



APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA EMPRESA DE INJEÇÃO DE POLÍMEROS

Roger Nicolas Kossmann (ULBRA) rnicolask@gmail.com
Wagner Lourenzi Simões (ULBRA) wagner.simoes@ulbra.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é a aplicação das ferramentas da qualidade em uma empresa de pequeno porte do setor de injeção plástica em Campo Bom-RS, visando analisar as possíveis causas dos problemas envolvendo a variabilidade de peso e de não conformidades na produção de baldes industriais buscando pela mitigação deles baseado no atual momento financeiro da empresa. Para isto, foram utilizados a folha de verificação, histograma, diagrama de Pareto, gráfico de controle e diagrama de causa e efeito para analisar e encontrar as causas prováveis. Também foi utilizado a matriz GUT para determinar a prioridade para a resolução dos problemas encontrados. A metodologia foi dividida em três fases, a primeira aonde foi realizado a análise atual do problema, a segunda com a aplicação das melhorias e a terceira a análise pós melhorias. Quanto aos resultados, a aplicação das melhorias se mostrou eficiente, reduzindo a variação de peso e a quantidade de não conformidades encontrados, concluindo que através de investimento baixo, foi possível obter melhorias significativas com a aplicação das ferramentas da qualidade.

Palavras-Chaves: Ferramentas da Qualidade, Não Conformidades, Variabilidade de Peso

1. Introdução

Há três décadas atrás, a qualidade era um diferencial competitivo para as empresas. Quem tinha este diferencial, dominava o mercado na época, mas com a globalização e o acirramento da concorrência a qualidade passou a ser requisito e não mais diferencial.

Segundo o relatório de 2018 da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), a indústria de plásticos é a quarta maior do país, com faturamento de R\$ 78,3 bilhões e com 315 mil empregos, sendo o Rio Grande do Sul o segundo maior estado do ramo, possuindo 1226 empresas (11%). As grandes empresas fabricantes e transformadoras de plástico do país são

representadas por 2% e são responsáveis por 48,8% do faturamento do setor. Segundo a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), o plástico representa a maior participação no valor bruto da produção, correspondendo a 41% do total.

Com um setor altamente competitivo, a qualidade foi evoluindo ao longo do tempo de forma a se adequar ao mercado, gerando a evolução das empresas e intensificando a concorrência entre elas, sendo obrigatório o aprimoramento de seus processos e a constante busca pela melhoria contínua (LUPPI e ROCHA, 1998). Portanto, a qualidade é definida como a ausência de defeitos (JURAN, 1998) na qual corrige os problemas de suas causas ao longo de toda a série de fatores que exercem influência na satisfação do usuário (FEIGENBAUM, 1986), gerando conformidade do produto atendendo as suas especificações e se adequando ao padrão, fornecendo ao cliente exatamente aquilo que foi prometido a ele (CROSBY, 1979).

Esta pesquisa apresenta um estudo da variabilidade de um processo de injeção de baldes industriais. O processo objeto do estudo apresentava falta de confiabilidade e inicialmente, foge das especificações técnicas do mesmo. O estudo buscou identificar quais as causas que provocam esta variação de peso e quais as causas das não conformidades por meio da aplicação e análise de ferramentas da qualidade.

2. Referencial teórico

2.1. Variabilidade dos processos

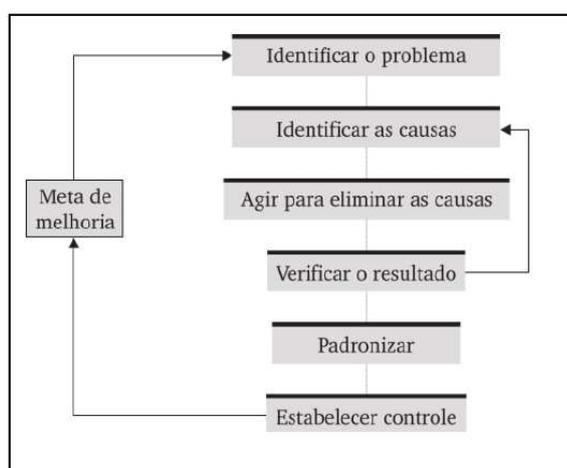
A expressão variabilidade de processo está ligada entre a diferença do valor mínimo e máximo existente entre unidades de um produto. Para Costa, Epprecht e Carpinetti (2011), se tal variabilidade for grande irá ser perceptível; se caso for pequena, se tornarão difíceis de observar. Qualquer processo por mais bem projetado e controlado que seja, possui variabilidade natural de processos que surge através de causas aleatórias, que são impossíveis de ser eliminadas.

