

METODOLOGIA DMAIC COMO ESTRATÉGIA NA REDUÇÃO DE CUSTOS E DESPERDÍCIOS

CACIANI, Felipe; ALVES, Odair Donizete Ferraz¹

Profa. M.a Candida Maria Costa Baptista ²

Universidade São Francisco

felipe.caciani@mail.usf.edu.br e odair.alves@mail.usf.edu.br

¹Alunos do Curso de Engenharia Civil e Engenharia de Produção, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista

²Professor Orientador, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Bragança Paulista.

Resumo. Quando se observa o histórico evolutivo da sociedade, identificam-se diversas mudanças nos aspectos culturais, sociais e econômicos, sendo esses dois últimos os dois pilares mais importantes quando tratamos das relações de trabalho e produção de itens. Neste contexto, a revolução industrial e suas fases, possibilitaram a transição da produção manufaturada de pequena escala para o modelo de produção em grande escala, através da inclusão de novas tecnologias e do desenvolvimento de novos materiais. Diante desta mudança de mentalidade e ritmo produtivo, a industrialização dos processos que antes eram, em sua grande parte, artesanais, trouxe a necessidade de avaliar de forma científica os fatores que aumentam a produtividade de uma determinada tarefa, atrelando também a redução de custos e otimização da mão de obra. Assim, modelos de produção como o taylorismo, fordismo e toyotismo se consolidaram pelo mundo, estabelecendo-se como modelos de gestão de processos produtivos. Com o aprimoramento destes conceitos, novas metodologias foram sendo criadas ao longo do tempo, onde cada uma delas visavam atender a diferentes segmentos industriais. Este artigo, tem como objetivo avaliar os resultados da aplicação da metodologia Six Sigma e sua principal ferramenta, o DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) na redução do desperdício de material no processo de fabricação e impressão de filmes plásticos e conseqüentemente, na economia financeira gerada pela adequação e melhoria dos procedimentos.

Palavras-chave: DMAIC, Six Sigma, Lean, Gestão de Processos, Indústria.

Abstract. *When we look at the evolutionary history of society, we are faced with several changes in cultural, social and economic aspects, the last two being the two most important pillars when dealing with labor relations and item production. In this context, the industrial revolution and its phases enabled the transition from small-scale manufactured production to the large-scale production model, through the inclusion of new technologies and the development of new materials. Given this change in mentality and production pace, the industrialization of processes that were previously largely artisanal, brought the need to scientifically evaluate the factors that increase the productivity of a given task, also bringing together cost reduction and optimization of the workforce. Thus, production models such as taylorism, fordism and toyotism were consolidated around the world, establishing themselves as models for the management of production processes. With the improvement of these concepts, new methodologies were created over time, where each one of them aimed to serve different industrial segments. This article aims to evaluate the results of applying the Six Sigma methodology and its main tool, the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) in reducing material waste in the plastic film manufacturing and printing process*

and consequently, in the financial savings generated by the adequacy and improvement of procedures.

