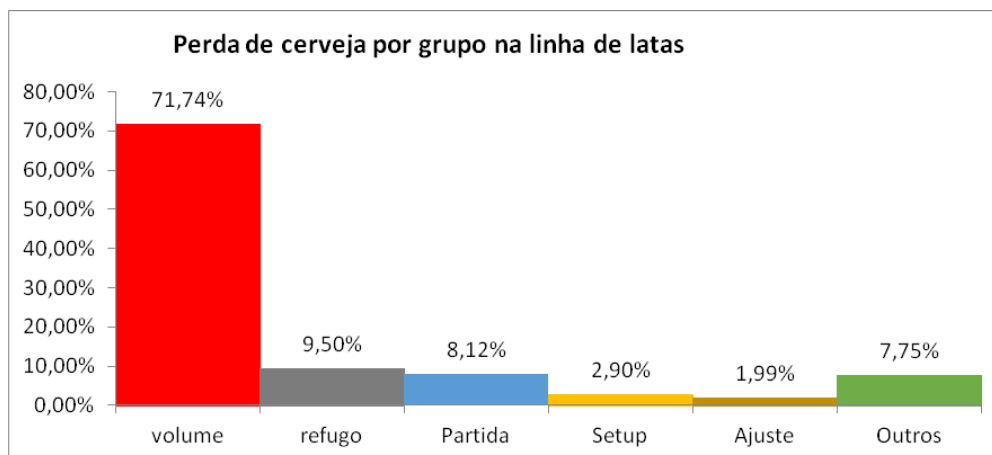
Um software, monitorado frequentemente por auditorias internacionais, é usado para quantificar a perda de cerveja em cada linha de enchimento. Este software apontou que uma das linhas tinha a maior perda de cerveja, 2,7%, que impacta em 15% na perda total da cervejaria. Uma vez identificada a linha, um levantamento de dados foi feito, no mês de julho de 2013, para analisar em qual etapa do processo a perda de cerveja era maior.

Os resultados de perda apurados foram divididos em seis grupos:

- Volume. O volume nominal da lata é de 350 mL. Entende-se por perda por volume o volume colocado que é superior a 350 mL.
- Refugo. Esse tipo de perda existe quando o volume é inferior a 350 ml. Neste caso, a lata é expulsa da linha, é refugada.
- Partida. Há uma perda de cerveja na partida de linha. Esse dado é calculado por medidor de vazão e anotado em planilha pelo operador.
- Set up. Quando há troca de produtos. Esse dado também é obtido por um medidor de vazão e anotado em planilha pelo operador.
- Ajuste. Decorre de pequenas falhas após ajustes feitos nas máquinas da linha. Essas latas são separadas e o volume delas é anotado em planilha pelo operador.
- Outros. Perdas que não foram mensuradas.

Os resultados obtidos estão representados no Gráfico 1.