Ribeiro e Ten Caten (2012) distinguem estas causas de variação em causas aleatórias ou comuns, que consistem em uma variabilidade pequena e natural do processo que apresentam diversas fontes de forma aleatória que mantem o processo sob controle, e causas especiais ou assinaláveis, as quais a variabilidade não é pequena e está ligada a falhas de operação, fazendo com que o processo saia fora do padrão natural. É de fácil identificação e a sua correção se justifica economicamente.

2.2. Ferramentas da qualidade

Segundo Rodrigues (2014, *apud* Vidolin, 2018), Kaoru Ishikawa, na década de 1950, percebeu a necessidade de agrupar técnicas da qualidade a fim de facilitar e otimizar os processos com a finalidade de qualquer operador pudesse fazer o seu uso para realizar melhorias no processo, essas técnicas seriam a lista de verificação, fluxograma, histograma, gráfico de controle, diagrama de Pareto, gráfico de controle, diagrama de causa e efeito e gráficos de dispersão. Tais ferramentas ajudam no fluxo de melhorias (Figura 1) do processo.

Figura 1 -Fluxo de melhoria



Fonte: Carpinetti (2016)

2.3. Folha de verificação

De acordo com Kume (1993) e Werkema (1995), esta ferramenta é um formulário de papel no qual os itens a serem verificados já estão impressos de modo que os dados possam ser coletados facilmente e clara. Em complemento, Junior et al. (2006) cita que a ferramenta é usada para quantificar a frequência de ocorrência de certos eventos em um determinado período de tempo.

Conforme Corrêa e Corrêa (2007), as folhas de verificação devem conter de forma simples, objetiva e clara, o procedimento correto a ser seguido e as verificações que deverão ser executados no processo e evitar o reaparecimento de problemas.

2.4. Histograma

O Conceito de histograma para Peinado e Graeml (2007) é um método estatístico que serve para mostrar a frequência com que algo acontece. Baptista (1996) define ainda que o histograma é uma representação gráfica de uma distribuição de frequência que irá permitir a organização dos dados de uma amostra.

Segundo Carpinetti (2016), o histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, é subdividido em pequenos intervalos, que apresentam valores assumidos por uma variável de interesse. Baptista (1996) complementa que seus pontos médios coincidem com os pontos médios do intervalo de classe e as alturas são as frequências das classes.

2.5. Diagrama de Pareto

Segundo Corrêa e Corrêa (2007), teve suas origens com o economista italiano Vilfredo Pareto, que constatou que cerca de 80% da riqueza mundial estava nas mãos de 20% da população. Esta proporção de 80/20 é muito conhecida e ainda ocorre com bastante frequência nas análises das operações cotidianas.

Para Montgomery (2016), o diagrama de Pareto é uma distribuição de frequência de dados atribuídos e organizados por categorias. Por esta ferramenta, o usuário pode identificar os tipos de defeitos que mais ocorrem de modo rápido e visual. A ferramenta designa a ordem em que as perdas devam ser corrigidas.

2.6. Gráfico de controle

Também chamado de carta de controle, Junior et al. (2006) define a ferramenta como um tipo específico de gráfico de controle que serve para acompanhar a variabilidade de um processo, identificando as suas causas comuns e especiais. O objetivo da ferramenta é de manter o controle de um processo através do acompanhamento do comportamento de uma ou várias medidas importantes resultantes do processo (CORRÊA & CORRÊA, 2007).

Segundo Instituto da Qualidade Automotiva – IQA (2005), os benefícios das cartas de controle permitem alcance de uma melhor qualidade, custo por unidade e capacidade efetiva além de ajudar o processo a ter desempenho consistente e previsível.

2.7. Diagrama de causa e efeito

O diagrama de causa e efeito, também chamado diagrama de Ishikawa, representa as possíveis causas que levam a um determinado efeito (JUNIOR et al., 2006). Segundo Côrrea e Côrrea (2007), além de simples e eficaz, objetiva identificar as possíveis causas raízes de um problema. O diagrama se assemelha com um peixe, a descrição do problema é posta no lugar onde ficaria a cabeça do peixe, para a espinha dorsal são utilizados os seis Ms da manufatura (máquina, material, mão de obra, método, meio de medida e meio ambiente).

2.8. Matriz GUT

Conforme Verzola, Marchiori e Aragon (2014), a matriz GUT é uma ferramenta para o gerenciamento de risco que leva em conta a gravidade, urgência e a tendência das causas verificadas. Silva et al. (2020) citam que ela contribui para a tomada de decisão, permitindo a alocação de recursos nas causas consideradas mais importantes.

