

ANALISE DA PERFORMANCE E CAPACIDADE DO PROCESSO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC: UM ESTUDO DE CASO EM UMA FÁBRICA DE EMBALAGENS DE ALUMÍNIO DE TRÊS RIOS – RJ

SILVA, Patrícia de Lima ¹

Resumo:

O mercado de alumínio é responsável por 1,2% do PIB total do Brasil nos anos de 2018 e 2019, já no PIB Industrial esse número aumenta, passa a ser responsável por 6,4% do PIB nos mesmos anos. A indústria de latas de alumínio, tem sob controle os mais diversos parâmetros e variáveis. Um produto de melhor qualidade exige menores tolerâncias dessas variáveis, para que menos erros aconteçam. O objetivo do controle estatístico do processo (CEP) é a prevenção de falhas, detectando de forma rápida variáveis fora. Para investigar o comportamento do processo é preciso avaliar a capacidade (Cpk) e a performance (Ppk) do mesmo, para definir se o mesmo é capaz de atender as especificações. Esse trabalho foi um estudo de caso, com intuito de avaliar a Ppk e Cpk do processo de uma fábrica de embalagens de alumínio de Três Rios com uso do método DMAIC, com enfoque no rotulo com maior variabilidade, buscando diminuir a instabilidade desse processo. O trabalho foi desenvolvido com base na metodologia

¹ Centro Universitário Redentor, Graduação, Itaperuna-RJ, e-mail: patrsilva99@gmail.com

DMAIC, assim, utilizando ferramentas da Qualidade seguindo as fases, Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar. A análise permitiu entender que o rotulo com maior reincidência de problemas era a Brahma Duplo Malte, e que desse rotulo os defeitos mais recorrente eram tonalidade fora do padrão e falha no verniz externo. Logo, foi feito um brainstorming com a equipe de processos, identificando as possíveis causas desse defeito. Após, foram coletados os dados por meio do sistema ERP da empresa, e então feito o cálculo de Ppk e Cpk com uso do software Minitab. O software mostrou que todas as variáveis se encontravam fora de controle, algumas com Ppk um pouco mais alto, porém, ainda abaixo de 1,33 que é o ideal para uma linha de produção performar bem. A equipe atuou nas causas definidas como principais. Após as atuações foi feito um novo cálculo. Foi notável que após a atuação ocorreu uma melhora significativa em todas as variáveis, o que confirma que o uso da análise de Ppk e Cpk com apoio da ferramenta DMAIC pode trazer resultados positivos para o processo.

Palavras-chave: Performance e Capacidade do Processo, Embalagens de Alumínio, Indústria.

Abstract:

The aluminum market is responsible for 1.2% of Brazil's total GDP in the years 2018 and 2019, while in the Industrial GDP this number increases, becoming responsible for 6.4% of GDP in the same years. The aluminum can industry has the most diverse parameters and variables under control. A better quality product requires smaller tolerances for these variables so that fewer errors occur. The purpose of statistical process control (SPC) is to prevent failures by quickly detecting outside variables. To investigate the behavior of the process, it is necessary to evaluate its capacity (Cpk) and its performance (Ppk), to define whether it is capable of meeting the specifications. This work was a case study, in order to evaluate the Ppk and Cpk of the process of an aluminum packaging factory in Três Rios using the DMAIC method, focusing on the label with greater variability, seeking to reduce the instability of this process. The work was developed based on the DMAIC methodology, thus using Quality tools following the phases: Define, Measure, Analyze, Implement and Control. The analysis allowed us

to understand that the label with the greatest recurrence of problems was Brahma Duplo Malte, and that the most recurrent defects of this label were non-standard shades and failure in the external varnish. Soon, a brainstorming was carried out with the process team, identifying the possible causes of this defect. Afterwards, the data were collected through the company's ERP system, and then the calculation of Ppk and Cpk was performed using the Minitab software. The software showed that all variables were out of control, some with Ppk a little higher, but still below 1,33 which is ideal for a production line to perform well. The team acted on the causes defined as the main ones. After the performances, a new calculation was made. It was notable that after the performance there was a significant improvement in all variables, which confirms that the use of Ppk and Cpk analysis with the support of the DMAIC tool can bring positive results to the process.

Keywords: Process Performance and Capacity, Aluminum Packaging, Industry.

1 INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (Abralatas, 2021) destaca em uma notícia o crescente aumento da capacidade produtiva que acompanha o crescente aumento da produção em si de latas de alumínio, onde apresenta aumento significativo principalmente entre 2009 a 2017, mostrando a tendência de aumento desse segmento de mercado. De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL, 2021), o mercado de alumínio é responsável por 1,2% do PIB (Produto Interno Bruto) total do Brasil nos anos de 2018 e 2019, já no PIB Industrial esse número aumenta, passa a ser responsável por 6,4% do PIB nos mesmos anos. Além disso, a participação das exportações de alumínio nas exportações Brasileiras representa 1,7% das exportações. Associado a isso, a Abralatas (2021) expõe em suas análises um crescente aumento nas vendas de latas de alumínio, podendo notar que em 1990 as vendas eram abaixo de 1 bilhão de unidades e quando olhamos para 2017 esse consumo já aumentou para cerca de 24 bilhões. Ademais, um novo relatório da Abralatas (2021) apresenta um aumento no consumo de embalagens de alumínio de 8,5% em 2018, sendo quatro vezes maior que o estimado pelos produtores de cerveja e sete vezes maior

quando comparado ao PIB do ano anterior. Ao todo foram 26 bilhões de unidades vendidas pelos associados da Abralatas.

Para gerar embalagens de alumínio existem variáveis que influenciam diretamente a qualidade do produto final e, portanto, precisam ser preditivamente monitoradas e mantidas sob controle, tais como: altura e largura do flange (pescoço da lata), espessura da parede da lata, peso do verniz usado na lata, distribuição do verniz interno e externo, entre muitas outras. Contudo, essas variáveis podem sofrer alterações e ficar fora dos parâmetros pré-estabelecidos pelas mais diversas causas, como por exemplo, ferramental gasto, excesso de produto químicos, entre outros. Para este fim, principalmente quanto à produção em grande escala, como é o caso, é utilizado o CEP (Controle Estatístico de Processos), cuja a finalidade é acompanhar as variáveis do processo afim de garantir que estas se encontrem de acordo com o esperado ou requerido pelo cliente.