Gráfico 1- Perda de cerveja por grupo na linha de lata

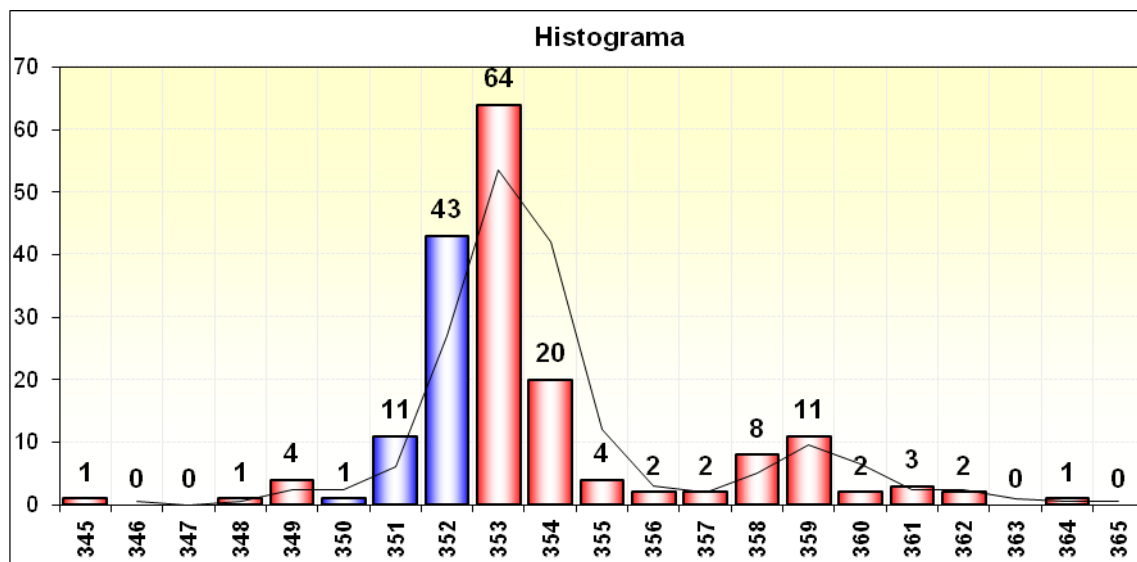


Fonte: Autores

As duas maiores perdas apuradas, volume e refugo, estão relacionados com o volume inserido no enchimento da lata. No caso do grupo volume, quando é inserido a mais. No caso do grupo refugo, quando é inserido a menos.

O trabalho se concentrou nestas duas principais perdas. Uma análise específica, visando entender melhor este processo, foi feita a partir da coleta de duas amostras, ou seja, duas latas, em cada uma das 182 válvulas de enchimento. Em seguida, calculou-se a média dos dois volumes para cada uma das válvulas. O resultado está no Gráfico 2, onde o eixo y representa a quantidade de válvulas de enchimento que possuem um determinado volume (eixo x).

Gráfico 2 - Volume médio de duas latas por válvula de enchimento



Fonte: Autores

O Gráfico 2 mostra que havia muita variação no processo, com um desvio padrão de 5,6 mL e um volume médio de 353,14 mL. A faixa aceitável de variação do volume estava entre 350 e 352 ml (colunas em azul). Lotes abaixo de 350 mL ou acima de 353 mL eram considerados inaceitáveis (colunas em vermelho).

Como o foco do estudo era redução de perdas, e a enchedora é a responsável pelo enchimento, esta passou a ser o objeto central de estudo.

4.2 Restabelecer as condições básicas na área crítica

A linha de produção possui um time de Manutenção Autônoma, cujo objetivo é a melhoria da eficiência dos equipamentos, com participação direta dos operadores, sendo estes responsáveis por pequenos reparos, lubrificação e inspeções, visando manter as condições básicas dos equipamentos de acordo com os padrões estabelecidos. Os padrões de limpeza, inspeção e lubrificação da enchedora em estudo foram analisados e verificou-se que este time de MA cumpria com os padrões estabelecidos.

4.3 Determinar as causas raízes e contramedidas

Visando avaliar continuamente o nível de enchimento, outras coletas foram feitas, sempre com duas amostras em cada válvula de enchimento. Em seguida, calculava-se a média e um novo histograma era gerado. Verificou-se, que não havia uma constância nos resultados. Os resultados obtidos da coleta de dez amostras nas válvulas de número 82 e 94 estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Volume de enchimento das Válvulas 82 e 94

Válvula 82		Válvula 94	
Amostra	Volume	Amostra	Volume
1	353,41	1	354,05
2	351,60	2	351,56
3	352,37	3	350,58
4	352,89	4	353,26
5	346,75	5	350,15
6	351,55	6	349,84
7	346,07	7	347,08
8	355,11	8	351,53
9	357,86	9	356,44
10	350,42	10	351,63
Desvio Padrão:	3,35	Desvio Padrão:	2,43

