

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC NA REDUÇÃO DE RESÍDUO DE POLIURETANO NA LINHA AUTOMOTIVA

Autor: Filipe Santiago Andrade¹

Orientador: Manoel Carreira Neto²

RESUMO

Para se manter ativa no atual contexto de mercado as empresas buscam cada vez mais a utilização de ferramentas gerenciais na qual potencialize a sua capacidade de atuar no mercado de forma inovadora e enxuta. Uma indústria automotiva necessita da redução dos custos de fabricação para se manter competitiva no mercado. Este Artigo estuda uma melhoria implementada através da ferramenta DMAIC para redução na quantidade de utilização de poliuretano na linha de produção, aumentando assim a produtividade e a lucratividade da empresa.

Palavras-chave: DMAIC. Indústria Automotiva

1 - Introdução

O setor industrial automotivo está entre os ramos com maior influência da competitividade visto que trabalha com margens apertadas e volumes altos. Economias de centavos são multiplicadas por milhares de unidades exigindo uma racionalização constante dos recursos. Neste cenário se faz necessário cada vez mais criar produtos inovadores e de baixo custo de produção. Com isso as montadoras tem o objetivo de atingir a excelência produtiva e de qualidade para atender e superar as expectativas dos seus clientes.

Machado (1994) afirma que produzir com melhor qualidade significa produzir com uma maior produtividade pois reduz o retrabalho e o desperdício.

¹ Filipe Santiago Andrade, Pós graduação em Engenharia Automotiva SENAI CIMATEC. E-mail fsa242@hotmail.com

² Prof. Dr. Manoel Carreira Neto SENAI CIMATEC manoelc@fieb.org.br

Para a sobrevivência das organizações são necessárias técnicas gerenciais buscando sempre se adaptar a diferentes cenários econômicos a fim de atingir suas metas estabelecidas. Uma forma muito utilizada na indústria automotiva para redução de perdas e custos é a utilização da metodologia DMAIC.

Neste estudo de caso analisou-se através de um projeto *DMAIC* a redução do resíduo de cola de poliuretano em uma célula de aplicação na estação de colagem dos vidros em uma linha automotiva com o intuito de minimizar custos e ter um menor impacto ambiental.

A estação de montagem analisada apresenta uma baixa eficiência e alta perda de material por sobrar um elevado volume de resíduos nos seus dois tambores de cola com aproximadamente 23 kg por embalagem em média, o que acarreta em um alto custo para a companhia. Além do custo da não utilização de um insumo, a sobra de um produto químico (poliuretano) gera um custo adicional pois o material precisa ser incinerado por uma empresa especializada.

Somado ao exposto anteriormente, a cola de poliuretano tem um alto valor agregado pois é uma matéria prima importada dos Estados Unidos sujeita a problemas de variação de câmbio e impostos de importação, exigindo assim uma atenção extra na eficiência de utilização desse material.

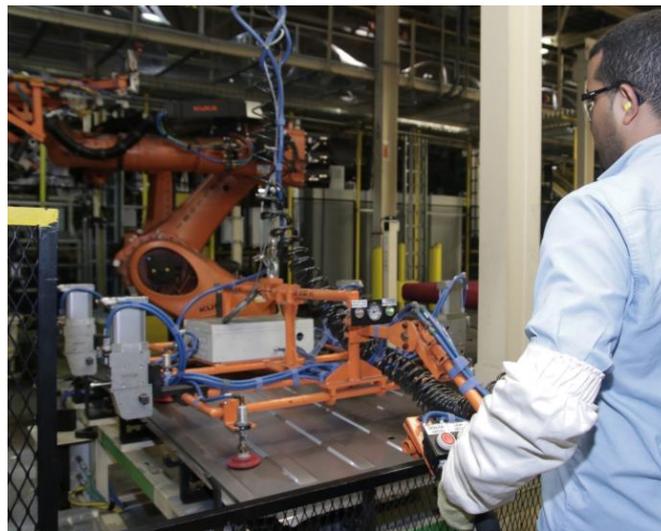


Figura 1 – Estação de montagem dos vidros

Fonte: Media Vehicles

Diminuir o impacto ambiental causado pela utilização do poliuretano é outro importante ponto para a busca da redução do mesmo, uma vez que esse material é nocivo ao meio ambiente e precisa ser incinerado.

