

SIX SIGMA: REDUÇÃO DE TEMPO DE MÁQUINA PARADA - EMBALADORA DE FRALDAS

Alexsandro Claudio¹, Fabiano Rodrigues¹, Guilherme Paniagua¹, Gustavo Garcia¹, Ricardo Jardim¹, Renato Sabino Geribello^{2,3}, Mayara dos Santos Amarante^{2,4}

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo desenvolvido junto a uma empresa do ramo de higiene, fabricante de fraldas e absorventes, localizada no estado de São Paulo. Trata-se da verificação dos benefícios da realização de um projeto *Six Sigma*, que consiste em coletar e analisar dados para identificar ineficiências em um processo por meio de estudos estatísticos, juntamente com o *Sistema Lean Manufacturing* de produção, de modo a otimizar as atividades produtivas, focado na redução de desperdícios. O *Lean Manufacturing* é um conceito japonês, criado pela empresa *Toyota*, cujo seu objetivo é melhorar os processos e procedimentos por meio de redução contínua de desperdícios, tendo como principais focos, a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir no mercado atual. O *Sistema Lean Manufacturing* é composto por várias ferramentas onde cada uma tem sua função, como identificar, controlar e melhorar. A partir de um estudo, no qual os dados foram coletados por meio de entrevistas e materiais referentes a uma embaladora de fraldas cedida pela empresa, identificou-se um conjunto de oportunidades de melhorias, tanto para a produtividade, quanto para as condições de trabalho, melhorando a ergonomia e *Up Time*. Os resultados coletados após a identificação e implementação das melhorias comprovam que a realização de um projeto *Six Sigma*, pode trazer resultados vantajosos às organizações, onde as análises demonstraram que o novo processo implementado possibilitou melhorias expressivas tanto no contexto produtivo da empresa quanto nos quesitos de segurança, o que fica evidenciado nos indicadores utilizados para identificar e mensurar os pontos desta melhoria.

Palavras Chave: Produção Enxuta, Gestão de Produção, Redução de Custos, Padronização, Six Sigma.

ABSTRACT

This article presents a study in a hygiene company, manufacturer of diapers and absorbents, located in the state of São Paulo. It's about verifying the benefits of running a Six Sigma Project, it is a process of analysis of results for the design of statistical studies, together with the Lean Manufacturing System, in order to optimize productive activities, focused on waste reduction. The Lean Manufacturing System is a Japanese concept created by the Toyota company, the objective is improve the processes through a reduction of the waste, having as main focus the quality and flexibility of the process, expanding its capacity to produce and compete in the current market. The Lean Manufacturing System consists of several tools where each has its function, such as identifying, controlling and improving. From this study, the data were collected through a series of data on the capacity of embalming machine. The results obtained after the identification and implementation of the improvements prove that the realization of a Six Sigma project can bring advantageous results to the organizations, where the analyzes demonstrated that the new process implemented made possible significant improvements both in the productive context of the company and in the safety requirements, which is evidenced in the indicators used to identify and measure the points of this improvement.

Keywords: Lean Manufacturing, Production Management, Cost Reduction, Standard, Six Sigma.

1 INTRODUÇÃO

Desenvolvido na década de 50, pela Toyota, conseguiu ser a ferramenta onde contribuiu de forma direta para a transformação da empresa, eliminando as atividades onde não se agregava valor se tornando a principal indústria com o método enxuto no mundo. Baseada na filosofia de reduzir desperdícios aumentar produção e qualidade, esse método de produção hoje se torna indispensável para que a empresa possa se tornar competitiva, novos conceitos e novas práticas e novas ferramentas hoje estão sendo agregados aos sistemas de produção de grandes multinacionais, entre outras o que se destaca é a ferramenta *Lean Manufacturing*, não se baseia apenas em reduzir desperdícios não só da matéria prima, mas também de um produto final ruim, procura colocar os componentes certos nos momentos e nos locais certos para otimizar a produção, pelo *Lean* se busca

