

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

WILLIAM CARLOS CORRÊA

**MELHORIA DE PERFORMANCE DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS
INDUSTRIAIS ATRAVÉS DO CONTROLE DE ESTABILIDADE DE
PROCESSO**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2015

WILLIAM CARLOS CORRÊA

**MELHORIA DE PERFORMANCE DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS
INDUSTRIAIS ATRAVÉS DO CONTROLE DE ESTABILIDADE DE
PROCESSO**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, do Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. MSc. Ricardo Mânica

CURITIBA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Curitiba
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Especialização em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

MELHORIA DE PERFORMANCE DE EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS INDUSTRIAIS ATRAVÉS DO CONTROLE DE ESTABILIDADE DE PROCESSO

por

WILLIAM CARLOS CORRÊA

Esta Monografia foi apresentada em 27 de outubro de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. MSc. Ricardo Mânica
Prof. Orientador

Dr.^a Clarice Farian de Lemos
Membro titular

Dr. Alfredo Iarozinski Neto
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este trabalho à minha família e amigos, pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida, e peço, desde já, desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. MSc. Ricardo Manica, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

CORRÊA, William Carlos. **Melhoria de Performance de Equipamentos e Máquinas Industriais através do Controle de Estabilidade de Processo**. 2015. 35p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

O objetivo geral é demonstrar que através das análises individuais das variáveis que impactam um processo produtivo, é possível realizar melhorias em cada uma delas controlando-as individualmente. A metodologia utilizada para realizar essa pesquisa foi a análise de todos os processos e principais variáveis que estariam impactando o rendimento do estampo na indústria automotiva. A análise iniciou-se com a utilização de um Diagrama de Causa-raiz (Ishikawa) e, a partir de então, foram analisadas individualmente as possíveis causas, através de gráficos e Controles Estatísticos de Processo (Carta CEP). Essa sistemática possibilitou identificar quais variáveis estariam impactando mais o processo, e ajudou a desenvolver um plano de ação, para então atuar com mais objetividade na causa-raiz que ocasionava distúrbio no processo, procurando, assim, melhorar de forma significativa e em pouco tempo o rendimento do maquinário. Os resultados alcançados mostraram que a principal causa de impacto do processo do ferramental observado era a inexistência de uma padronização de trabalho nos turnos que realizavam as manutenções e correções dos ferramentais, sendo que um simples plano de ação ajudou a direcionar a equipe de trabalho. Com essa análise verificou-se que um processo produtivo é extremamente suscetível às variações de processo tais como as provenientes de composição química de matéria prima, e ajuste de ferramental e que sofre muita pressão por rendimento e volume de fabricação. Portanto, realizar uma análise variável a variável, através de uma ferramenta simples como o Diagrama de Ishikawa, pode ajudar a direcionar as ações para a verdadeira causa e atuar de forma consistente e assertiva.

Palavras-chave: Ishikawa. Processo. Estamparia.

ABSTRACT

CORRÊA, William Carlos. **Equipment and Industrial Machinery Performance Improvement through Process Stability Control**. 2015. 35p. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2015.

The overall objective is to demonstrate that through the individual analysis of the variables that impact a productive process, you can make improvements in each controlling them individually. The methodology used to conduct this research was the analysis of all processes and key variables that would impact the performance of stamping in the automotive industry. The analysis started with the use of a cause-root diagram (Ishikawa) and, thereafter, were individually analyzed the possible causes through process charts and statistical controls (Letter CEP). This system enabled us to identify which variables were impacting more the process, and helped develop a plan of action, and then act more objectively the root because that caused disturbance in the process, trying thus improve significantly and soon the performance of machinery. The results obtained showed that the main cause of the observed impact of the tooling process was the lack of standardization work in shifts who performed the maintenance and corrections of the tooling, and a simple plan of action helped direct the work team. With this analysis it was found that a production process is extremely sensitive to process variation such as from chemical composition of raw materials and tools to fit and suffering a lot of pressure and volume manufacturing yield. So carry a variable analysis variable, using a simple tool like Ishikawa diagram, can help direct actions to the real cause and act consistently and assertive.

Keywords: Ishikawa. Process. Press Shop.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Matriz de estampagem.....	14
Figura 2 - Processo produtivo de bobinas de aço	14
Figura 3 - Exemplo do diagrama de Ishikawa	17
Figura 4 - Desenho de uma chapa <i>blanc</i>	24
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa aplicado ao processo de resolução do problema estudado.....	27
Gráfico 1 - Variação da espessura (mm) dos lotes de chapas	28
Gráfico 2 - Variação de largura (mm) dos lotes de chapas	28
Gráfico 3 - Variação do comprimento (mm) dos lotes de chapas.....	29
Gráfico 4 - Variação de carga de repuxo.....	30
Gráfico 5 - Comparação gráfica antes e depois da implementação do plano de ação	32
Quadro 1 - Plano de ação	31
Tabela 1 - Rendimento de processo de ferramentais.....	26
Tabela 2 – Amplitude e média dos ferramentais analisados	26
Tabela 3 - Resultado da aplicação do plano de ação.....	31
Tabela 4 - Comparação do antes e depois da realização do plano de ação	31

LISTA DE SIGLAS

CEP Controle Estatístico de Processo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (ESPINHA DE PEIXE)	16
2.2 CEP - CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO	18
2.3 CAUSAS DE VARIAÇÕES	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 ESCOLHA DO CONJUNTO DE FERRAMENTA A SER ESTUDADO.....	22
3.2 CÁLCULO DE RENDIMENTO DE PROCESSO	23
3.3 ISOLANDO AS VARIÁVEIS DO PROCESSO	23
3.3.1 Variável Folha Padrão Não Correta	23
3.3.2 Variável Matéria Prima fora do Especificado	24
3.3.3 Variável: Carga de Repuxo Variando.....	24
3.3.4 Falta de Padronização de Trabalho	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1 FERRAMENTAIS A SEREM ESTUDADOS.....	26
4.1.1 Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe.....	26
4.1.2 Matéria Prima.....	28
4.1.3 Variável Matéria Prima com Composição fora do Especificado.....	29
4.1.4 Carga de Repuxo.....	29
4.1.5 Plano de Ação.....	30
5 CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

A crescente busca pela excelência no rendimento dos meios produtivos faz com que os processos estejam cada vez mais sensíveis a qualquer tipo de variação, seja essa variação procedente da matéria-prima, maquinário, meio-ambiente, ou qualquer outra fonte. Essa sensibilidade se dá pelo fato de que todos os processos estão em um nível de ajuste tão fino para que não existam perdas por qualidade ou sucateamento de peças.