Através da ferramenta *DEMAIC* desenvolveu-se alternativas para redução do refugo de material na célula de colagem dos vidros na linha de montagem.

2 - Fundamentação Teórica

2.1 - Controle de Qualidade

A qualidade é um conceito subjetivo estando relacionado à percepção de cada indivíduo, para Falconi (1999, p.2) um produto e/ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente as exigências do cliente, ou seja, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo. O controle da qualidade são ações adotadas pelas organizações que leva em consideração seus consumidores, acionistas, funcionários, fornecedores, ou seja, todos os *stackholders* envolvidos para garantir um grau de satisfação desejado.

2.2 – DMAIC

DMAIC é uma metodologia utilizada nos projetos de Seis Sigma. Segundo Escobar (2010) o DMAIC foi originalmente concebido como um método para melhoria em processos de qualidade porém pode ser utilizado de forma mais abrangentes como em redução de custos, melhoria de processos tanto industriais como administrativos, aumento de produtividade dentre outros. Para Rever (2013) o resultado dos projetos são melhoria do desempenho, menor número de erros e aumento de eficiência e produtividade.

O DMAIC é uma metodologia cíclica, como mostrado na figura 1, no qual cada letra representa uma etapa do processo. Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar.

Segundo Watson (2001) os resultados alcançados pelas organizações que estão utilizando a metodologia DMAIC são baseados na redução de custo por meio

de eliminação de erros o que ocasiona o aumento de produtividade, melhorando a qualidade de produtos e processos.



Figura 2 - Ciclo DMAIC

Fonte: Site Kitsune Assessoria e treinamento

A primeira etapa do processo, “Definir”: Nesta etapa é onde os líderes definem o escopo do projeto, levantar os KPI’s, *Key performance indicators*, indicadores chaves do processo, concebem o mapa do processo tudo isso de uma forma mensurável.

A segunda etapa do processo, “Medir”: Esta é a etapa de documentação do projeto, no qual será feita as coletas de dados e as técnicas de medições validadas além de estabelecer uma linha base. Algumas ferramentas úteis nessa etapa do processo são: gráficos de tendência, gráfico de Pareto, fluxogramas do processo, etc.

A terceira etapa do processo, “Analisar”: Nesta etapa é onde se analisa os indicadores medidos na segunda etapa. Aqui é necessário identificar as entradas que mais impactam diretamente nas saídas, ou seja, realizar cruzamentos estatísticos de causa e efeito. Uma vez identificados às entradas que mais impactam as saídas é preciso prioriza-las. Algumas ferramentas utilizadas nesta etapa são Diagrama de Pareto, Diagrama Ishikawa, *5-Why*, Teste de Hipóteses, Análise de Regressão, Gráfico de Série Temporal, Análise Multivariável, Histograma e Diagramas de Dispersão.

A penúltima etapa é “Melhorar”: Aqui será aplicado um plano de ação nas entradas chaves do processo para encontrar soluções ou atenuar e minimizar os efeitos dessas causas. Um bom plano de ação deve conter:

1. Ação a ser tomada (com base nas fontes de variação identificadas durante a fase de Análise);
2. Responsável por cada ação;
3. Data prevista de implementação;
4. Data de emissão do documento e data de revisão;
5. Indicador de acompanhamento da ação.

A última etapa do ciclo é “Controlar”: Nessa fase final se busca garantir que os resultados atingidos na etapa anterior possam ser duradouros. Sendo assim nessa fase a equipe precisa documentar as mudanças e monitorar continuamente o processo afim de garantir essas melhorias.

Por causa desses processos e pela forma disciplinada em que a metodologia deve ser seguida que os projetos DMAIC requerem um tempo maior de desenvolvimento. Um projeto pode levar de três a dez meses a depender do escopo do projeto e requerem profissionais capacitados e dedicados ao mesmo.

3 - Estudo de caso

O presente estudo de caso foi realizado no período entre Abril e Julho de 2015 em uma indústria automotiva localizada na região nordeste do país. O problema consiste no alto desperdício de cola de poliuretano na estação de colagem dos vidros da linha de produção dos veículos. A linha opera em três turnos intermitentes onde é utilizado um tambor de cola para cada turno.