1 Bacharelados do Curso de Engenharia de Civil, Centro Universitário Braz Cubas, Brasil.

2 Professor Titular do Centro Universitário Brazcubas, Brasil.

3 Especialista em Docência para o Ensino Superior pela Universidade Brazcubas, Brasil (2012).

4 Mestrado em Ciências e Tecnologias Espaciais pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil (2014).

utilizar menor quantidade de matéria prima, sendo comparada com a produção em massa, diminuindo espaço de um processo para outro diminuir, diminuir setup de maquinas e com isso diminuir algum risco de excesso de estoque podendo assim abrir um leque de investimentos em outros produtos.

Nesse artigo será apresentado um estudo de caso voltado para uma empresa no ramo de higiene pessoal, mostrando como essa ferramenta é utilizada os benefícios e as melhorias por ela aplicadas, pois hoje a competitividade e a exigência que hoje é exigida pelos clientes e pelos principais compradores aumentando sua participação no mercado, mantendo o nome como uma das de maior destaque, mantendo o padrão de qualidade alavancando vendas e aumentando por sua vez seu ramo e canais de atendimentos visando um lucro maior.

2 METODOLOGIA

Para a realização da teoria do trabalho, foi feito levantamento bibliográfico, que formou base para o desenvolvimento do estudo. Tais informações foram extraídas de livros, revistas especializadas e sites na internet. Para o estudo de caso foi utilizada apostila e relatórios usados na aplicação de um projeto *6 Sigma* em uma indústria de higiene, os mesmos foram escritos pelos responsáveis pela implementação do projeto e disponibilizados para o estudo de caso.

3 ESTUDO DE CASO EMBALADORA PC-01

O estudo foi realizado em uma indústria voltada para o ramo de higiene pessoal na região do alto tiete, onde foi encontrada uma oportunidade de melhoria na operação onde, o tempo setup da máquina estava muito alto da na troca de um produto para o outro, levando em consideração que o valor da maquina parada por minuto é de R\$ 20,00 por minuto (R\$1.200,00 por hora), com o método antigo de troca, o operador levava de 60 a 70 minutos para realizar a troca da ferramenta na maquina onde se embala o produto (Fraldas), onde era realizada a troca totalmente manual (Imagem 01).