Seleme e Stadler (2012) completa que a matriz GUT estabelece pesos de acordo com o nível de importância de cada problema encontrado, sendo atribuído pesos de avaliação de 1 até 5, conforme o modelo conceitual apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Modelo conceitual para matriz GUT

Valor	Gravidade	Urgência	Tendência
5	gravíssima	ação imediata	agravar rapidamente
4	muito grave	ação rápida	agravar no curto prazo
3	grave	ação normal	agravar no médio prazo
2	pouco grave	ação lenta	agravar no longo prazo
1	menor gravidade	pode esperar	acomodar

Fonte: Seleme e Stadler (2012)

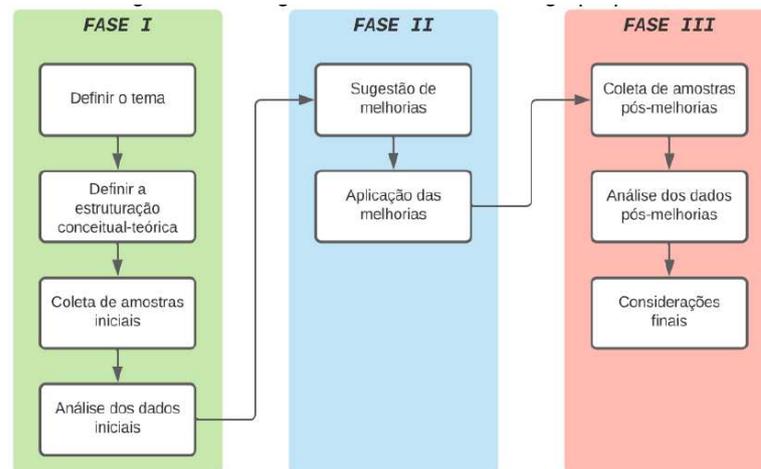
3. Metodologia

Este estudo foi baseado em informação sobre a variabilidade de peso e das não conformidades na produção de baldes. Tendo sua abordagem quantitativa de natureza aplicada e quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa explicativa (VERGARA, 1998). O método de trabalho foi dividido em três fases, a figura 3 expõe os passos de cada fase nesta pesquisa.

Na fase I, a primeira etapa define o tema por meio de observação de campo. A segunda etapa foi a definição da estrutura conceitual-teórica, que buscou identificar na literatura, obras relevantes sobre o tema. Foram procurado em livros, revistas especializadas da área e artigos

em bases de dados dos portais Scielo, Scholar, ResearchGate os termos Ferramentas da Qualidade, Variabilidade, Tratamento de Não Conformidades, Controle Estatístico de Qualidade, Gráfico de Controle, Priorização Matriz GUT.

Figura 3 - Fluxo do método de trabalho aplicado



Fonte: Autor (2021)

A terceira etapa foi a coleta de amostras iniciais. O tamanho da amostra para a realização desta pesquisa foi adotado $k = 20$ e $n = 4$ dados. Sendo k o número de amostras (subgrupos) e n o tamanho de cada amostra, totalizando 80 dados. Os dados foram coletados na injetora pelos colaboradores do setor de qualidade da empresa, onde foram coletados 4 baldes do modelo 18C aleatoriamente a cada 20 minutos e pesadas em uma balança com precisão de uma grama durante um período de 6 horas e 40 minutos, decorrendo das 7 horas às 13 horas e 40 minutos.

A última etapa da primeira fase é a realização da análise dos dados iniciais coletados. Os dados foram processados no *software* MINITAB 19 para auxiliar, organizar e realizar análises com base nas ferramentas da qualidade. Foi selecionado para esta pesquisa as ferramentas para análise: folha de verificação, histograma, teste de normalidade, diagrama de Pareto, gráfico de controle, diagrama de causa e efeito, matriz GUT.

A segunda fase inicia-se com as propostas de melhoria com base na priorização da matriz GUT, onde foi discutido com a gerência sobre as possibilidades de melhoria. A partir da extração dos resultados do estudo, foram avaliadas propostas de melhoria com base na priorização para atender e solucionar e/ou mitigar as causas do problema, tomando como base

o atual momento financeiro da empresa. Após isso, é realizada a etapa da aplicação das melhorias selecionadas para avaliação de resultados na terceira etapa desta pesquisa.

A terceira e última fase inicia-se com a etapa de coleta das amostras finais. Para manter similar, utilizou-se o mesmo processo da amostra inicial com a finalidade de poder comparar os resultados. A segunda etapa da fase final é a análise dos dados após as melhorias, assim como o item anterior, buscou-se manter a similaridade para comparação dos resultados. Os dados foram novamente processados no software MINITAB 19 para auxiliar, organizar e analisar, comparando os resultados antes e depois das aplicações das melhorias. Nesta etapa, utilizou-se folha de verificação, histograma, teste de normalidade, diagrama de Pareto e gráfico de controle.

A última etapa da última fase é a realização das considerações finais, onde é realizada a conclusão da pesquisa verificando se os objetivos foram atingidos e se as soluções tiveram efeito desejado.