3.1 – Definir

Com base nas reclamações dos líderes do setor responsável por um alto desperdício de poliuretano nos tambores na estação de colagem de todos os vidros do veículo surgiu a necessidade de um projeto para redução de custo.

O equipamento fabricado pela ATN é uma Célula que através da pressão alimenta a linha que vai para a aplicação do robô. Essa célula suporta até dois tambores, a estação A (Esquerda) e B (Direita) respectivamente conforme a figura 2.



Figura 3 - Tambores de PU

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Cada tambor de cola de poliuretano possui 200 Kg, tendo um desperdício médio de aproximadamente 10-12% por tambor. Considerando a variação de produtividade e câmbio, esta operação resulta em um desperdício de poliuretano equivalente a 10 a 15 mil dólares por mês.

3.2 – Medir

A estação de trabalho opera com dois tambores de cola poliuretano. Foram realizadas diversas medições para reduzir potenciais desvios na coleta dos dados. Foi detectado que havia uma perda média de 21 Kg no tambor esquerdo e de 25 Kg no tambor direito, mostrando que o processo não estava devidamente controlado. A figura 3 mostra medições realizadas em abril de 2015

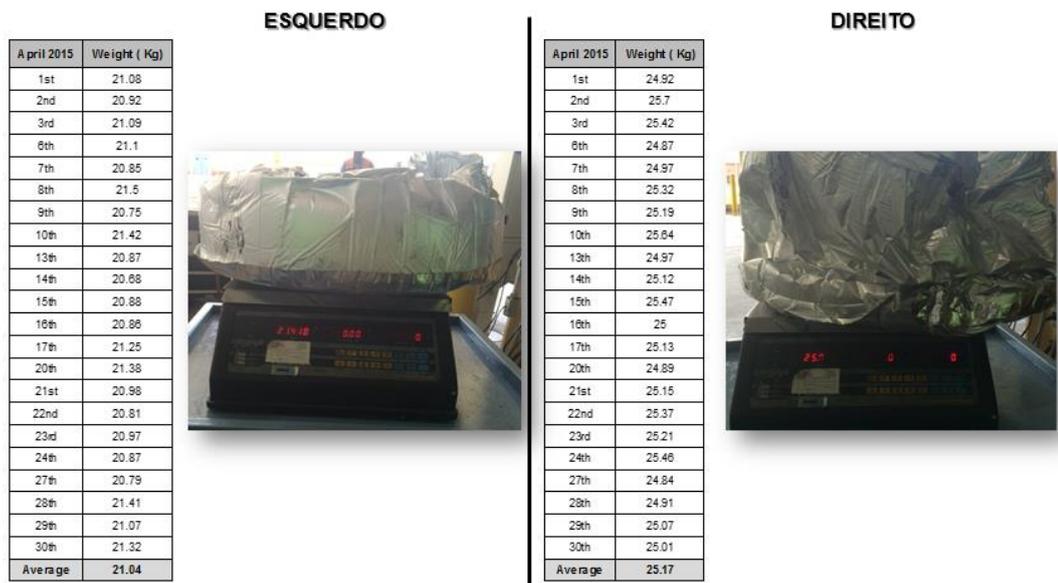


Figura 4 – Medições de peso do PU
 Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Após a coleta de dados das medições, foi realizado um teste de normalidade conforme mostrado na figura 4. Este teste é usado para determinar se o conjunto de dados coletados tem uma distribuição normal.