No processo de estamparia automotiva essa sensibilidade é ainda mais crucial, pois é um processo que exige um nível de ajuste extremamente fino dos ferramentais, como algumas peças possuem tipos de aço com composição controlada, cada peça tem uma função estrutural diferente no veículo. Uma variação, mesmo dentro das especificações, pode causar perturbações ou perdas de produtividade, pois faz com que o ferramental tenha que passar por um novo ajuste.

Entende-se por *blanc* ou chapas, um produto metálico, em forma de folha ou bobina, que pode sofrer uma conformação, e ter tipos diferentes de materiais e composição. Kahoul (2010).

Nas estamparias de grande porte, com várias linhas de produção e estruturas com investimentos de milhões de dólares, a pressão por perfeição do processo e pouca tolerância às variações e perdas produtivas são ainda maiores, pois qualquer perda não significa apenas perdas monetárias, mas também perdas de competitividade.

O processo de estamparia abrange três tipos básicos de variáveis: prensa (processo), matriz de estampagem (Figura 1), e matéria prima. Desses três tipos, a variável que está menos sob o controle na usina de Estamparia é a matéria prima, isso porque a matéria prima é feita com muitos componentes químicos, e qualquer variação nesses componentes, pode levar a variações no processo de estampagem de chapas de aço derivadas de bobinas de aço, com peso de até 25 toneladas. Essas bobinas passam por inúmeros outros processos antes de chegar até o cliente no formato de chapa.



Figura 1 – Matriz de estampagem
 Fonte: IGP (2015).

Fluxo básico do processo produtivo de uma bobina, Figura 2:

- A. Recebimento, preparação e estocagem das matérias-primas;
- B. Fabricação de sinter, coque e gusa;
- C. Produção de aço líquido;
- D. Transformação do aço líquido em placas e destas em bobinas a quente;
- E. Embarque dos produtos acabados em sistema multimodal.

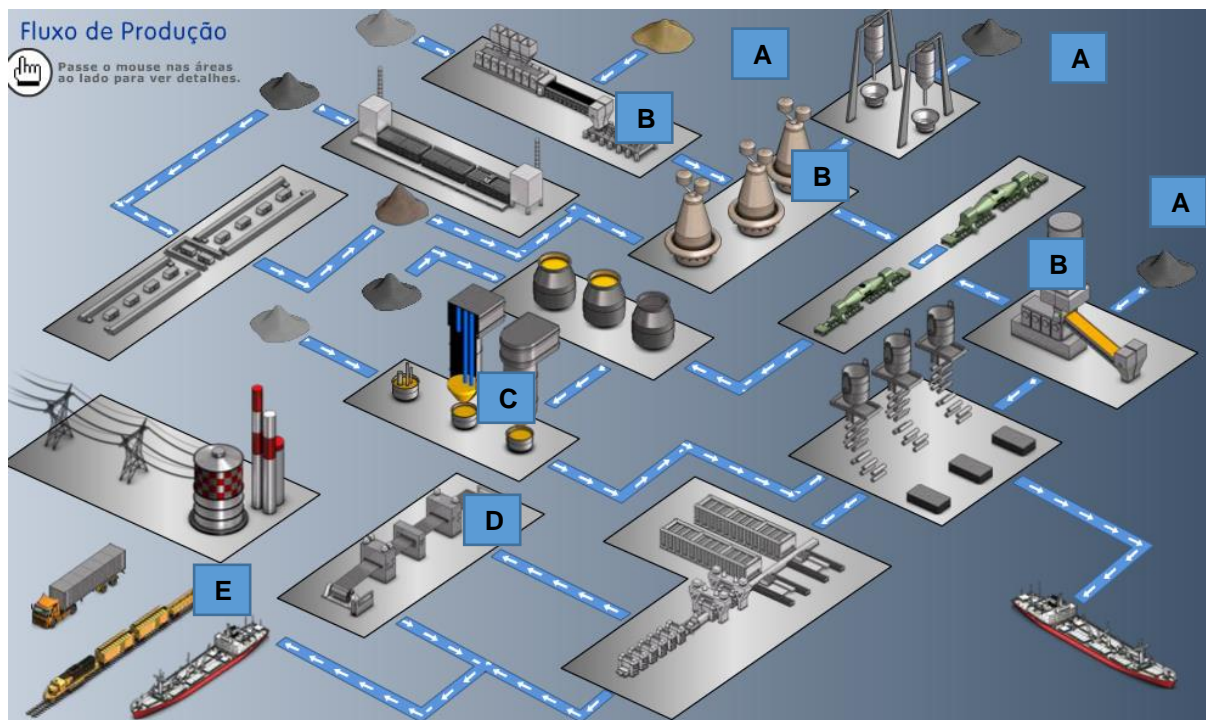


Figura 2 – Processo produtivo de bobinas de aço
 Fonte: Mittal (2015).

Tendo em vista o processo de estamparia automotiva que abrange tantas variáveis tais como variações de composição de matéria prima e ajuste de

ferramental. Portanto, o objetivo desse estudo será definir uma estratégia de ação, que seja breve e que se proponha a ajudar a resolver ou solucionar os efeitos das variações impactantes no rendimento dos processos produtivos de estampagem, ou ainda, de qualquer outro processo que demande respostas rápidas nas cadeias produtivas de fabricação de larga escala.

Os objetivos específicos desse trabalho foram:

- Coletar dados de rendimento da produtividade de ferramentais de estamparia;
- Realizar uma priorização dos dados e de quais ferramentais deveriam ser estudadas num primeiro momento (definir padrão);
- Analisar o impacto de variáveis do processo produtivo de estamparia em cada um desses ferramentais;
- Definir um plano de ação único, difundido para os turnos de trabalhos, com o objetivo de padronizar as ações;
- Analisar o impacto de tais variáveis sobre o processo produtivo aqui estudado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste item foram abordados, de forma teórica, os assuntos necessários para fundamentar a pesquisa, e dar os parâmetros necessários para que a mesma se faça entendível, será apresentado os principais aspectos das ferramentas, e métodos usados, sendo eles, diagrama de Ishikawa, CEP (Controle Estatístico do Processo) e causas de variações.

2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (ESPINHA DE PEIXE)

Segundo Watson (2004), Kaoro Ishikawa foi um Doutor em Filosofia de Engenharia Química, escreveu cerca de 647 artigos, e 31 livros, mas é mais conhecido por ter inventado o Diagrama de Ishikawa, um sistema de resolução e análise de problemas extremamente fácil de ser utilizado.

Para Paulista e Alvez (2014), o Diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta que através da qual, é possível identificar uma série de possíveis causas para um determinado defeito. A partir de uma definida lista das possíveis causas, as mais prováveis são então separadas para uma análise mais detalhada (GWIAZDA, 2006). O Diagrama de Ishikawa tradicional é uma ferramenta qualitativa para ajudar na gestão da empresa.

