



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Aplicação da Metodologia Lean Six Sigma para a Redução da Perda de Insumos no Processo Produtivo de Agroquímicos

Leonardo Otávio Coronado

Engenharia de Produção – Centro Universitário Estácio Ribeirão Preto (CUERP)

Luiz Rodrigo Bonette

Engenharia de Produção – Centro Universitário Ribeirão Preto (CUERP)

Resumo: O mapeamento de processos passa por todas as etapas de uma linha produtiva com o intuito de tratar os problemas encontrados e analisar os dados coletados em um sistema produtivo, desta forma diminuem e eliminam as perdas pontuais ou recorrentes dos insumos. O objetivo deste estudo é analisar os desvios de dois tipos de insumos no processo de envase de líquidos de uma indústria multinacional de defensivos agrícolas situada na cidade Ituverava no interior do Estado de São Paulo. Foi utilizado a metodologia quantitativa da modelagem estatística para obter os resultados de melhorias na qualidade coletados pelas filosofias do Lean Six Sigma, e *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC) que significa “Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar” junto com as ferramentas da qualidade para análise. Conclui-se que os desvios de perdas de *stock keeping unit* (sku’s) ou unidade de armazenamento de 20 e 5 litros no período de janeiro de 2020 a agosto de 2020 geram Kaizens para o segmento de defensivos como medidas de mitigarem as perdas no processo produtivo de envase destes líquidos.

Palavras-chave: Lean Manufacturing, DMAIC, Kaizen.

Application of Lean Six Sigma Methodology to Reduce Loss of Inputs in the Agrochemicals Production Process

Abstract: Process mapping goes through all stages of a production line in order to deal with the problems found and analyzes the data collected in a production system, thus reducing and eliminating such occasional or recurring losses of inputs. The aim of this study is to analyze the deviations of two types of inputs in the liquid packaging process of a multinational agricultural pesticide industry located in the city of Ituverava in the interior of the State of São Paulo. The quantitative methodology of statistical modeling was used to obtain the quality improvement results collected by the Lean Six Sigma philosophies, and *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC) along with the quality tools for analysis. It is concluded that the deviations of losses from 20 and 5 liters of stock keeping units (sku's) in the period from January 2020 to August 2020 generate Kaizens for the pesticides segment as measures to mitigate such losses in the filling production process of liquids.

Keywords: Lean Manufacturing, DMAIC, Kaizen.

1. Introdução

Os modelos baseados em processos, atualmente, são o grande destaque no cenário organizacional, desta forma a busca por novos métodos de gerenciamento que possuem a finalidade de melhorar o processo produtivo, reflete na evolução da manufatura enxuta (SLACK et al., 2002).

O Lean Six Sigma, pode oferecer resultados mais concretos com a condução destes dois programas, por meio de organizações separadas e independentes (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005; MIYAKE; RAMOS, 2007).

A Lei Nº 7.802/89 descreve que toda a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização dos produtos supracitados devem adotar o termo “agrotóxico” (BRASIL, 2021).

De acordo com Carson (2010) os fertilizantes com base de agrotóxicos geram efeitos negativos para o ser humano e o meio ambiente. Portanto é neste contexto de controle da produção de agrotóxicos que é aplicado esta pesquisa de engenharia de produção.

Esse estudo tem como objetivo a realização de uma análise de perdas em uma linha de envase, no qual foi utilizada a metodologia *Lean Manufacturing* com foco na produção enxuta.

Consequentemente foram selecionados dois tipos de insumos, por serem os itens mais frequentes de perdas, e de alto valor unitário entre os insumos e o tipo embalagem, o qual resultará para a empresa em um retorno financeiro de curto prazo, além de melhorar o seu planejamento estratégico em seus processos.

O método é quantitativo com utilização de modelagem estatística para análise da capacidade o processo produtivo e da coleta de dados do processo produtivo por ferramentas da gestão da qualidade.

Este artigo é estruturado nas seguintes seções. Na introdução é apresentado a importância do acompanhamento dos processos de produção de fertilizantes. Na seção da revisão da literatura é fundamentado os métodos que podem ser utilizados para tomada de decisão nos desvios desta produção. Na seção metodologia é feita a abordagem quantitativa da recorrência das perdas mensais dos insumos, e na seção de conclusão é esclarecido os benefícios do acompanhamento mensal e tratativas de ações para o ramo agroquímico.