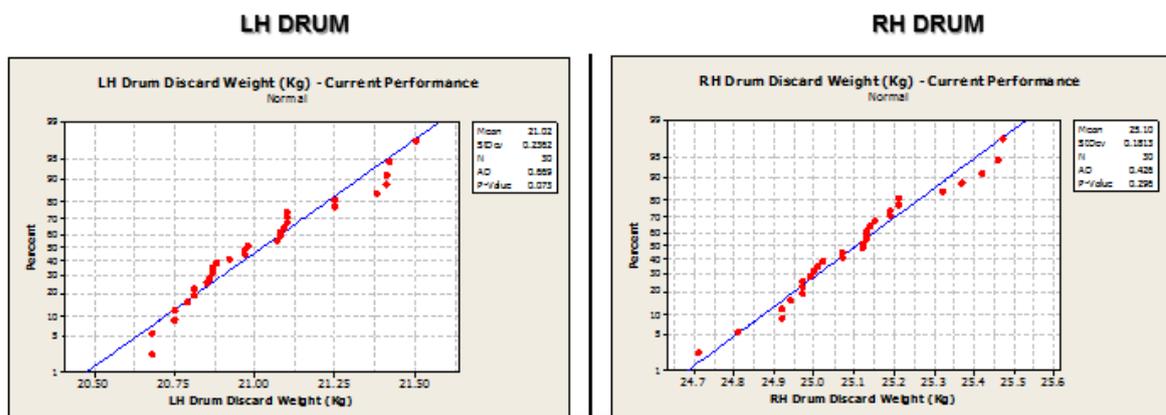


Figura 5 – Teste de Normalidade
 Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Com a diferença das medidas coletadas entre o tambor esquerdo e direito é possível constatar que há uma variação de 20% no peso dos resíduos entre as estações A e B no qual a razão ainda é desconhecida.

3.3 – Analisar

Segundo Machado (1994) Através do diagrama de Ishikawa é possível identificar os potenciais modos de falha de um processo, e com isso encontrar a causa raiz do problema. Com a utilização da ferramenta foram levantados os principais fatores que poderiam influenciar na quantidade elevada de desperdício do material, como pode ser verificado na figura 5.

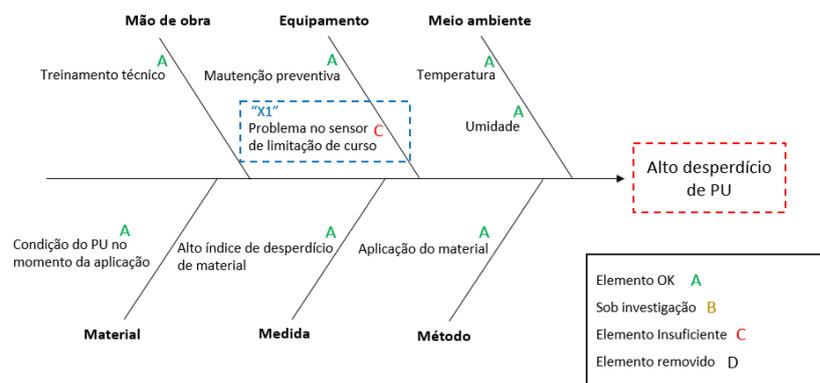


Figura 6 – Diagrama de Ishikawa
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Após a análise dos dados coletados, os principais fatores que influenciam no baixo rendimento do equipamento foram predispostos em uma matriz (Figura 6) para avaliar o índice de criticidade de cada variável.

Saída de variáveis(Y)		1	2	3	4	5	6	
Saída de variáveis(Y)	Descrição	Alto desperdício de PU						
	Peso	9						
Entrada de Variáveis "x"								Ranking
1	Treinamento Técnico	3						27
2	Manutenção Preventiva	3						27
3	Temperatura	1						9
4	Umidade	1						9
5	Condição do PU no momento da aplicação	3						27
6	Alto índice de desperdício de material	1						9
7	Aplicação do material	1						9
8	Problema no sensor de limitação de curso	9						81
								207

Figura 7 – Matriz X – Y

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Com base na análise dos prováveis “X1” do problema por meio de *brainstorming*, foi identificado que a causa raiz do desperdício de material se encontra no ajuste do nível do sensor de limitação do êmbolo, que está com uma configuração inadequada para a operação, fazendo com que o atuador não alcance o fim de curso do tambor. O nível do sensor está aproximadamente em 147 mm nas duas estações A (esquerda) e B (direita) respectivamente, como mostra a figura 7.