Keywords: DMAIC, Six Sigma, Lean, Process Management, Industry

Introdução

Revolução Industrial e suas Fases

O Fenômeno da revolução industrial caracteriza-se por uma série de transformações de cunho social e econômico que teve sua origem em meados do século XVII. A Inglaterra é tida como o epicentro desta onda progressista, onda esta que se propagou pela Europa ocidental e América, estabelecendo o capitalismo como o modelo econômico mais próspero pelo mundo todo. As mudanças econômicas se deram pelo fato de que agora, a produção em grande escala era uma realidade, proporcionada pelo desenvolvimento tecnológico do maquinário. Desta forma, a manufatura foi sendo deixada de lado, como um modal antiquado e defasado de produção de itens e as linhas de produção começaram a ganhar espaço nas fábricas de diversos segmentos. Inicialmente, as fábricas inglesas do segmento têxtil foram os primeiros locais a converter a energia produzida pelas máquinas a vapor em produção, mais precisamente, no processo de tear. Outro expoente foram as ferrovias, que se tornaram o foco de investimentos dos grandes financiadores, já que uma malha ferroviária bem ramificada garantiria o escoamento rápido das mercadorias beneficiadas e das matérias primas também. Uma característica interessante a ser observada na revolução industrial é o processo orgânico de transformações, com as passagens entre fases de uma forma sutil e em permanente evolução. A primeira fase (1760 e 1850) tem como marco a mudança a manufatura para a maquinofatura, o carvão como principal matriz energética (nas linhas de produção), criação do telégrafo, surgimento das indústrias têxteis e forte expansão das siderúrgicas. A segunda fase (metade do século XIX até o início do século XX) diante do cenário do pós-guerra, levou para os EUA, Japão e Alemanha o progresso experimentado na Inglaterra imperial, tendo como foco a utilização da energia elétrica e de motores a combustão. Além disso, a segunda fase foi marcada pelo aumento e incentivo das pesquisas científicas. Temos a terceira fase da revolução industrial se originando na segunda metade do século XX, com a expansão mundial das linhas de produção, permitindo surgimento de novos centros produtivos na Ásia e novas potências econômicas. A globalização e a troca muito mais rápida de informações permitiu que as barreiras físicas e culturais se estreitassem virtualmente, possibilitando a interação entre os países, culminando em alianças comerciais e acordos de importação e exportação. (SILVA; SOUSA, 2019).

Modelos de Produção no Pós Guerra

Com a expansão dos processos produtivos, causada pela revolução industrial, a mudança do modal produtivo de manufatura para a maquinofatura fez com que surgissem métodos de fabricação com o foco no controle dos gastos, melhora da produtividade, gestão de recursos e maximização dos lucros. Entre os modelos de produção mais importantes da história, temos o Taylorismo (Frederick Taylor) com a premissa da especialização em apenas uma tarefa da linha de produção, permitindo ao trabalhador ter foco total no seu rendimento e produtividade. O Fordismo (Henry Ford), que foi baseado no Taylorismo, foi aplicado a linha de produção automobilística, sendo que ao longo do percurso da esteira em linha reta, cada um dos especialistas executaria sua respectiva função, garantindo que o veículo chegasse pronto ao final da linha de produção. O Toyotismo (Eiji Toyoda) trouxe para a linha de produção o conceito *just-in-time*, a multifuncionalidade do colaborador na operação e o uso

de máquinas e braços robóticos. E por fim o Volvismo (Emti Chavamco), modelo caracterizado pela alta capacitação e investimento no capital humano e intelectual da linha de produção, o emprego da computação no processo produtivo e na multifuncionalidade das equipes com o trabalho em equipe. (FREITAS, 2019).

O Surgimento da Melhoria Contínua

A Melhoria Contínua é tida como um elemento fundamental no estabelecimento da capacidade competitiva de uma empresa, diante do cenário dinâmico herdado das fases da revolução industrial. O constante aprimoramento das atividades e processos de produção é a garantia da longevidade diante do natural declínio e defasagem tecnológica dos dias atuais. Na esfera acadêmica e científica, alguns autores apresentam argumentos diferentes quanto ao surgimento da Melhoria Contínua, onde alguns deles defendem o surgimento do método no Japão pós guerra e outros defendem que o conceito foi desenvolvido nos Estados Unidos (através do Taylorismo) e só depois, levado para o Japão, que foi um terreno fértil para a disseminação do método de gestão pois a cultura e o conjunto de crenças da população eram mais alinhadas com o conceito de ordenação, disciplina e constância. Analisando de forma isolada, cada uma das origens distintas que os acadêmicos propõem, temos o Japão como o responsável por difundir as premissas da melhoria contínua e usar como case de sucesso a próspera e ascendente indústria automotiva japonesa. Isso deu origem ao conceito Kaizen – Lean, um conjunto de ferramentas e filosofias que colaboram com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos já implantados em uma empresa ou fábrica. Nesta linha do tempo, se olharmos para os Estados Unidos, vamos ter a cooperação entre Frederick Taylor e Frank Gilbreth na elaboração do conceito *One Best Way* (a melhor forma de produção). Por trás deste conceito temos a importância do método científico na administração de uma linha operacional, buscando o aperfeiçoamento técnico dos colaboradores, sistematização de tarefas e monitoramento constante dos indicadores de eficiência e eficácia. (YEN-TSANG; CSILLAG; CATTINI JUNIOR, 2010)

