

FACULDADE GALILEU
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO,
TRATAMENTO E MONITORAMENTO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA,
EM UMA INDÚSTRIA ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS**

WILLIAM RAMOS

BOTUCATU – SP

Maio - 2020

FACULDADE GALILEU
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA IDENTIFICAÇÃO E
TRATAMENTO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIA EM UMA INDÚSTRIA
ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS**

WILLIAM RAMOS

Prof. Orientador: Douglas Ricardo Fumes

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como exigência parcial para a obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção, pela Faculdade Galileu de Botucatu.

Botucatu – SP

Maio – 2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

Avaliador 1

Avaliador 2

Avaliador 3

Professor Orientador

RESUMO

As organizações estão se tornando mais competitivas no mercado global. A busca pela excelência empresarial se torna, cada vez mais, algo imperativo para a sobrevivência organizacional. Um dos aspectos capaz de justificar esta afirmação é o foco em redução de desperdícios visando aumentar a margem de lucro sob seus produtos. Uma das formas de fazer isso é aplicar ferramentas da qualidade em suas atividades, planejando estratégias para reduzir custos, identificar e corrigir desvios e desperdícios pertinentes ao processo produtivo. O uso das ferramentas da qualidade foi fundamental para alcançar os objetivos deste estudo de caso, o qual trouxe redução de anomalias da linha de produção e melhor organização do processo produtivo. O presente trabalho detalha um estudo de caso focado na aplicação do método de análise e resolução de anomalias em uma linha de produção de uma fabricante de ônibus, trazendo redução na variação do processo produtivo e aumentando a precisão da execução das atividades.

Palavras-chave: Anomalias, Desvios, Desperdícios, Planejamento, Processos.

1 INTRODUÇÃO

Desde a Primeira Revolução Industrial as técnicas de manufatura e manipulação de recursos produtivos vêm evoluindo e causando grande impacto no mercado, elevando a competitividade mercadológica (Paladini, 2005).

Com o passar das décadas o mercado torna-se cada vez mais específico, obrigando as organizações a se reinventarem e mudarem sua cultura organizacional. As organizações utilizaram de ferramentas de qualidade para se tornarem referência (Santos, 2011).

O mercado atual é caracterizado pela alta competitividade e busca pelo conhecimento e tecnologia. Por isso, a utilização de técnicas modernas e eficientes de gestão se torna fundamental para que melhoria contínua seja implantada em uma organização (Paladini, 2005). Portanto, é esperada a redução sistemática da quantidade de anomalias no processo produtivo de uma empresa no interior de São Paulo, com aplicação das ferramentas de qualidade.

Aplicando as ferramentas da qualidade é possível identificar benefícios diretos que podem ser obtidos quando elas são sincronizadas e trabalhadas em conjunto. Através da elaboração de um bom Plano de Ação pode-se visualizar de forma sistêmica a ordem das atividades de todo projeto (Campos, 2013). A resolução de um problema parte da investigação de uma anomalia, identificar quais as principais causas de uma anomalia é o fator fundamental para a eficácia das ações do plano de ação (Aguiar, 2002).

Estamos passando pela Quarta Revolução Industrial e com ela o mercado se torna cada vez mais específico e competitivo, forçando as empresas a inovarem a transcenderem suas culturas organizacionais, implantando ferramentas e conceitos que envolvem Ferramentas Qualidade, Gestão de Operações e Processos e Gerenciamento de Rotina de Trabalho para manter sua competitividade de mercado.

Este trabalho traz o estudo de caso de um problema detectado em uma linha de produção encarroçamento de ônibus. O problema se deu quando foi observado o desalinhamento do tanque de combustível em relação ao rasgo da tampa da lateral da carroceria, esta ocorrência trouxe impacto negativo perceptível pelo cliente. Isto fez com que fosse elaborado um estudo para sanar o problema.

O objetivo deste trabalho é diminuir a variabilidade do processo de montagem do suporte do tanque de combustível em uma carroceria de ônibus, através da coleta de dados, e aplicação das ferramentas da qualidade, se baseando no ciclo PDCA.

2 REFERENCIAL TÉORICO

Devido ao aumento dessa competitividade, o uso das ferramentas da Qualidade apresenta uma tendência de crescimento, pois a Qualidade deixou de ser um diferencial e passou a ser um requisito básico em produtos e serviços. A qualidade permite melhorar a eficácia da gestão no ambiente globalizado (OLIVEIRA et al., 2009).

Segundo Campos (1997), as anomalias são não conformidades que acontecem no processo produtivo, ou seja, tudo que acontece fora do usual, incomum, e impactam nesse processo. Defeitos em produtos, retrabalhos, quebra de máquinas e refugos são exemplos de anomalias.

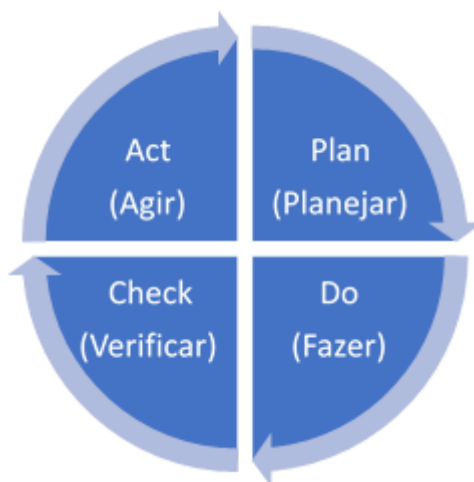
De acordo Coelho (2016), as análises de anomalias são fundamentais para uma organização, pois tem como objetivo identificar e bloquear as causas, possibilitando o reestabelecimento do processo produtivo sem que aconteça a reincidência das mesmas e, assim, as perdas geradas pelas falhas podem ser evitadas, reduzindo custos. Neste item serão descritas as ferramentas da qualidade na qual foram empregadas neste trabalho.

