

## FERRAMENTAS DA QUALIDADE NA GESTÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DO SETOR DE VULCANIZAÇÃO DE UMA EMPRESA AUTOMOTIVA

ANDERSON APARECIDO COUTINHO<sup>1</sup>  
LUIS PAULO DE MOURA<sup>2</sup>  
RAFAEL RODOLFO COUTINHO<sup>3</sup>  
VÂNIA GAYER<sup>4</sup>

### RESUMO

O estudo aqui apresentado baseia-se na aplicação das ferramentas da qualidade para a identificação e a resolução de problemas no processo produtivo de mangueira de arrefecimento de veículos de uma empresa automotiva. A partir da constatação do alto índice de refugos gerados no setor de vulcanização, a aplicação do diagrama de causa e efeito mostrou-se apropriado para identificação da causa de problemas em processos complexos e manuais, como no caso do setor de modelação, que usa mão de obra artesanal para modelagem das peças. Neste caso, foi identificado que o problema ocorria devido ao não treinamento adequado dos colaboradores para a operação de modelação e que uma série de ações precisariam ser implantadas imediatamente para obter os resultados esperados de não conformidade da peça. A implantação do plano de ação elaborado em decorrência da identificação da causa raiz gerou uma diminuição significativa dos refugos e conseqüente aumento da eficiência da produção, atingindo a quantidade de peças programadas com defeito igual à zero e 100% de controle do vazamento.

**Palavras-chave:** Mangueira de arrefecimento, Ferramentas da qualidade, Diagrama de Causa e Efeito.

---

<sup>1</sup> Engenheiro de Produção graduado pela FAEX. e-mail: andeson.coutinho2010@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro de Produção graduado pela FAEX. e-mail: rafaelrcoutinho@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro de Produção graduado pela FAEX. e-mail: lp\_luis29@hotmail.com

<sup>4</sup> Professora do curso de Engenharia de Produção da FAEX. e-mail: vania.gayer@faex.edu.br

## QUALITY TOOLS IN THE MANAGEMENT OF THE PRODUCTIVE PROCESS OF THE VULCANIZATION SECTOR OF AN AUTOMOTIVE COMPANY

### ABSTRACT

*This study is based on the application of quality tools to identify and solve problems in the production process of vehicle cooling hose in an automotive company. From the finding of the high rate of broke generated in the vulcanization sector, the application of the cause and effect diagram proved to be appropriate for identifying the cause of problems in complex and manual processes, as in the case of the modeling sector, which uses hand from handcrafted work to modeling the pieces. In this case, it was identified that the problem occurred due to the lack of adequate training of employees for the modeling operation and that a series of actions would need to be implemented immediately to obtain the expected results of non-conformity of the part. The implementation of the action plan prepared as a result of the identification of the root cause generated a significant reduction in broke and a consequent increase in production efficiency, reaching the number of programmed parts with defects equal to zero and 100% leak control.*

**Keywords:** Cooling hose, Quality Tools, Cause and Effect Diagram.

## 1. INTRODUÇÃO

A realidade de um mundo mercadológico desafiador, complexo e descontínuo da atualidade, no qual as mudanças políticas e econômicas impactam diretamente nos negócios, torna necessário que as empresas adotem um modelo de gestão de produção cada vez mais eficiente e eficaz para atender a demanda do cliente e as exigências crescentes do mercado em relação à segurança, qualidade, preço e tempo de entrega do produto final, bem como busquem novas tecnologias, profissionais qualificados e ferramentas que se apliquem à melhoria contínua do processo produtivo, a fim de manter-se competitiva.

No processo produtivo de fabricação de mangueiras de arrefecimento de motores automotivos, as ferramentas de gestão da qualidade são sempre presentes. O uso de forma preventiva de algumas dessas ferramentas é de grande importância para tornar o processo robusto e controlado, já que por meio delas pode-se avaliar e identificar possíveis falhas que possam gerar vazamentos na peça antes de enviá-las ao cliente.