Ainda para Bosa (2012), a análise de espinha de peixe é certamente um bom jeito de revelar, dentro de um cenário, um determinado problema. O seu uso é para ir dentro da história e ajuda a detectar vários problemas simultaneamente. A Figura 3 mostra uma representação simples de um diagrama de espinha de peixe. O diagrama é usado representando a espinha de peixe com seis desdobramentos, cada uma desse enraizamento representa uma possível causa raiz do problema.

Para Ciocoiu e Ilie (2010), o problema em si tratado no Diagrama de Ishikawa, deve ser um evento desejado ou não desejado, caracterizado por um risco, e tal risco deve ser tratado (mitigado) ou explorado (capitalizado). Para a resolução de maneira efetiva, o problema deve ter as seguintes características:

- Ser um risco, ou seja, a probabilidade de ocorrência e seu impacto podem ser determinados;
- Deve ser um objetivo gerencial, com horizonte operacional;

- Não devem apresentar bi correlação, ou seja, o efeito não deve se tornar uma causa.

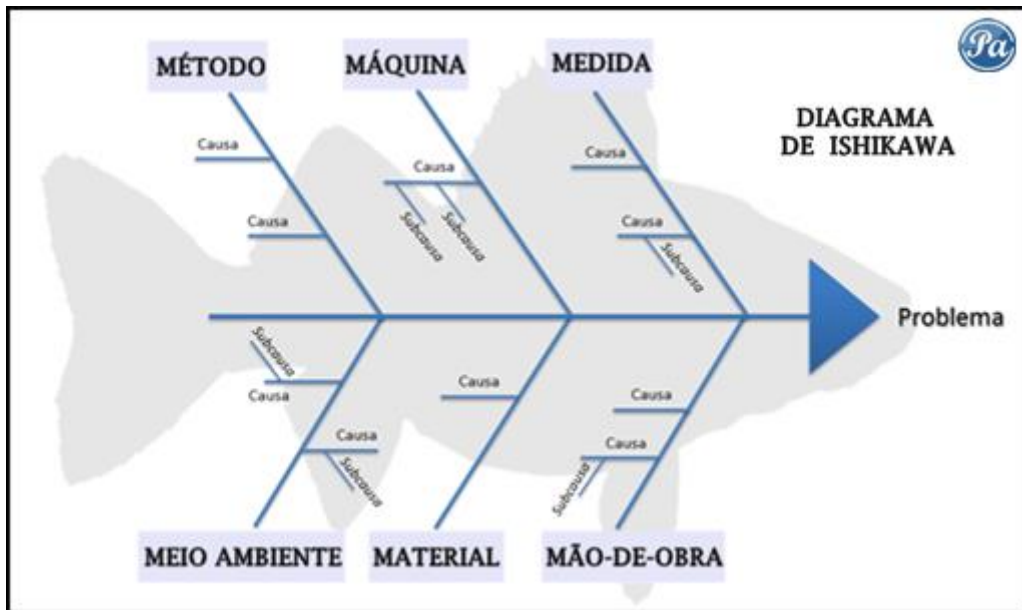


Figura 3 – Exemplo do diagrama de Ishikawa
Fonte: Bezerra (2015).

Basicamente a estrutura da Espinha de peixe, apresenta as causas dos problemas em que, na maioria das vezes, é classificada como sendo de seis famílias ou categorias diferentes (HOLANDA; PINTO, 2009):

- Medida: Uma possível causa para um defeito que envolva uma medida aferida pelo colaborador anteriormente, que poderia erroneamente mascarar a medida correta.
- Máquinas: Problema que envolve a máquina que estava sendo manuseada, como um defeito na máquina por falta de manutenção, por exemplo.
- Matéria Prima: Toda causa que envolve o material que estava sendo utilizado no processo.
- Método: Envolve o método ou a maneira que estava sendo utilizada para executar o trabalho, podendo não ser o método certo.
- Mão de obra: Envolve uma atitude do colaborador, como pressa, imprudência, desvio de atenção, etc.

- Meio ambiente: Toda causa que envolve o meio ambiente em si, como calor, poeira, e também o ambiente de trabalho no qual o processo, produto e o trabalhador estão inseridos, tais como layout, localização, iluminação e outros.

2.2 CEP - CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

Segundo Graeml e Peinado (2007), o Controle Estatístico de Processo (CEP) é um método que utiliza técnicas estatísticas para distinguir se apenas causas naturais de variação estão atuando em um determinado processo.

Controle Estatístico do Processo é uma ferramenta de tomada de decisão que permite verificar quando um processo está funcionando de forma adequada, e quando não está. (HART; HART, 2007).

As principais ferramentas de controle estatístico da qualidade têm por principal objetivo definir através de uma análise, se um determinado processo é capaz de gerar produtos que atendam especificações pré-definidas pelo departamento de engenharia da empresa. Tais análises consistem em obter uma determinada amostra de produtos manufaturados pelo processo a ser estudado (HARSTELN; AMARAL FILHO; WERNER, 2010). O uso dessa ferramenta se mostra bastante comum em ser adotado por empresas que possuem um processo de produção em massa, e particularmente por montadoras. Mas também é amplamente utilizado e difundido entre muitas outras empresas.

Já para Ribeiro e Caten (2012), o CEP se baseia em uma técnica estatística que pode ser aplicada à produção. Tal técnica permite, através de uma análise, a redução sistêmica de variações nas principais características do processo, contribuindo para a melhoria da qualidade que está inserida no meio produtivo, além da melhoria de produtividade, da confiabilidade e do custo do que deverá ser produzido.

O controle estatístico do processo é um sistema de inspeção por amostragem de peças, ou produtos, ou ainda de dados de processo (temperatura, pressão, tamanho, etc.). Agindo por todo processo, a fim de verificar se existem casos especiais ou não, comuns ao processo, ou seja, causas que não são esperadas durante um evento sem oscilação de qualquer tipo de variável ao

processo e que podem impactar diretamente a qualidade do produto manufaturado (RIBEIRO; CATEN, 2012).

Quando tais causas especiais são descobertas com a análise de um CEP, é possível agir no que não está conforme, dessa forma melhorando progressivamente todos e quaisquer processos produtivos.

A utilização de métodos estatísticos para controle de processo começou em 1924, na Bell Telephone Laboratories. Walter A. Shewhart, com a intenção de eliminar as causas de variação no processo, tentou, pela primeira vez, utilizar os gráficos de controle. O objetivo de Shewhart era identificar e eliminar as causas das variações no processo produtivo (GRAEML; PEINADO, 2007).

O CEP pode ser utilizado para controlar e monitorar variáveis diversas que podem ser medidas, e se utiliza de técnicas de estatística para analisar processos ou quaisquer que sejam seus resultados, para assim conseguir-se chegar a conclusões corretas e tomar as decisões mais acertadas possíveis, a fim de melhorar a capacidade do processo.