4. Análise es discussão de resultados

4.1. Descrição do ambiente da pesquisa

A empresa onde foi realizado o estudo atua no ramo de injetados de plásticos, situada na cidade de Campo Bom/RS, de porte pequeno e familiar, atende demandas principalmente das dos setores de agrotóxicos, alimentos, cosméticos, lubrificantes e químico.

Atualmente seus produtos estão concentrados em dois grandes nichos, caixas dobráveis e baldes industriais, o qual é o carro-chefe. Em média, a empresa produz diariamente 10.000 conjuntos de baldes e tampas industriais de diversas capacidades, sendo dividida esta produção em 11 injetoras.

O alvo do estudo é a variabilidade de peso por parte dos clientes da empresa, que enviam um Relatório de Não Conformidade (RNC) toda vez que o produto fica acima ou abaixo das especificações do peso padrão estabelecidos pela empresa da pesquisa além de que, é enviado para os clientes lotes com não conformidades estéticas que passam despercebidos pelos operadores da revisão.

4.2. Resultados iniciais

Com o intuito de coletar as amostras foi formulada a folha de verificação para registrar pesos em gramas e a quantidade de não conformidades percebidos durante o processo. Os dados

coletados a partir da folha de verificação, conforme a Figura 4 que apresenta o topo da folha, foram utilizados como base para as análises.

Figura 4

- Folha de verificação

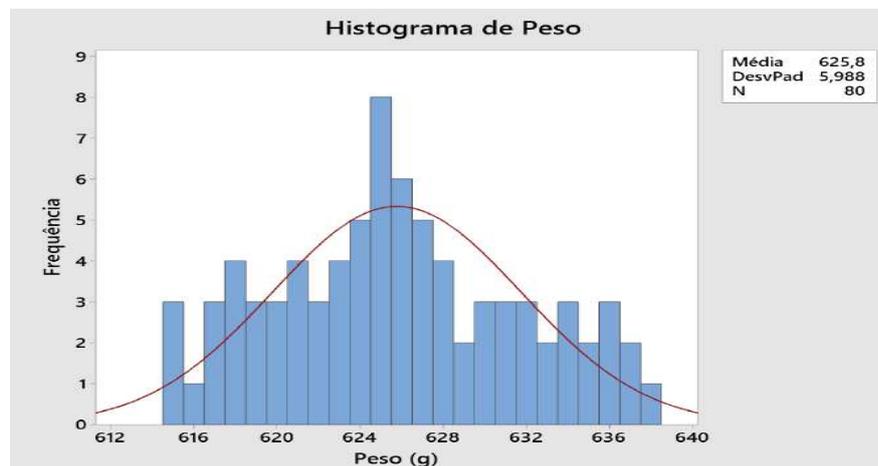
Folha de Verificação									
Instruções: Registrar os pesos (massa em gramas) de cada item da amostra e as não conformidades detectadas									
Data: 14/08/2020					Responsável: Setor de qualidade				
Setor: Produção					Produto: Balde 18C				
Amostra	Medida (em gramas)				Não conformidades (em un)				
	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Bolha	Falha	Mancha	Pinta	Rebarba
1	630	627	627	634					
2	626	626	627	632					
3	625	626	632	628			1	1	
4	617	625	626	622				1	
5	618	629	620	617					
6	624	619	617	627				1	
7	624	621	619	621					
8	630	624	623	624				1	
9	618	615	618	620		1			
10	622	631	621	626					
11	627	615	628	630				2	
12	629	625	620	635			1		

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

No histograma apresentado na figura 5, observa-se que os pesos estão dispersos entre 615 a 638 gramas, sendo o pico de frequência centrado em 625 gramas.

Figura 5 -

Histograma da variável peso



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A normalidade foi testada pelo método de Ryan-Joiner no Minitab, conforme a figura 6, onde os valores encontrados para RJ e Valor-P foram de 0,994 e $>0,100$ respectivamente, confirmando uma distribuição normal.