2.1 Ciclo PDCA

Como primeiro ponto, é fundamental compreender o que é o PDCA, para isso foi utilizada a definição usada por Campos (2013, p.263), por ser simples, pontual e direta. “O PDCA é um método de gestão. [...] Método é uma palavra que vem do grego. É a soma das palavras gregas meta e hodos. Hodos quer dizer caminho, portanto método quer dizer caminho para a meta.”

Tem como princípio tornar mais claros os processos envolvidos na execução de uma investigação ou de um processo de gestão, sequenciado em 4 fases distintas segundo Campos (2013) na Fig. 2.1.

Figura 2.1 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Campos (2013)

Planejar é a primeira etapa do método PDCA, é considerado a etapa mais importante por dar início ao ciclo (WERKEMA, 2012). Campos (2013), subdivide esta etapa em 4 pontos:

1. Localizar o problema (Identificar problemas já ocorrentes);
2. Estabelecer metas (Definir objetivos a serem alcançados);
3. Analisar o Fenômeno (Identificar e Observar como ocorre o efeito);
4. Elaborar o Plano de Ação (Planejar as ações a serem tomadas para atingir as metas).

O último ponto desta etapa é a elaboração de um plano de ação visando atingir as metas propostas, baseado nos dados coletados e analisado nos pontos anteriores (SLACK, 2009).

Fazer é a segunda etapa do PDCA, é necessário colocar em prática tudo que foi definido no plano de ação, de acordo com a filosofia de trabalho de cada organização, com a finalidade de atingir os objetivos e metas traçadas na etapa anterior, Campos (2013), subdivide esta etapa em 2 pontos:

1. Treinamento e Educação (Divulgação do plano de ação, expondo de maneira clara e objetiva a razão destas ações);

2. Execução do Trabalho (Registrar todos os acontecimentos e elaborar itens de controle que auxiliem atingir as metas propostas).

De acordo com Andrade (2003) a coleta de dados nesta fase é extremamente importante para analisar os dados coletados na próxima fase, portanto deve-se realizar verificações periódicas.

A terceira etapa do PDCA é a Verificação, nesta etapa são verificados os dados coletados e com isso os efeitos das ações, identificando sua eficácia para seguir com a etapa seguinte ou quando não são atingidos os resultados esperados deve-se retornar para a Primeira etapa para reavaliar o planejamento (CAMPOS, 2013).

A quarta etapa do PDCA é a Ação, aqui as atividades consistem na padronização das ações executadas na segunda etapa (Agir), cuja eficácias já foram comprovadas na terceira etapa Verificação.

Ao final do ciclo é possível notar que o PDCA é um conceito de planejamento que tem como virtude sua segmentação em etapas, flexibilizando sua aplicação em diversos pontos da organização.

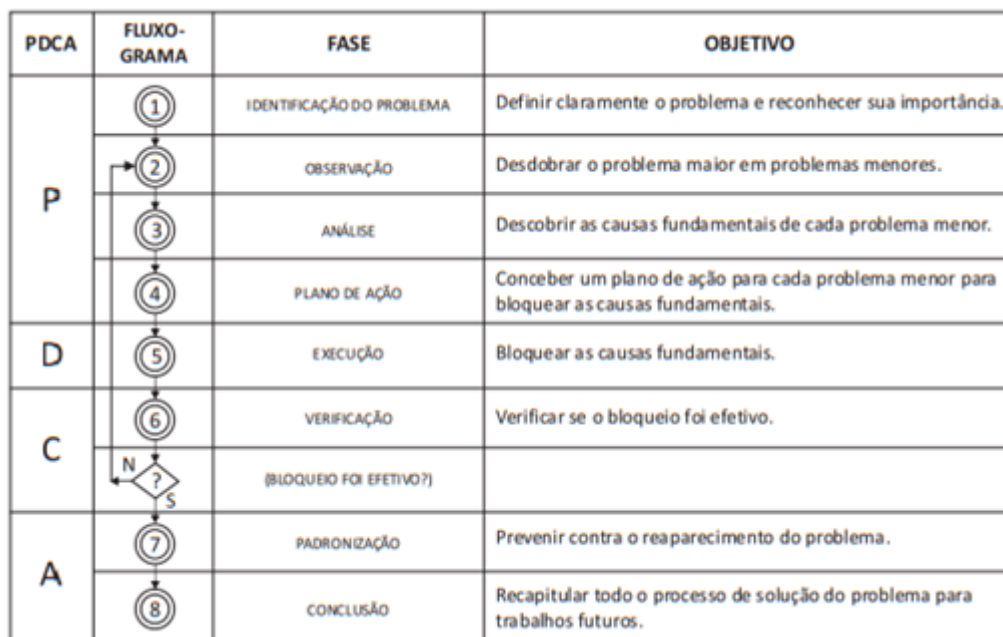
2.2 Metodologia de Análise e Solução de Problemas

É extremamente importante para as organizações se apropriarem de uma metodologia para a resolução de problemas, o MASP traz de forma sistemática a resolução de um problema.