Para Evangelista (2019), o CEP é fundamental na análise das variáveis fora dos parâmetros para que se atue na melhora das mesmas. Além disso, Montgomery (1997) mostra que para verificar se o processo atende ou não as especificações do cliente, é necessário comparar a capacidade com a performance. Logo, o presente estudo busca fazer essa análise de CEP, comparando a capacidade com performance real afim de melhorar o processo e diminuir a variabilidade do mesmo. O uso do controle estatístico do processo tem diversas vantagens, algumas delas são reduzir a variabilidade dos atributos do produto, obtendo uma segurança do padrão, definir a verdadeira viabilidade de cumprimento das características do produto, combater a raiz das causas das falhas e erros, evitando seu retorno, entre outras. Quando ocorrem as causas especiais, ou esporádicas, altera-se normalmente uma variável, portanto, quando eliminada, a mesma volta a capacidade das “normal”. Já quando ocorre as causas comuns, altera-se muitas variáveis do processo, quando eliminadas, voltando ao “normal”. Uma vez que o processo está estável determinamos a viabilidade dele através da capacidade do processo, caso definido a não viabilidade desse processo, deve-se atuar nas causas comuns de variação, diminuindo essas variabilidades afim de atingir o melhor desempenho, assim como na Figura 1.

O CEP possui diversas ferramentas de Qualidade atreladas a ela, isso porque o controle do processo só se dá para garantir a qualidade do produto final. Algumas ferramentas de qualidade usadas no CEP são: a Carta de Controle, para que se verifique estatisticamente

as causas das variações e para o aprimoramento contínuo das soluções, o Histograma, pois ele mostra graficamente a distribuição de frequência dos dados agrupados, permitindo uma melhor interpretação. O Diagrama de Pareto, para identificar os problemas mais recorrentes para dar atenção, o Diagrama de Causa e Efeito, mais conhecido como Ishikawa, auxilia na identificação das causas de um problema (efeito), entre outras. (CARPINETTI, 2003; CONTADOR, 2010)

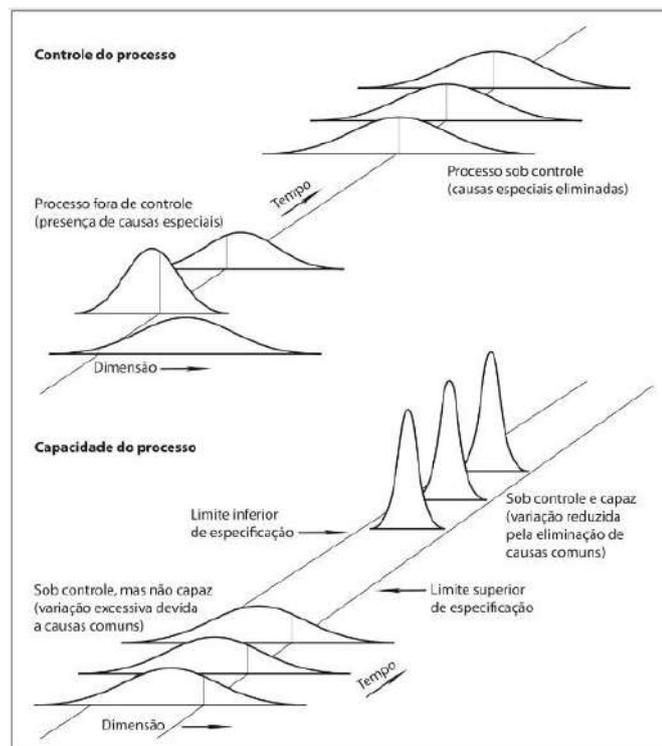


Figura 01 - Métodos de análise do controle e capacidade do Processo

Fonte: Contador (2010)

Segundo Penedo et al (2016), o método DMAIC tem esse nome pois as siglas são as etapas da metodologia, sendo D, Define (Definir), onde define o escopo do projeto, os objetivos, cronograma, etc, Measure (Medir), onde se define o foco do problema e realiza-se a coleta de dados, Analyze (Analisar), onde se verifica as causas em potencial do problema, Improve (Melhorar), onde se identifica melhorias, e por fim, Control (Controlar), onde se padroniza e garante que as melhorias vão continuar a médio e longo prazo. Essas etapas do DMAIC são parte do desenvolvimento de melhorias geradas pelo programa seis sigma, cujo

objetivo é sucintamente aumentar produtividade e conseqüentemente a lucratividade melhorando a competitividade da empresa no mercado, somado a isso, também geraredução de custo e oportunidade em diversas etapas do processo.

Para investigar o comportamento do processo é preciso comparar a capacidade e a performance do mesmo, para definir se o mesmo é capaz ou não de atender as especificações definidas pelo cliente. Os índices apontados para essa análise das variações dentro do processo são CP e o PP. (MONTGOMERY, 1997; MONTGOMERY, 2004). Para a assertividade desses cálculos é preciso conhecer o número de defeitos que ocorrem no processo para se obter a fração defeituosa do mesmo. (MONTGOMERY, 1997)

Os cálculos dos indicadores de desempenho realizados serão conforme as equações citadas por Franceschi (2017). Sendo o Cp a comparação da variação do processo com a tolerância aceita, ou seja, o índice de capacidade potencial, logo, esse cálculo só representa a capacidade real se o processo estiver sob controle, conforme a Equação 1.

$$Cp = \frac{LSE-LIE}{6\sigma} \quad (1)$$

Sendo Cp a capacidade produtiva, LSE o limite de especificação superior, LIE o limite de especificação inferior e σ o desvio padrão esperado. Sucintamente representa a variação permitida dentro das especificações dividida pela variação esperada pelo processo. Já o Pp faz a comparação entre a performance do processo no passado e a tolerância estabelecida, ou seja, a performance global do processo, fazendo uso do desvio padrão de longo prazo, conforme a equação 2.

$$Pp = \frac{LSE-LIE}{6s} \quad (2)$$

Sendo Cp a capacidade produtiva, LSE o limite de especificação superior, LIE o limite de especificação inferior e s o desvio padrão de longo prazo. Sucintamente representa a variação permitida dentro das especificações dividida pela variação do processo no passado. Quando comparados, o CP e o PP, são diferentes por respectivamente considerarem o fator de dispersão do denominador, dispersão média obtida de um mesmo subgrupo e o desvio padrão global de todas as amostras. (FRANCESCHI, 2017; MONTGOMERY, 2004) Agregando ao Cp, o Cpk caracteriza a localização da variação naturais do processo, ou seja a distância média do processo com sua especificação. Calculada conforme a Equação 3.