Ainda, segundo Graeml e Peinado (2007), através do desmembramento da expressão do CEP é possível entender melhor o que se pretende na utilização dessa técnica, veja a seguir:

- Controle: manter algo dentro de limites estabelecidos (padrões);
- Estatístico: obter conclusões com base matemática (dados e números);
- Do processo: conjunto formado por máquinas, material, mão de obra, meio de medição, métodos e meio ambiente.

Um dos objetivos dos CEP é identificar tendências e variações significativas, porém o CEP não é uma forma de resolver problemas, mas sim de detectá-los. Ainda o CEP visa aumentar a capacidade dos processos, reduzindo sucatas, tempo e custos de retrabalho por má qualidade. Logo, ele proporciona à quem o utiliza, dados básicos que ajudam à melhorar a qualidade de produtos e também, de serviços.

2.3 CAUSAS DE VARIAÇÕES

A variação de dados está sempre presente e é inerente a qualquer processo produtivo, independente de quão bem ele seja projetado, operado ou mantido. Se

fosse possível comparar duas unidades de qualquer produto ou peça, produzidas pelo mesmo processo, máquina, homem e matéria prima, elas jamais serão exatamente idênticas (RIBEIRO; CATEN, 2012).

Para Nikkel (2007) duas peças ou dois produtos jamais serão iguais. Peças apresentam variações dentro de certos intervalos aceitáveis, isso porque conjuntos como motores, engrenagens, etc., apresentam pequenas variações de performance ou ajuste.

Existem muitos motivos para as variações de processo que geram diferenças entre um produto e outro, e esses motivos são praticamente incontáveis, como por exemplo, a influência do humor do trabalhador que opera um esmeril: um operador com mau humor tende a pressionar mais a peça de encontro ao rebolo, produzindo peças com dimensões que tendem a estar nos limites inferiores da especificação. Abaixo é apresentada uma lista de algumas possíveis causas de variações de processo produtivo, e que podem ser comuns entre vários tipos de processos.

Para Ribeiro e Caten (2012), um processo que apresenta apenas as causas de variação de processo comuns, agindo sobre o mesmo, é dito um processo estável, pois apresenta sempre a mesma variabilidade previsível ao longo do tempo. Como a variação é inerente ao processo, as medidas característica de qualidade, ou que definem o produto com ou sem qualidade, são todas diferentes entre si, mas quando agrupadas elas tendem a formar um certo padrão que muitas vezes pode ser visualizado graficamente. A seguir, cita-se alguns tipos atuantes no processo, que podem impactar diretamente na estabilidade da produção:

- Matéria-prima: cada tipo de matéria-prima, mesmo estando dentro das especificações normais, podem apresentar diferentes comportamento quando submetidos ao processo produtivo, por exemplo, uma variação de nível de carbono dentro do limite especificado em uma liga de aço pode fazer com que o material se comporte de maneiras diferentes.
- Ajuste de máquina: Uma máquina bem ajustada pode significar que não existira diferença significativa entre uma peça e outra se as outras variáveis estiverem sob controle. Porém, como toda máquina está submetida à desgastes com o tempo é impossível que o mesmo ajuste de

máquina funcione para sempre, se a manutenção preventiva não estiver em dia.

- Desgaste natural das máquinas: Toda máquina está submetida a possíveis desgastes, uma engrenagem com uma má lubrificação não funcionará da mesma maneira a tarde como funcionou pela manhã. É imperativo ter cuidado com a manutenção preventiva de equipamento, e eliminar a variável do sistema.
- Experiência do operador: a experiência com que o operador controla o processo, ou ajusta as máquinas ou seleciona a matéria-prima também é uma variável importante do sistema. Um operador que sabe ajustar uma máquina para um determinado tipo de matéria prima, quando substituído por outro com menos experiência, esse operador com certeza não saberá fazer as devidas regulagens com tanta assertividade. Existem maneiras de diminuir essa variável, como treinamento, folhas de operação padrão, criar operadores multi-tasks, etc.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O método escolhido para intermediar a pesquisa e os resultados do estudo que se apresenta é o método de pesquisa-ação. Para isso serão escolhidos os ferramentais com piores resultados de produtividade com base no cálculo de rendimento apresentado como amostras, as coletas de dados serão realizadas por acompanhamento das produções.

Segundo Baldissera (2001), o método pesquisa-ação pode ser definido como tal quando houver realmente uma ação por parte dos indivíduos atuantes no processo investigativo, a partir de um projeto que se propõe a solucionar um problema coletivo e estar centrado no agir e na ideologia de ação coletiva. Para (GRITTEM; MEIER; ZAGONEL, 2008), pesquisa-ação, deve ser utilizada quando há interesse coletivo na resolução de problemas.

O método de pesquisa-ação obtém um histórico complexo, pois não é de uma única disciplina, mas uma aproximação da pesquisa que emergiu com o tempo de um vasto número de campos de pesquisa (BRYDON-MILLER; GREENWOOD; MAGUIRE, 2003).

Já para Tripp (2005) embora a pesquisa-ação tenda a ser pragmática, ela se distingue claramente de ações práticas e, embora seja pesquisa, também se diferencia claramente da pesquisa científica que habitualmente é estudada. Isso se deve, em grande parte, pelo fato de que o método pesquisa-ação ao mesmo tempo altera o que está sendo pesquisado e é limitada pelo contexto da prática no campo em si. É importante dizer que a pesquisa-ação requer ação tanto nas áreas da prática quanto da pesquisa.

A pesquisa ação reúne as teorias da pesquisa limitando e formatando os dados coletados, com o que se é retirado do campo prático. O fato é que o importante desse tipo de pesquisa que é que a ação limita os métodos científicos, e as formalizações científicas limitam o que ocorre na ação, um acaba sendo complementar ao outro.

3.1 ESCOLHA DO CONJUNTO DE FERRAMENTA A SER ESTUDADO

É importante destacar que o estudo não abrange 100% dos conjuntos de ferramentais que a fábrica possui, pois, a mesma obtém mais de 80 conjuntos de

ferramentais que juntos formam mais de 400 ferramentais individuais, seria impossível acompanhar a produção de todos os conjuntos durante o tempo de execução desse trabalho. Logo, a escolha do ferramental a ser estudado baseou-se nos piores resultados de produção, e na maior amplitude de resultado dos conjuntos de ferramentais existentes. Para isso, foram acompanhados durante quinze produções os conjuntos de ferramentais mais críticos com base na vivência e orientações dos supervisores e responsáveis de produção. Durante essas quinze produções foram coletados dados para viabilizar a análise dos itens críticos de produção. O principal critério de escolha do o cálculo de rendimento de processo, ou seja, os ferramentais que apresentaram o menor índice de rendimento, e mais variabilidade de rendimento de processo, são os que foram foco dessa pesquisa.