Fonte: Autores

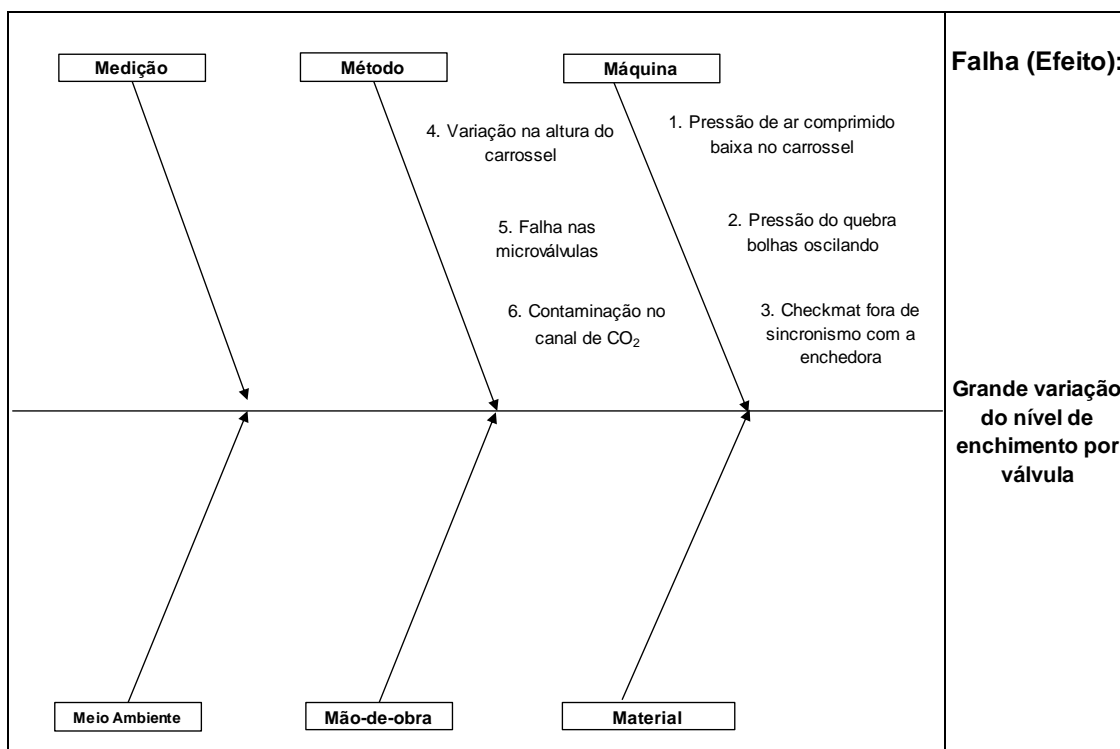
Os dados da Tabela 1 mostram que a válvula 82 apresentou uma variação de volume de 346,07 mL (amostra 5) a 357,86 mL (amostra 9). Comportamento similar também foi verificado para a válvula 94 (de 347,08 mL a 356,44 mL). A causa raiz dessa variação era desconhecida. Visando a sua identificação foi feita uma Análise de Causa Raiz, em 3 etapas, conforme propõe a metodologia TPM: 1) Diagrama de Ishikawa; 2) Análise dos 5 porquês e 3) Elaboração de um plano de ação para eliminar as reais causas da falha.

A primeira etapa, o Diagrama de Ishikawa, visando apurar as possíveis causas da variação do enchimento numa mesma válvula encontra-se na Figura 4

Para cada uma das possíveis seis causas apuradas, foi feita a avaliação dos 5 porquês, visando analisar em campo se ela era fato ou boato. O resultado dessa avaliação é mostrado na Figura

5. As possíveis causas raiz 2, 3 e 4 foram identificadas como boatos e sua análise não foi realizada.

Figura 4 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autores

Figura 5 - Análise 5 porquês

Causa	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?
1. Pressão de ar comprimido baixa no carrossel	1.1 Vazamento de ar nas conexões pneumáticas	1.1.1 Ressecamento na vedação interna da conexão	1.1.1.1 Algumas conexões há mais de 15 anos no equipamento	1.1.1.1.1 Não há plano de inspeção e reparo	
	1.2 Baixa pressão de ar comprimido na entrada da linha (<6bar)				
	1.3 Obstrução da passagem de ar	1.3.1 Pseudry com elemento flitante saturado			
2. Pressão do quebra bolhas oscilando					
3. Checkmat fora de sincronismo com a enchedora					
4. Variação na altura do carrossel					
5. Falha nas microválvulas	Microválvulas contaminadas com óleo	Ar comprimido contaminado com óleo	Vazamento de óleo dos rolamentos do distribuidor de ar		
6. Contaminação no canal de CO2	Borracha da tulipa danificada				

Fonte: Autores

Para a possível causa raiz 1 (pressão de ar comprimido baixa no carrossel), observou-se que a pressão do ar comprimido estava abaixo da especificação que é de 5 bar. Para este valor foram levantadas algumas possibilidades e foram encontrados vazamentos de ar nas conexões pneumáticas, sendo que as que estavam danificadas foram trocadas. Além disso, foi acrescentada ao plano de inspeção da enchedora a verificação dessas conexões.