$$Cpk = \min \left[\frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma}; \frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma} \right] \quad (3)$$

Agregando ao Pp, o Ppk caracteriza a centralização da variação global do processo, ou seja a distância média do processo com sua especificação. Calculada conforme a Equação 4.

$$Ppk = \min \left[\frac{LSE - \bar{X}}{3s}; \frac{\bar{X} - LIE}{3s} \right] \quad (4)$$

Quando comparado Cp com Pp, verifica-se a consistência do processo ao longo do tempo. Logo, analisar esses indicadores permite acompanhar e controlar o processo identificando facilmente a localização e a variável que está fora de controle. A interpretação do cpk e do ppk vai variar com as expectativas de cada empresa, um processo é considerado como capaz quando 99,74% ou mais do seu processo couberem entre os limites especificados (Cp e $Cpk \geq 1$), ou seja, 6 desvio padrões ou mais dentro do limite, mesmo não estando perfeitamente centralizado. O ppk da mesma forma, é considerado com boa performance o ppk acima dos especificado (Pp e $Ppk \geq 1$), mas geralmente as empresas adotam de 1,33 para cima como valor ideal de ppk e cpk. Juntamente com o valor do cpk e ppk, a interpretação dos gráficos de histograma dos mesmos com as curvas geradas mostram maiores informações sobre aquele processo, conforme a figura 5, quando a curva está mais achatada o processo pode estar sob controle, mas pouco capaz, quando a curva está mais cumprida, o processo está sob controle e capaz, já quando a curva está aleatória, ou seja, com valores muito discrepantes, o processo está fora de controle e pouco capaz, além disso, considera-se se a curva está mais próxima ou fora dos limites de especificação, inferior e superior. (FRANCESCHI, 2017; MONTGOMERY, 1997; MONTGOMERY, 2004)

2 DESENVOLVIMENTO

O trabalho desenvolvido é um estudo de caso, com intuito de avaliar o Ppk e o Cpk do processo de uma fábrica de embalagens de alumínio de Três Rios com uso do método DMAIC, com enfoque no rotulo com maior variabilidade, buscando diminuir a instabilidade desse processo. O trabalho foi implementado, sequencialmente por meio do método DMAIC. Na fase de Definição, foi realizado um mapeamento do processo através do sistema OMS, além disso, foram coletadas as informações embutidas no sistema de ERP da empresa para realização de um Diagrama de Pareto e um Histograma para então definir qual rotulo possui

mais parâmetros fora dos padrões. Após, foi realizado um Gráfico de Pareto para definição das variáveis com maior reincidência no rotulo, identificado no passo anterior, por meio das informações encontradas no mesmo sistema. Na fase Medição, com o rotulo e o defeito mais recorrente definidos, foi apontado junto a equipe de processo as causas da variabilidade com o auxílio do diagrama de Ishikawa para definição de hipóteses. Em seguida foram coletados os dados dessas variáveis definidas nas hipóteses em um período aleatório durante os turnos de produção que estejam produzindo o rotulo identificado. Na fase de análise, com essas informações em mãos, foi calculado junto a produção a performance e capacidade do processo. Após a coleta de dados, durante um período considerado aceitável pela própria empresa, e a definição da performance e da capacidade da produção, foi acompanhado junto a equipe de processo as causas da variabilidade com uso do diagrama de Ishikawa. Por fim, na fase de Implementar/Controlar, foi apontado possíveis melhorias a serem feitas para regularizar aquele parâmetro com instabilidade.

A indústria de embalagens de alumínio, objeto de estudo desse trabalho, tem sob controle os mais diversos parâmetros e variáveis, dentre eles são divididos em duas formas de controle, os parâmetros das máquinas e equipamentos e os parâmetros do produto final, nesse caso, as latas. O presente trabalho avaliou os parâmetros do produto final para identificar as maiores variabilidades do processo. Na fábrica em estudo os controles do produto final são inseridos e analisados na ferramenta QAS (Quality Assurance Solutions) do ERP (sistema integrado de gestão empresarial) SAP, nele são inseridos os parâmetros de entrada e saída, e os limites superior e inferior a serem atingidos.

A empresa possui seus próprios padrões do produto final, mas isso pode variar de acordo com o cliente, pois as características da lata variam com as características da marca do cliente e do produto que será envazado no mesmo. Logo, com tantas variações no processo, o presente trabalho avaliou o rótulo e a variável com maior variabilidade para ser estudado. Em caso de variações fora dos limites especificados, deve ser feitas investigações para corrigir e adequar a variável para dentro dos limites novamente. Portanto, foi utilizado o Controle Estatístico do Processo (CEP), que busca melhorar a estabilidade do processo, reduzir custos, aumentando as vantagens competitivas da empresa no mercado.

O processo da fábrica em estudo tem seu início na Cupper, onde se desfaz a bobinade

alumínio e se encaixa na prensa de copos, conforme número 1, após, os copos seguem em uma esteira a vácuo para o equipamento de conformação e estiramento em seguida de corte da rebarba, chamadas respectivamente de Body Maker e Trimmer conforme número 2 e 3, a lata segue para as Lavadoras, ou Washers, onde é feita a lavagem para retirada de óleo e demais sujidades do processo, conforme número 4, após, a lata passa por um forno para secagem da água e segue para o equipamento de “carimbo” da arte, chamada de Printer, nela é feita a pintura do rotulo da lata com rolos de blanquetas de cada cor que o rotulo tiver, cada cor do rotulo é uma blaqueta diferente, ou seja, um “carimbo” diferente, que passa em rotação em cada lata, uma seguida da outra, conforme número 5, logo em seguida a lata recebe o verniz na envernizadora chamamos de verniz externo para durabilidade do rotulo na lata, e para acabamentos de acordo com desejo do cliente, varia entre verniz fosco, brilhoso, metalizado, etc., conforme o número 6, e então segue para o forno para secagem do verniz e tinta conforme número 7, a lata segue para o Inside Spray, onde a lata recebe um verniz interno que impede o contato do alimento com o alumínio, conforme número 8, e então novamente para um forno para secagem, segue para as últimas etapas de conformação no Necker, onde se conforma o pescoço da lata e seus acabamentos conforme números de 10 a 14, os testes de luz ficam localizados na saída do Necker para verificação de furos e defeitos similares de deformação, por fim, as latas vão para a Paletizadora, onde são agrupadas e montadas pelo equipamento em paletes e cintados para um transporte seguro do palete. A linha de produção possui mais de um equipamento dos que tem uma capacidade menor de produção que os demais, como por exemplo as Body Makers, que são 10 maquinas em cada linha de produção, já a Cupper, é 1 maquina em cada linha de produção. Todas as etapas citadas estão representadas na Figura 2.