2. Revisão Bibliográfica

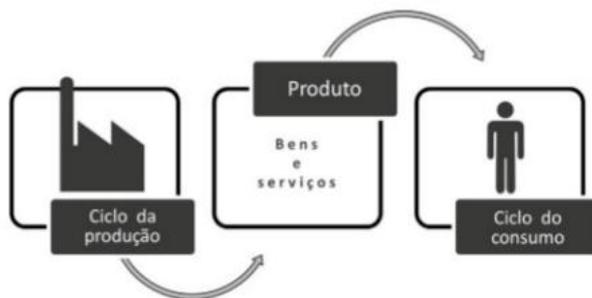
2.1 *Lean Manufacturing*, DMAIC e Kaizen

2.1.1 *Lean Manufacturing*

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia de gestão que foi desenvolvida por meio das práticas e resultados do Sistema Toyota de Produção. Esse sistema consiste em tornar o trabalho mais satisfatório, eliminando os desperdícios (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2021; OHNO,1997). Tornou-se evidente as notórias vantagens e superioridade do STP da indústria japonesa, principalmente nos quesitos produtividade, qualidade, desenvolvimento de produtos com o pensamento enxuto por Wolmack, Jones e Ross na obra publicada *The Machine that Changed the World* (A máquina que mudou o mundo) na década de 90 (LEAN INSTITUTE BASIL, 2021). O pensamento enxuto não se limita ao processo de produção, a sua abrangência deve caminhar também pelos setores de serviços da organização.

A Toyota sistematizou práticas com foco integrado nos ciclos de produção e do consumo tendo o produto como elo como é demonstrado na figura 1:

Figura 1 – Os ciclos de produção e do consumo



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2014)

As características centrais do Lean, conforme Pinto (2014), são destacadas no (1) desenvolvimento e organização de equipes, compostas por pessoas flexíveis, de múltipla formação, com elevada autonomia e responsabilidade nas suas respectivas áreas de trabalho, (2) na resolução de problemas estruturadas nas áreas de trabalho, em sintonia com uma cultura de melhoria contínua, (3) nas operações enxutas que resulta na revelação dos problemas para, posteriormente, serem corrigidos, (4) na política de liderança de recursos humanos no qual desenvolva os sentimentos de pertença, partilha e dignidade, (5) nas relações fortificadas com os fornecedores e (6) na relação de proximidade e sintonia com o cliente.

Para a execução da mentalidade enxuta nos processos industriais, o conjunto de conhecimentos relaciona-se basicamente com as técnicas e ferramentas do *just-in-time* (SLACK, 2002), refere-se a “produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários”, isso permite que a organização trabalhe somente com o necessário e na quantidade requerida a fim de eliminar desperdícios e/ou atividades que não agreguem valor. Alves (1995) analisa que o sistema visa administrar a manufatura de forma simples e eficiente, otimizando o uso dos recursos de capital, equipamento e mão-de-obra. O resultado é um sistema de manufatura capaz de atender às exigências de qualidade e entrega de um cliente, ao menor custo. Para Augusto (1995) existem três ideias para desenvolver o sistema *Just In Time*, onde é possível analisar (1) Integração e otimização, (2) Melhoria contínua e (3) Entender e responder às necessidades dos clientes.

2.1.2 Define, Measure, Analyze, Improve and Control (DMAIC)

Para Linderman et al. (2003), Behara et al. (1995) e Eckes (2001) cada fase do método DMAIC contempla uma ação relativa onde é possível (1) definir, (2) medir, (3) analisar, (4) melhorar e (5) controlar. Para Barney (2002) e Lynch et al. (2003) é constatado uma estrutura de níveis de operação de diversos fatores, simultaneamente ao processo em estudo, onde estas informações obtidas com o *Design Of Experiments* (DOE) auxiliam a identificar o ajuste das variáveis-chave para modificar e otimizar os processos.

2.1.3. Kaizen

De acordo com Imai (1994), o Kaizen pode ser aplicado em todas as atividades em vários aspectos e significa melhoria contínua, a versatilidade desse método proporciona a sua aplicação em quaisquer circunstâncias, seja profissional ou pessoal. Brunet e New (2003) elucidam que kaizen é uma forma de mobilização da força de trabalho. O objetivo reside em criar um canal para os funcionários a contribuir para o desenvolvimento da organização.

Para a organização, essa técnica de gestão auxilia a melhorar seu desempenho e a sua qualidade, com a participação direta dos colaboradores. O kaizen contribui para que os colaboradores desenvolvam novas capacidades de resolução de problemas e os motiva para participar de atividades de melhoria futuras (FARRIS, et al., 2009).

Para a realização do kaizen é substancial o comprometimento com o tempo e o esforço, por parte da administração. O investimento em capital não substitui o tempo e o esforço, pois investir em kaizen significa investir nas pessoas. Para a efetividade desse programa também é significativo um tipo diferente de liderança, que seria aquela baseada na experiência e nas convicções pessoais, não se considera necessariamente a autoridade, o cargo, ou a idade (IMAI, 1994).

As equipes de Kaizen são formados de pessoas multifuncionais. Essa equipe é guiada por meio de objetivos que visam a melhoria, para reduzir os tempos totais através da eliminação de resíduos no processo (BAHENSKY; ROE; BOLTON, 2005).

Conforme o estudo realizado por Brunet e New (2003), com o objetivo de relatar como é praticado o kaizen em algumas empresas japonesas, foram identificados três níveis de agrupamento de atividades kaizen, são elas: (1) Planejamento e preparação, (2) Implementação e (3) Acompanhamento.