De acordo com Campos (2013), a resolução de um problema deve ser feita de forma metódica e desde o presidente até os operadores devem estar envolvidos na solução de algum problema da empresa, uma vez que cada um tem um papel importante dentro da organização

O MASP é a abreviação da Metodologia de Análise e Solução de Problemas, que tem como base o conceito do PDCA, porém adota-se 8 passos que estão baseadas nas 4 fases do PDCA, como mostra na Fig. 2.2, proposta por Campos (2013).

Figura 2.2 – Metodologia de Análise e Solução de Problemas (PDCA)



Fonte: Campos (2013)

O uso do MASP determina a sistemática de planejamento, análise, controle e execução das ações para a resolução das anomalias encontradas, na qual utiliza-se do conceito do PDCA (Campos, 2013).

2.3 Ferramentas da Qualidade

Observando que é necessário compreender o que é um problema, levanta-se a definição de defeitos e anomalias que de acordo com Campos (2013) uma anomalia é uma não-conformidade. É tudo que for diferente do usual ou for anormal.

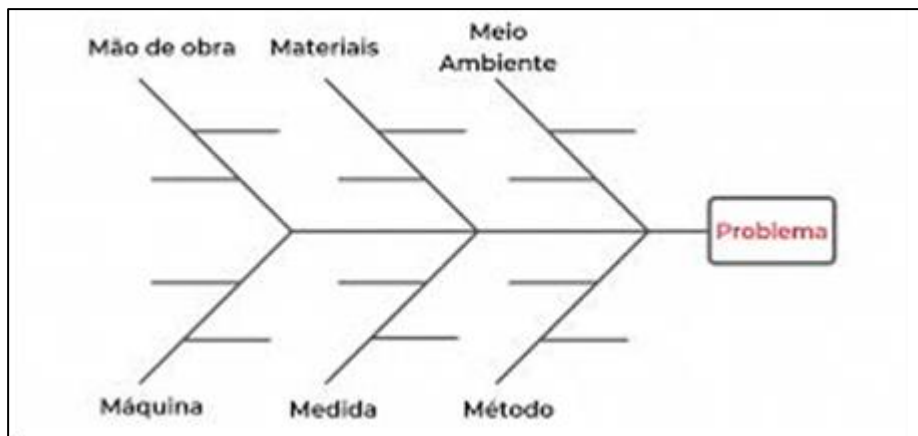
Segundo Campos (2004) anomalia é um efeito indesejável que ocorre por conta de diversas variáveis agindo ao mesmo tempo, tendo em consideração a definição de cada um dos campos do Diagrama de Causa e Efeito, pode-se observar de maneira clara como a anomalia pode existir.

O Identificação do problema é fundamental para iniciar o processo de análise de causa. Dentro das ferramentas da qualidade é possível citar algumas que podem ser utilizadas como: 5 Porquês, Diagrama de Causa e Efeito.

Após identificar os problemas é necessária analisar como ele ocorre e como é o comportamento de cada uma das variáveis inseridas neste problema.

O diagrama de Ishikawa simplifica a análise de um problema dividindo-o em 6 partes, portanto, tornando o processo mais claro para ser analisado. (TUBINO, 2000). De acordo com Campos (2013), são elas: Máquina, Meio ambiente, Medida, Material, Métodos, Mão-de-obra, como ilustrado na figura 2.3

Figura 2.3 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Campos (2013)

De acordo com Werkema (2014), é uma ferramenta que relaciona o resultado de um processo com as causas que tecnicamente possam afetar esse resultado.

Campos (2013) traz as definições de cada uma das 6 partes:

- Mão de obra: quando um colaborador realiza um procedimento inadequado, faz o seu trabalho com pressa, é imprudente, etc.
- Material: quando o material não está em conformidade com os requisitos técnicos do processo.
- Meio ambiente: quando o problema está relacionado ao meio em que é realizado o trabalho.
- Método: quando o efeito é consequência de uma metodologia de trabalho inadequada.
- Máquina: o efeito é causado por algum problema com a máquina utilizada
- Medida: quando o efeito é consequência de uma falha com o instrumento de medição.

Segundo Kotler (1999), todos os planos devem sair do papel para tomar forma de trabalho, o gerente deve traduzir as metas e as estratégias em ações concretas, devem ser

estabelecidas datas, designar tarefas às pessoas, monitorar o desempenho e comunicar os planos de ação a todos os participantes para que todos saibam o que está acontecendo e quando.

Conforme Aguiar (2002), o objetivo de realizar um plano de ação é criar um cronograma de planejamento da execução, monitoramento e acompanhamento da implementação de medidas a serem propostas. Campos (2013) afirma que o Plano de Ação pode ser representado através de uma tabela planilha denominada 5W1H que é referente à 5 perguntas conforme o quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Plano de Ação (5W1H)

O que (What?)	Quem (Who?)	Quando (When?)	Onde (Where?)	Por que? (Why?)	Como (How?)