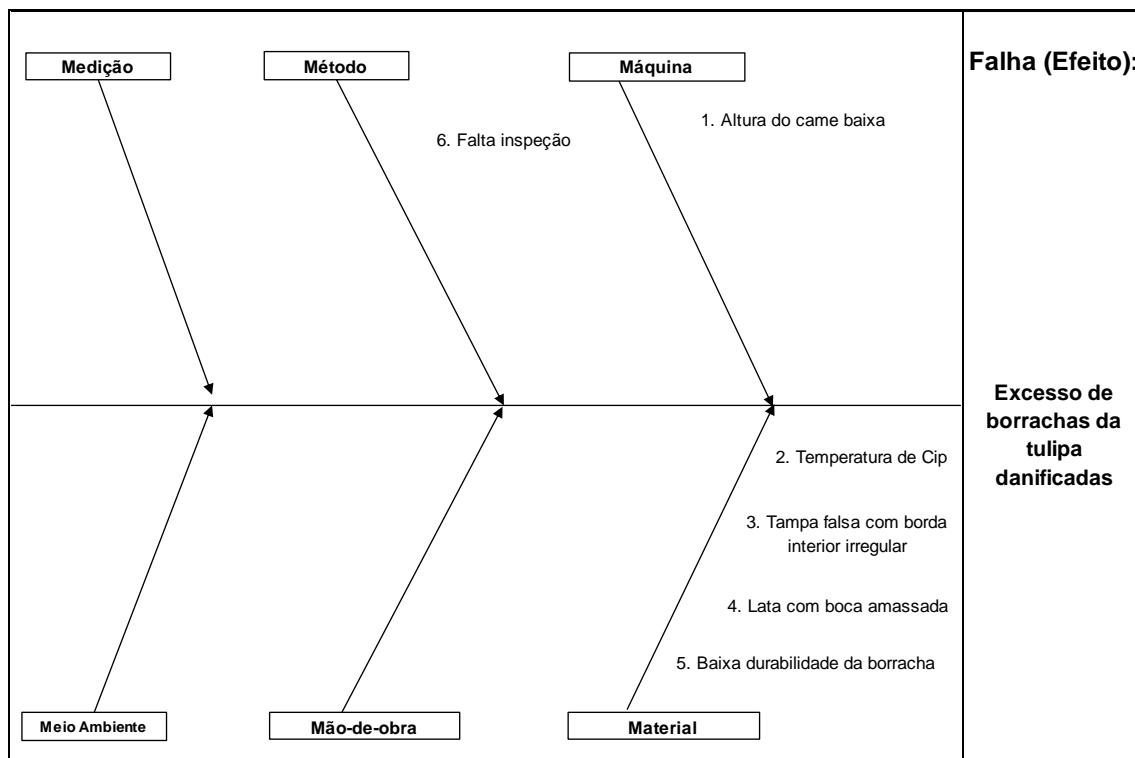
A operação das válvulas de enchimento é controlada por micro válvulas eletro pneumáticas, e a falha das mesmas (possível causa raiz 5) foi analisada. Verificou-se que elas estavam entupidas, comprometendo o comando dado por elas. Este entupimento era com óleo, oriundo da manutenção realizada nos dias anteriores. Foi feita a limpeza e dada a orientação aos mantenedores para que isso não voltasse a acontecer.

Outra etapa fundamental no enchimento da lata é a pressurização com CO₂. A lata precisa estar hermeticamente fechada quando for receber a cerveja, num ambiente de CO₂. Para que isso aconteça, a vedação entre a lata e a válvula de enchimento tem que ser perfeita, e as borrachas de vedação, chamadas de borrachas da tulipa, têm que estar em perfeitas condições. Caso isso não ocorra, é possível uma contaminação nesse momento (possível causa raiz 6). Essas borrachas foram vistoriadas e encontraram-se muitas danificadas, rasgadas e estufadas. Estas foram trocadas, porém era preciso entender a razão de tantas borrachas danificadas. Para isso, uma nova análise da causa raiz foi feita, e o resultado apurado encontra-se nas Figuras 6 e 7, respectivamente.