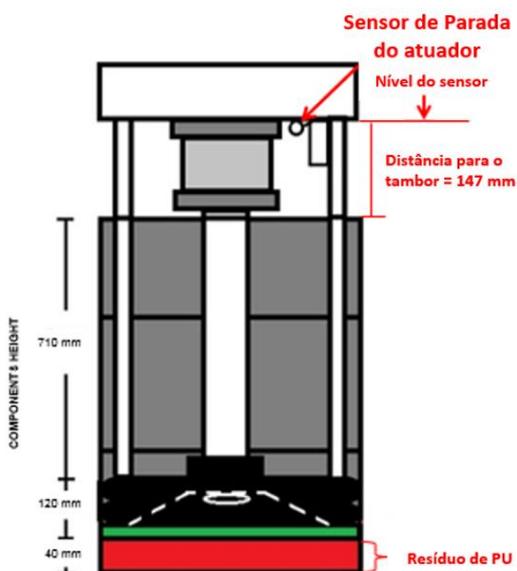


Figura 8 - Esquema do equipamento

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Esse desperdício gera um alto custo para a companhia causando um prejuízo anual de aproximadamente U\$ 145.000, quando somado os custos de matéria prima

3.4 - Melhorar

Através do nivelamento do sensor, corrigindo o seu posicionamento de 147mm para 117 mm, o atuador chega ao seu fim de curso utilizando todo material restante no fundo do tambor. Na figura 8 é possível comparar o ajuste anterior e a nova posição do sensor de fim de curso.

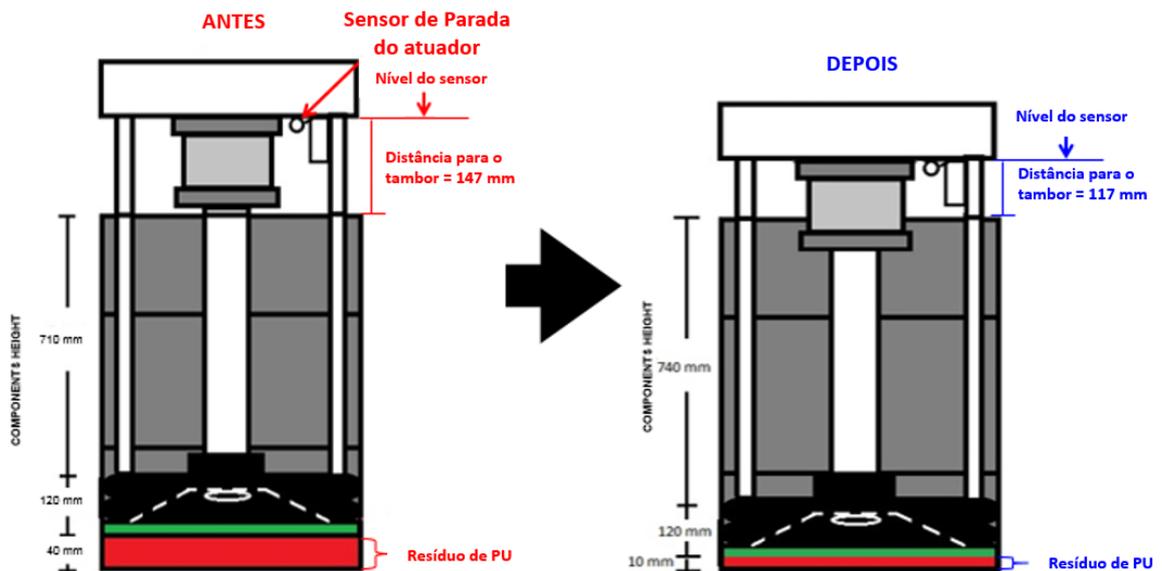


Figura 9 - Esquema do equipamento

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Após as devidas alterações novas medições foram realizadas para garantir a robustez do processo. Através do ajuste nos equipamentos o resíduo gerado pelo residuiu de 10-12% para 8% em média para ambos os lados, como pode ser verificado na figura 9.