No caso particular de uma indústria de fabricação de mangueiras de borracha de arrefecimento localizada em Minas Gerais foi observado que uma parte do processo produtivo de um setor específico, no qual o processo é totalmente manual, sem tecnologias ou máquinas para sua execução, ou seja, depende exclusivamente da habilidade dos operadores, apresentava altos percentuais de não conformidade decorrentes dos vazamentos detectados. Tal constatação levou a empresa a querer investigar o problema e identificar quais variáveis poderiam contribuir com as falhas detectadas para, posteriormente, desenvolver e implantar um plano de ação para resolver o problema.

O objetivo geral deste estudo é aplicar as ferramentas da qualidade para identificar a causa raiz do problema de não conformidade relatado e assim agregar valor ao gerenciamento das anomalias dentro do processo produtivo interno da empresa. Por objetivo específico está a redução do número de refugos e a consequente diminuição dos altos percentuais de não conformidade detectados.

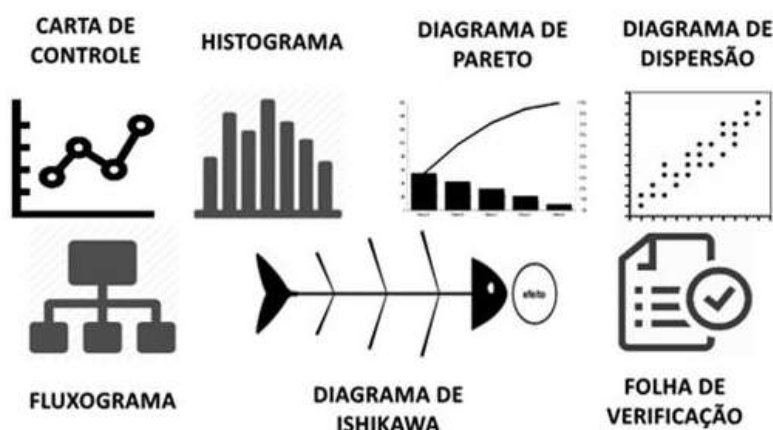
A aplicação das ferramentas diagrama de Causa e Efeito, *brainstorming*, fluxograma de processo e plano de ação, segue a proposta de Peinado et al (2007), Oakland (1994) e Paladini (2009) com a estratificação do problema e a solução para sua causa raiz.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Falconi (2014), numa era de economia global não é mais possível garantir a sobrevivência da empresa apenas exigindo que as pessoas façam o melhor que puderem ou cobrando apenas resultados. Hoje são necessários métodos que possam ser utilizados por todos em direção aos objetivos de sobrevivência da empresa. Esses métodos devem ser aprendidos e praticado por todos.

Como métodos de identificação e resolução de problemas, há algumas ferramentas da qualidade importantes para o processo produtivo. De acordo com Sales (2017), “as sete ferramentas da qualidade são: Histograma, Fluxograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Dispersão, Carta de Controle, Folha de Verificação e Diagrama de Ishikawa”. A figura 1, ilustra as sete ferramentas da qualidade citadas.

Figura 1 – As sete ferramentas da Qualidade



Fonte: Sales (2017)

O Histograma é utilizado para obter por medições periódicas das informações quantitativas, representadas por um gráfico para visualização das ocorrências. Para Junior et al. (2006), além da visualização do fenômeno, histogramas indicam também características da distribuição que serão úteis na modelagem matemática para inferências, previsões e projeções sobre os fatos envolvidos no estudo. Uma vez construído, adiciona-se a ele curvas que indicam comportamento das variáveis envolvidas, mostrando uma imagem tendencial do fenômeno.

Conforme Oakland (1994), um Fluxograma é uma representação gráfica, destinada ao registro de diversas etapas que constituem um determinado processo, facilitando sua visualização e análise. O fluxograma de processo ordena a linha de raciocínio e a frequência do processo produtivo através do passo a passo das operações. “Grande parte da variação existente em um processo pode ser eliminada somente quando se conhece o processo de fabricação. Isto significa que a sequência de produção, ou etapas, influenciam na variabilidade final das características do produto”. (RAMOS, 2000).