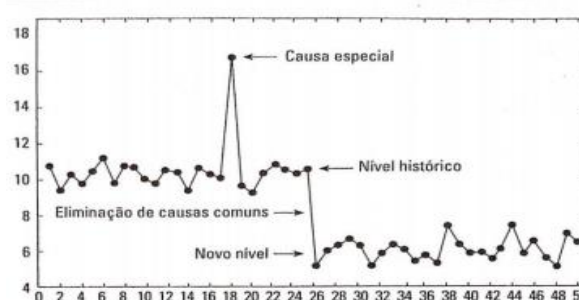
Fonte: Autor (2020)

A estruturação de um plano de ação é fundamental para a organização e planejamento das atividades, trazendo de forma sistêmica quais são as ações que devem ser realizadas e quais os motivos (Campos, 2013).

De acordo com Werkema (2014), processos produtivos apresentam uma variação devido a diversos fatores, como por exemplo: diferenças entre máquinas, lotes de matéria prima, mudanças climáticas, entre outros fatores.

Estudando o comportamento da variabilidade, podemos identificar dois tipos de causas, as causas comuns e as especiais. As causas comuns estão sempre presentes no processo, já as causas especiais são imprevisíveis e geram valores totalmente discrepantes com os demais. (RAMOS, 2016). A Figura 2.4 ilustra este conceito de variabilidade.

Figura 1.4 – Variabilidade de Processo



Fonte: Ramos (2016)

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, foram analisadas 10 (dez) carrocerias articuladas e 10 (dez) carrocerias comuns, através do acompanhamento de seus respectivos processos de fabricação. Ambos os modelos de carrocerias foram projetados com dois tanques de combustível.

Para delimitação do estudo foram analisadas as situações abaixo para cada tipo de tanque:

1. Posicionamento do Recorte da Tampa Lateral
2. Posicionamento do Tanque de Combustível na Carroceria

Durante o Processo de encarroçamento foram detectados problemas relacionados ao alinhamento do bocal da Tampa Lateral dos tanques. Esta anomalia foi subdividida em dois tipos:

- Posicionamento em relação ao sentido de marcha;
- Posicionamento na Altura.

O desalinhamento ocasionava uma abertura entre a chapa de fechamento do bocal e a boca do tanque de combustível. Foi detectada uma divergência nas medidas de posicionamento da montagem do Suporte do Tanque de Combustível, entre o projeto e a montagem do componente em linha.

A coleta de dados foi realizada na linha de produção em 20 (vinte) carrocerias, considerando que cada uma delas tem 2 (dois) tanques de combustíveis e 2 (duas) tampas laterais (para acesso ao tanque de combustível).

Para analisar de forma mais assertiva, foi utilizado a carta de controle para análise das variáveis de interesse e, através dos respectivos cálculos de médias, amplitudes e desvios padrão encontrados foi possível analisar de forma detalhada os dados encontrados, compreender o comportamento do processo e estabelecer um plano de ação com maior assertividade.

4 RESULTADOS

Através da coleta de dados foi elaborado um quadro para cada tipo de carroceria, para analisar os valores encontrados interpretando suas médias, desvios padrão e amplitudes, o quadro 4.1 traz os dados sobre o recorte da tampa lateral e posição do tanque de combustível da carroceria articulada.

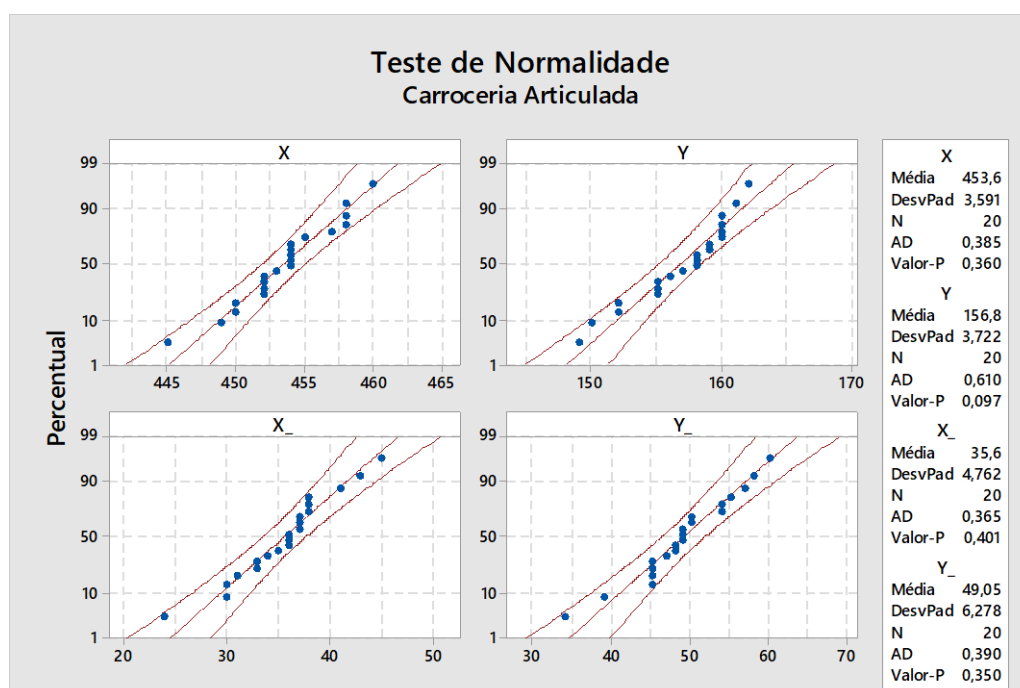
Quadro 4.1: Dados – Carroceria Articulada