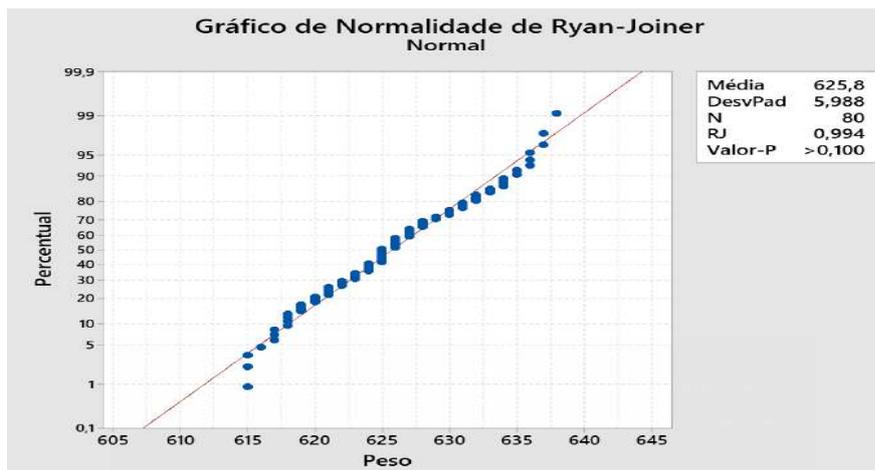
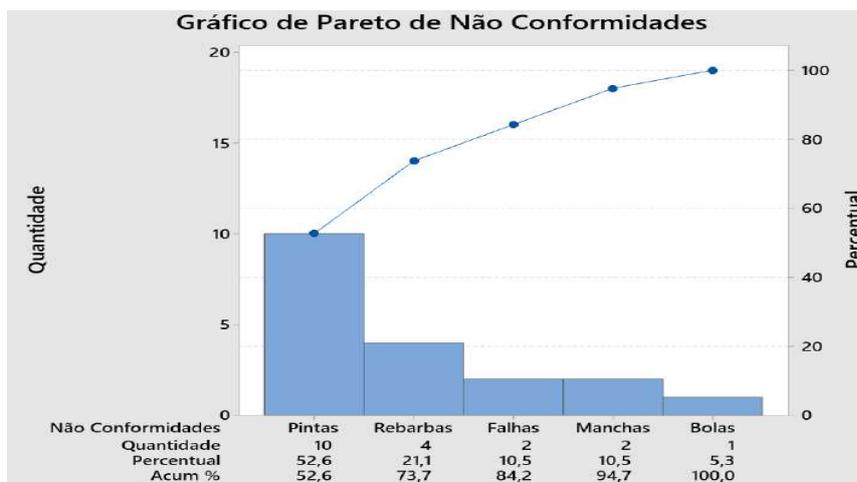


Figura 6 - Gráfico de normalidade de Ryan-Joiner

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Com os dados da folha de verificação, foi elaborado o gráfico de Pareto para as não conformidades encontradas. Com isso objetiva-se identificar as não conformidades responsáveis pela maior parcela de problemas no processo. Identificou-se, conforme Figura 7, que a não conformidade mais frequente foi o aparecimento de pintas no processo de produção dos baldes, o qual representava 52,6% das ocorrências. Observa-se que dentre os 80 dados coletados, 19 apresentavam alguma não conformidade, representando 23,7% do total.

Figura 7 - Gráfico de Pareto de Não Conformidades

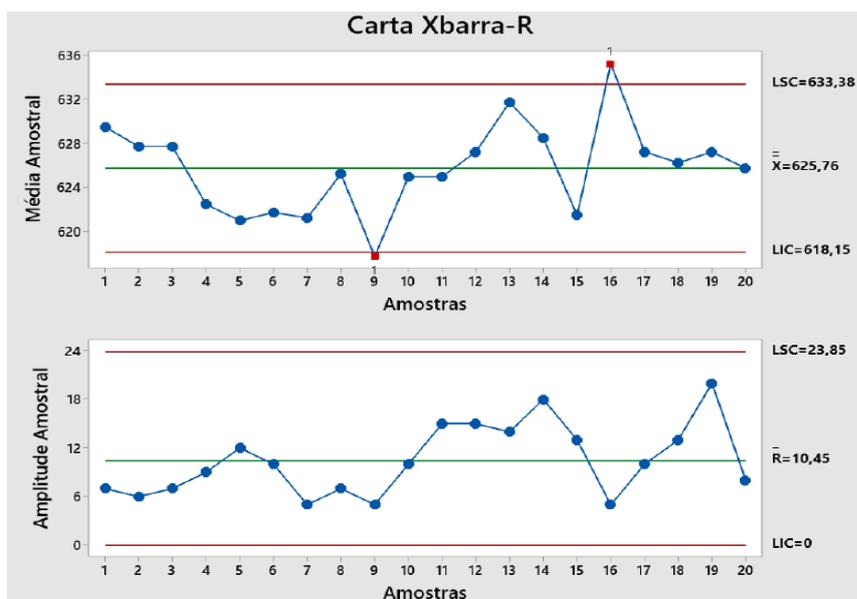


Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Peças que apresentam defeitos por manchas, falhas e bolhas, são segregados e descartados posteriormente, incorrendo em perdas de matéria prima e processamento. As rebarbas passam por retrabalho onde o operador da revisão retira o excedente com auxílio de estilete. Já as pintas são separadas em outro lote e armazenados no estoque.

Os dados apresentados na folha de verificação foram processados no MINITAB 19 para plotar o gráfico das médias e das amplitudes conforme a figura 8.