Assim, o kaizen é um processo de resolução de problemas que consolida um novo nível, que haja além do melhoramento de sua padronização (BARTOLI et al., 2008).

Conforme a consolidação dos autores citados, o Kaizen é formado por ciclos de atividades periódicas voltadas para disseminação dos conceitos Lean para todos da organização, visando a melhoria contínua dos processos que agregam valor ao negócio e ao cliente de forma gradual.

2.2 Ferramentas da Gestão Qualidade

Nesta seção serão mencionados apenas o Diagrama de Ishikawa e Diagrama de Pareto como ferramentas da qualidade, pelo fato de serem aplicados para coleta de dados e planejamento da aplicação do Lean Manufacturing, DMAIC e Kaizen neste estudo.

2.2.1 Diagrama de Ishikawa ou Causa e Efeito e Diagrama de Pareto

O Diagrama de causa é uma ferramenta que ajuda a identificar e pesquisar as raízes dos problemas, também é conhecido como Espinha de Peixe ou Ishikawa, e foi criado por Kaoru Ishikawa.

Como ressaltado Martinelli (2009), o diagrama de causa e efeito é utilizado para apresentar relações que existem entre o resultado (efeito) e os fatores (causa) do processo.

Para Colenghi (2007), a montagem de um diagrama de causa e efeito se inicia pela definição do problema, em seguida é apresentado as possíveis causas e direcionado para o diagrama.

O diagrama é composto por uma coluna central, sinalizada por uma seta, levando até a consequência, na parte superior e inferior, são representadas as causas que podem interferir no processo.

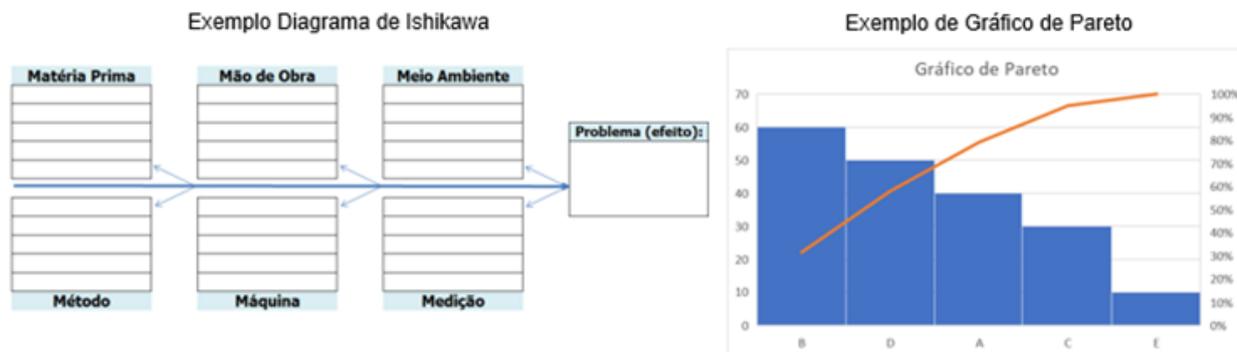
Martinelli (2009) descreve que análise de Pareto refere-se à regra 80/20, descoberta por Vilfredo Pareto, que foi um economista italiano do século XIX, que surgiu através de um estudo realizado com os dados de rendimentos e riqueza da Inglaterra. Pareto então verificou que 80% da riqueza se encontrava concentrada em apenas 20% da população, e foi visto que essa proporção se repetia com frequência matemática a outros países também.

Assim foi então aplicado nas organizações, onde conforme Mello (2011) exemplifica, que se 80% das frutas colhidas em um pomar se apresentam com problemas de qualidade, provavelmente essa falta de qualidade é causada por apenas 20% dos procedimentos que envolvem o plantio e a colheita.

Assim então pode se dizer que, é muito mais vantajoso focar nos 20%, buscando entender melhorias e ganhos nos processos e produtos, do que no processo todo, perdendo um grande tempo onde não há tanto peso.

Logo abaixo na Figura 1 é apresentado as duas ferramentas da gestão da qualidade.

Figura 2 – Ferramentas de Gestão da Qualidade aplicadas no Lean Manufacturing



Fonte: Elaboradora a partir de Martinelli (2009) e Colenghi (2007)