Medidas Amostras (mm) – Carroceria Articulada								
Nº da Carroceria	Recorte Tampa Lateral				Posição Tanque Combustível			
	Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)		Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	450	155	454	160	31	47	33	54
2	452	155	457	152	36	48	36	50
3	450	158	458	149	37	45	43	49
4	460	156	455	158	38	45	37	54
5	452	160	454	160	33	49	36	49
6	445	152	454	159	38	39	37	34
7	454	161	458	157	45	48	30	60
8	452	155	449	159	41	50	24	58
9	453	160	454	162	30	45	35	45
10	452	150	458	158	34	57	38	55

Fonte: Autor (2020)

Para validação dos dados e prosseguir com a análise estatística, foi necessário realizar o teste de normalidade Anderson-Darling. Observando que o processo de fabricação é o mesmo para o lado direito e esquerdo de ambos os itens, os dados foram agrupados considerando suas dimensões em X e Y, o quadro 4.2 ilustra o resultado do teste.

Quadro 4.2: Teste de normalidade da Carroceria Articulada



Fonte: Autor (2020)

Analisando o valor-p obtido no teste pode-se concluir que os dados são normais e correspondem a uma curva da distribuição normal, através disso é possível analisar os dados estatisticamente, o quadro 4.3 traz essa análise.

Quadro 4.3: Análise estatística – Carroceria Articulada

	Recorte Tampa Lateral				Posição Tanque Combustível			
	Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)		Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)	
Média	452	156,2	455,1	157,4	36,3	47,3	34,9	50,8
Desv.Pad.	3,74	3,58	2,81	3,95	4,57	4,6	5,09	7,44
Amplitude	15	11	9	13	15	18	19	26
Mínimo	445	150	449	149	30	39	24	34
Máximo	460	161	458	162	45	57	43	60
REF.	452	155	452	155	60	42	60	42
LSC	456	158	456	158	62	44	62	44
LIC	448	152	448	152	58	40	58	40

Fonte: Autor (2020)

Analisando os dados do Quadro 4.3 os valores que chamam a atenção são os desvios referentes a montagem do tanque de combustível, apresentando o valor de 7,44mm, sendo necessário um plano de ação específico para resolver o problema.

Além disso a amplitude dos valores encontrados para a montagem do tanque de combustível se encontra além dos limites de especificação, determinando a falta de precisão do processo de montagem.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, foi elaborado o mesmo tipo de quadro para analisar os dados coletados da carroceria comum, conforme mostra o Quadro 4.4.

Quadro 4.4: Dados – Carroceria Comum

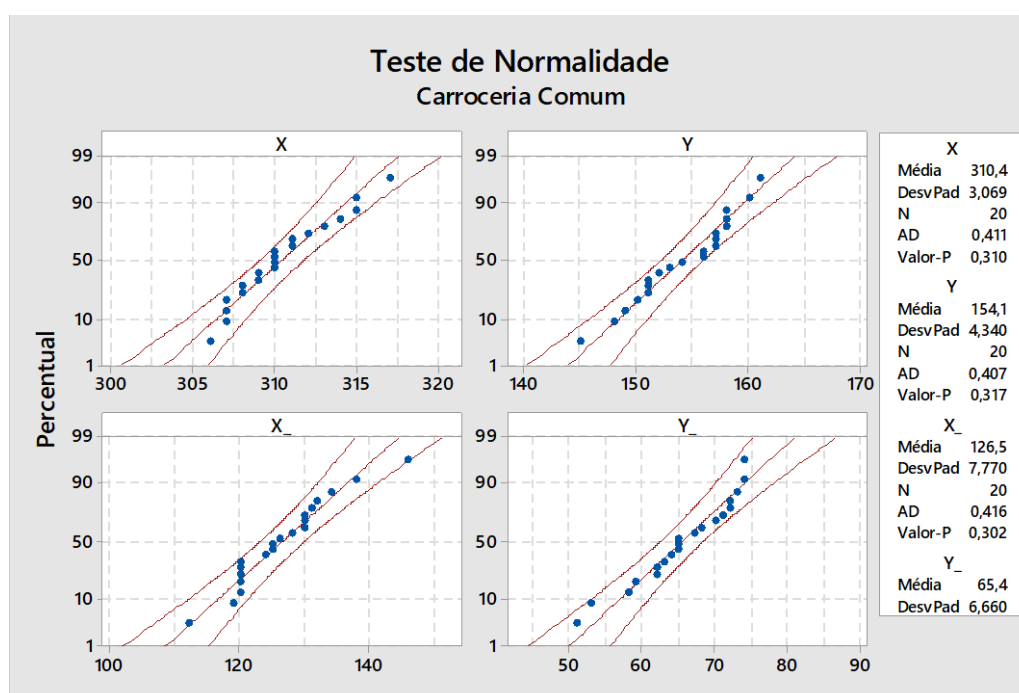
Medidas Amostrais (mm) – Carroceria Comum								
Nº da Carroceria	Recorte Tampa Lateral				Posição Tanque Combustível			
	Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)		Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	308	160	310	151	130	74	146	62
2	307	150	307	149	120	68	112	53
3	308	156	310	152	125	72	124	59
4	311	158	309	154	130	70	132	72
5	309	156	306	157	120	71	134	64

6	315	145	317	158	120	67	125	62
7	310	148	315	161	128	73	120	58
8	311	153	314	151	119	65	138	65
9	307	151	310	158	131	74	120	51
10	313	157	312	157	130	63	126	65

Fonte: Autor (2020)

Para validação dos dados e prosseguir com a análise estatística foi realizado o teste de normalidade da mesma forma que a carroceria articulada, o quadro 4.2 ilustra o resultado do teste.