Metodologia Six Sigma

A demanda de métodos que permitissem a ampliação e aperfeiçoamento da gestão de processos produtivos, na expansão industrial vivida no século XX, fez com que os conceitos de Lean e melhoria contínua estabelecessem novos parâmetros de análises quantitativas e qualitativas, mudando a forma como a indústria lidava com seus processos e produtos. Quanto a necessidade de averiguar a efetividade dos métodos:

Em uma realidade onde eles já haviam entendido que era possível padronizar seu processo para produzir com qualidade e com alto volume, foi surgindo a necessidade de analisar mais profundamente sua eficiência para estarem em par com todo o mercado. (DONATO, 2020).

Segundo Donato (2020), Jack Welch foi o precursor dos estudos da metodologia Six Sigma na década de 80, momento em que implementou a ferramenta nos processos produtivos da General Electric e obteve resultados expressivos quanto a redução dos custos de produção e diminuição do desvio padrão da qualidade, característica da produção em larga escala. Dentro do modelo Six Sigma, temos dois principais instrumentos de análise, o D.M.A.I.C (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) e o D.M.A.D.V (Define, Measure, Analyze, Design and Verify), o primeiro, com foco na melhoria de um processo já instalado e o segundo, com foco na remodelagem ou criação de um novo processo. Como principal vantagem da aplicação do Six Sigma, Donato (2020) descreve: "Reduzir a variação de um processo tem como consequências iniciais uma maior eficiência e produtividade. Você terá

sempre o resultado esperado, com um desperdício mínimo. Isso, é claro, leva à redução de custos e crescimento na margem de lucros da organização.”

D.M.A.I.C (Definir, Mensurar, Analisar, Implementar e controlar)

D.M.A.I.C é uma ferramenta utilizada comumente em projetos pautados com a metodologia Seis Sigma (Six Sigma), porém não existem restrições para a utilização em conjunto com outras ferramentas (assim como no método utilizado neste artigo). Minetto (2018) explica D.M.A.I.C:

DMAIC é o acrônimo em inglês para cinco passos: Definir, Medir, Analisar, Controlar e Melhorar (Define, Measure, Analyze, Improve e Control). Cada um desses passos você deve executar na ordem D-M-A-I-C e, se ao final do ciclo o resultado esperado não for alcançado, o ciclo deve ser reiniciado. Esse processo deve ser repetido até que a melhoria desejada seja atingida.

Detalhando cada uma das letras do acrônimo, temos a etapa Definir, Minetto (2018) “De maneira geral, nesse passo você define o que será feito e qual é o resultado esperado ao final da execução do ciclo.”. A etapa Medir:

Coletar informações preferencialmente de forma quantitativa e estatística, para assim estabelecer baselines para as melhorias pretendidas e, ao final do ciclo, você conseguir comparar o cenário atual com o resultado obtido e assim verificar se as melhorias implantadas foram satisfatórias. Você pode contar com o apoio de ferramentas como o Diagrama de Ishikawa, Pareto, Matriz GUT ou Causa e Efeito. (MINETTO, 2018)

A etapa Analisar Minetto (2018). “Utilizar o 5 Porquês é uma abordagem interessante para te ajudar na identificação e validação da causa raiz.”. A etapa Melhorar, onde “Primeiramente você deve identificar as possíveis soluções para corrigir e evitar a causa raiz do problema, em seguida, é recomendado testar para descobrir se a solução proposta é efetiva...” Minetto (2018). A etapa Implementar, onde “é fundamental que você defina critérios de controle como, por exemplo, checklists, metas e estatísticas para servir como fonte de informação para o monitoramento da implementação das ações.” Minetto (2018). E ao final das quatro primeiras etapas, temos o passo de controlar, “é fundamental que você defina critérios de controle como, por exemplo, checklists, metas e estatísticas para servir como fonte de informação para o monitoramento da implementação das ações.” Minetto (2018).