Desta nova aplicação do diagrama de Ishikawa junto com a análise dos 5 porquês, a possível causa raiz que se destacou foi referente a baixa durabilidade das borrachas. Apurou-se que a frequência com que a troca era feita não estava sendo eficiente e em função disso, muitas borrachas estavam danificadas na máquina. O fornecedor foi questionado sobre a qualidade do material e a durabilidade do mesmo nessas condições. Uma nova borracha com durabilidade de três meses passou a ser usada. E uma rotina no plano de manutenção passou a ser a troca de todas as borrachas a cada três meses. Além disso, verificou-se junto que os operadores, que ao detectarem uma borracha defeituosa, deveriam trocá-la na primeira parada da enchedora. Mas, ao analisar o procedimento, verificou-se que eram descritos como defeitos da borracha apenas se elas estivessem rasgadas ou danificadas. Quando elas estavam inchadas ou estufadas, elas não eram trocadas. Só que nesta situação, elas também não vedavam da

maneira correta. O procedimento de manutenção foi revisado, incluindo a troca de válvulas inchadas ou estufadas. Após estas ações as válvulas não mais apresentavam uma grande variação entre os enchimentos.

Figura 6 - Diagrama de Ishikawa para o elevado número de borrachas danificadas



Fonte: Autores

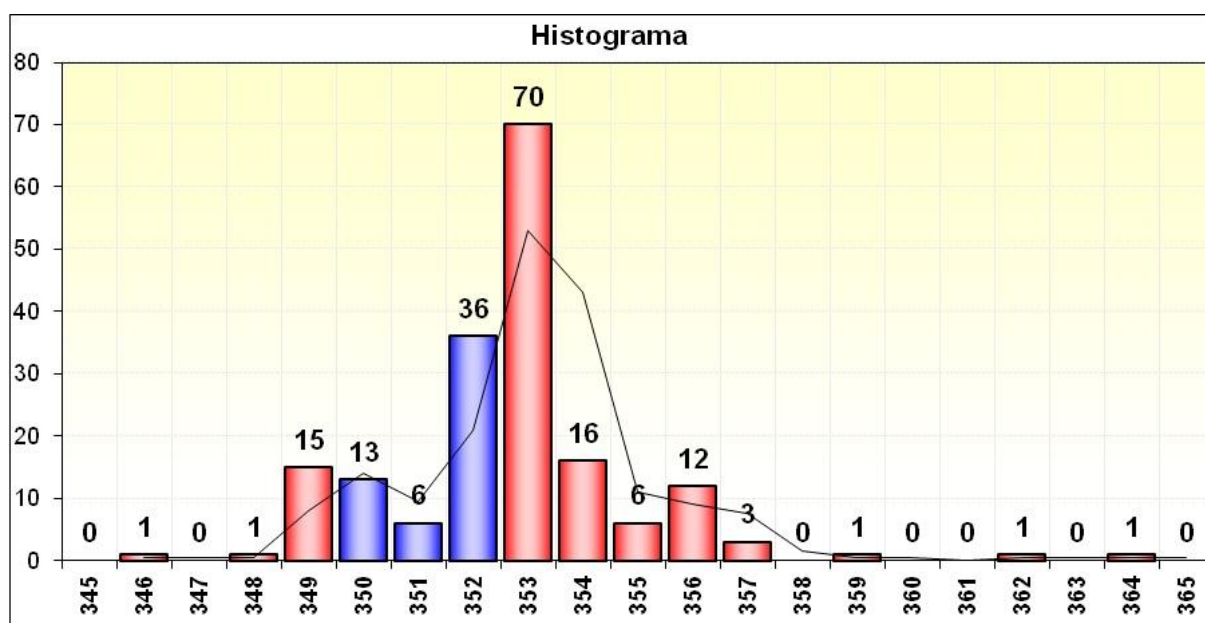
Figura 1 - Análise 5 porquês das para o elevado número de borrachas danificadas

1. Altura do came baixa	Altura muito alta	⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
2. Temperatura de Cip	Temperatura de CIP muito elevada	⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
3. Tampa falsa com borda interior irregular		⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
4. Lata com boca amassada	Latas entrando com a boca amassando podendo danificar as borrachas	⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
5. Baixa durabilidade da borracha	5.1 Aumento das horas de trabalho da máquina	⌈	Frequência da troca das borrachas não era suficiente	⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
	5.2 Qualidade baixa do material	⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
6. Falta inspeção	6.1 Não existe plano de inspeção	⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
	6.2 Inspeção não contempla todos os possíveis defeitos	⌈	Não há indicação que borracha com inchamento é anomalia	⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖
	6.3 Não cumprimento da rotina de inspeção	⌈		⌈		⌈		⌈		⌈
		⊖		⊖		⊖		⊖		⊖