Quadro 4.2: Teste de Normalidade – Carroceria Comum



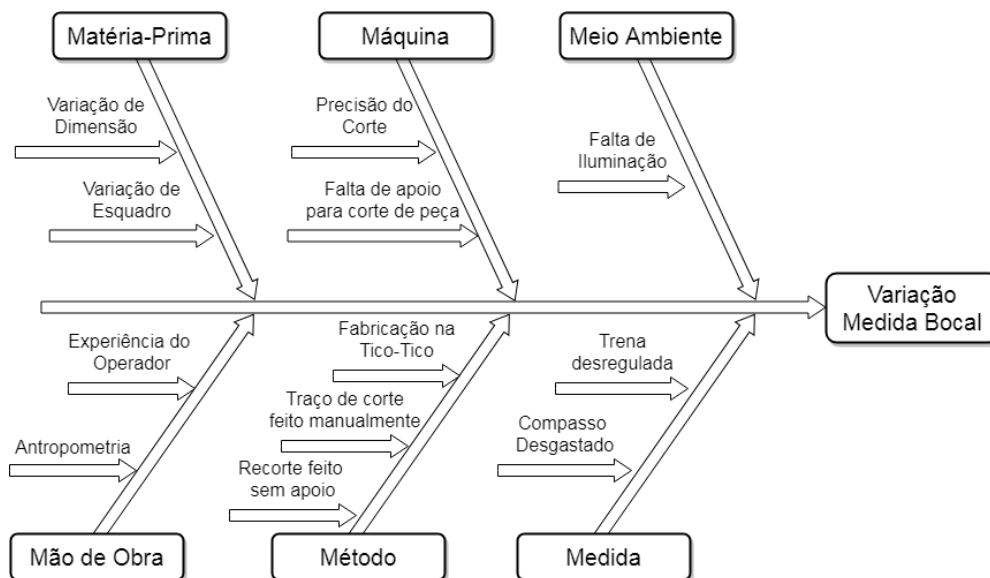
Fonte: Autor (2020)

Como no caso da carroceria articulada os valores que chamaram a atenção foram da montagem do tanque de combustível, atingindo desvio padrão de 9,93mm e amplitude de 34mm. Isto demonstra que este processo necessita de revalidação, pois além disso é possível identificar linhas de tendência.

Através dos problemas encontrados foi elaborado o diagrama de Ishikawa para avaliar os dois itens citados no início do estudo (Recorte da Tampa Lateral e Montagem do Tanque de

Combustível), o quadro 4.3 demonstra o diagrama de Ishikawa das possíveis causas da variação de medida do Recorte da Tampa Lateral.

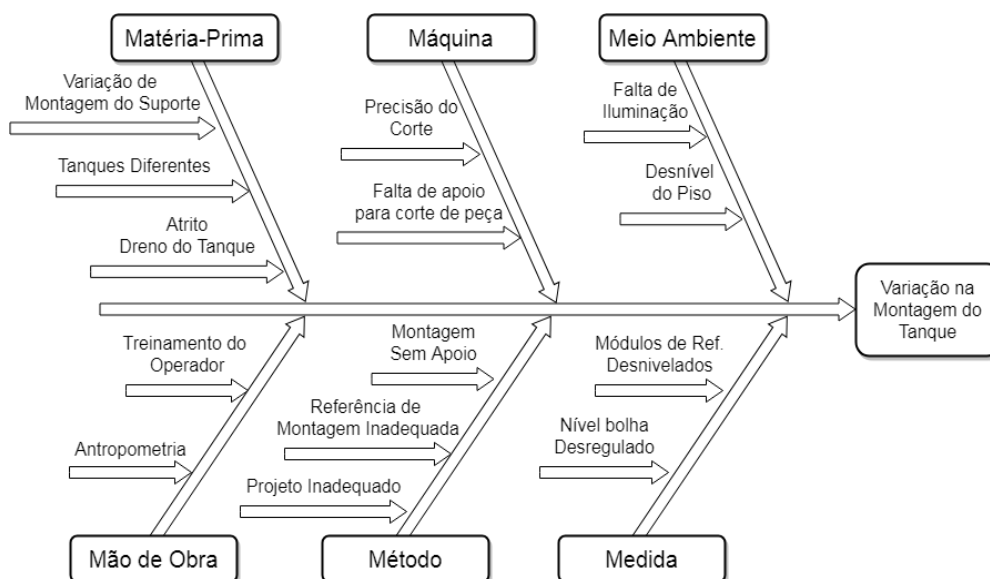
Quadro 4.3: Diagrama de Ishikawa Variação de Medida da Tampa Lateral



Fonte: Autor (2020)

Observando as possíveis causas deste efeito indesejável, foi elaborado o diagrama de Ishikawa visando avaliar as possíveis causas da variação da montagem de suporte do tanque de combustível, ilustrado pelo quadro 4.4.

Quadro 4.4: Diagrama de Ishikawa Montagem do Suporte do Tanque de Combustível



Fonte: Autor (2020)

Analisando os quadros 4.3 e 4.4 é possível observar várias causas para os 2(dois) efeitos detectados, visando focar as ações nas atividades que representam maior risco, foi aplicado a matriz GUT em ambos os diagramas.