3. Metodologia

3.1. Apresentação da Indústria de Fertilizante da cidade de Ituverava

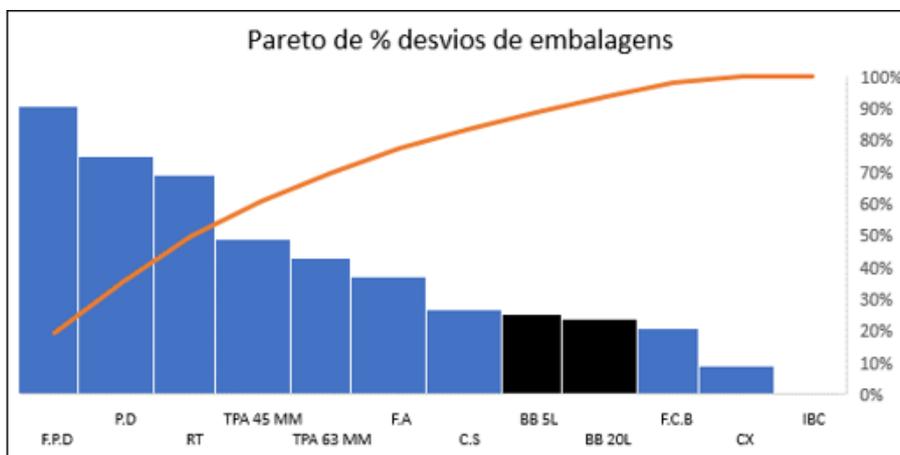
A empresa está situada na cidade de Ituverava no estado de São Paulo, Brasil, sendo uma multinacional de defensivos agrícolas, fundada em 1969, com foco em produtos químicos voltados para a agricultura. Está entre as 5 maiores empresas no ramo agro. Atualmente está atuando em mais de 124 países com um quadro de 10.800 colaboradores, e mais de 14.000 produtos registrados onde se destaca os defensivos como: herbicidas, inseticidas, fungicidas, tratamento de sementes, nutrição e regulador de crescimento de plantas.

3.2. Processo metodológico

A abordagem quantitativa desse estudo coletou dados de desvios de produção de todos os tipos de insumos do tipo de embalagens, no período de janeiro de 2020 a agosto de 2020 (8 meses). No tratamento dos dados foram utilizadas planilhas eletrônicas.

Foi utilizada a metodologia DMAIC do início ao final do presente estudo. Nessa primeira etapa, buscou-se definir quais são os objetivos do estudo, levando em consideração os desvios em quantidades e valores utilizando a ferramenta do Gráfico de Pareto.

Gráfico 2 – Pareto de % desvios de embalagens

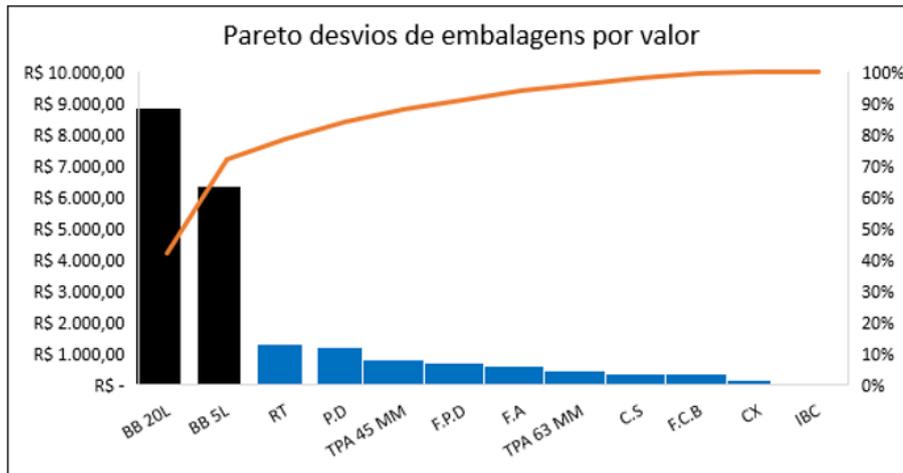


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Observa-se que o gráfico 2 possui a seguinte análise:

- O gráfico de Pareto aponta e demonstra os maiores desvios em porcentagem de cada embalagem do processo produtivo. Podemos analisar que as “BB 5L” e ‘BB 20L” não estão entre as maiores perdas, então nesse caso os insumos “F.P.D”, “P.D” e “R.T” seriam os insumos escolhidos para utilização da metodologia.

Gráfico 3 – Pareto de desvios de embalagens por valor



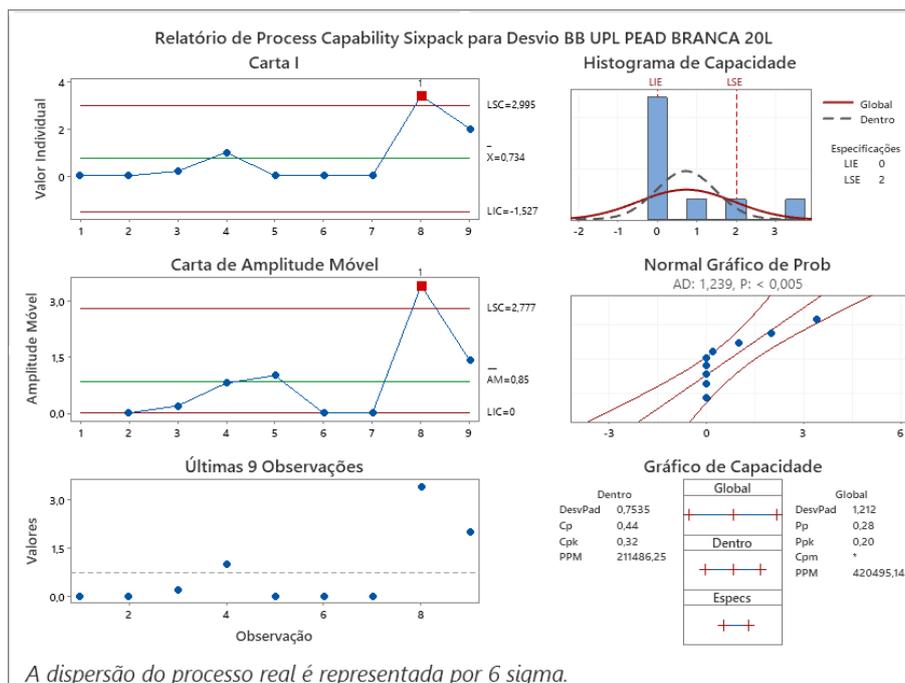
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Observa-se que o gráfico 3 possui a seguinte análise:

- Já o gráfico de Pareto por valor, aponta e demonstra que as duas maiores perdas são as “BB 20L” e “BB 5L”, respectivamente com 90% e 60% na utilização da ferramenta de Pareto, sendo viável para a empresa a tratativa dessas embalagens com foco na redução de custos.

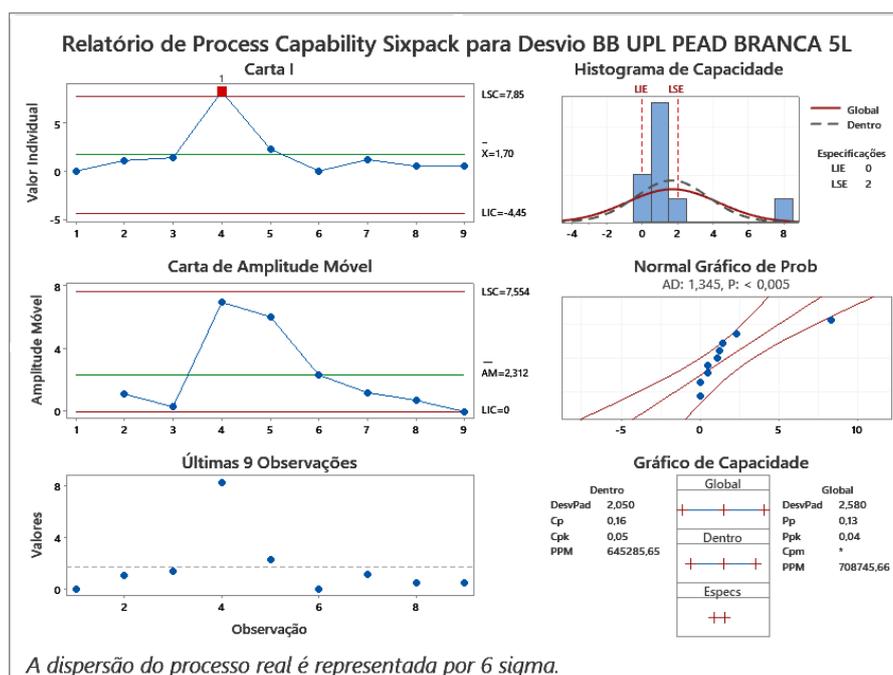
No gráfico 4, nesta etapa, utilizou-se da ferramenta Minitab *Statistical Software* 19 para análise de capacidade dos processos e sua medição, tratando especificamente dos dois insumos com maior valor financeiro. Nesse momento existe a tentativa de entender se o processo é capaz de suportar a produção.

Gráfico 4 – Análise de capacidade BB 20L



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Gráfico 5 – Análise de capacidade BB 5L



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Observa-se que o resultado fundamental dos gráficos 4 e 5 possuem a seguinte análise:

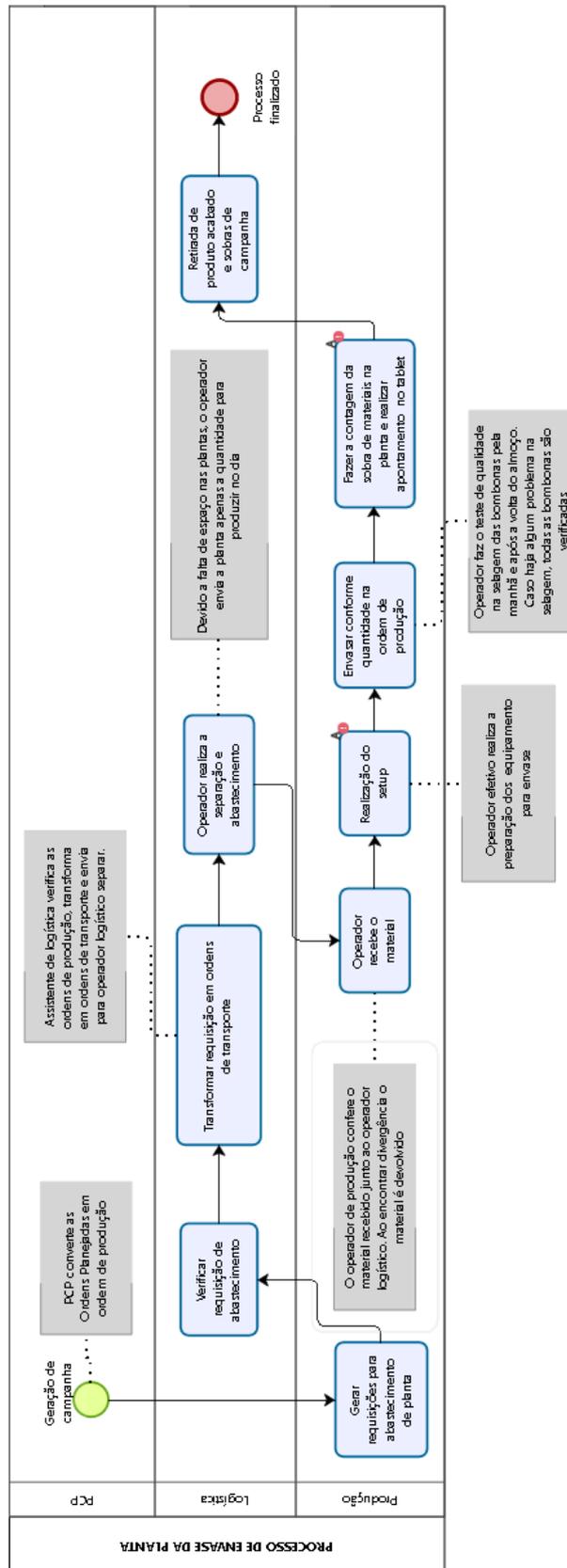
- A análise de capacidade e as cartas de controle demonstram que a maioria dos pontos flutuam próximos a linha central, com apenas um ponto fora do limite de controle, entretanto um CpK (Capacidade atual do processo), com apenas 0,05 e 0,32 evidencia que o processo necessita de mudanças drásticas, além das eliminações das causas especiais.

Comparando os gráficos 2, 3, 4 e 5, têm se as seguintes anotações:

- Pode-se concluir que apenas os gráficos de Pareto por porcentagem fariam as ações dos pesquisadores serem referentes aos insumos diferentes do Gráfico de Pareto por valores.
- Sendo assim é recomendado analisar os dois gráficos para uma melhor visão das perdas e possíveis retornos com a implementação da melhoria nos processos.
- A análise de capacidade junto as cartas de controle avaliaram a capacidade do processo produtivo. Evidenciando que a gerência de produção deve realizar mudanças drásticas, pois o processo atual é incapaz de manter-se dentro das especificações necessárias observadas pela gestão da qualidade na aplicação do DMAIC.
- A não realização da aplicação da metodologia DMAIC poderá acarretar problemas futuros.
- Após as análises das etapas anteriores, o processo é mapeado desde a criação da campanha pelo planejamento até a retirada do produto finalizado pela expedição. Nessa etapa utilizamos a ferramenta *Bizagi Modeler Versão 3.0.0.014*, buscando possíveis gaps (lacunas) no processo.

Na próxima página é apresentado na **Figura 3** o resultado do mapeamento de processo.

Figura 3 – Mapeamento de processo



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Nesta etapa descrita na figura 4, foi aplicado o Diagrama de Ishikawa para buscar possíveis causas para os desvios de produção. Utilizou-se um único estudo, pois os dois insumos utilizam dos mesmos ferramentais no processo.

Figura 4 – Ishikawa



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após a análise de Ishikawa, analisou-se as possíveis causas aplicando a ferramenta da qualidade dos 5 porquês, buscando a causa raiz do problema, já traçando planos de ação.

Figura 5 – 5 porquês

Possível Causa	1º porquê	2º porquê	3º porquê	4º porquê	5º porquê	Plano de ação
Teste de selagem	Operadores não conhecem o equipamento para fazer o ajuste correto	-	-	-	-	Criação de LUP com as informações necessárias para a realização da atividade
Produto envasado fora do alvo	Falta de mudança dos padrões da máquina após as trocas de campanhas	Falta de conhecimento dos operados sobre como buscar o alvo	-	-	-	-
Peso fora do alvo	Calibração da máquina incorreta	Falta de conhecimento de todos os operadores nesse processo	-	-	-	Criação de LUP para calibração do equipamento

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Nesta etapa implementou-se os “kaizens”, que significam quais são as ações de melhorias e mudanças que foram encontradas após as análises do Diagrama de Ishikawa e dos 5 porquês. Foram feitas três perguntas aos operadores após a aplicação dos 5 porquês no chão de fábrica, que simbolizam a análise abaixo em (Q) Questões na pesquisa aplicada:

(Q1). Você sabe como ajustar a prancha de selagem?

(Q2). Quais são os parâmetros?

(Q3). Como executar?

Os resultados foram pela resposta dos operadores no chão de fábrica:

(Q1). Você sabe como ajustar a prancha de selagem?

(Q2). Quais são os parâmetros?