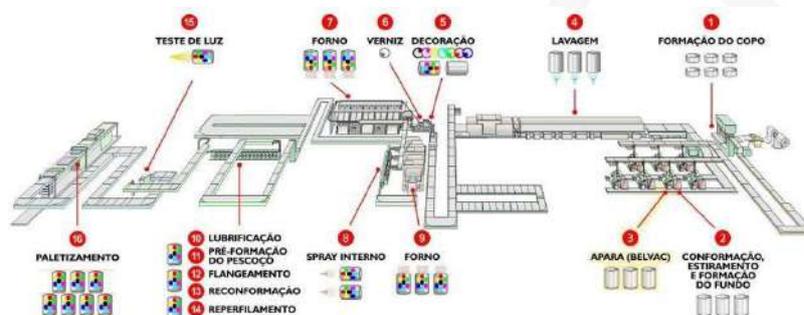


Figura 02 – Processo em etapas da fábrica em estudo

Fonte: Autor (2021)

Após o mapeamento do processo, foram coletadas as informações embutidas no sistema ERP da empresa para a realização de um Diagrama de Pareto e um Histograma para definir qual rótulo possui mais incidência de defeitos, ou seja, de parâmetros fora do padrão. Foi feito um histograma simples, com os últimos 6 meses de produção, que correspondem de Março a Agosto de 2021, para coletar as informações iniciais, as informações usadas foram a quantidade de paletes produzidos com defeito e seus respectivos rótulos. Na empresa em estudo chama-se os paletes com defeitos detectados de HFI, sigla em inglês para held for inspection, que significa retido para inspeção. O gráfico 1 mostra o histograma simples inicial, onde pode-se ver que o rótulo que teve mais defeitos foi a Brahma Duplo Malte Fosco 350 ml/12 oz com 6325 paletes produzido com algum defeito, ou seja, rejeitado para venda para o cliente. Após foi inserida as informações no sistema Minitab, software de controle estatístico, e aplicado o gráfico de Pareto para uma definição certa conforme Gráfico 2, confirmando que o rótulo da Brahma Duplo Malte é o que possui maior incidência de defeito.

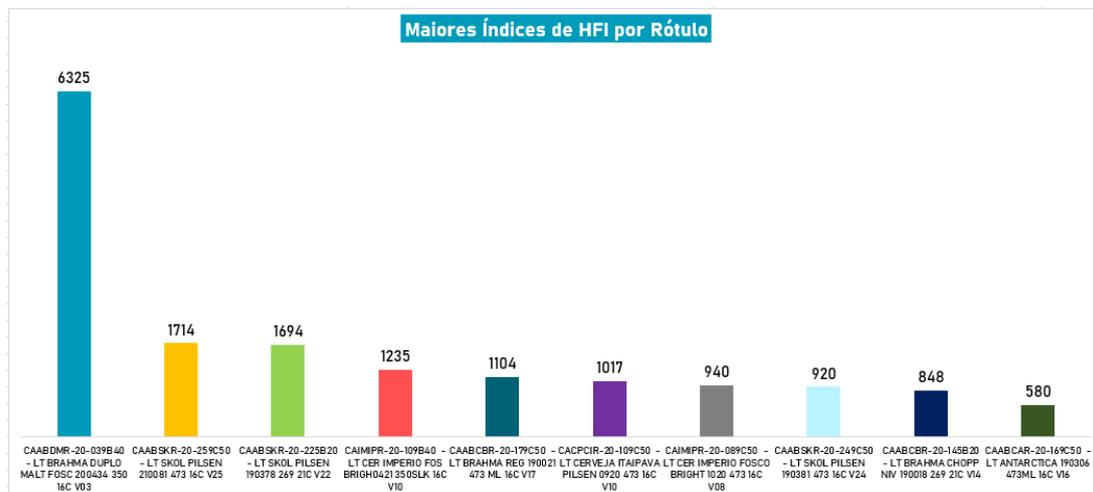


Gráfico 01 –Histograma dos maiores índices de HFI por rótulo

Fonte: Autor

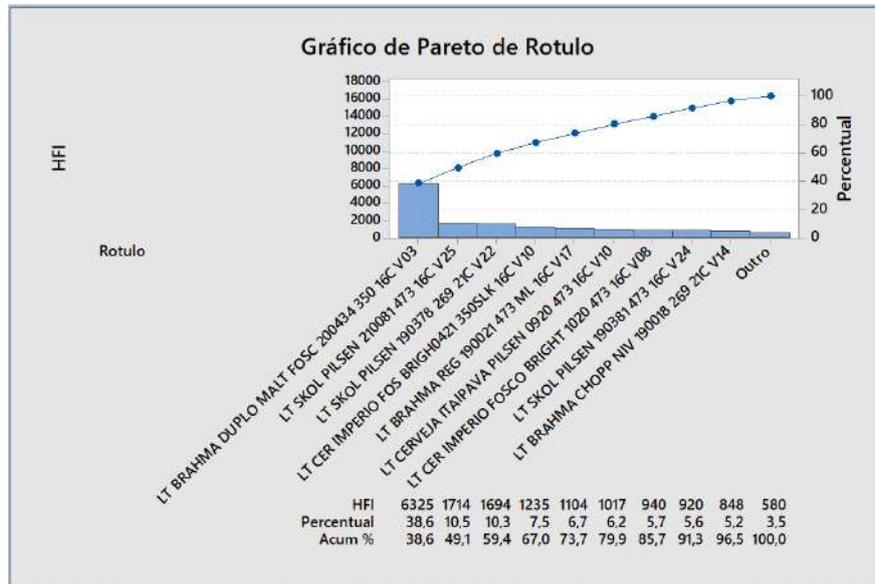


Gráfico 02 – Gráfico de Pareto de HFIs por rótulo

Fonte: Autor

Após definido o rótulo com maior incidência de defeitos, foi coletas as informações desse rótulo no mesmo ERP citado anteriormente dos defeitos mais incidentes do mesmo. Foi inserida as informações no sistema Minitab, e aplicado o gráfico de Pareto para uma definição certa conforme Gráfico 3, confirmando que os 2 defeitos que são mais incidentes são tonalidade fora do padrão e falha de verniz externo.