Material e Métodos

Cenário de Consumo de Produtos Descartáveis.

Diante do cenário da pandemia, os hábitos de consumo também sofreram alterações, principalmente quanto à itens de primeira necessidade como os de higiene pessoal. Papel higiênico, fraldas descartáveis e absorventes foram os produtos mais procurados pela população, levando inclusive a situações mais ondas de reposição em prateleiras de supermercados em todo o país. Analisando toda a cadeia de distribuição e consumo, fica evidente a alta demanda repassada para as linhas de produção que fabricam estes materiais de higiene pessoal. O Jornalista Renato Pezzotti publicou no portal UOL, uma matéria abordando a mudança dos hábitos de consumo e forma como o mercado tem se preparado para a crescente demanda:

A entidade tem monitorado as lojas e afirma que, até o momento, "não foi identificado nenhum problema de desabastecimento, mas, sim, de reposição, devido ao maior número de clientes em algumas lojas, no final de semana". Mesmo assim, algumas redes já estão se preparando para uma corrida às lojas. (PEZZOTTI, 2020)

A entidade mencionada por Renato é a MindMiners, empresa privada que realiza levantamentos e pesquisas de campo, voltadas a monitorar os hábitos de consumo em diversos seguimentos. Na pesquisa realizada pela MindMiners em março de 2020, um dos dados presentes no relatório é o aumento do consumo no seguimento de produtos de higiene pessoal:

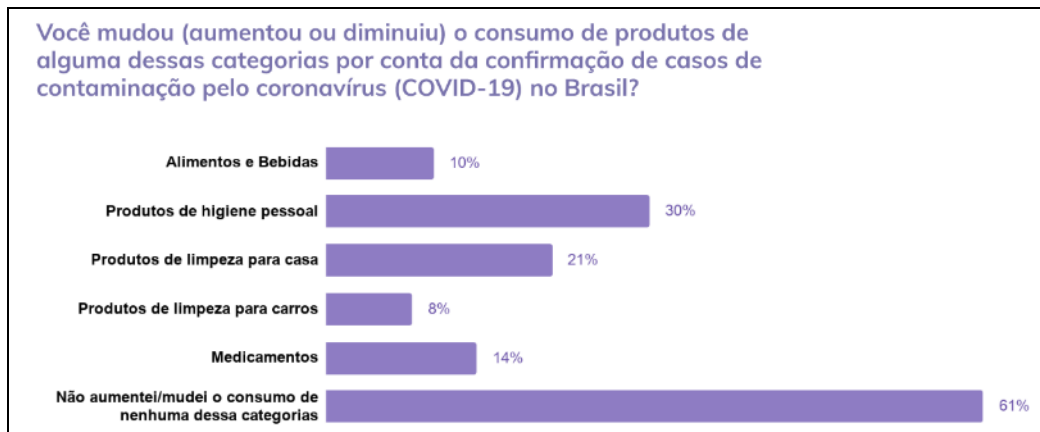


Figura 1 – Consumo em Tempos de Coronavírus (FONTE: Mindminers, 2020)

Com um aumento abrupto do consumo, a indústria precisou reforçar a produção e isso, apesar de ser benéfico no ponto de vista financeiro, tem atrelado alguns malefícios como o mal planejamento operacional, que gera custos com mão de obra e também temos o aumento no descarte de resíduos vindos da fabricação dos produtos.