Fonte: Autores

Para uma nova avaliação, uma nova coleta de amostras foi realizada, da mesma maneira: 2 latas de todas as válvulas, e em seguida foi calculada a média dos volumes e o resultado está apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Histograma intermediário do volume de cada lata

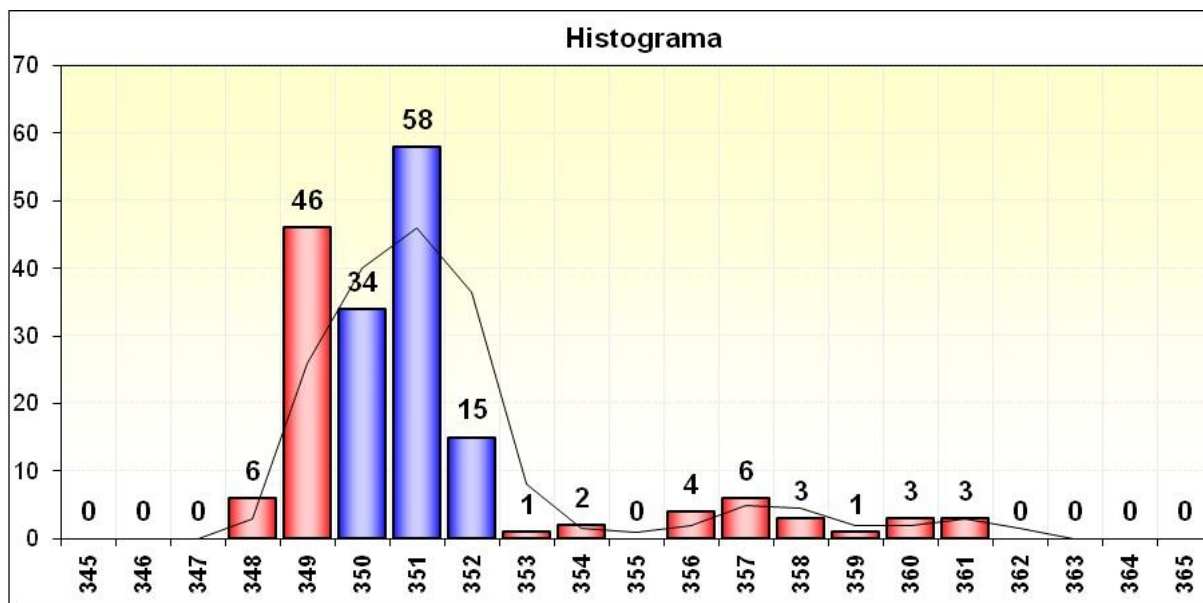


Fonte: Autores

O desvio padrão (3,2 mL) ainda se manteve alto, bem como volume médio também, cerca de 353 mL. Em seguida, foi feita uma análise de cada parâmetro de enchimento de cada uma 182 válvulas, uma vez que esta enchedora permite que isso seja feito no seu painel de controle. Todas as válvulas foram ajustadas entre o intervalo de volume desejado: entre 350 e 352 mL. O resultado atingido após esse ajuste no volume de cada válvula, encontra-se no Gráfico 4.

O volume médio passou a ser de aproximadamente 351 mL e o desvio padrão de 2,7 mL.

Gráfico 4 - Histograma final do volume de cada lata



Fonte: Autores

4.4 Monitorar, melhorar e estabilizar o nível da perda de extrato

Uma vez obtido um resultado médio satisfatório, foi elaborado um sistema de monitoramento a fim de evitar que a média voltasse a subir e o desvio padrão voltasse a aumentar.