O Diagrama de Pareto tem como objetivo banir todas as causas que impactam diretamente no acréscimo de perdas de produção, de maneira que se existem causas com poucos defeitos essas devem ser eliminadas imediatamente. Segundo Ramos (2000), “o diagrama de Pareto é usado quando é preciso dar atenção aos problemas de uma maneira sistemática e quando se tem um grande número de problemas e recursos limitados para resolvê-los”. O princípio de Pareto, também conhecido como regra 80/20, baseia-se na afirmação que, de modo generalizado, 80% dos efeitos surgem de 20% das causas.

O Diagrama de dispersão “ajuda visualizar a alteração sofrida por uma variável quando outra se modifica e, dependendo da dispersão apresentada, podem ser identificados diferentes níveis de correlação: positiva, negativa ou sem relação”. (MARSHALL et al, 2006).

Já a Carta de Controle Estatístico do Processo (CEP) tem por finalidade monitorar, estabilizar e padronizar o processo utilizando as três linhas de referência para análise e evolução desse, com objetivo de diminuir os erros de produção, otimizar os recursos e melhorar a qualidade do produto. Montgomery (2004) defende que o

grande objetivo do CEP é “a rápida detecção das ocorrências de causas atribuíveis das mudanças de processo, de modo a identificar as causas e agir em busca de sua correção, antes que muitas unidades não conformes sejam fabricadas.”

De acordo com Vieira (1999), a Folha de verificação consiste em uma planilha para o registro de dados a fim de tornar a coleta de dados mais rápida e automática. “Toda a folha de verificação deve ter espaço onde registrar local e data da coleta dos dados”.

O Diagrama de causa e efeito ou 6M, foi originalmente proposto em 1943 pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa com a intenção de facilitar e a identificação de todas as causas possíveis de um problema ou questão específica”. (VERGUEIRO, 2002). Para Peinado (2007), “o diagrama de causa e efeito é uma ferramenta muito útil para permitir que um grupo identifique, explore e exiba graficamente e em detalhe todas as possíveis causas de um problema ou condição, para se descobrir sua verdadeira raiz”. Sua representação é uma figura composta de linhas e símbolos que representam uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas. (RAMOS, 2000).

Também chamado de diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe (por causa de seu formato), o diagrama de causa-efeito é usado para demonstrar a relação entre as causas e os efeitos de um processo. Aplica-se esse diagrama quando o efeito de um processo é problemático, isto é, quando o processo não gera o efeito desejado. Buscam-se, então, as causas analisando o que se convencionou chamar de 6Ms — medição, materiais, mão de Obra, máquinas, métodos e meio ambiente. Nem sempre é necessário analisar todos esses aspectos, e isso vai depender das especificidades de cada processo. (MELLO et. al, 2011, p.101).

De acordo com Peinado et al (2007), *Brainstorming* ou “tempestade de ideias”, é uma técnica desenvolvida nos anos 30 por Alex Osborn, que consiste em reunir um grupo de pessoas envolvidas com determinado assunto para, em um curto espaço de tempo, apresentar todas as ideias que lhes venham à cabeça. Com a chuva de ideias em andamento são levantadas as possíveis causas dos problemas. A fim de se efetuar



um diagnóstico mais preciso, as informações são compiladas e então processadas no Diagrama de Causa e Efeito.