Avaliação dos Impactos da Alta Demanda de Consumo na Linha de Produção.

Uma vez identificado que o consumo de produtos de higiene pessoal aumentou, chegou o momento de avaliar, na cadeia produtiva, o impacto refletido na linha de produção. Aqui, buscamos contatar empresas que fabricam insumos que compõem a confecção de fraldas descartáveis e absorventes, ou seja, fornecedores de matéria prima. A empresa que colaborou com o estudo foi a WA Produtos Odontológicos e Descartáveis situada no município de Extrema - MG. A empresa WA atua com a fabricação e comercialização de filmes de polietileno, para atender o mercado de descartáveis higiênicos, na linha de absorventes, fraldas infantis, fraldas geriátricas, roupas cirúrgicas, segmento pet e filme *stretch* para os setores diversos (alimentos e bebidas, eletrônicos, cerâmicas e outros mercados). Dentro do fluxo operacional da empresa, focamos o estudo no setor de impressão e recorte de aparas, um dos processos com maior geração de aparas (*refiles*) e consumo de tinta na impressão dos filmes de polietileno (insumo base para a fabricação de fraldas e absorventes, devido a alta capacidade de impermeabilização).



Figura 2 – Bobina de Filme de Polietileno (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

De janeiro de 2021 à maio de 2021 o Volume de Pedidos/Produção no setor de Impressão, aumentaram em 893% quando comparado ao mesmo período no ano de 2020, então um aumento significativo e importante para os negócios de Filmes Impressos na empresa WA por outro lado, Aparas Impressas aumentaram em 544% neste mesmo período, com uma perda de 54.240 Kg, o que representaria uma perda estimada de 132,5 Ton/ano. Observação, devido à similaridade dos dados de 2019 e 2020, foi utilizado o mais recente como referência.

2020						
Mês	jan/20	fev/20	mar/20	abr/20	mai/20	TOTAL Período
Pedidos (QTD)	1.102	1.098	1.115	1.090	1.073	5.478
Aparas (Kg)	2.109	1.914	2.102	1.968	1.882	9.974

2021						
Mês	jan/21	fev/21	mar/21	abr/21	mai/21	TOTAL Período
Pedidos (QTD)	9.841	9.805	9.957	9.734	9.582	48.919
Aparas (Kg)	11.471	10.410	11.435	10.706	10.238	54.240

Tabela 1 – Variação: Volume de Pedidos/Produção (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