Figura 8 -
Gráfico de
médias e
amplitude



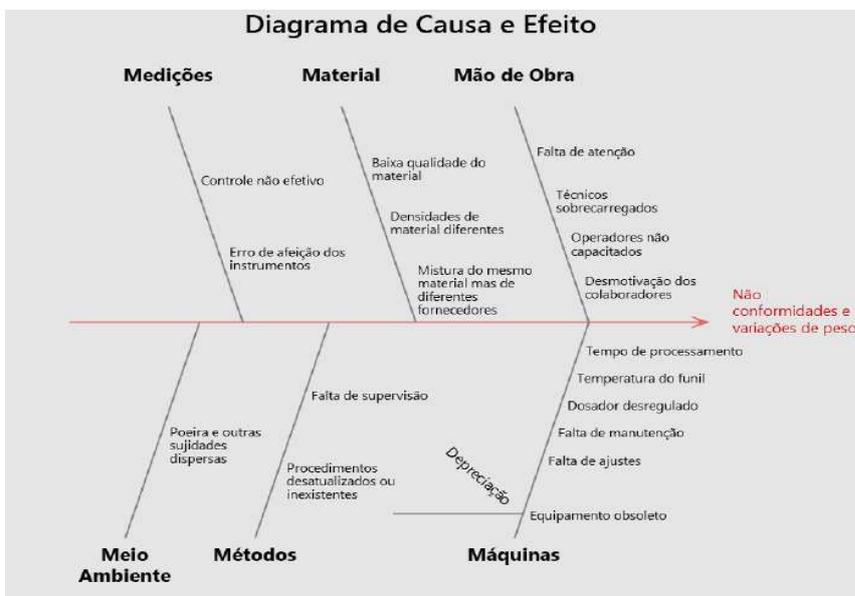
Fonte: Dados da pesquisa (2021)

É possível observar que o gráfico das médias que as amostras 9 e 16 ultrapassaram os limites de controle e estão mais que 3 desvios padrão da linha central, isto indica que o processo não esta sob controle e está sob o efeito de causas especiais.

4.3. Aplicação das melhorias

Para identificar as possíveis causas especiais, fez-se necessário utilizar o Diagrama de Causa e Efeito que pode ser observado na figura 9. A realização deste diagrama foi discutida em um *brainstorming* para identificar quais as possíveis causas para a ocorrência das não conformidades.

Figura 9 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A partir do diagrama, foi realizada uma investigação das possíveis causas para averiguar quais teriam maior prioridade em serem tratadas. Tal investigação teve o auxílio da Matriz GUT

conforme a tabela exibida na Figura 10. As causas investigadas foram formuladas juntamente com os técnicos, que estão relacionados diretamente com as atividades envolvendo os problemas.

Figura 10 - Diagrama de Causa e Efeito

Causa	Prioridade	Descrição do Problema (Causas)	G	U	T	TOTAL (GxUxT)
7	1	Técnicos sobrecarregados	5	5	4	100
16	1	Equipamentos obsoletos	4	5	5	100
3	3	Baixa qualidade do material	4	4	5	80
5	3	Mistura do mesmo material, mas de diferentes fornecedores	4	5	4	80
13	5	Dosador desregulado	3	5	5	75
15	5	Ajustes da injetora não corretos	3	5	5	75
6	7	Falta de atenção por parte dos operadores	3	5	4	60
14	7	Falta de manutenção da injetora	3	4	5	60
11	9	Falta de supervisão na produção	4	4	3	48
1	10	Controle da produção não é efetivo	4	3	3	36
10	10	Poeira e outras sujidades	3	3	4	36
2	12	Erro de afeição dos instrumentos	3	3	3	27
8	12	Operadores não capacitados	3	3	3	27
9	14	Desmotivação dos colaboradores	3	2	4	24
18	15	Tempo de processamento (ciclo) da injetora	4	5	1	20
12	16	Procedimentos desatualizados ou inexistentes	2	3	3	18
17	17	Temperatura do funil	4	4	1	16
4	18	Densidade de material diferentes	2	1	2	4

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Após a identificação das causas e prioridades, as possíveis melhorias foram apresentadas à direção da empresa. Como algumas causas requerem elevado investimento monetário e de tempo não puderam ser executadas devido ao momento econômico e porte da empresa.

Uma das melhorias executadas foi a contratação de mais um técnico de injetora, aumentando a quantidade de técnicos para três, sendo que um responsável por cinco injetoras de tampas e dois pelas seis injetoras de baldes. Esta melhoria objetiva eliminar a sobrecarga de atividades dos técnicos identificada.

A segunda melhoria foi a substituição do dosador de matéria prima, com base no estudo realizado, foi autorizado o investimento em um novo para solucionar o problema de dosagens erradas e de manutenções constantes.

Um ponto bastante questionado pelos operadores foi a dificuldade em chamar um técnico ao aparecimento de não conformidades. Para isso, foi desenvolvido um sistema de alerta para que durante a revisão dos produtos, quando uma não conformidade surgir, o operador possa acionar um alerta sonoro e visual solicitando a análise do técnico. O sistema foi instalado em todos os postos de injeção.