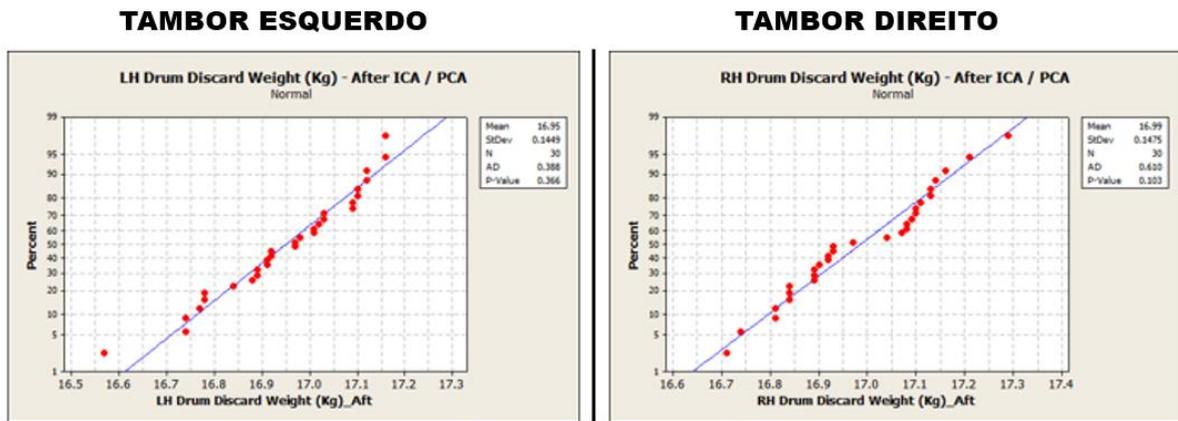


Figura 10 - Teste de Normalidade
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

É possível identificar com os dados gerados que as estações A e B possuem um melhor índice residual, trabalhando nos níveis padrões do equipamento, melhorando assim a qualidade do processo.

A figura 10 mostra a comparação dos valores coletados antes e após a implementação da ação de melhoria. É possível notar que não há mais uma variabilidade no processo entre o tambor esquerdo e direito.

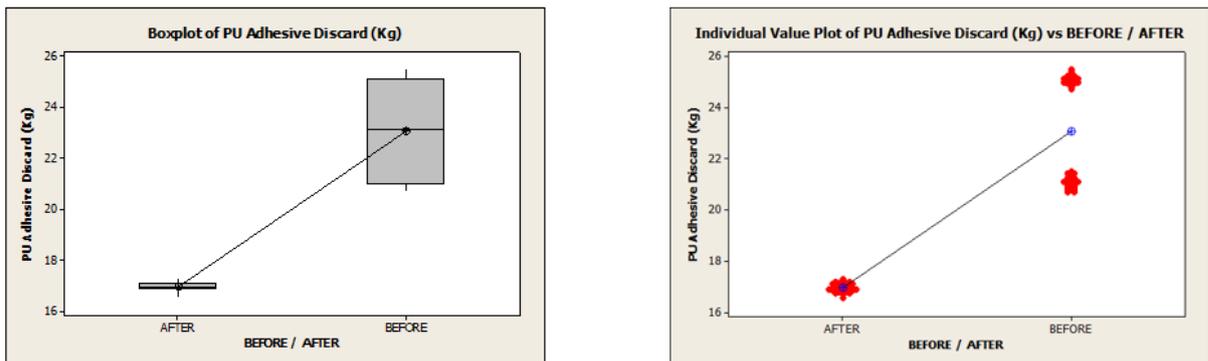


Figura 11 – Box plot
Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Com a implementação da melhoria houve uma redução de custo para a empresa, que somados a compra do material e descarte totalizavam aproximadamente U\$ 38.000 por ano.

3.5 - Controlar

Para garantir a manutenção da ação realizada e evitar futuros desvios, foram implementados indicadores visuais (Figura 11) para que durante as inspeções seja identificado imediatamente se o equipamento está fora das configurações especificadas.