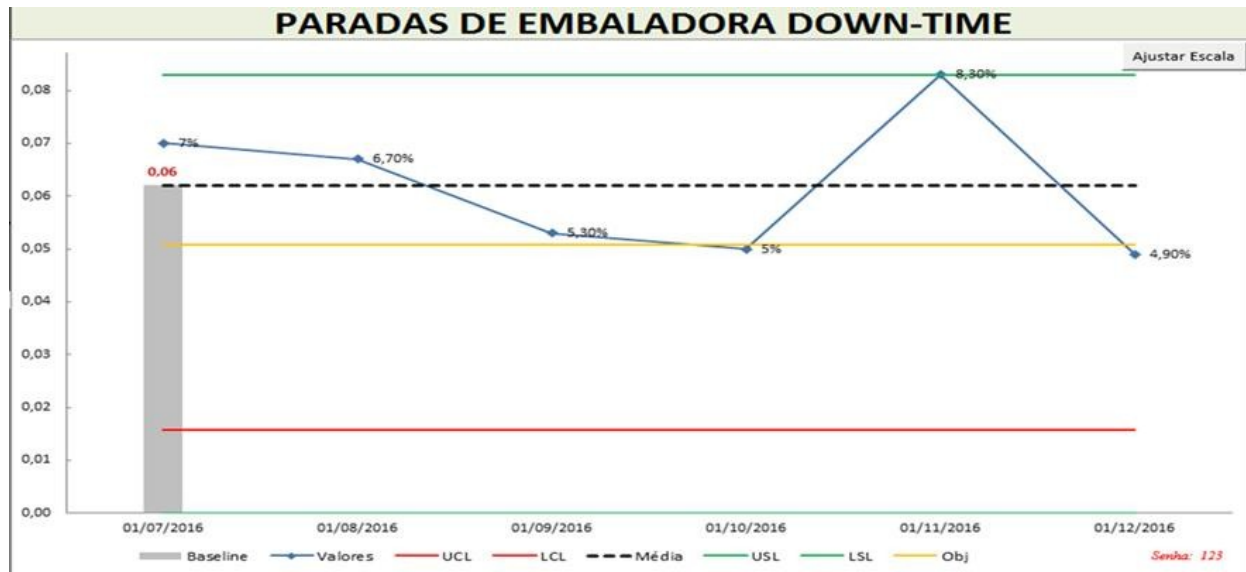


Imagem 01 – Indicador de Parada de máquinas.

Podemos verificar que o tempo médio de paradas na máquina é próximo de 7%, um número considerado elevado.

4 PROCESSO ANTERIOR

No processo de mapeamento do processo, para entender onde e o porquê a embaladora está com o índice maior de parada, foi feito um *SIPOC*, uma ferramenta visual com os fornecedores e clientes de cada processo realizado, segue abaixo na Imagem 02 esse mapeamento.

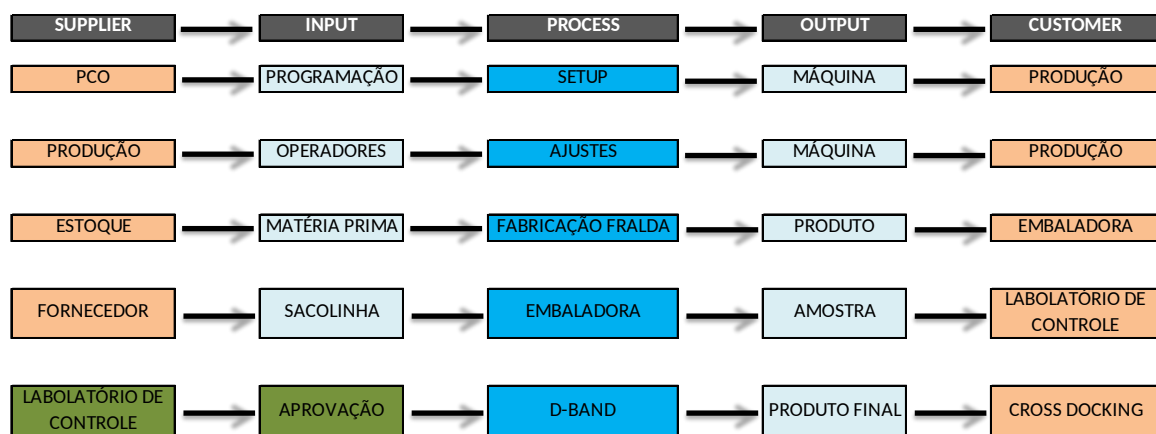


Imagem 02 (*SIPOC*).

Com todos os processos definidos, conseguimos analisar aqueles que realmente agregam valor ao produto, e com o auxílio de cronoanálises, foi identificado que o

maior vilão desse processo, no quesito tempo de máquina parada, era o *SETUP*. Com essa informação em mãos verificamos todos os passos que são feitos para a realização dessa troca de ferramentas para a adequação dos produtos.

Para a troca de tamanho das embalagens, em relação à quantidade de unidades. É necessário a troca das sapatas que fazem a locomoção das fraldas e a regulagem das prensas, para compressão e outra para a selagem.

Somando ao total de cinco sapatas e cinco prensas para compressão e selagem, cada um com suas ferramentas específicas para remoção e montagem, e regulagem.

Em relação as sapatas, era necessário uma chave allen para cada local em que usava as sapatas e um martelo para auxílio na remoção, gerando um elevado tempo para a troca, visto que a após a remoção era também necessário o posicionamento correto e realizar o aperto com o auxílio da chave allen referente a sapata.