Por fim, a quarta melhoria, foi que os lotes não misturem matérias-primas de diferentes fornecedores, utilizando somente matéria prima de fornecedores com procedência que

apresentam características como a rastreabilidade, conformidade, confiabilidade, durabilidade e qualidade, garantido assim o sistema operacional e a transformação termoplástica desejada. Tal medida permite maior controle do processo e rastreabilidade de eventuais falhas.

4.4. Resultados finais

Após a aplicação das melhorias, foram coletados novamente 80 dados divididos em 20 subgrupos de 4 itens. Manteve-se a coleta aleatória a cada 20 minutos e registrados na folha de verificação apresentada na Figura 11. Também foi realizado o histograma dos dados evidenciando-se que a variação de peso diminuiu. A amplitude da variação ficou entre 619g e 630g. Em comparação com o histograma inicial, o desvio padrão também reduziu em 61%, de 5,988 para 2,297. Evidenciou-se também frequências mais centradas, com a formação de um pico claro. Os valores encontrados de RJ 0,999 e valor-p >0,100 confirmam a distribuição normal.

Figura 11 - Folha de verificação pós melhorias

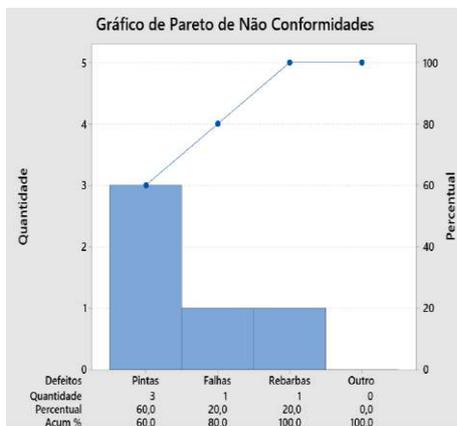
Folha de Verificação									
Instruções: Registrar os pesos (massa em gramas) de cada item da amostra e as não conformidades detectadas									
Data: 10/10/2020					Responsável: Setor de qualidade				
Setor: Produção					Produto: 18C				
Amostra	Medida (em gramas)				Não conformidades (un)				
	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Bolha	Falha	Mancha	Pinta	Rebarba
1	625	624	624	622					
2	630	627	622	623					
3	625	622	621	628					
4	623	625	623	622					
5	623	619	623	626		1			
6	624	622	626	623					
7	625	627	626	626				1	
8	625	624	626	625					
9	623	625	626	628					
10	627	620	623	628				1	
11	629	624	628	623					
12	626	627	628	625					
13	624	625	622	628					
14	629	624	627	626					
15	627	625	625	624					
16	624	625	625	624					
17	628	624	621	630					1
18	620	625	626	627				1	
19	625	627	627	626					
20	626	624	627	624					

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Destaca-se também a redução de não conformidades no processo, conforme evidenciado no Diagrama de Pareto na figura 12. O resultado inicial continha 23,7% de não conformidades para uma amostragem de 80 dados, após as melhorias, apenas cinco baldes apresentaram

algum problema, uma representatividade de 6,25%. Apesar de ainda ser evidenciado a presença de não conformidades, isso ocorre pelas possíveis causas que não foram tratadas anteriormente.

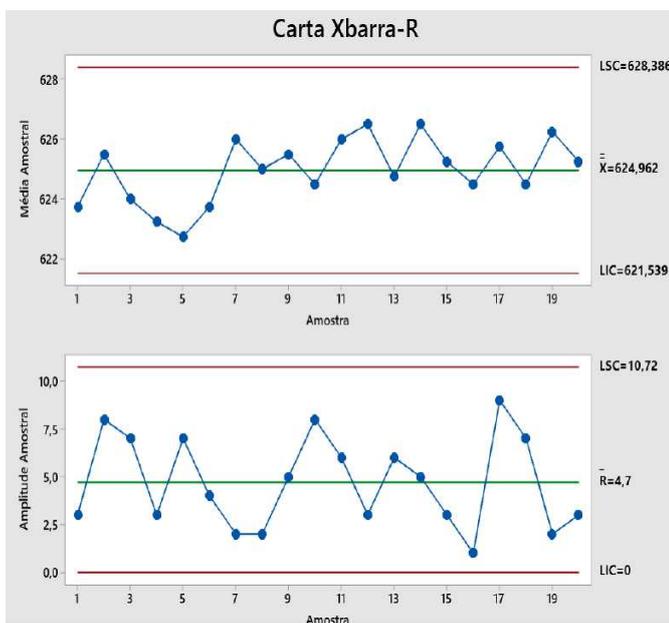
Figura 12 - Diagrama de Pareto de não conformidades



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Averiguou-se também o gráfico de controle para comparação. Observa-se na figura 13 que não houve nenhuma violação de limites, bem como formação de padrões não naturais que indicassem causas especiais, portanto o processo pode ser considerado estável pois os valores estão distribuídos em torno da linha média.