A metodologia TPM sugere o uso de ferramentas avançadas, sendo uma delas o CEP (Controle Estatístico de Processos) através de cartas ou gráficos de controle. Utilizou-se o gráfico média e amplitude (X- R), pois este é o gráfico mais usado para acompanhar, controlar e analisar um processo com valores contínuos de qualidade do produto, como o comprimento, o peso ou a concentração e neste caso, volume. Foram coletadas oito amostras, com tamanho de amostra (n) igual a 15 latas. Os resultados encontrados estão na Figura 8:

De posse desses resultados, foi calculada a média das médias, $\bar{X} = 351,2$ mL e a média das amplitudes, $R = 5,4$ mL. Em seguida, foram calculados os valores de limite superior de controle (LSC) e limite inferior de controle (LIC), conforme propõe SAMOHYL (2009). Os valores obtidos para LIC e LSC foram, respectivamente, 350,0 e 352,4 mL.

A cervejaria apresenta limites de especificação pré-definidos para o volume da lata de 350 mL. O limite inferior de especificação (LIE) é de 348 mL e o limite superior de especificação

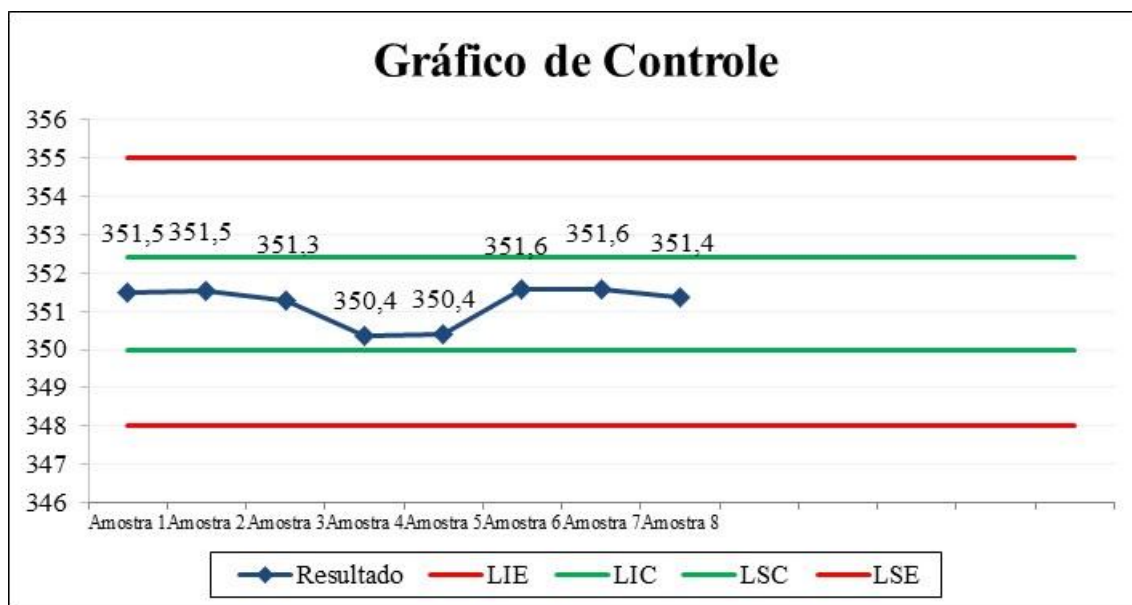
(LSE) é de 355 mL. O gráfico 6 representa a carta de controle para o volume de enchimento na enchedora levando em consideração estes limites.

Figura 8 - Amostras de latas utilizadas para a elaboração da carta de controle

Volume das 15 válvulas															Média	Amplitude	
1	353,8	353,4	351,7	352,4	349,7	348,7	349,3	350,7	352,8	349,3	349,3	352,2	352,9	352,8	353,4	351,5	5,1
2	351,2	352,3	353,0	350,0	350,1	351,0	352,7	350,1	348,5	351,5	352,8	352,3	351,0	352,7	353,6	351,5	5,2
3	348,9	352,0	350,3	349,9	349,4	351,4	352,0	350,8	349,2	351,2	352,2	353,4	352,1	352,3	354,4	351,3	5,5
4	353,1	349,0	350,1	346,2	349,6	349,6	350,5	351,9	350,1	348,9	351,7	351,7	349,3	351,6	352,1	350,4	6,8
5	351,4	354,0	350,5	350,3	352,7	351,3	351,4	349,5	349,5	354,2	352,6	349,9	353,3	350,1	352,8	350,4	6,9
6	349,0	353,1	350,1	348,9	351,7	350,1	346,2	350,5	351,9	349,3	349,6	349,6	351,6	351,7	353,1	351,6	4,7
7	350,7	352,8	351,2	352,3	350,7	350,3	352,5	354,1	349,5	354,0	349,9	352,7	351,3	351,4	350,1	351,6	4,6
8	349,8	351,4	351,6	351,4	353,0	351,6	349,2	352,9	352,0	351,6	350,2	350,3	351,7	353,8	350,1	351,4	4,6