3.2 CÁLCULO DE RENDIMENTO DE PROCESSO

O Cálculo utilizado para medir o rendimento do processo é o seguinte:

$$\text{Rend.} = \frac{\text{PB} - (\text{PR} + \text{P.ret})}{\text{P obj.}}$$

Rend. = Rendimento

PB = Peças Boas

PR = Peças Ruins

P.ret = Peças para retoque

P obj. = Peças objetivo

3.3 ISOLANDO AS VARIÁVEIS DO PROCESSO

Para garantir que as variáveis estão sendo isoladas, algumas das possíveis causas serão testadas, a fim de garantir que o plano de ação é eficaz, tais regras serão descritas na sequência.

3.3.1 Variável Folha Padrão Não Correta

A primeira variável que foi testada é a de “Folha Padrão Não Correta” (F.1), para isso o documento foi revisado por todos os envolvidos no processo, para garantir a coerência dos dados. Os departamentos envolvidos na análise de causa raiz foram: Engenharia, Fabricação, Logística e Ferramentaria.

Alguns dados foram atualizados, porém eram apenas dados administrativos como referências interna de peças, nada que possa estar influenciando a produtividade do ferramental.

3.3.2 Variável Matéria Prima fora do Especificado

A segunda variável testada foi “Matéria prima fora do especificado” (F.2), para isso foram acompanhados 10 lotes de matéria-prima e feita a verificação da medida das chapas utilizada nos processos. Na Figura 4 é possível verificar o desenho da chapa com suas medidas nominais, bem como as tolerâncias aceitáveis.



Figura 4 – Desenho de uma chapa *blanc*

3.3.3 Variável: Carga de Repuxo Variando

A variável “Carga de Repuxo” (F.3) foi testada a fim de verificar se o esforço de embutimento utilizado no ferramental apresenta variabilidade, podendo causar peças defeituosas no processo. Para isso, foram analisados 20 golpes diferentes e aleatórios em 10 lotes de produção diferentes de peças de veículos estampadas.

3.3.4 Falta de Padronização de Trabalho

As variáveis “Falta de padronização de trabalho pelos turnos” (F.4) e “Ferramental sem ajuste correto” (F.5) serão tratadas em um único plano de ação elaborado e descrito no tópico seguinte, com ajuda de todos os departamentos envolvidos (Engenharia, Ferramentaria e Fabricação), a fim de garantir que todos os turnos de trabalho sigam a mesma linha de raciocínio, com orientações claras e definidas.

Ao final de cada turno de trabalho, o líder de turno verificava o trabalho realizado durante seu turno, anotava desvios de cronograma (atrasos ou avanços) em uma folha de passagem de turno, e passava para o líder do turno posterior, que por sua vez dava as diretrizes de trabalho aos seus ferramenteiros. No início de cada dia, o piloto da ação se reunia com o supervisor da área e repassava as atividades para os próximos turnos, e o ajudava a conseguir os recursos que ele necessitava (tempo de máquina de *try-out*, transporte, equipamento, horas extras, etc.).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 FERRAMENTAIS A SEREM ESTUDADOS

Esse item trata e expõe os principais conjuntos de ferramentais escolhidos, bem como explicitar o resultado de sua produtividade até o momento, antes de a melhoria ser implementada.

Na Tabela 1 estão apresentados os cinco conjuntos de ferramentais (F.1, F.2, F.3, F.4 e F.5) escolhidos de acordo com a maior variação de processo e os menores índices de produtividade, durante 10 produções.

Tabela 1 – Rendimento de processo de ferramentais

PROD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F. 1	92%	62%	28%	76%	54%	85%	57%	59%	55%	47%
F. 2	21%	7%	29%	77%	41%	16%	50%	86%	53%	76%
F. 3	80%	62%	74%	71%	4%	35%	66%	22%	52%	18%
F. 4	17%	85%	78%	73%	52%	60%	7%	75%	40%	54%
F. 5	14%	29%	19%	48%	19%	48%	83%	75%	37%	15%

O conjunto de ferramental, dentre as cinco piores, que apresentou a pior média com uma amplitude de variação de rendimento alta foi a Ferramenta 5 (Tabela 2).

Tabela 2 – Amplitude e média dos ferramentais analisados

PRODUÇÃO	MÉDIA	AMPLITUDE
FERRAMENTA 1	53%	80%
FERRAMENTA 2	49%	80%
FERRAMENTA 3	49%	78%
FERRAMENTA 4	54%	78%
FERRAMENTA 5	39%	81%

Esse foi o conjunto de ferramental escolhido para ser objeto da presente pesquisa.

4.1.1 Diagrama de Ishikawa ou Espinha de Peixe

Para auxiliar na identificação das variáveis de processo envolvidas em uma fabricação de peças estampadas, será utilizado o método de Ishikawa ou Espinha-

de-peixe. O resultado da análise do Diagrama de Ishikawa pode ser verificado na Figura 5.

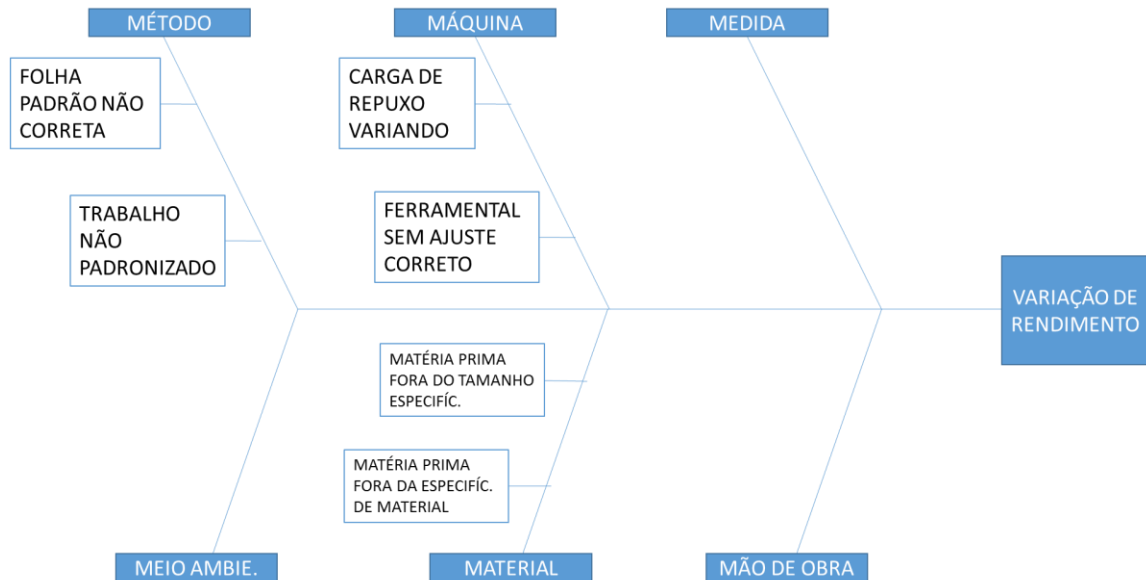


Figura 5 – Diagrama de Ishikawa aplicado ao processo de resolução do problema estudado