Falando das prensas, o processo para regulagem era semelhante ao da das sapatas, porém o uso do martelo era para coloca-lo em sua posição para realizar o trabalho, era feito a soltura de um lado do espaçador, utilizava-se do martelo para deixá-lo na posição correta, e realizava o aperto com a chave “allen”.

Após a definição do equipamento, foram realizadas as análises:

- Análise de causa e efeito – Paradas na entrada da Embaladora PC-01:
- Matéria Prima: Fralda com dobra irregular.
- Mão de Obra: Falta de treinamentos.
- Métodos: Plano de controle, Guia de troca de fase, Indicadores locais, Treinamentos, Instrução de trabalho.
- Máquina: Ajuste do conjunto e guia de dobras, Limpeza do conjunto de dobras, Ajuste do *Feeston* (Tensionador da corrente), Limpeza das esteiras antes e depois das dobras, Ajuste no sensor de presença de fraldas, Altura do *infeeder*, Densidade da fralda, Dobra da fralda, Refugador, Sensor de entrada do *Stacker*, Palhetas do *Stacker*, Passo da Corrente, Parâmetros do processo fora do especificado, Saída de rejeito do *Stacker*, Esteiras do *infeeder*.

Após a definição das causas das paradas, foi necessário analisar as principais ocorrências através de uma matriz de causa e efeito, classificando e pontuando as

causas, de acordo com o seu efeito. As Características de Qualidade (Ys) adotados e suas respectivas pontuações de acordo com a criticidade foram:

- Travamento na entrada do *Stacker*: 9.
- Troca de Fase: 9.
- Travamento na Selagem da Sacola: 10.
- Falha na sucção das Sacolas: 7.
- Reposição das barras do *Bar Conveyor*: 8.
- Desarme do *Overhead*: 7

Com as Características de Qualidade definidas, observamos então as Características do Processo (Xs), para assim realizarmos os cálculos e identificarmos os modos de falhas que mais impactam no tempo de parada de máquina. Foram observados, Maquinário (Tabela 01), Matéria Prima (Tabela 02), Mão de Obra (Tabela 03), Metodologia (Tabela 04).

Tabela 01 – Matriz relacionada ao Maquinário

X	Variáveis	Total
X1	Dobra da Fralda Irregular	408
X2	Atraso da Fralda no Transporte da Embaladora	250
X3	Fralda mal Posicionada na Transferência	394
X4	Posicionamento da Sacola (ponto de parada para troca)	258
X5	Ponto Zero da Embaladora Fora de Posição	244
X6	Sobrecarga no Servo da Selagem	50
X7	Entupimento no Bocal de Sucção	260
X8	Ajuste na posição entre os Bocais de Sucção (centro)	314
X9	Altura dos Braços de Sucção	314
X10	Rompimento do Cabo da Régua de Selagem	50
X11	Falha na Selagem da Sacola	84
X12	Travamento do Pacote na Saída	258
X13	Régua de Selagem Empenada	258
X14	Pre-compressão Fora de Posição	354
X15	Parâmetros da Embaladora Fora da Especificação	450
X16	Densidade da Fralda Irregular	394
X17	Tamanho Inadequado das Guias Fixas	394
X18	Altura das Placas de Compressão Inadequada	50
X19	Acumulo de Adesivo no Conjunto e Guia de Dobras	394
X20	Ajuste no Conjunto e Guias de Dobra	322
X21	Acumulo de Adesivo nas Esteiras Anterior e Posterior a Dobra.	394
X22	Falha na Leitura do Sensor de Presença de Fraldas na Transferência	408
X23	Falha na Leitura do Sensor de Entrada do <i>Stacker</i>	378
X24	Palhetas do <i>Stacker</i> Inadequadas	122
X25	Passo da Corrente Inadequada	50
X26	Parâmetros do <i>Stacker</i> Fora do Especificado	450
X27	Retorno de Fraldas pelo Sistema de Rejeito do <i>Stacker</i>	122

Tabela 02 – Matriz relacionada a Matéria Prima.