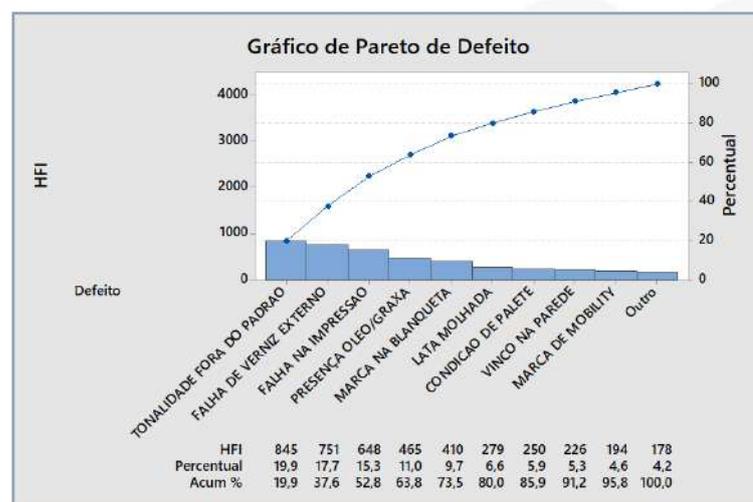


Gráfico 03 – Gráfico de Pareto de HFIs por defeito

Fonte: Autor

Para compreensão do defeito de falha no verniz externo a Figura 3 apresenta o defeito visual. Essa marca é causada por uma falha na aplicação do verniz que durante a passagem pelos maquinários “arranha” a pintura do rótulo gerando essa marca.



Figura 03 – Defeito de Falha no verniz externo

Fonte: Autor (2021)

Com o rótulo e o defeito definido, foi feito um brainstorming com as equipes de processo e operação e realizado um diagrama de Ishikawa simples para se definir qual variável será analisada a capacidade e performance. Durante o brainstorming foi apontado que o primeiro defeito, de tonalidade fora do padrão possuía variáveis muito visuais e de controle imediato, considerada variáveis por atributo, logo para o cálculo de performance e capacidade de processo seria necessário uma aplicação mais aprofundada como um projeto de 6 sigma por exemplo. Assim, o segundo maior defeito recorrente é o de falha no verniz externo, rótulo no qual foi aplicado o diagrama de Ishikawa, exposto na figura 4, e o cálculo de Ppk e Cpk posteriormente.

Foram expostas as variáveis que tinham maior impacto direto no defeito de falha no verniz, e então definido a hipótese de viscosidade baixa e distribuição irregular da camada de verniz terem interferência direta nesse defeito. Foram expostas as variáveis que tinham maior impacto direto no defeito de falha no verniz, e então definido a hipótese de viscosidade baixa e distribuição irregular da camada impactando na Falha de verniz externo.

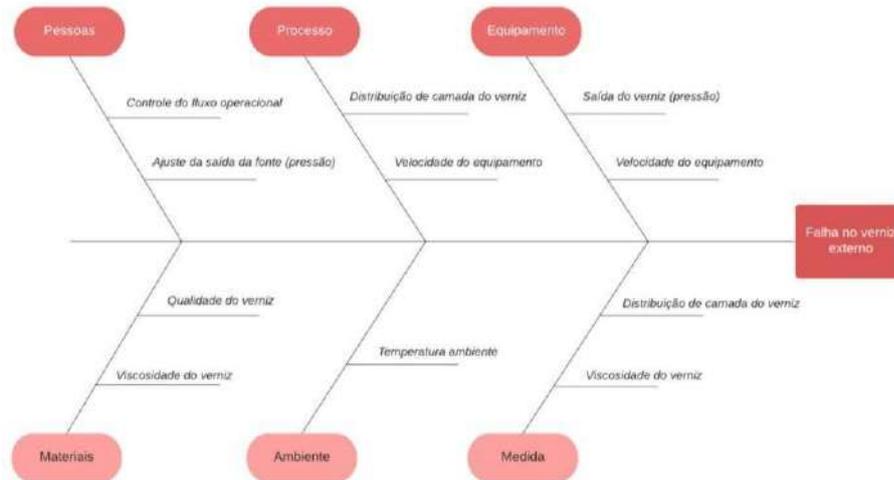


Figura 04 – Diagrama de Ishikawa

Fonte: Autor (2021)

Para a medição foram coletados os dados dessas variáveis no sistema ERP da empresa em um período para obtenção de 30 amostras, ou seja, considerando todos os testes do período em que estava produzindo Brahma Duplo Malte Fosco. O formato de lata 12oz só é produzido na linha 2, restringindo a análise para a mesma. Na linha 2 existem 2 Printers, equipamento que faz pintura e envernização do rótulo, a Printer 21 e 22. Como os testes são realizados 4 vezes por turno, sendo 2 turnos/dia considerando as trocas de rótulo, foi necessário uso das amostras do dia 7 a 15/09 para variável de distribuição de camada de verniz e 2 a 15/9 para a variável de Viscosidade. O teste de viscosidade trata-se do tempo em que o verniz demora para passar pelo aparelho de medição, conforme figura 5. A viscosidade é calculada para o verniz externo e o verniz de fundo. Já o teste de distribuição de camada trata-se da espessura da camada de verniz externo da lata, o teste é feito por um aparelho que mede essa espessura de forma precisa conforme fotografia 6. O teste é feito no topo, no meio e na base da lata.

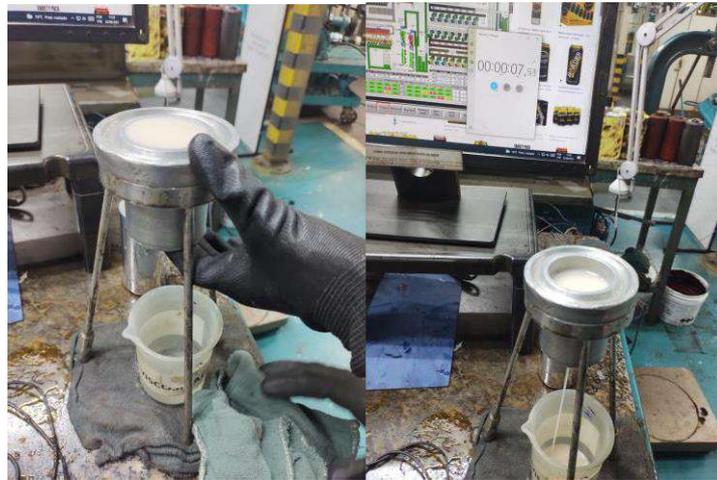


Figura 05 – Teste de viscosidade do verniz

Fonte: Autor (2021)