Analisando as principais causas dadas pelo Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), apresentaram-se, como pista de trabalho, os seguintes problemas:

- Folha padrão não correta – Verificar se os dados escritos na folha padrão atendem as especificidades na produção;
- Falta de padronização de trabalho pelos turnos – Os trabalhos não são executados da mesma forma pelos turnos, é necessário que os trabalhos de melhorias estejam alinhados, para o que um turno fez o outro não desfaça;
- Carga de repuxo variando – Carga de força de embutimento variando, causando variabilidade na qualidade das peças, gerando sucatas;
- Ferramental sem ajuste correto – Ferramental não apresenta ajuste de produção adequada;
- Matéria prima fora do especificado – Verificar se as medidas da matéria prima estão corretas;
- Matéria prima com composição fora do especificado. – Verificar se a matéria prima não apresenta variação de composição química fora do especificado pela norma.

4.1.2 Matéria Prima

Nos Gráficos 1, 2 e 3 pode-se verificar os resultados médio das medições dos lotes de chapas. Em que se percebe que as espessuras, larguras e comprimentos não apresentaram qualquer variação fora das tolerâncias máxima ou mínima.

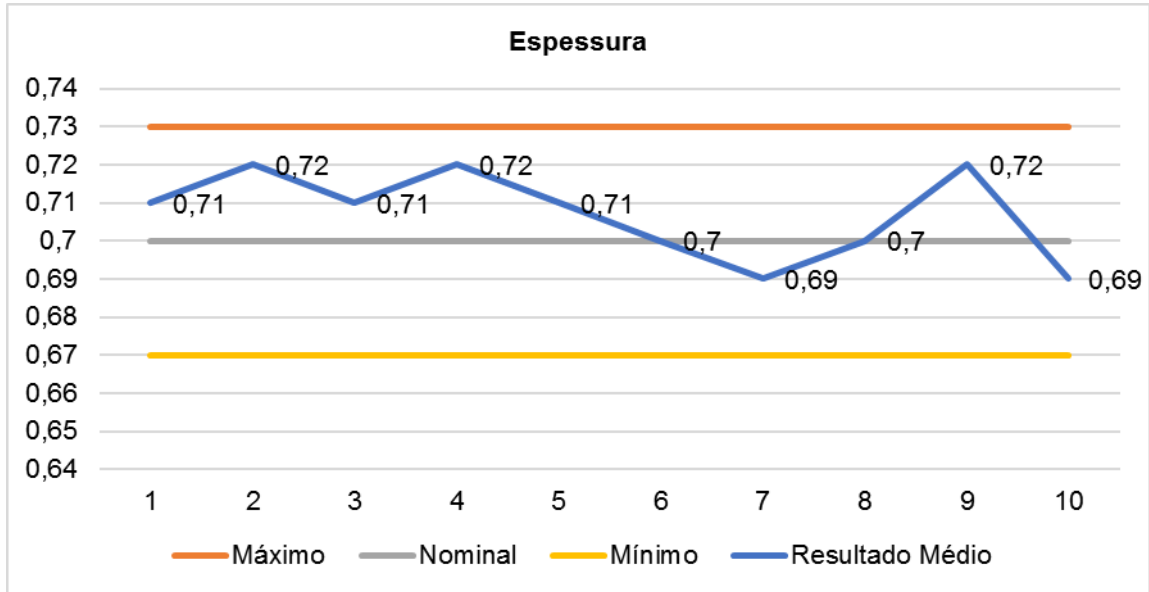


Gráfico 1 – Variação da espessura (mm) dos lotes de chapas

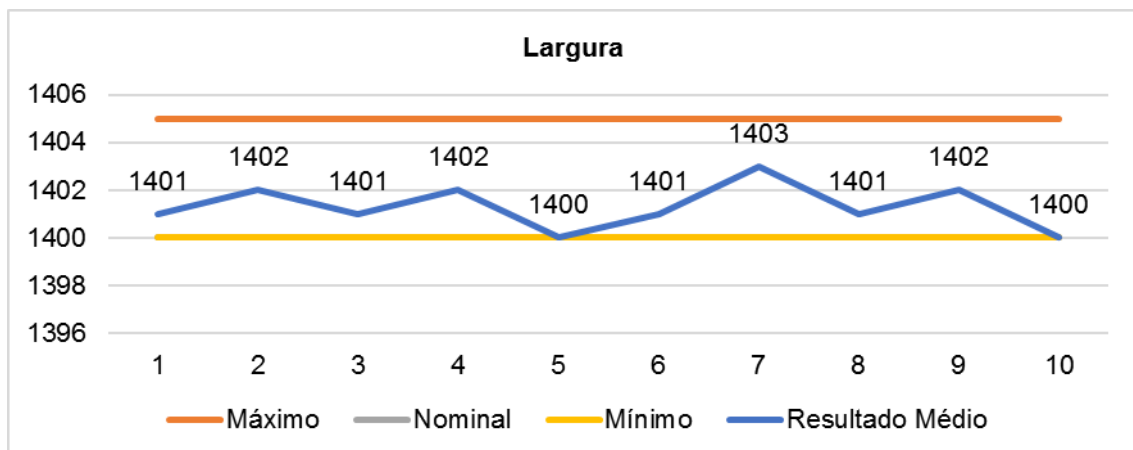


Gráfico 2 – Variação de largura (mm) dos lotes de chapas

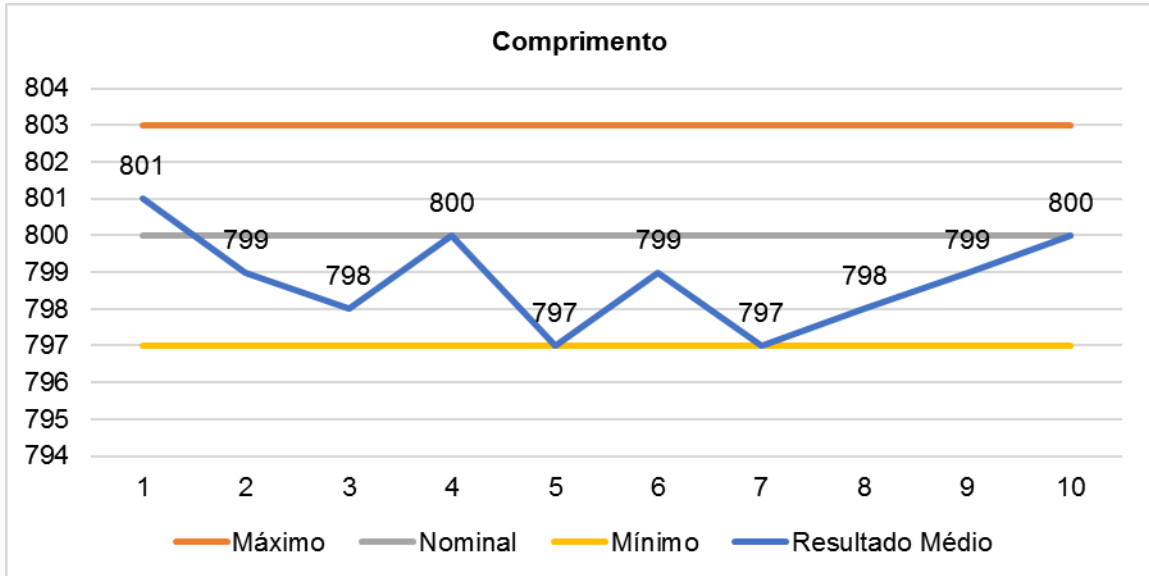


Gráfico 3 – Variação do comprimento (mm) dos lotes de chapas

4.1.3 Variável Matéria Prima com Composição fora do Especificado

A outra variável testada foi a “Matéria prima com composição química fora do especificado”. Um aço comum utilizado no processo de estampagem automotivo possui cerca de 14 componentes, sendo que foram acompanhados 10 lotes de matéria prima diferentes, afim de verificar-se se em alguma situação os componentes extrapolavam os limites inferiores ou superiores da tolerância.

4.1.4 Carga de Repuxo