X	Variáveis	Total
X29	Largura e Comprimento da Sacola	190
X30	Sacola Invertida	190
X31	Sacola Dobrada na Troca	190
X32	Picote da Sacola	208
X33	Cabo da Régua de Selagem	163
X34	Fita da Régua de Selagem	163

Tabela 03 – Matriz Relacionada a Mão de Obra.

X	Variáveis	Total
X35	Erro na Montagem da Régua de Selagem	234
X36	Lançamentos Inconsistentes na Produção	274
X37	Inexperiência	204
X38	Indisciplina	204

Tabela 04 – Matriz relacionada a Metodologia.

X	Variáveis	Total
X39	Indicador Local	450
X40	GSP (Guia de solução de Problemas)	450
X41	IT (Instruções de Trabalho)	450
X42	Plano de Controle Atualizado	450
X43	Falta de Treinamentos	184
X44	Plano Preventivo	258
X45	Plano de Inspeção	204
X46	Limpeza Programada	334
X47	Troca de Fase	258
X48	Preventiva	258

Os itens destacados em vermelhos receberam a pontuação máxima, e consequentemente foram considerados os mais críticos para o processo.

Ao classificar os mais críticos, podemos ver que as maiores influências estão nas paradas por *SETUP*. Com essa informação, podemos verificar a possibilidade da utilização da ferramenta *SMED*.

Essa ferramenta é baseada no *Pit Stop* da Fórmula 1, que consiste em realizar toda a troca que o carro necessita naquele momento no menor tempo possível para garantir vantagens durante a corrida, com isso os processos de troca de ferramentas nos maquinários das indústrias, quanto menor o tempo da máquina parada, mais tempo disponível temos para a produção. Pensando nisso é necessário dividir as trocas de ferramentas em dois grupos, os internos, onde tem a necessidade de parar a operação para realizar a troca dessa ferramenta, e os externos, que podem ser trocados com a máquina operando. Visto isso o foco deve ser em reduzir os tempos do *SETUP* interno.

Com o entendimento maior sobre a ferramenta *SMED*, selecionamos as ferramentas que para serem trocadas necessitam que a máquina esteja parada. Fui analisado também os riscos e modos de falha que cada uma dessas operações ofereciam para o aumento de tempo da máquina parada, podemos ver os 5 Porquês na Imagem 03.

Hipótese:	Conjunto da seta com ajuste inficiente
1º Porque	Conjunto de seta não esta bem ajustado
2º Porque	Os ajustes realizados não atende a necessidade do processo
3º Porque	Conjunto com ajuste manual
4º Porque	Temos muitos pontos para ajuste
5º Porque	Temos muitas dificuldades para ajustar
Observações:	Modificação do conjunto da seta para ajuste por fuso, melhorando ajuste.
Hipótese:	Ajuste na altura dos braços
1º Porque	Braços perdendo ajuste o processo
2º Porque	Braços com varios pontos de ajuste
3º Porque	Braços com difícil de acesso para ajuste
4º Porque	Braços não atende ao processo
5º Porque	Material fragil , provocando quebra dos mesmos.
Observações:	Troca dos braços do overhead , por braços de duro aluminio com prisilhas
Hipótese:	Presilha de Fixação das Barras Inadequadas
1º Porque	Temos queda da barra com frequência
2º Porque	Porque temos queda mesmo em situações normais de operação
3º Porque	Porque a fixação da barra não é adequada
4º Porque	Suporte das prisilhas com desgastes
5º Porque	Suporte das prisilhas com material inadequadas
Observações:	Substituir sistema existente de fixação das Barras conforme LBV03
Hipótese:	Travamento da Selagem
1º Porque	Conjunto com varios pontos de ajuste
2º Porque	Fixação ineficiente
3º Porque	Temos com dificuldade de para ajuste
4º Porque	Conjunto com ajuste manual
5º Porque	Conjunto não atende o nosso processo
Observações:	Substituir conjunto da saída da selagem
Hipótese:	Guias fixas descentralizadas
1º Porque	Guias fixas descentralizadas
2º Porque	Guias fixas empenadas
3º Porque	Guias fixas com difícil acesso
4º Porque	Guias fixas com parafusos inadequado
5º Porque	Guais com varios pontos de ajuste
Observações:	Substituir conjunto das guias fixas
Hipótese:	Ajuste dos bocais de sucção
1º Porque	Bocais de sucção descentralizados
2º Porque	Bocais de sucção empenado
3º Porque	Bocais de sucção difícil acesso de ajuste
4º Porque	Bocais com varios pontos de ajuste
5º Porque	Bocais ineficientes para o processo
Observações:	Troca dos bocais atuais para bocais com ajuste de engate rapido , restringindo os pontos de ajuste .