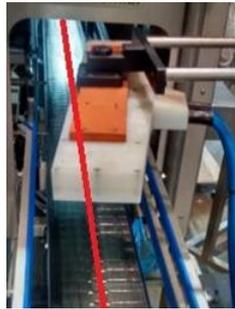
Respostas Q1 e Q2

1ª Ação: A determinação da selagem deve ser feita após a determinação do torque de fechamento, no start da linha, caso a velocidade da esteira seja alterada ou se houver troca de fornecedores de bombona ou tampa.

2ª Ação: Muita atenção ou atenção redobrada entre a 1ª Ação e 2ª Ação.

3ª Ação: Posicionar o cabeçote da seladora na diagonal a esteira da linha de envase como mostra a imagem ao lado.

Figura 6 – Esteira



Fonte: Captada no chão de fábrica pelo autor (2021)

(Q2). Quais são os parâmetros?

Respostas Q3

1ª Ação: Ajuste da altura da seladora (a) através da verificação do cabeçote bem fixado (b) e utilizando o gabarito para definir a distância entre bombona e cabeçote (5 mm) (c).

Figura 7 – Parâmetros para o envase



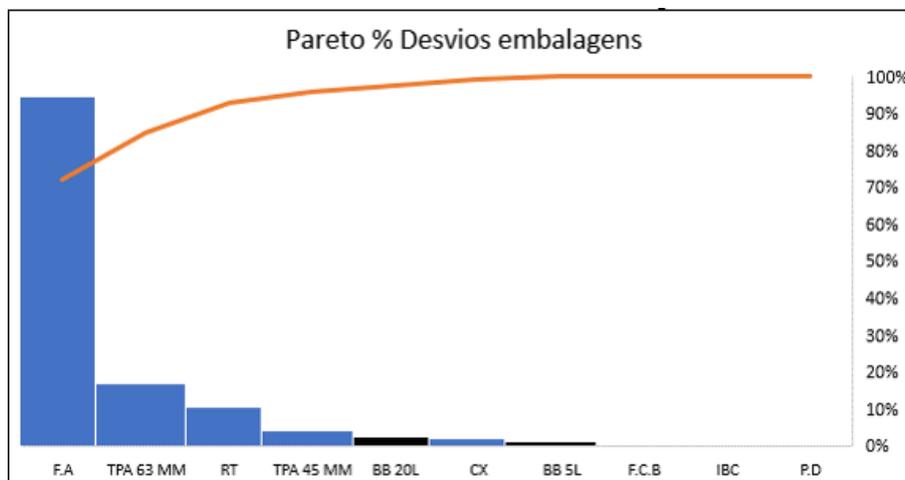
Fonte: Captada no chão de fábrica pelo autor (2021).

5. Resultados e Discussão

5.1 Resultados após as melhorias

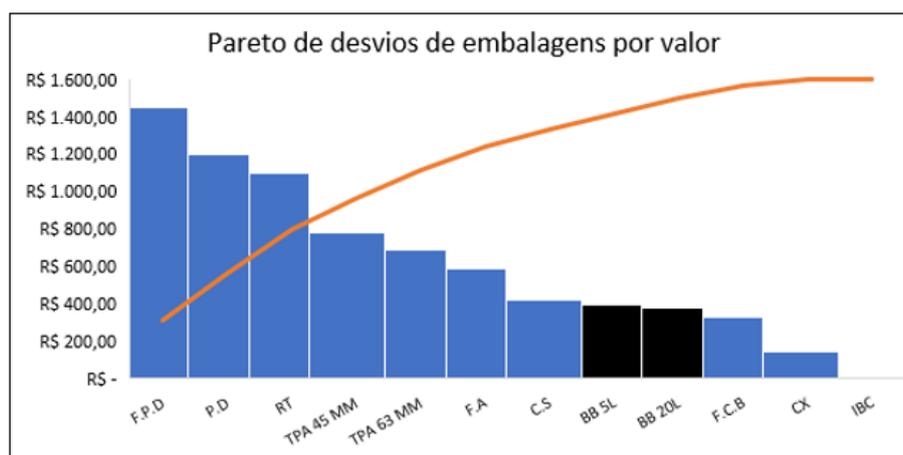
Utilizando planilhas eletrônicas para análise dos processos após as melhorias implementadas, foram obtidos os valores entre setembro de 2020 e janeiro de 2021. O resultado do processo oferece o benefício da utilização da metodologia Lean Six Sigma em processos industriais conforme análise da figura 6.

Gráfico 6 – Pareto de % desvios de embalagens



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Gráfico 7 – Pareto de desvios de embalagens por valor



Fonte: Elaborado pelo Autor (2021).

Os resultados mostram que as melhorias implementadas causaram uma queda significativa dos desvios, diminuindo os valores de perdas nos insumos tratados. Analisando os meses de janeiro de 2020 a agosto de 2020, os itens analisados eram os dois primeiros em perdas por valores. Com a implementação dos Kaizens, o processo se tornou capaz de suportar a alta demanda diária, reduzindo os desperdícios e evidenciando novos produtos para seguir com a busca da melhoria contínua.