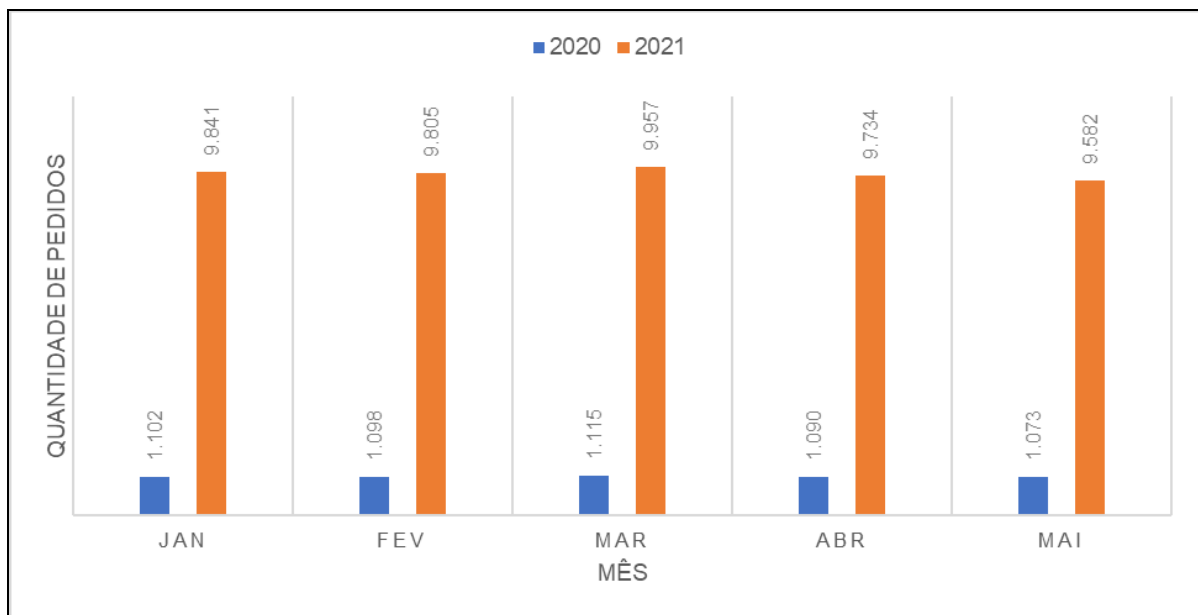


Figura 3 – Gráfico Comparativo Entre os Mesmos Períodos de 2020 e 2021 (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

Etapa Definir do DMAIC

Como destacado em parágrafos anteriores, o objetivo principal é avaliar o impacto que a escalada da produção gerou no aumento de aparas e consequentemente, o maior desperdício de tinta de impressão que é descartada junto com esses refugos.



Figura 4 – Aparas (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

As aparas possuem quatro principais grupos:

Tipos de Aparas	
Código Interno	Descrição
3211	Apara PE Brando Impresso
12566	Apara de Refile Impresso Cortadeira
11389	Apara de Fraldas Branca - Reciclável
16957	Apara de Fraldas Branca - Não Reciclável

Tabela 2 – Tipos de Aparas (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

Entender e classificar os resíduos auxilia no entendimento de qual das categorias geram o maior volume de aparas, desta forma é possível mapear o plano de ação para a redução do desperdício. Uma das maneiras de identificar esta oportunidade é utilizando o Gráfico de Pareto, ou 80/20 como também é conhecido. Aplicando os volumes descartados de cada uma das categorias de aparas, temos o seguinte dado:

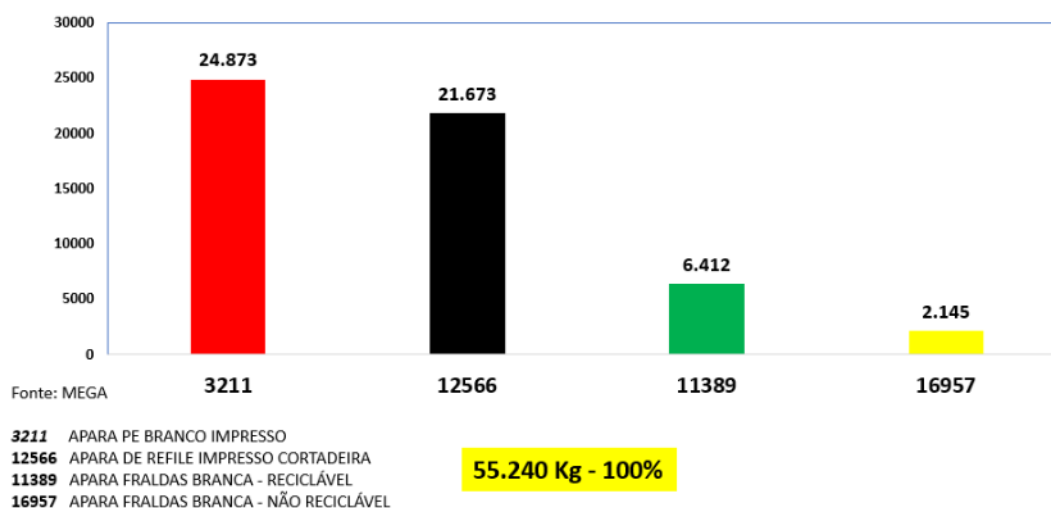


Figura 5 – Gráfico de Pareto x Tipos de Aparas (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