Imagem 03 – 5 Porquês.

Visto essas análises, conseguimos verificar que a maior oportunidade de melhoria estaria nas junções das ferramentas com o equipamento, e também por se tratar de um *SETUP* interno, é necessário que o tempo seja baixo, pelo fato de parar todo o equipamento. Outro fator muito importante que foi identificado foi a operação ser 100% manual e sem auxílios de um “*Failsafe*” ou gabaritos, ocasionando muitos erros nos ajustes e quebras das ferramentas.

5 Processo Atual

Entendendo esses “*GAPs*” no processo, foi visto que com dois pequenos ajustes já seria possível ver resultados. Sendo eles:

Os braços das sapatas de locomoção foram substituídas para um material mais resistente e ao invés do uso de chaves “allen” e martelos, foram colocados engates rápidos na extremidade que faz contato com o equipamento. O conceito do engate rápido é uma mola com uma trava mecânica, onde assim que posicionado a trava avança e impede movimentos, e para a soltura basta somente pressionar essa trava para tirar a tensão gerada pela mola, assim retirando completamente o uso das chaves “allen” e martelos, fazendo com que o tempo de troca seja muito menor, e as posições já pré-definidas, facilitando para o operador e diminuindo o risco no ajuste destas ferramentas.

As prensas foram retiradas as barras para o espaçamento, e adicionado um manipulador para a regulagem do mesmo, onde é necessário somente a regulagem já com predefinições desse manipulador, ou seja apenas girá-lo até a posição certa para que a máquina esteja de acordo com o produto que vai começar a ser produzido, tornando muito mais preciso e removendo a necessidade de soltura de parafusos e o uso do martelo para a abertura da prensa.

Após coletas dos tempos após a mudança e a análise do processo implementado, foi visto não somente a redução do tempo de *SETUP* da embaladora, que era feito para cada tipo de embalagem diferente, em relação às quantidades, mas também uma melhora significativa na condição do processo nos quesitos de ergonomia e ruídos, que eram proveniente em quase sua totalidade ao uso do martelo para abertura e fechamento da prensa, e soltura e posicionamento dos braços das sapatas de locomoção.



Imagem 04 - Peça retirada manualmente (Embaladora PC-01). Fonte: Próprio Autor.