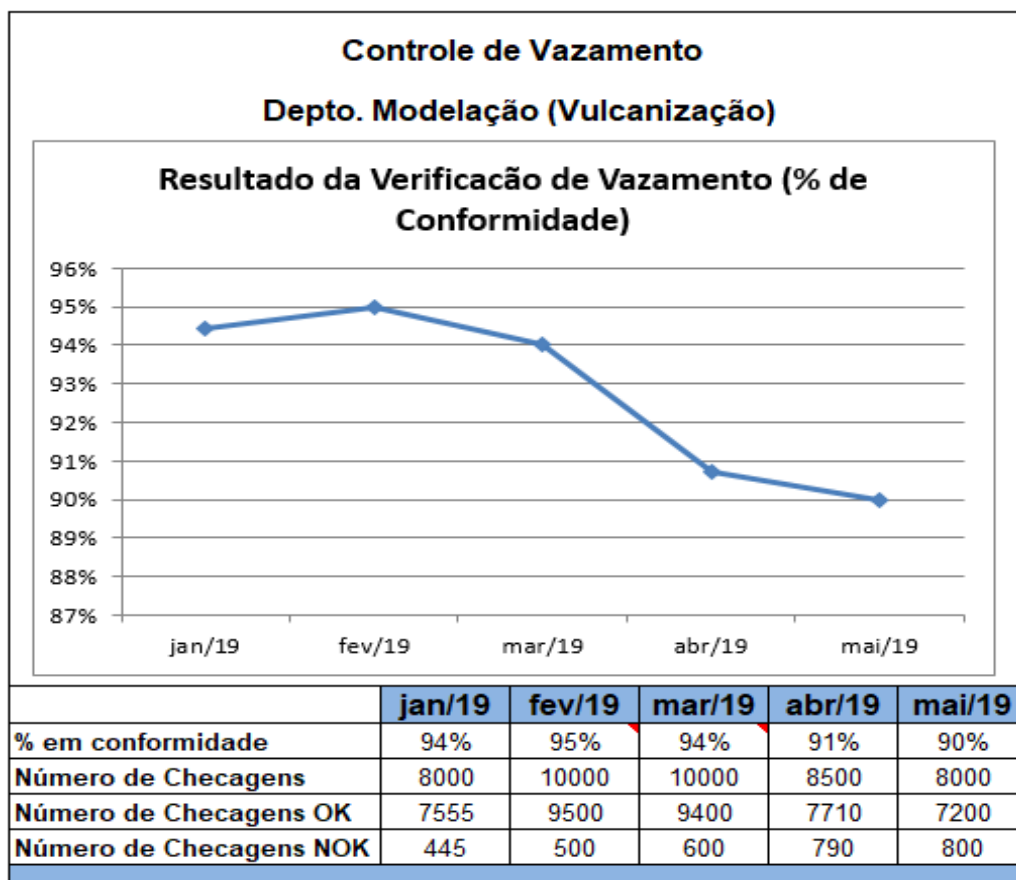
Para Osborn (1987), “quanto mais ideias concebermos conjuntamente, por meio de possibilidades alternadas, tanto mais provável é acertar em uma ou mais que nos resolvam o problema”.

Quando as pessoas esgotarem suas ideias, uma longa lista de alternativas terá sido gerada. Somente então o grupo passará ao estágio de avaliação. Nesse ponto, muitas ideias diferentes podem ser consideradas, modificadas ou combinadas em uma solução sob medida criativa para o problema. (BATEMAN e ESHELL, 1998).

### 3. DESENVOLVIMENTO

Para estudar o problema da mangueira de arrefecimento de motor de veículo automotivo com vazamento, os dados resultantes da verificação de vazamento e os respectivos percentuais de não conformidade (Figura 2) constituem importante base de partida. Verificou-se que as quantidades de refugo em relação à quantidade de peças produzidas eram discrepantes.

Figura 2 - Gráfico de controle de vazamento: % de conformidade antes da implantação das ferramentas da qualidade