Fonte: Autores

Gráfico 6 – Carta de Controle



Fonte: Autores

O gráfico 6 foi divulgado no quadro de gestão a vista da linha de produção em que se encontra essa enchedora e passou a ser atualizado diariamente. Caso o resultado de dois dias

consecutivos esteja fora dos limites de controle, LSC e LIC, os operadores devem fazer uma análise da causa raiz para identificar o problema. Uma vez identificada a causa devem tomar ações para eliminá-la.

4.5 Aperfeiçoar o sistema de gestão para manter os ganhos

Uma vez definidas as principais perdas e verificado que elas estavam relacionadas com o volume de enchimento da lata, elaborou-se um check list operacional, direcionado ao operador da enchedora para que ele, mediante um defeito de sobre nível ou de lata mal cheia, pudesse checar na máquina parâmetros que pudessem ser alterados imediatamente para que o problema fosse corrigido.

5. Conclusão

A utilização da metodologia TPM em uma enchedora de latas de uma cervejaria permitiu a redução de 33% da perda de extrato (cerveja) no enlatamento.

Além disso, foi possível:

- a) Implementar uma carta de controle para o volume de enchimento.
- b) Incluir no plano de manutenção a troca das borrachas da tulipa que se mostraram fundamentais para enchimento mais preciso.
- c) Criar e revisar procedimentos operacionais relacionados aos parâmetros que influenciam no enchimento.

Por fim, conclui-se que esse projeto trouxe um ganho financeiro significativo para a cervejaria através da redução de perda de cerveja, além de revisão de procedimentos e treinamentos para os colaboradores, a fim de manter o resultado alcançado.

Referências Bibliográficas

AMARAL, Paulo. **TPM – Manutenção Produtiva Total**. Curitiba, Fevereiro 2013. Disponível em: <http://pauloamaral.blog.br/tpm-manutencao-produtiva-total/>. Acesso em 23/08/2013

COUGHLAN, P; COUGHLAN D. Action Research. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, vol.22, No2, 2002.

JIPM. Apostila IMC – **Curso de Facilitadores TPM**, São Paulo: IMC Internacional, 2000.

JIPM – **Issues and aims (visions) for JIPM**. No. 2, Tokyo, Japão. Disponível em www.jipm.org.jp. Acesso em 15 de Agosto de 2013.

KRONES- **Manual Enchedora – Kronos System VOC-F**, 1998.

MELLO, P. P. M. **Sistema FIRJAN- Envasamento**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://acervacatarinense.com.br/wp-content/uploads/2012/09/AcervA-Catarinense-Envase.pdf>. Acesso em 22 de agosto de 2013

MORADO, R. **Larousse da Cerveja**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

NAKAJIMA, S.. **Introdução ao TPM Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC, 1989.

PALMEIRA, J. N.; TENÓRIO, F. G. **Flexibilização organizacional: aplicação de um modelo de produtividade total**. Rio de Janeiro: FGV Eletronorte, 2002. ISBN 85-225-0402-4

REZENDE, M. M. de; LIRA, R. A. et al. **As implicações gerenciais da MPT (manutenção produtiva total) nas ações industriais e suas relações com ferramentas de vantagem competitiva**. 2007, ENEGEP. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENECEP2007_TR570426_0100.pdf Acesso em 22/08/2013.

SAMOHYL, W. R. **Controle Estatístico de Qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo, 2005.

SHIROSE, K. **TPM New Implementation Program in Fabrication and Assembly Industries**. Tóquio: JIPM, 1996.

SOBRAL, L. **Os países que mais bebem e produzem cerveja**. Revista Exame. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/os-paises-que-mais-bebem-e-produzem-cerveja>. Acesso em 09 de Setembro de 2013.

VENTURI, W, G, F. **Bebidas Alcoólica: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Bucher, 2010.

YAMAGUCHI, C. T. **TPM – manutenção produtiva total**. São João Del Rei: ICAP, 2005.