Figura 06 – Teste de Distribuição de camada de verniz a) Base b)Topo

Fonte: Autor (2021)

Após a coleta de dados foi aplicado no software Minitab e feito o cálculo de performance e capacidade do processo das variáveis distribuição de camada e viscosidade. O cálculo de ppk (performance de processo) e cpk (capacidade de processo) é feito automaticamente no software, assim como os gráficos para interpretação do mesmo. Considerando que a linha 2 possui duas Printers, 21 e 22, temos 8 análises, sendo elas Verniz Lateral Printer 21, Verniz Lateral Printer 22, Distribuição de Camada de verniz externo no Topo, Meio e Base da Printer 21 e as mesmas da Printer 22. A análise de Verniz Lateral da

Printer 21 está exposto no gráfico 4, os limites de especificação são, limite inferior de especificação 45 segundos e limite superior de especificação 50 segundos, onde pode-se perceber um cpk de -0,03 e um ppk de -0,02 que representa que conforme o tópico 5.5, o processo está incapaz, pois o valor ideal é 1,33 ou mais ($Cpk, Ppk \geq 1,33$), além disso pela curva achatada do histograma percebe-se um processo fora de controle. Reforçando a informação anterior, a carta de controle apresentada no gráfico mostra uma grande variação entre as amostras no início e uma variação menor no final, junto a isso o gráfico de probabilidade mostra apesar de bem espaçados os dados, uma tendência de aumento dos resultados.

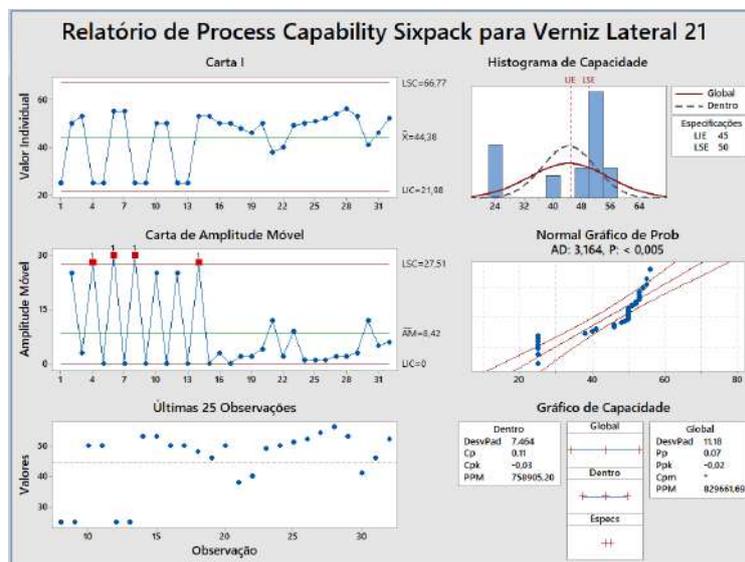


Gráfico 04 – Análises estatísticas de Verniz Lateral Printer 21

Fonte: Autor

A análise de Verniz Lateral da Printer 22 está exposto no gráfico 5, os limites de especificação são, limite inferior de especificação 45 segundos e limite superior de especificação 50 segundos, onde pode-se perceber um cpk de -0,26 e um ppk de -0,15, logo, ($Cpk, Ppk < 1,33$), que representa que conforme o tópico 5.5, o processo está incapaz, além disso pela curva achatada do histograma percebe-se um processo fora de controle. Reforçando a informação anterior, a carta de controle apresentada no gráfico mostra uma grande variação entre as amostras no final do gráfico, junto a isso o gráfico de probabilidade mostra apesar de bem espaçados os dados, uma tendência de aumento dos resultados.

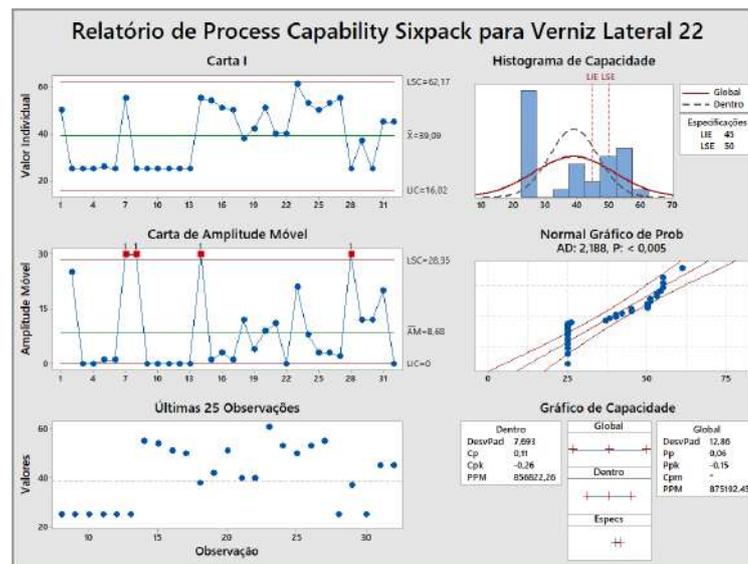


Gráfico 05 – Análises estatísticas de Verniz Lateral Printer 22

Fonte: Autor

A análise de Distribuição de Camada de Verniz da Printer 21 está exposto no gráfico 6, os limites de especificação são, limite inferior de especificação 1,8 Mg/pol2 e limite superior de especificação de 3,5 Mg/pol2, onde pode-se perceber no topo um Cpk de 1,153 e um Ppk de 0,195, no meio um Cpk de -0,758 e um Ppk de -0,182 e na base um Cpk de -0,187 e um Ppk de -0,082, tanto o Cpk, quanto o Ppk encontrasse abaixo de 1,33, (Cpk, Ppk < 1,33), o que representa que o processo está incapaz, a curva do gráfico 6 mostra uma curva mais achatada, tendendo a sair do limite superior de especificação, logo, o processo encontrasse fora de controle.

A análise de Distribuição de Camada de Verniz da Printer 22 está exposto no gráfico 7, os limites de especificação são, limite inferior de especificação 1,8 Mg/pol2 e limite superior de especificação de 3,5 Mg/pol2, onde pode-se perceber no topo um Cpk de 0,941 e um Ppk de 0,712, no meio um Cpk de 1,203 e um Ppk de 0,795 e na base um cpk de 1,357 e um ppk de 0,749, no caso do topo e do meio o processo está incapaz, no caso do base, o Cpk encontrasse acima de 1,33, (Cpk > 1,33), logo seria um processo tem boa capacidade, porém, o Ppk está abaixo de 1,33, (Ppk < 1,33), logo, o processo é incapaz, todavia, com resultados mais próximos do ideal quando comparado com a análise de Distribuição de Camada da Printer 21, a curva do gráfico 7 mostra uma curva mais centralizada, o que

representaria um processo sob controle, mas a curva tende a sair do limite superior de especificação, e apesar de mais centralizada ainda encontrasse achatada, logo, o processo encontrasse fora de controle.