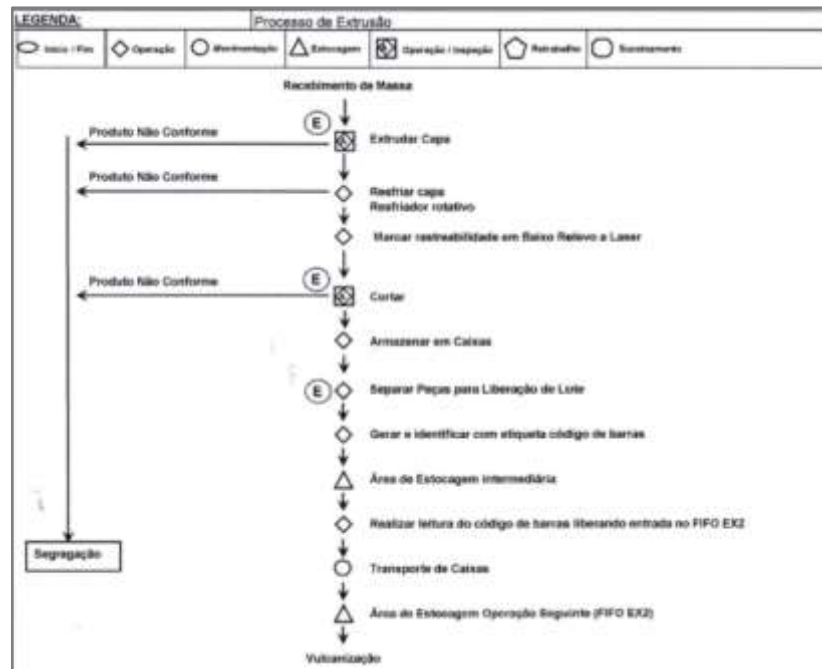


Fonte: os autores.

Importante também é o conhecimento do processo de extrusão e de vulcanização da mangueira de arrefecimento que aqui estão descritos por meio dos fluxogramas apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

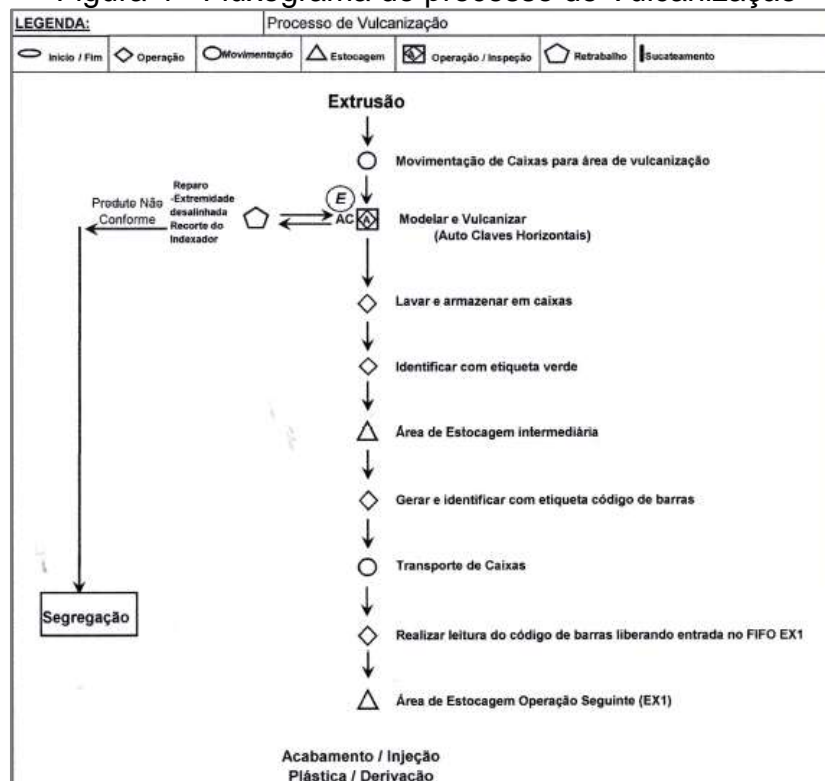


Figura 3 - Fluxograma do Processo de Extrusão (adaptado).



Fonte: os autores.

Figura 4 - Fluxograma do processo de Vulcanização



Fonte: os autores.

Para obter um diagnóstico das possíveis causas do problema foi realizada a reunião de *brainstorming* com todos os envolvidos no processo produtivo da mangueira com vazamento e registradas as ideias dos participantes (Quadro 1).