O Gráfico de Pareto é uma importante ferramenta da qualidade e tem como premissa que 20% das causas principais resultam em 80% de problemas em uma operação ou produção. Este indicador apresenta os problemas e causas de forma crescente, ou seja, do mais crítico para o menos impactante, identifica os fatores mais significantes e onde devemos investir tempo e recursos em busca de soluções (COUTINHO, 2018). No caso das aparas, temos dois principais grupos como foco do estudo:

- **3211 – Apara PE Branco Impresso: 24.873 kg;**
- **12566 – Apara de Refile Impresso Cortadeira: 21.673 kg;**

Outra análise pertinente que cabe nesta etapa de Definição é avaliar a contribuição das máquinas da linha de produção na produção dos resíduos. Temos quatro equipamentos na etapa de impressão e corte:

- **Permaco:** Recortadeira de base impressa de 4 pistas;
- **Jaguar:** Recortadeira de base impressa de 3 pistas;
- **Flexográfica Tipo 1:** Utilizada para impressão em filmes plásticos;
- **Flexográfica Tipo 2:** Utilizada para impressão em filmes plásticos;

	Permaco	Jaguar	Flexo 1	Flexo 2		
	26.557	17.222	7.345	4.116	55.240	
	48%	31%	13%	7%	100%	
3211	10.408	7.336	4.416	2.713	24.873	45%
12566	12.590	9.219			21.673	39%
11389	2.183	493	2.603	1.134	6.412	12%
16957	1.379	173	324	269	2.145	4%
total	26.557	17.222	7.345	4.116	55.240	100%
Média p/dia (Kg)	177	115	49	27	368	

3211 APARA PE BRANCO IMPRESSO
12566 APARA DE REFILE IMPRESSO CORTADEIRA
11389 APARA FRALDAS BRANCA - RECICLÁVEL
16957 APARA FRALDAS BRANCA - NÃO RECICLÁVEL

Figura 6 – Relação Volumes de Aparas por Máquina (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

Este indicador sintetiza que as máquinas Permaco e Jaguar são a origem da maior quantidade de aparas, sendo assim, são o ponto focal para sugerirmos ajustes e correções nos processos para garantir a redução deste impacto. De forma análoga, temos a Flexográfica 1 apresentando um grande desvio na etapa de impressão, indicando também um ponto de atenção para iniciarmos os ajustes.

Com a aplicação do Gráfico de Pareto nas ocorrências operacionais, identificou-se que Refiles e Sobra de Bobina são as principais causas que geram também um aumento no descarte dos filmes plásticos:

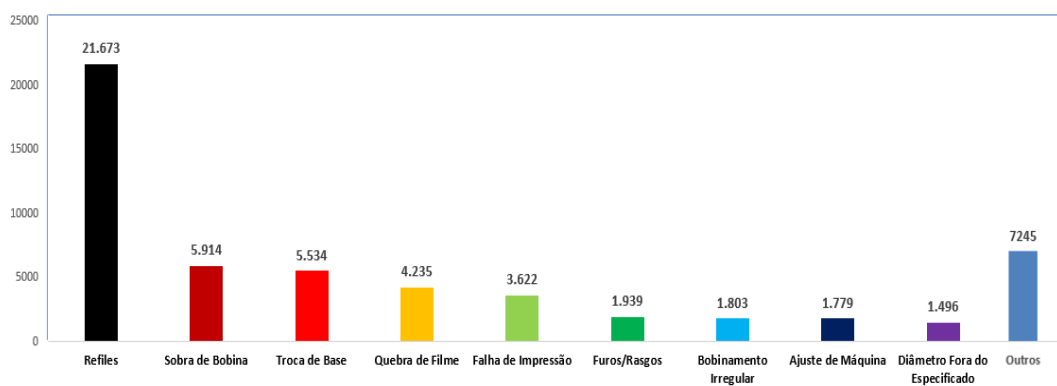


Figura 7 – Ocorrências Operacionais no 80/20 (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

Após o levantamento de todo o panorama operacional e produtivo, o próximo passo foi de projeção e estudo financeiro, de forma a se quantificar em dinheiro, o impacto das aparas na produção. Os custos foram distribuídos pelas quatro categorias de aparas, atrelando o volume produzido, lucro, custo de matéria prima, despesas operacionais e saldo final.