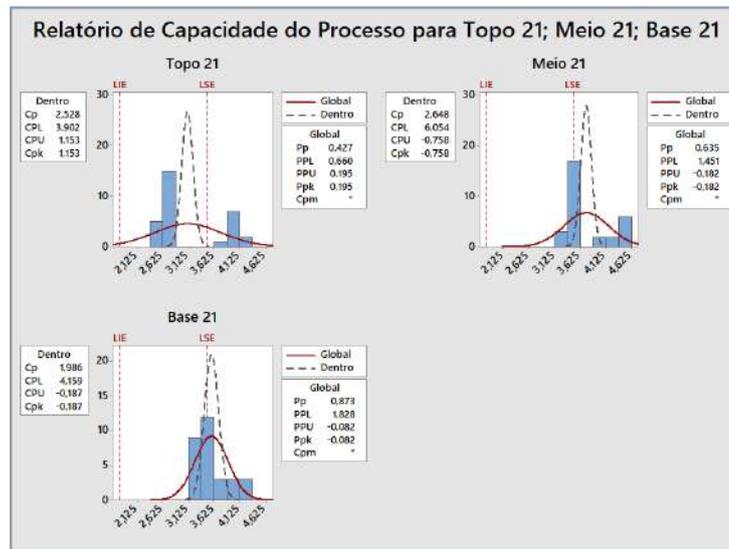


Gráfico 06 – Análises estatísticas de Distribuição de Camada de verniz Printer 21

Fonte: Autor

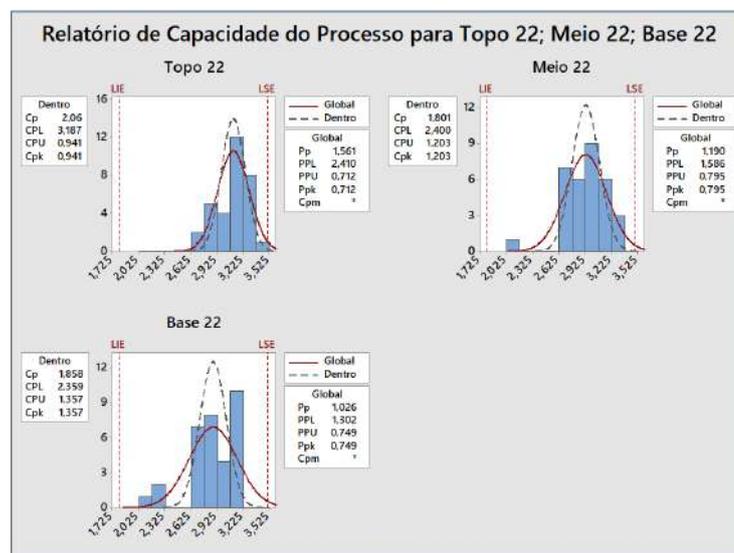


Gráfico 07 – Análises estatísticas de Distribuição de Camada de verniz Printer 22

Fonte: Autor

Após as análises feitas junto a equipe de processo, a equipe traçou ações baseadas no diagrama de causa e efeito, ou diagrama de Ishikawa, e então, os mesmos fizeram atuações pontuais como ajuste na pressão do rolo, para a pressão ideal da cobertura do verniz, limpeza do raspador, para evitar sujidade do mesmo, e atuações específicas em alguns ferramentais do equipamento. Após, foi feita coleta de 30 amostras no mesmo dia para verificação dos resultados após atuação.

Pode-se perceber no Gráfico 8 que após as atuações da equipe de Processo ocorreu uma melhora no Ppk de distribuição de camada da Printer 21 de anteriormente 0,195 para 0,611 no topo, de -0,182 para 0,529 no meio e de -0,082 para 0,546 na base. Já no Gráfico 9, pode-se ver que após as atuações da equipe de Processo ocorreu uma melhora no Ppk de distribuição de camada da Printer 22 de anteriormente 0,712 para 1,496 no topo, de 0,795 para 2,650 no meio e de 0,749 para 1,296 na base.

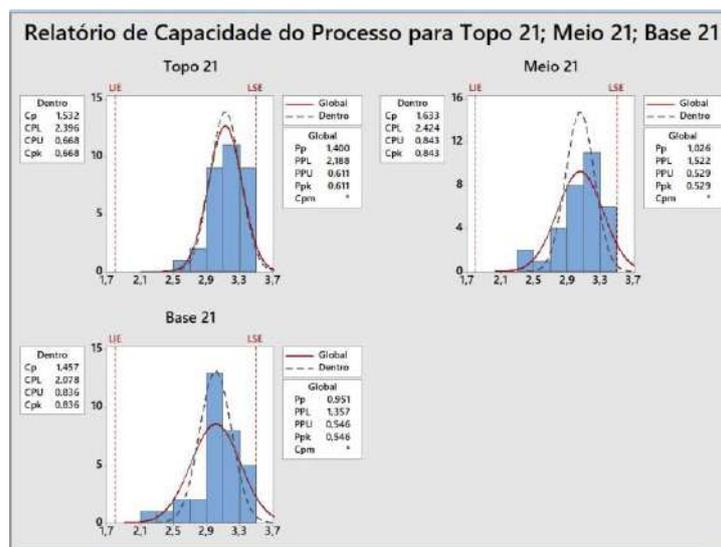


Gráfico 08 – Análises estatísticas de Distribuição de Camada de verniz Printer 21