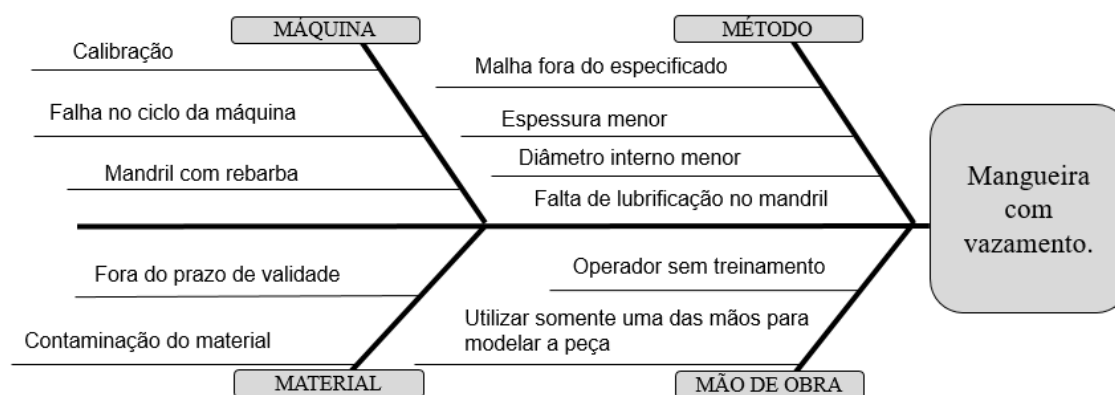
Quadro 1: Possíveis causas do problema

Problema	Possíveis Causas
Mangueira com vazamento	Diâmetro menor do que o especificado
	Comprimento menor do que o especificado
	Espessura menor que o especificado
	Fora do prazo de validade
	Números de malhas fora do especificado
	Modelo com rebarba
	Falta de lubrificação no modelo
	Montagem irregular do modelo
	Operador sem treinamento
	Falha no ciclo da Máquina
	Modelar sem fazer a geometria das peças
	Utilizar somente uma das mãos para modela
	Contaminação do Material

Fonte: os autores (2020).

As possíveis causas citadas no *brainstorming* foram incorporadas ao Diagrama de Causa e efeito. Os impasses não mencionados no diagrama não foram as causas desse processo. Por meio desse diagrama (Figura 5) foi identificado que o problema ocorria devido ao não treinamento adequado dos colaboradores para a operação de modelação e que uma série de ações precisariam ser implantadas imediatamente para obter os resultados esperados de não conformidade da peça.

Figura 5 - Diagrama de Causa e Efeito (adaptado).



Fonte: os autores (2020).

As ações definidas para o processo após o *brainstorming* foram então incorporadas em um plano de ação (Quadro 2). Para Paladini (2009), o objetivo do plano de ação elaborado com base nas causas raízes é tornar operacional a implantação das metas, de maneira que se tenha a probabilidade de sucesso elevada.

Quadro 2: Ações definidas para o processo

AÇÕES				
SETOR:	Processo de Extrusão e Vulcanização			
Ação:	Responsável	Data Início	Data Término	Status
Controle de mão de obra no posto a posto	Anderson C.	15/06/2019	30/06/2019	OK
Liberação e medição das peças a cada 20 min.	Luís Paulo M.	10/06/2019	20/06/2019	OK
Checklist de Verificação mandril	Rafael Rodolfo	10/06/2019	15/06/2019	OK
Monitoramento do ciclo da máquina	Anderson C.	10/06/2019	15/09/2020	OK
Controle de dosagem de Lubrificante do mandril	Luís Paulo M.	10/06/2019	30/12/2020	50%
Controle de Validade dos materiais	Rafael Rodolfo	10/06/2019	20/12/2020	75%