Tendo em vista a eficácia das ações, a matriz GUT foi elaborada sob as 6(seis) dimensões do Diagrama de Ishikawa. O quadro 4.5 ilustra a aplicação da matriz GUT sob as causas do efeito Variação da Medida do Recorte da Tampa Lateral.

Quadro 4.5: Matriz GUT – Variação da Medida do Recorte da Tampa Lateral

Causa	Gravidade	Urgência	Tendência	G*U*T	Conceito	Total
Variação de Dimensão	5	2	1	10	Matéria Prima	20
Variação de Esquadro	5	2	1	10		
Precisão do Corte	3	2	2	12	Máquina	52
Falta de apoio para Corte da peça	5	2	4	40		
Falta de Iluminação	4	2	2	16	Meio Ambiente	16
Antropometria	4	2	2	16	Mão de Obra	40
Treinamento do Operador	4	2	3	24		
Fabricação na Tico-Tico	5	5	5	125	Método	215
Traço do Corte executado manualmente	5	3	3	45		
Recorte feito sem apoio	5	3	3	45		
Trena descalibrada	5	2	2	20	Medida	50
Compasso desgastado	5	3	2	30		

Fonte: Autor (2020)

Através da análise da matriz GUT é possível observar que o Método utilizado atualmente apresente um índice elevado quando comparado com as outras dimensões, portanto as ações foram direcionadas á esta dimensão e colocadas no plano de ação representado pelo quadro 4.7

De mesmo modo foi elaborado a matriz GUT analisando as 6 (seis) dimensão do diagrama de Ishikawa do efeito variação da montagem do suporte do tanque de combustível, ilustrado pelo quadro 4.6.

Quadro 4.6: Matriz GUT – Variação da Montagem do Suporte do Tanque de Combustível

Causa	Gravidade	Urgência	Tendência	G*U*T	Conceito	Total
Variação da montagem do Suporte	5	5	5	125	Matéria Prima	158
Tanques Diferentes	1	1	3	3		
Atrito com Dreno do tanque	5	3	2	30		
Precisão do corte	2	2	2	8	Máquina	8
Falta de Apoio para corte da peça	2	2	2	8		
Falta de Iluminação	1	1	1	1	Meio Ambiente	6
Desnível do piso	5	1	1	5		
Treinamento do Operador	5	1	1	5	Mão de Obra	6
Antropometria	1	1	1	1		
Montagem sem apoio	5	5	5	125	Método	230
Referência de montagem Inadequada	5	3	4	60		
Projeto Inadequado	5	3	3	45		
Módulos de referência desnivelados	5	2	1	10	Medida	25
Nível Bolha Desregulado	5	3	1	15		

Fonte: Autor (2020)

Observando os dados obtidos através da aplicação da matriz GUT, pode-se observar que o Método possui índice maior em relação às demais dimensões, concluindo-se assim o foco das ações para ambos os itens.

Para isso foi elaborado um plano de ação junto com representantes das áreas interessadas (Engenharia, Métodos e Processos e Manufatura) para planejar as ações para ambas as carrocerias, estas ações foram descritas no Plano de Ação conforme o quadro 4.7.

Quadro 4.7: Plano de Ação 5W1H

O que?	Por quê?	Quem?	Quando?	Onde?	Como?
Alterar Processo de Fabricação da Chapa da Lateral para Laser CNC.	Variação de Dimensões de corte do Bocal	Setor de Cadastro	Até Abril	Fabricação	Alterar Cadastro de Operação
Desenvolver Gabarito de Montagem para Tanque de Combustível e seu Suporte.	Garantir montagem do suporte e posicionamento do tanque de combustível	Setor de Gabaritos	Até Maio	Preparação de Chassis	Projeto revisado.
Aumentar viga de interligação do Suporte.	Atrito do Dreno do Tanque de combustível do Lado Direito com Suporte do Tanque de Combustível	Engenharia	Até Maio	Engenharia	Revisar Projeto

Fonte: Autor (2020)

As ações descritas no quadro acima foram iniciadas simultaneamente pois não haviam atividades precedentes. De acordo com isso a primeira ação foi a mudança do processo de fabricação do recorte da tampa lateral, originalmente era feito o recorte manualmente após os dados coletados foi passado para o corte a Laser em uma máquina CNC.

Já as ações para o posicionamento do tanque de combustível, foram focadas em auxiliar o operador a montar o suporte do tanque o qual era principal responsável pelo seu alinhamento. Além disso foi identificado que todos os tanques do lado direito da carroceria necessitavam de um ajuste, aumentando a distância entre os suportes do tanque do lado direito.

Após concluídas as ações do plano de ações foram realizadas novas medições, o quadro 4.8 demonstra as medidas da carroceria articulada.