A variabilidade aceitável de nível de carga de embutimento é de 10% para mais ou para menos, a carga nominal necessária para a peça em questão é de 650 kN, logo a tolerância mínima é de 585 kN e a máxima é de 650 kN.

No Gráfico 4 verifica-se o resultado das amostras com relação a variação de carga de repuxo.

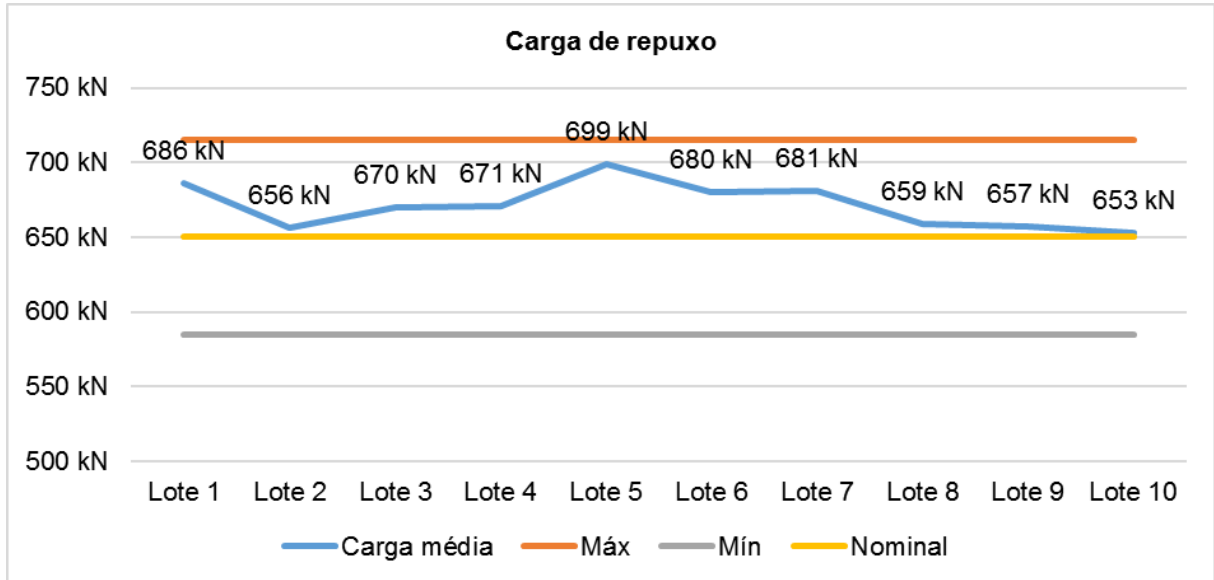


Gráfico 4 – Variação de carga de repuxo

Os resultados apresentados a seguir foram coletados durante a produção de 6 lotes de peças, em que os lotes continham entre 400 e 600 peças, e o procedimento do cálculo de rendimento foi o mesmo de antes da aplicação o plano de ação.

4.1.5 Plano de Ação

Nessa parte do presente estudo será apresentado o detalhamento do plano de ação proposto.

Foram elencadas 12 ações macros seguidas diariamente durante 3 semanas (Semana 15 à Semana 18), conforme apresentado no Quadro 1.

(continua)

nº	Ação	Piloto	Prazo
1	Verificar se folha está atualizada e com dados corretos	Engenharia	Semana 15
2	Verificar se carga de repuxo está variando	Engenharia	Semana 15
3	Verificar nível de ajuste de ferramental	Ferramentaria	Semana 16
4	Verificar se matéria prima está dentro das medidas aceitáveis	Engenharia	Semana 15
5	Verificar se composição química da matéria prima varia fora do tolerável	Engenharia	Semana 16
6	Corrigir greios de chapa da ferramenta	Ferramentaria	Semana 16

Quadro 1 – Plano de ação

(conclusão)

nº	Ação	Piloto	Prazo
7	Corrigir caída de retalhos	Ferramentaria	Semana 16
8	Corrigir assentamento de ferramental (Mínimo 80% de ajusta)	Ferramentaria	Semana 17
9	Troca de sensores de localização	Ferramentaria	Semana 17
10	Troca de localizadores	Ferramentaria	Semana 18
11	Afiação de facas de corte	Ferramentaria	Semana 18
12	Troca de engate de acionamento pneumático	Ferramentaria	Semana 18

Quadro 1 – Plano de ação

A Tabela 3 mostra lote a lote, o rendimento das produções realizadas, após a conclusão de todas as ações do plano de ação.

Tabela 3 - Resultado da aplicação do plano de ação

	Produção	1	2	3	4	5	6	Média	Amplitude P.P.
F. 5	Rendimento	78%	68%	75%	69%	64%	71%	71%	14%

Na Tabela 4 verificar-se uma comparação de nível de rendimento antes e depois da conclusão do plano de ação.