Fonte: Autor

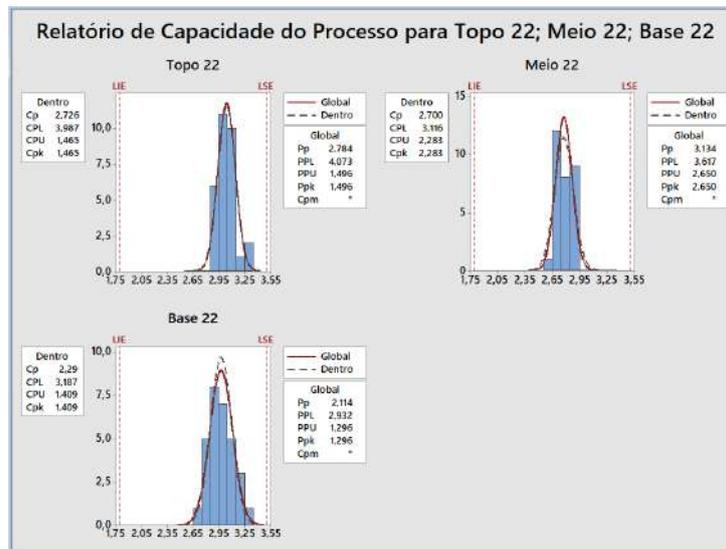


Gráfico 09 – Análises estatísticas de Distribuição de Camada de verniz Printer 22

Fonte: Autor

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho pretendeu avaliar a performance e capacidade do processo de uma fábrica de embalagens de alumínio de Três Rios com uso do método DMAIC, com enfoque o rotulo com maior variabilidade de parâmetros do produto final, buscando diminuir a instabilidade desse processo, visto que o CEP, controle estatístico de processo, é de suma importância para o bom desenvolvimento e fluidez das atividades industriais. Além disso, percebe-se a importância do ramo de atuação da empresa em estudo, embalagens de alumínio, para o mercado de trabalho como um todo. A análise permitiu entender que o rotulo com maior reincidência de problemas era a Brahma Duplo Malte Fosco, e que desse rotulo o defeito mais recorrente era primeiro tonalidade fora do padrão e em seguida falha no verniz externo, sendo a tonalidade fora do padrão um defeito identificado como um atributo, ou seja, uma variável com controles não estatísticos, assim sugeriu-se um estudo mais aprofundado para tal variável, e seguiu-se com o segundo maior defeito que foi falha no verniz externo. Logo, o brainstorming com a equipe de processos, permitiu identificar as possíveis causas desse defeito, através do diagrama de Ishikawa, e foram definidas as causas. Foi realizado o cálculo de Performance e Capacidade do Processo com uso do software Minitab, que realiza

análises estatísticas. O cálculo foi dividido em duas variáveis que tem influência direta no defeito em estudo, a viscosidade do verniz e a distribuição de camada de verniz, sendo a distribuição de camada de verniz no topo, meio e base, após o cálculo, o software mostrou que todas as variáveis se encontravam fora de controle, algumas com Ppk um pouco mais alto, porém, ainda abaixo de 1,33 que é o ideal para uma linha de produção performar bem.

A equipe atuou nas causas definidas como principais, e foi notável que após a atuação ocorreu uma melhora no Ppk de distribuição de camada da Printer 21 de anteriormente 0,195 para 0,611 no topo, representando uma melhora de 0,416 no Ppk, de - 0,182 para 0,529 no meio, representando uma melhora de 0,711 no Ppk, e de -0,082 para 0,546 na base, representando uma melhora de 0,628 no Ppk. Já na Printer 22, ocorreu uma melhora no Ppk de distribuição de camada da Printer 22 de anteriormente 0,712 para 1,496 no topo, representando uma melhora de 0,784 no Ppk, de 0,795 para 2,650 no meio, representando uma melhora de 1,855 no Ppk, e de 0,749 para 1,296 na base, representando uma melhora de 0,547 no Ppk. Somente o Ppk de distribuição de camada da Printer 22 com 1,496 no topo, e 2,650 no meio ficaram dentro do ideal recomendado de no mínimo 1,33 de Ppk, porém, todas as demais variáveis tiveram melhora significativa na performance após as atuações, o que confirma que o uso da análise de Performance e Capacidade do Processo com apoio da ferramenta DMAIC pode trazer resultados positivos para o processo. Ademais, as ferramentas utilizadas em cada etapa do DMAIC permitiram um direcionamento claro para a definição correta dos problemas, permitindo uma atuação precisa. Assim, em pesquisas futuras, sugere-se aprofundar-se nas causas dos defeitos, além de explorar mais ferramentas estatísticas e de Qualidade para uma melhora ainda mais significativa.

4 REFERÊNCIAS

ABAL. (Associação Brasileira do Alumínio). **PERFIL DA INDÚSTRIA**. Disponível em <<https://abal.org.br/estatisticas/nacionais/perfil-da-industria/>> Acesso em 31 de Março de 2021.

ABRA LATAS (Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio). **BRASIL: CAPACIDADE DE PRODUÇÃO E PRODUÇÃO EFETIVA DE LATAS PARA BEBIDAS - 1997 A 2017**. Disponível em <<https://www.abralatas.org.br/grafico/brasil-capacidade-de-producao-e->

producao-efetiva-de-latas-para-bebidas-1997-a-2013/> Acesso e 02 de Abril de 2021.

ABRA LATAS (Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio). **DADOS DO SETOR**. Disponível em <https://www.abralatas.org.br/wp-content/uploads/2015/03/abralatas_dados_do_setor_abralatas.pdf> 26/05> Acesso em 29 de Maio de 2021.

CARPINETTI, Luiz C. R. **CONTROLE DA QUALIDADE DE PROCESSO**. Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos. 2ª Edição. São Carlos, 2003.

CONTADOR, José Celso. **Gestão de Operações: A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO A SERVIÇO DA MODERNIZAÇÃO DA EMPRESA**. Editora Blucher, São Paulo. 3ª Edição p. 170-180, 2010.

D. V. FRANCESCHI; et. Al. **INDICADORES DE CAPACIDADE (Cp e Cpk) E PERFORMANCE DO PROCESSO (Pp e Ppk) EM UMA LINHA INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE SORVETES**. 1º encontro de desenvolvimento de processos agroindustriais Uniube. Uberaba, 2017.

EVANGELISTA, G. S.; **CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO DE TORNEAMENTO DURO NA PRESENÇA DE VARIÁVEL DE RUÍDO**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba) João Pessoa, 2019.

MONTGOMERY, D. C. **DESIGN AND ANALYSIS OF EXPERIMENTS**. John Wiley and Sons: New York. 1997.

MONTGOMERY, D. C.; GEORGE C. RUNGER. **ESTATÍSTICA APLICADA E PROBABILIDADE PARA ENGENHEIROS**. 4º ed, 2004.

PENEDO, Marcelle Ursine; FRANCO, Thaís Marchezini; FERREIRA, Daniela Assis Alves. **Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de retrabalho no setor de contas a receber**. CEUNIH Simpósio de excelência em gestão e tecnologia XIII SEGeT, 2016.