Quadro 4.8: Medidas Após Ações – Carroceria Articulada

Medidas Amostrais (mm) – Carroceria Articulada								
Nº da Carroceria	Recorte Tampa Lateral				Posição Tanque Combustível			
	Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)		Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	452	155	451	155	60	43	61	42
16	452	155	451	156	60	44	61	42
17	453	156	452	154	62	42	61	41
18	451	156	452	156	63	42	59	41
19	452	154	453	155	60	41	59	40
20	452	155	451	155	62	40	60	40
21	453	156	452	154	60	40	62	43
22	451	154	452	154	62	42	60	42
23	451	155	453	156	60	42	60	42
24	453	156	451	157	60	42	60	43
Cálculo Estatístico								
Média	452	155,2	451,8	155,2	60,9	41,8	60,3	41,6
Desv.Pad.	0,82	0,79	0,79	1,03	1,20	1,23	0,95	1,07
Amplitude	2	2	2	3	3	4	3	3
Mínimo	451	154	451	154	60	40	59	40
Máximo	453	156	453	157	63	44	62	43
Especificação	452	155	452	155	60	42	60	42
LSC	456	158	456	158	62	44	62	44
LIC	448	152	448	152	58	40	58	40

Fonte: Autor (2020)

Com as medições feitas, foi possível analisar os dados e notar a redução do desvio padrão para 1,23 mm e amplitude para 4 mm. Através dessa mudança foi perceptível o impacto positivo destas alterações, tanto que os desvios do recorte da tampa estão próximos de 1mm, resultando no aumento da precisão da usinagem do recorte.

Quadro 4.9: Medições Após Ações – Carroceria Comum

Medidas Amostrais (mm) – Carroceria Comum								
Nº da Carroceria	Recorte Tampa Lateral				Posição Tanque Combustível			
	Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)		Lado Direito (LD)		Lado Esquerdo (LE)	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
15	310	154	311	155	130	60	130	60
16	310	155	310	156	130	61	129	62
17	310	156	309	154	130	62	130	61
18	309	155	310	155	130	62	128	62
19	308	154	311	156	131	59	130	59
20	311	155	310	155	128	60	130	59
21	309	155	311	155	130	62	131	59
22	310	154	310	154	132	61	128	60
23	308	154	310	154	130	62	131	60
24	311	156	308	155	131	63	129	62
Cálculo Estatístico								
Média	309,6	154,8	310	154,9	130,2	61,2	129,6	60,4
Desv.Pad.	1,07	0,79	0,94	0,74	1,03	1,23	1,07	1,26
Amplitude	3	2	3	2	4	4	3	3
Mínimo	308	154	308	154	128	59	128	59
Máximo	311	156	311	156	132	63	131	62
Especificação	310	155	310	155	130	60	130	60
LSC	313	158	313	158	133	62	133	62
LIC	307	152	317	152	127	58	127	58

Fonte: Autor (2020)

Analisando os resultados obtidos após a execução das ações na carroceria comum foi possível reduzir o desvio padrão da montagem do tanque de combustível para 1,26mm e amplitude para 4mm.

5 CONCLUSÃO

A aplicação das ferramentas da qualidade adequadas à situação real foram fundamentais para o resultado positivo do trabalho, trazendo redução de erros de produção e tornando as ações produtivas assertivas e adequadas aos objetivos da organização.

Neste trabalho foi necessário aplicar, em conjunto, algumas ferramentas da qualidade para de forma assertiva, analisar e interpretar os dados e informações obtidas para compreender a natureza das anomalias, para tratá-las e monitorá-las.

Observando os dados obtidos após a implantação das ações descritas no plano de ação foi possível reduzir a variação do processo e aumentar a precisão da execução das atividades, de tal forma que alcançasse os objetivos traçados neste trabalho.

As ferramentas quando sincronizadas, mostram sua importância para a estratégia das organizações nos dias de hoje, podendo trazer resultados inesperados com poucas ações aplicadas, com visto nos resultados apresentados. Através dessa sincronia entre as ferramentas é possível utilizar a mesma metodologia para trabalhos futuros, como por exemplo, análise da capacidade de processo.

Além de que demonstram a importância da sinergia entre as ferramentas para obter-se resultados a curto, médio e longo prazo. Observando este fator é possível utilizar o método de estudo para trabalhos futuros trazendo conceitos sobre processos produtivos, resolução de problemas e estruturação de plano de ação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

ANDRADE, F. F. **O Método de Melhorias PDCA** – Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Engenharia, São Paulo, 2003.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Nova Lima: Editora Falconi, 2004.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**/Vicente Falconi Campo. -. 9. Ed. -. Nova Lima: FALCONI Editora, 2013.

COELHO, Artur Casali. **Estudo da eficiência do método de análise de anomalias através do índice de qualidade do processo de laminação**. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, 2016.

KOTLER, P. **Marketing para o século XXI: como criar, conquistar e dominar mercados**. 13. ed. São Paulo: Futura, 1999.

OLIVEIRA, Otávio J. et al. **Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

PALADINI, E.P.; BOUER, G.; FERREIRA, J.J.A.; CARVALHO, M.M.; MIGUEL, P.A.C.; SAMOHYL, R.W.; ROTONDARO, R.G. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

RAMOS, A. W. **CEP para Processos Contínuos e em Bateladas**. São Paulo: Blucher, 2016.

SLACK,N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**; Revisão técnica Henrique Corrêia, Irineu Giarasi. São Paulo: Atlas, 2009.

SANTOS, D. S.; CECCATO, M. S.; MICHELON, M. H. **Eficiência Da Ferramenta 8d Aplicada Em Uma Indústria Do Setor Metal-Mecânico - Estudo De Caso**. FAE Centro Universitário: Curitiba, 2011.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. São Paulo: Atlas, 2000.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas do Lean Six Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Belo Horizonte: GEN Atlas; ed. 1, 2014.

WERKEMA, M.C.C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas Ferramentas Analíticas**. Belo Horizonte: GEN Atlas; ed. 1, 2013.