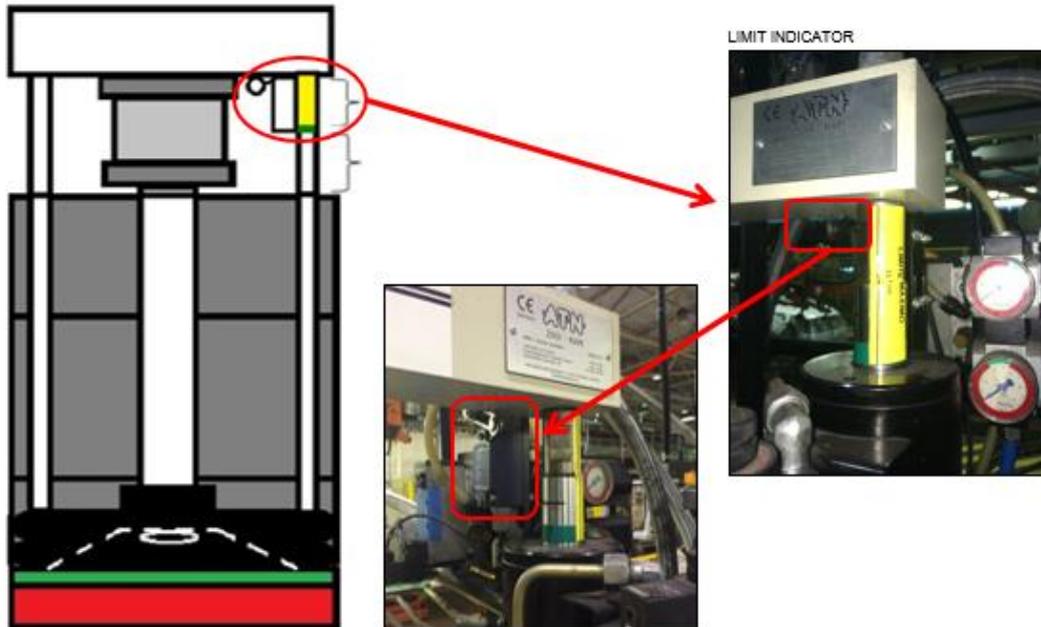


Figura 12 – Esquema do equipamento

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Para garantir a manutenção do indicador, esta inspeção visual foi anexado a lição de ponto único (Figura 12), para que diariamente, antes de iniciar a operação seja identificada imediatamente alguma anormalidade.

PLANO DE TRABALHO VISUAL DE MANUTENÇÃO		Título: Tambor de Cola Célula ATN		DATA DE CRIAÇÃO: 04/06/2015																						
Manutenção Preventiva	Data de Rev: - 00	Página 1 de 1	PM Master nº	Plano de Trabalho Visual nº	FA-L1-0462																					
Nome do Equipamento: Tambor Cola Célula ATN			Nome do PCOII: NA																							
Descrição da Tarefa (60 Caract. no Máx): Ajuste da Chave Fim de Curso do Tambor de Cola da Célula																										
Frequência:	NO (Horas Operacionais)	Tempo Requerido:	20 (Minutos)																							
Horas ou Unidades:	SEMANAL	Mão de Obra Requerida:	1 (nº) pessoas																							
Equipamento Requer Parada?	N (SN)	Manual Equip. (Página):	NA																							
Tarefa Pode Ser Interrompida?	S (SN)	Número Desenho ref.:	NA																							
<table border="1"> <tr> <td>Perigo Permitido</td> <td>Trabalho em Altura</td> <td>Espazo Confinad</td> <td>GRASP</td> <td>Telefone</td> <td>Rádio</td> <td>Contato Direto</td> </tr> <tr> <td>Proteção de Ombros</td> <td>Proteção de Mão</td> <td>Proteção de Ovidos</td> <td>Proteção de Cabeça</td> <td>Quilts de Segurança</td> <td>Respirador</td> <td>Proteção de Pés</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Troca de Segurança</td> </tr> </table>						Perigo Permitido	Trabalho em Altura	Espazo Confinad	GRASP	Telefone	Rádio	Contato Direto	Proteção de Ombros	Proteção de Mão	Proteção de Ovidos	Proteção de Cabeça	Quilts de Segurança	Respirador	Proteção de Pés							Troca de Segurança
Perigo Permitido	Trabalho em Altura	Espazo Confinad	GRASP	Telefone	Rádio	Contato Direto																				
Proteção de Ombros	Proteção de Mão	Proteção de Ovidos	Proteção de Cabeça	Quilts de Segurança	Respirador	Proteção de Pés																				
						Troca de Segurança																				
Etapas do Trabalho	Descrição das Etapas do Trabalho	JSA (riscos de segurança)	Procedimento Requerido	Equip. Req.	Ilustração																					
10	VISÃO GERAL DO EQUIPAMENTO	NA	NA																							
20	CERTIFICAR QUE A DISTÂNCIA ENTRE A ESTRUTURA SUPERIOR QUE CONTROLA A DESCIDA DO ÊMBOLO DO TAMBOR DE COLA E A CARÇAÇA DO CILINDRO É DE 117,00mm CONFORME MARCAÇÃO NO LOCAL.	NA	NA																							
30	CASO NECESSÁRIO REALIZAR REGULAGEM NO SENSOR DE FIM DE CURSO PARA DISTÂNCIA DE 117,00 mm.	NA	NA																							
40																										