Figura 13 - Gráfico de Controle Xbarra e R



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Os limites de controle foram revisado após a aplicação das melhorias, esta atualização deve-se à redução da variabilidade de peso promovida pelas melhorias. Outra redução percebida é a da amplitude média, que inicialmente era de 10,45 foi reduzido para 4,7.

Nota-se que entre as amostras três e seis, houveram quatro pontos abaixo da linha central, podendo ser indicação de alguma dificuldade de ajuste no início do processo.

5. Considerações finais

Por meio da aplicação das ferramentas da qualidade em um processo de injeção plástica que sofria com a variação de peso e de não conformidades na produção de baldes industriais, concluiu-se que com a pesquisa foi possível identificar, compreender e implementar melhorias para as causas da variação de peso e não conformidades. Atingiu-se o objetivo de reduzir a variação de peso dos baldes e também reduzir as não conformidades de qualidade do processo.

A matriz GUT, associada ao diagrama de causa e efeito mostraram-se eficientes para determinar as possíveis causas e determinar quais causas deveriam ser priorizadas para uma melhoria para atingir um dos objetivos da pesquisa. Mesmo com o pouco investimento realizado pela empresa, gerou grandes resultados através de pequenas melhorias. Apesar da restrição de valores dos insumos por parte da empresa para esta pesquisa, tais resultados provocaram uma redução considerável da quantidade de refugos no qual impactará no custo da matéria prima perdida e a redução de não conformidades e variabilidade de peso impactando diretamente no custo pela garantia por conta dos fretes de reposição de lotes para os clientes.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Perfil 2018**. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2019/10/perfil2018-web_VC.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2021

ABRE. **Estudo ABRE Macroeconômico da Embalagem e Cadeia de Consumo**. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2019>>. Acesso em: 31 mai.2020.

BAPTISTA, Nilson. **Introdução ao Estudo de Controle Estatístico de Processo - CEP**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.



- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- CORRÊA, Henrique Luiz; CORRÊA, Carlos Alberto. **Administração de Produção e Operações - Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- COSTA, Antonio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugênio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Controle Estatístico de Qualidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- CROSBY, Philip B. **Quality is Free**. 1 ed. New York: Mc Graw-Hill, 1979.
- FEIGENBAUM, Armand V. **Total Quality Control**. 3. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1986.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6607>>. Acesso em: 20 jun. 2021
- INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA. **Manual guia: controle estatístico do processo**. 2. ed. São Paulo, 2005.
- JURAN, Joseph M. **Planejamento para a qualidade**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1998.
- KUME, Hitoshi. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Gente, 1993.
- LUPPI, Denise; ROCHA, Renata Araújo. **Praticando Qualidade**. 2. ed. Belo Horizonte: SEBRAE, 1998.
- JUNIOR, Isnard Marshall; CICERO, Agliberto Alves; ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacclar. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- MACHADO, Simone Silva. **Gestão da Qualidade**. Goiás: Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Campus Inhumas, 2012.
- MAIS POLÍMEROS. **Injetora de Plástico: o que é e como funciona**. Disponível em: <<http://www.maispolimeros.com.br/2019/07/08/injetora-de-plastico/>>. Acesso em: 03 out. 2020
- MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: operações industriais e serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Schwengber ten. **Série monográfica qualidade: controle estatístico do processo**. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2012. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/388_apostilacep_2012.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.
- RODRIGUES; Marcus Vinicius. **Ações para a Qualidade**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.
- SILVA, Charles Brum; TORRES, Maycon Ribeiro; LUCAS, Giovana Azevedo Pampanelli; BARBOSA, Marcus Vinicius; LOPES, Paloma de Lavor. **Ferramentas da Qualidade Aplicada à Análise de Eficiência em uma Linha de Envase de Cerveja em Vasilhame Retornável**. XVII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Resende, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos18/502657.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2020
- VIEIRA, Sonia. **Estatística para a Qualidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- VIDOLIN, Ana Celia. **Percepção dos princípios da estatística e das ferramentas de qualidade como contribuinte para melhorias no sistema de produção**. In: ANDREADE, Darly Fernando (ed.). **Gestão pela**



Qualidade. 1. ed. Belo Horizonte: Poisson, 2018. v. 3, cap. 4, p. 44-50. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Everton_Dias4/publication/327086302_Gestao_pela_Qualidade_-_Volume_3/links/5ba535e492851ca9ed1c6f8a/Gestao-pela-Qualidade-Volume-3.pdf>. Acesso em: 9 nov. 2020.

WERKEMA, Maria Cristina. **Ferramentas estatísticas básicas para gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.