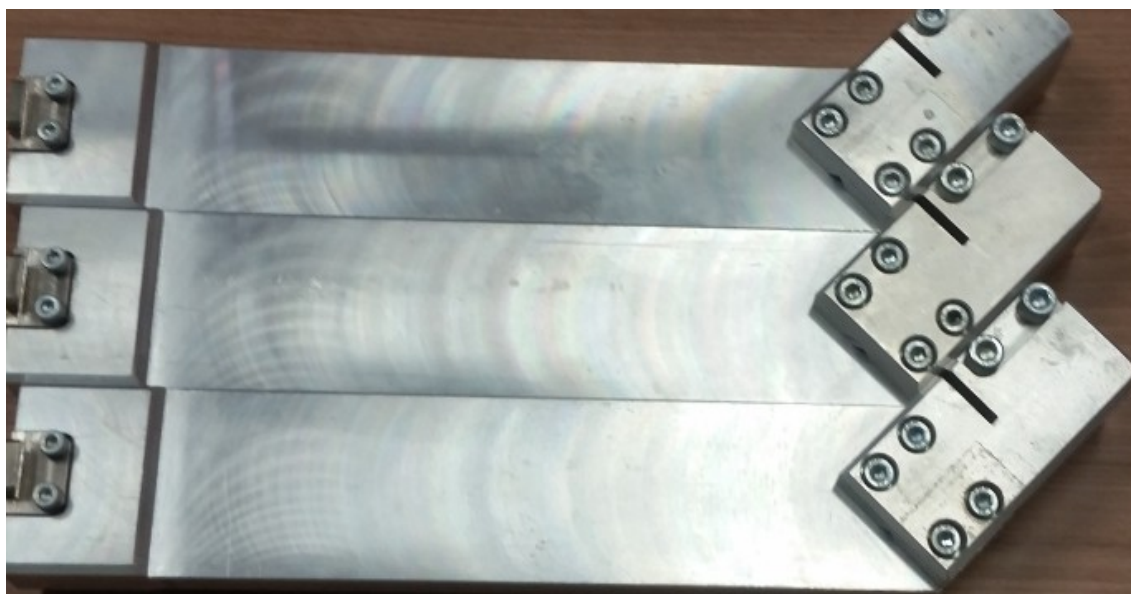


Imagem 05 – Peça retirada manualmente (Embaladora PC-01). Fonte: Próprio Autor.

Após a aplicação do *SMED*, a troca pode ser realizada com maior eficiência e em menos tempo, tornando o tempo do *SETUP* em 78,57% mais rápido, assim a troca antes realizada em 70 minutos, hoje está sendo realizada em 15 minutos, através de uma melhoria, onde a troca é realizada através de engates rápidos, sistemas de presilhas e manípulos. Além da diminuição do tempo de *SETUP*, tivemos também a diminuição dos riscos de falha nas trocas de ferramentas, deixando de gastar mais com sapatas quebradas e garantindo a confiabilidade no processo, pois foi instalado um sistema de *failsafe*, deixando a regulagem e ajuste do posicionamento dos acessórios com gabaritos fixos, sem precisar que o operador fique retirando e colocando a ferramenta até acertar a sua posição.



Imagem 06 - Embaladora, após aplicação do SMED. Fonte: Próprio Autor.

Com a aplicação do *SMED*, foi reduzido o custo de *SETUP*, a embaladora tem um custo médio de R\$ 1.200,00 por hora parada, antes da implementação das melhorias o tempo necessário para as trocas das ferramentas era em média de 70 minutos, totalizando um valor de R\$ 1.400,00. Após todos os estudos e alterações, foi alcançado uma redução de 55 minutos no *SETUP*, ou seja o custo que

a companhia tinha em toda a troca de produtos somente nesta embaladora foi reduzido em R\$ 1.100,00, que agora é gasto em média 15 minutos, e com um custo de aproximadamente R\$ 300,00.