6. Conclusão

A utilização da metodologia Lean Six Sigma nas indústrias é parte fundamental para um ambiente sem desperdícios, uma vez que o tema evoluiu muito no decorrer dos anos, buscando um processo enxuto, impactando diariamente na sobrevivência das organizações, visto o alto nível de competição entre indústrias do ramo agroquímico. Nesse contexto a área de processos se tornou parte fundamental das empresas, aplicando ferramentas para garantir a melhoria contínua. Para o sucesso de uma empresa, os desvios de produção que impactam diretamente na gestão financeira, e a entrega do produto acabado precisam ser identificados, principalmente pelo cliente interno, para que não seja enviado produtos defeituosos ao campo. Logo mapeados e identificados esses desvios, a criação de indicadores para medição e acompanhamento são fundamentais para se obter sucesso nas tratativas. Para que esses desvios sejam tratados de forma assertiva é necessária a aplicação da ferramenta DMAIC, apresentada nesse estudo por etapas.

Assim como o objetivo desse estudo era como aplicar a metodologia Lean Six Sigma nas tratativas de desvios de produção, considera-se que o objetivo inicial foi atingido, uma vez que a ferramenta DMAIC apresentada permite ao engenheiro de produção a análise com propriedade dos seus processos, principalmente no que de fato está impactando na qualidade. As ferramentas apresentadas traçam um caminho desde a identificação do problema, ao mapeamento do processo, priorização de desvios e saídas para as análises, garantindo que os problemas mais críticos sejam atacados na sua causa raiz e eliminados.

Conclui-se, portanto que a ferramenta oferece ao engenheiro de produção um referencial para o que está interferindo.

Referências

ALVES, João. **O Sistema Just In Time Reduz os Custos do Processo Produtivo**: Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3431>> Acesso em 27 de setembro de 2021.

- ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. The integration of Lean Management and Six Sigma. **The TQM Magazine**, v. 17, n. 1, p. 5-18, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/09544780510573020>
- BAHENSKY, J. A.; ROE, J.; BOLTON, R..Lean sigma---will it work for healthcar. **J Health Inf Manag**, v.19, n. 1, p. 39-44, 2005.
- BARNEY, M. **Motorola's Second Generation**. Six Sigma Forum Magazine, v. 1, n. 3, p. 13-16, 2002.
- BEHARA, R. S.; FONTENOT, G. F.; GRESHAM, A. **Customer satisfaction measurement and analysis using Six Sigma**. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 12, n. 3, p. 9-18, 1995.
- BRASIL, **Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7802.htm>. Acesso em: 09 jan. 2021.
- BRUNET, A.P.; NEW, S. **KAIZEN in Japan: an empirical study**. International Journal of Operations & Production Management. Oxford. Vol. 23. N. 12. p. 1426-1446. 2003.
- CARSON, R. L. **Primavera silenciosa**. Tradução Claudia Sant'Ana Martins. São Paulo: Gaia, 2010.
- COLENGHI, Victor M.R. **O & M e qualidade total: uma integração perfeita**. 3. ed. Vitória: . 2007.
- ECKES, G. **The Six Sigma revolution: how General Electric and others turned process into profits**. New york: John Wiley & Sons, 2001.
- FARRIS, J. et al. **Critical success factors for human resource outcomes in Kaizen events: An empirical study**. International Journal of Production Economics, 117 (1), 42-65, 2009.
- IMAI, M. **A Estratégia para o Sucesso Competitivo**, 5ª Edição, Instituto IMAM, 1994.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. O que é "Lean". Disponível em: <<https://www.lean.org.br/o-que-e-lean.aspx>>. Acesso em: 27 de set. 2021.
- LYNCH, D. P.; BERTOLINE, S.; CLOUTIER, E. How to scope DMAIC projects. Quality Progress, v. 36, n. 1, p. 37-41, 2003.
- LINDERMAN, K.; SCHROEDER, R. G.; ZAHEER, S.; CHOO, A. S. **Six Sigma: a goal-theoretic perspective**. Journal of Operations Management, v. 3, n. 21, p. 193-203, 2003.
- MARTINELLI, F. B. **Gestão da qualidade total**. 2009. Disponível em: http://www.qualitert.com.br/biblioteca/gestao_da_qualidade_total.pdf. Acesso em: 27 set. 2021.
- MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Pearson, 2011.
- MIYAKE, D. I.; RAMOS, A. W. Lean Six-Sigma - Brazilian Experience. In: MRUDULA, E. (Org.). **Lean Six Sigma: An Introduction**. Hyderabad: ICFAI University Press, p. 156-181, 2007.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto alegre: Artes Médicas, 1997.
- PINTO, J. P. **Pensamento Lean: a filosofia das organizações vencedoras**. 6. Editora Lidel: Lisboa, p. 348, 2014.
- RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo: Sistema de produção Lean Manufacturing**.1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, p. 11, 2014.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Artes Médicas. Porto Alegre. 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.