Tabela 4 – Comparação do antes e depois da realização do plano de ação

Status	Média	Amplitude P.P.
Antes Plano de ação	39%	81%
Depois Plano de ação	71%	14%

Antes do plano de ação, a média de rendimento de produção do conjunto de Ferramenta 5 era de 39%, e apresentava uma alta oscilação de rendimento, pois, a amplitude da amostra chegava a apresentar 81%, entre o menor rendimento e o maior rendimento.

Após o plano de ação implementado e todas as ações concluídas, a média de rendimento passou a ser de 71% e a amplitude entre o menor e o maior rendimento passou a ser de 14% (Gráfico 5).

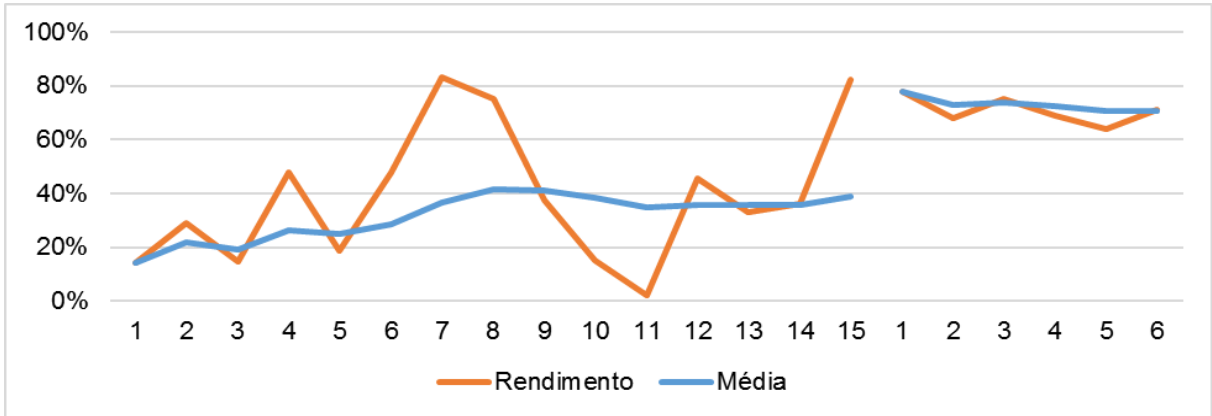


Gráfico 5 – Comparação gráfica antes e depois da implementação do plano de ação

5 CONCLUSÃO

Muitas vezes durante uma rotina os profissionais da área de gestão são forçados à atitudes imediatistas para atingir resultados rápidos, porém muitas vezes tal comportamento não é sustentável, pois não é possível atingir resultados que perdurem.

Os resultados apresentados no presente trabalho foram atingidos graças à uma lógica de raciocínio que buscou isolar variáveis de um processo extremamente sensível e dessa maneira ter certeza dos efeitos das ações sobre a evolução do trabalho. Construindo assim, uma evolução sustentável do processo, e do rendimento de produção, garantindo a melhoria da performance de equipamentos e máquinas, através do controle de estabilidade do processo produtivo.

Fato é que apesar de uma estamperia de porte grande obter equipamentos caros e alta tecnologia, e demandar uma grande proporção em número de mão de obra extremamente especializada (ferramenteiros, técnicos de manutenção, operadores de ponte rolante de carga alta, etc.), ainda é suscetível aos fatores e variáveis sensíveis à qualquer oscilação de processo ou especificações de matéria-prima, que muitas vezes são controladas por fornecedores. Concluiu-se, portanto, que mesmo se as definições de matéria-prima e processos estiverem bem controladas, o processo fabricação de peças estampadas pode sofrer impactos de uma linha de trabalho não bem definida e sem o controle das ações que estão sendo realizadas.

REFERÊNCIAS

BALDISSER, Adelina. PESQUISA-AÇÃO: **Uma metodologia do conhecer e do agir coletivo**. Sociedade em Debate, 2001.

BEZERRA, Felipe. **Diagrama de Ishikawa** - Causa e Efeito. Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html>> Acesso em: 21 ago. 2015).

BOSA, Tarun Kanti. Application of Fishbone Analysis for Evaluating Supply Chain and Business Process - A Case Study on the St James Hospital. **International Journal of Managing Value and Supply Chains**, 2012.

BRYDON-MILLER, Mary; Davydd GREENWOOD; MAGUIRE, Patricia. **Why action research?** London: SAGE Publications, 2003.

CIOCOIU, Carmen Nadia; ILIE, Gheorghe. Application of fishbone diagram to determine the risk of an evento with multiple causes. **Ment Research and Practice**. Vol. 2, Issue 1, 2010.

GRAEML, Alexandre Reis; PEINADO, Jurandir. **Administração da Produção**. Curitiba: UniCenp, 2007.

GRITTEM, Luciana; MEIER, Marineli Joaquim; ZAGONEL, Palmira Sanson Ivete . **Pesquisa-ação**: Uma alternativa metodologica par pesquisa em enfermagem. Florianópolis: Contexto Enferm, 2008.

GWIAZDA, Aleksander. Quality tools in a process of technical project management. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, 2006.

HARSTELN, Rodrigo Ebert; AMARAL FILHO, Juarez Ramos do; WERNER, Liane. **Análise de capacidade de dados não normais de um sistema de INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção**. Novembro de 2010.

HART, Marilyn; HART, Robert. **Técnicas de controle estatístico de processo**. Oregon: Statit Software, 2007.

HOLANDA, Mariana de Almeida; PINTO, Ana Carla Bittencourt Reis Fernandes. **Utilização do diagrama de Ishikawa e brainstorming ara solução do problema de assertividade de estoque em uma indústria da região metropolitana de Recife.** Enegep, 2009.

IGP Latarias Automotivas. **Processos.** Disponível em: <www.igpbr.com.br/processos.html> Acesso em: 23 ago. 2015.

MITTAL, Arcelor. **Fluxo de Produção.** Disponível em: <<http://tubarao.arcelormittal.com/quem-somos/usina/fluxo-producao/index.asp>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

NIKKEL, Walter. **Estatística aplicada à produção.** 2007.

PAULISTA, Paulo Henrique; ALVEZ, Raphaelly Antunes. **Ferramentas da qualidade: revisão bibliográfica e análise bibliométrica.** Ponta Grossa: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014.

RIBEIRO, José Luis Duarte; CATEN, Carla Schwengberten. **Controle Estatístico do Processo.** Porto Alegre: FEENG/UFRGS – Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS, 2012.

TRIPP, David. Action research: a methodological introduction. **Educação e Pesquisa,** 2005.

WATSON, Greg. The Legacy of Ishikawa. **Gurus of Quality,** 2004.