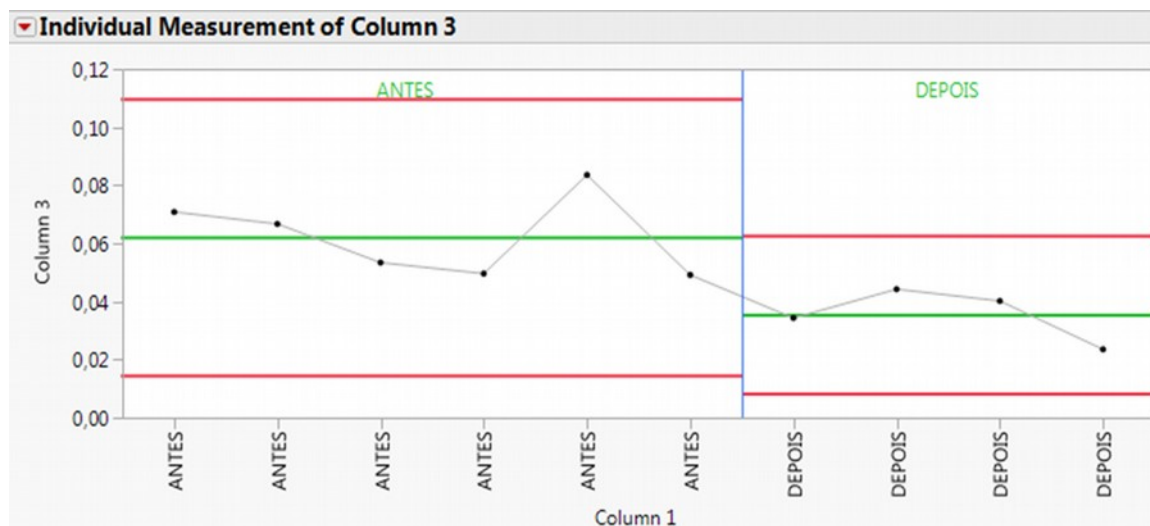


Imagem 07 – Gráfico da evolução do tempo de máquina parada.

Podemos ver no indicador referente a tempo de máquina parada a evolução após a implementação das mudanças que foram selecionadas após as análises dos dados. Todas as paradas totalizavam 7% do tempo disponível da máquina, com todas as alterações e melhorias já aplicadas, conseguimos reduzir esse tempo para uma média de somente 3%, um redução de aproximadamente 79%.

6 REFERÊNCIAS

- AMATO NETO, J. Gestões de operações. 2.ed. São Paulo, 1998.
- DAVIS, M.M. et.al. Fundamentos da administração da produção. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- KIMBERLY-CLARK BRASIL. Indústria e Comércio de Produtos de Higiene, Disponível em: <<http://www.kimberly-clark.com.br/novo/pagina.aspx?n=sobre-a-kimberly-clark>> Acesso em: 22 Agos. 2018.
- OHNO, T. Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- PEINADO, J. O papel do sistema de abastecimento Kanban na redução dos inventários. Rev. FAE, Curitiba, vol.02, nº02, mai/ago, pg.27-32, 1999.

POLITICA NACIONAL DE ESTAGIO. Contribuições para (PNE) – Sistematização dos estados de SC, PR e RS. Porto Alegre, 2009.

SHINGO, S. Sistemas de produção com estoque zero. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.

CITISYSTEMS.Planejamento e controle da produção, softwares e ferramentas. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/planejamento-controle-producao-software-automacao-industrial/>>. Acesso em 22 Agos. 2018.

FAVARETTO, Fábio.Uma contribuição ao processo de gestão da produção pelo uso da coleta automática de dados de chão de fábrica. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, 58 f. São Paulo: USP –Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia.2001.

FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M.Planejamento e controle da produção:dos fundamentos ao essencial.São Paulo: Atlas,2010.

TUBINO, Dalvio F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças. Planejamento estratégico, conceitos, metodologia e práticas. São Paulo: Atlas, 1999. Slack, Nigel et. al. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 1996.

LARAPEDIA.COM Significado de backflushing ou baixa por explosão. Disponível em: <http://www.larapedia.com/dicionario_de_logistica/backflushing_ou_baixa_por_explosao_significado_e_definicao.html>. Acesso em 22 Agos. 2018.

INFOESCOLA. BOM (Bill of Material). Disponível em:75 ><http://www.infoescola.com/industria/bom-bill-of-material/>< Acesso em: 22.Agos 2018.