Figura 13 – Lição de Ponto Único

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

4 - Considerações Finais

Este estudo de caso tem como objetivo implementar uma ação de redução no desperdício de poliuretano através da utilização da metodologia DMAIC. Esta ferramenta permite analisar o problema desde sua definição até os resultados obtidos através da ação tomada para solucioná-lo. Na Definição do problema foi possível identificar um elevado índice de desperdício de material, que consequentemente gera custos para a empresa, fazendo com que uma ação de melhoria no equipamento fosse adotada. Na mensuração do problema foram analisados dados coletados das medições dos resíduos e foi detectado um alto volume com diferentes pesos entre os tambores esquerdo e direito. Na Análise do problema foi identificado que o ajuste do sensor causava o desperdício, pois não permitia que o atuador utilizasse todo o material disponível até o seu fim de curso. Na melhoria, o nível do sensor foi ajustado e definido um padrão, reduzindo assim o volume de resíduo e fazendo com que não houvessem variações entre os tambores esquerdo e direito. Para controlar o processo foram colocados indicadores visuais no equipamento e registrados no manual de manutenção do mesmo para garantir o posicionamento do sensor.

Através deste estudo é possível identificar que o DMAIC é uma ferramenta eficiente e bastante utilizada no desenvolvimento de projetos no qual auxilia a resolução de problemas de modo sequencial, permitindo visualização mais organizada de cada etapa do processo. Neste estudo de caso, o mesmo foi utilizado para estudar uma melhoria de processo, entretanto este método não se limita a isto, podendo ser utilizado em outras ações como qualidade, problemas administrativos e entre outros.

5 - Referências Bibliográficas

- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo Japonês**. 1999. Minas Gerais, INDG tecnologia e serviços LTDA.
- FERNANDES, M. M.. **Análise de processo de seleção de projetos seis sigma em empresas de manufatura no Brasil**. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção, Itajubá, MG, UNIFEI, 2006.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONÇALVES, Celso Luiz. **Utilização da Metodologia Seis Sigma para melhoria do processo de abastecimento de matéria prima para unidade fabril: Estudo de Caso em uma empresa da indústria de bens de capital**. In. **IESA Equipamentos e Projetos S.A.** 2010, Araraquara. São Paulo
- LYNCH, Donald; BERTOLINO, Suzanne; CLOUTIER, Elaine. **How to scope DMAIC projects: The importance of the right objective cannot be overestimated**. 2003. 5 f. Artigo.
- MACHADO, Lucilia Regina de Souza. **Controle de qualidade total**. Sinpro Cultur, v.12, n.18, p. 11-14, maio, 1994.
- MARTINI JUNIOR, L. C. **Use armas na defesa do meio ambiente**. Revista BQ-Qualidade – fevereiro/99, p. 78-81.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar - mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.
- WATSON, G.H. **Cycles of learning: observations of Jack Welch**. ASQ Publication, Milwaukee, 2001

Sites consultados

ESCOBAR, J. DMAIC - Kaizen Institute. Disponível em <<http://br.kaizen.com/artigos-e-livros/artigos/dmaic.html>> : Acesso em: 25/01/2019.

REVER, Harry. ALLPM - Disponível em <<http://www.allpm.com/index.php/free-resources/94-article/newsletter-article/491-applying-the-dmaic-steps>>: Publicado janeiro 10, 2013. Acesso em: 25/01/2019.

<https://kitsuneassessoriaetreinamento.files.wordpress.com/2015/03/dmaic.png>

Acessado em 19/01/2019

<http://blogdaengenharia.com/metodologia-six-sigma-e-ferramenta-dmaic/> Acessado em 17/01/2019

<http://www.citisystems.com.br/dmaic-definir-mensurar-analisar-melhorar-controlar/>

Acessado em 18/01/2019

<http://www.advanceconsultoria.com/wp-content/uploads/SIPOC.jpg> Acessado em 19/01/2019