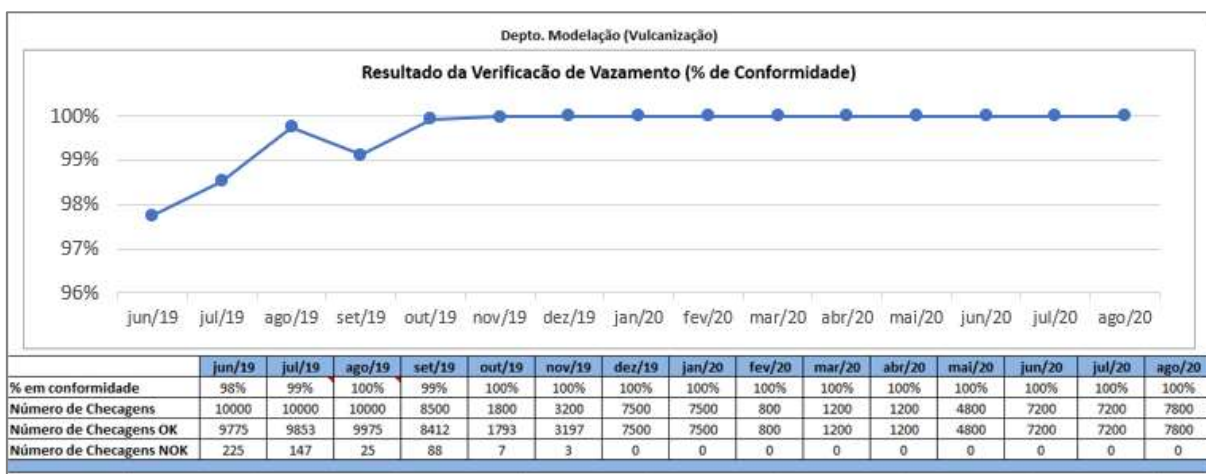
Fonte: os autores (2020).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o treinamento contínuo dos operadores e as ações propostas para o setor implantadas, o índice de refugo diminuiu sistematicamente até tender a zero. Desse modo, o controle de verificação de vazamento, que em maio/19 acusava um percentual de conformidade de apenas 90% (Figura 2), passou a mostrar percentuais de conformidade de 100% a partir de dez/19.

Desde então, até ago/20, quando foi se encerrou o período de acompanhamento dos resultados apresentados neste estudo, o índice de refugo manteve-se em zero e, conseqüentemente, o percentual de conformidade no patamar de 100% (Figura 6). Tais resultados não excluem, no entanto, a continuidade das ações de controle previstas para permanecerem até dez/20, a saber, da dosagem de lubrificante do mandril e da validade dos materiais utilizados nos processos de extrusão e vulcanização da mangueira de arrefecimento (Quadro 2).

Figura 6: Gráfico de controle de vazamento: % de conformidade após a implantação das ferramentas da qualidade.



Fonte: os autores (2020).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Segundo a proposta de Peinado *et al.* (2007), Oakland (1994) e Paladini (2009), as ferramentas da qualidade, foram implementadas com sucesso na identificação da causa raiz do problema de vazamento das mangueiras de borracha de arrefecimento, agregando valor ao gerenciamento das anomalias dentro do processo produtivo interno da empresa.

O Diagrama de Causa e Efeito mostrou-se apropriado para identificação das causas de problemas em processos complexos e manuais, como no caso do setor de modelação, que usa mão de obra artesanal para modelagem das peças.

Após identificado que o problema ocorria devido ao não treinamento adequado dos colaboradores para a operação de modelação e a posterior implantação do plano de ação elaborado os resultados mostraram uma diminuição significativa dos refugos e conseqüente aumento da eficiência da produção, atingindo a quantidade de zero peças com defeito e 100% de controle do vazamento.

## REFERÊNCIAS

BATEMAN, T. S., SNELL, S. A. **Administração: construindo vantagem competitiva**. São Paulo: Atlas, 1998.

FALCONI, Vicente Campos. TQC: **Controle da qualidade total** (no estilo japonês). 9 ed. Nova Lima: Falconi, 2014.

MARSHALL Junior, Isnard et al. **Gestão de qualidade**. 8 ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MELLO, Carlos H. Pereira et.al. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Pearson, 2011.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

OSBORN, Alexander F.. **O poder criador da mente: princípios e processos do pensamento criador e do “brainstorming”**. E. Jacy Monteiro (trad.). São Paulo: IBRASA, 1987.

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

PEINADO, Jurandir, GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção: Operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

RAMOS, A.W. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2000.

SALES, Rafaela. **Ferramentas da qualidade: Conceitos e aplicação**. PORTAL Administração. 2017. Disponível em: <<https://www.portal-administracao.com/2017/09/sete-ferramentas-da-qualidade-conceito.html>>. Acesso em: 22 set. 2020.

VERGUEIRO, Waldomiro. **Qualidade em serviço de informação**. São Paulo: Arte & Ciência, 2002.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.