Valorização de Perdas para Aparas setor Impressão (R\$) Jan/21 à Mai/21

	Volume	Receita	M.P.	Despesas	Liquido
3211 APARA PE BRANCO IMPRESSO	24.873,20	R\$ 66.038,35	-R\$ 255.619,58	-R\$ 105.882,09	-R\$ 295.463,33
12566 APARA DE REFILE IMPRESSO CORTADEIRA	21.809,90	R\$ 57.905,28	-R\$ 224.138,33	-R\$ 92.842,01	-R\$ 259.075,06
16957 APARA FRALDAS BRANCA - NÃO RECICLÁVEL	2.144,60	R\$ 7.779,54	-R\$ 22.039,86	-R\$ 9.129,29	-R\$ 23.389,61
11389 APARA FRALDAS BRANCA - RECICLÁVEL	6.412,20	R\$ 23.260,26	-R\$ 65.897,59	-R\$ 27.295,93	-R\$ 69.933,26
TOTAL	55.239,90	R\$ 154.983,42	-R\$ 567.695,36	-R\$ 235.149,32	-R\$ 647.861,26

Figura 8 – Impacto Financeiro das Aparas (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

Etapa Medir do DMAIC

Identificou-se nessa parte do processo através das medições de Pareto vimos que tínhamos bastantes oportunidades para atuar, oportunidades essas que conseguimos enxergar através do Pareto conforme gráfico abaixo:

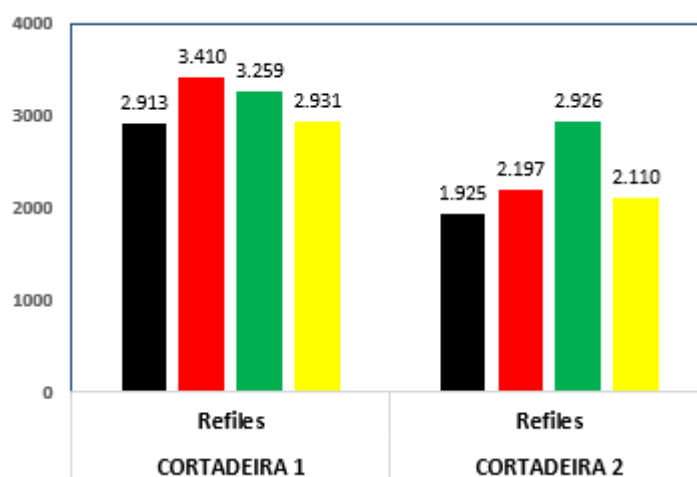


Figura 9 – Gráfico comparativo de aparas (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Diante desse cenário verificamos que temos uma perda significativa no Processo Atual conforme as análises abaixo do processo atual

Refile: Jan-Mai: 21.673 Kg

Média diária: 144,48 Kg

Valor monetário Jan-Mai: -R\$ 257.475,24

Refile estimado anual: 52.735,2 Kg

Valor monetário estimado anual: -R\$ 626.494,16

Diante disso foram realizadas medidas no processo produtivo para eliminar e ou reduzir essa perda e identificamos uma oportunidade através das medições conforme abaixo. Desta forma, foi identificada uma melhoria através do corte das laterais do produto reduzindo de 15mm para 10mm com uma projeção de 33% de redução gerando uma economia de R\$ 201.000,00 anual somente nesse Pareto. Após essa atuação e esse resultado, atuou-se também em paralelo no Pareto de sobra de bobina e foi identificado uma oportunidade nas linhas diante do cenário atual conforme gráfico abaixo:

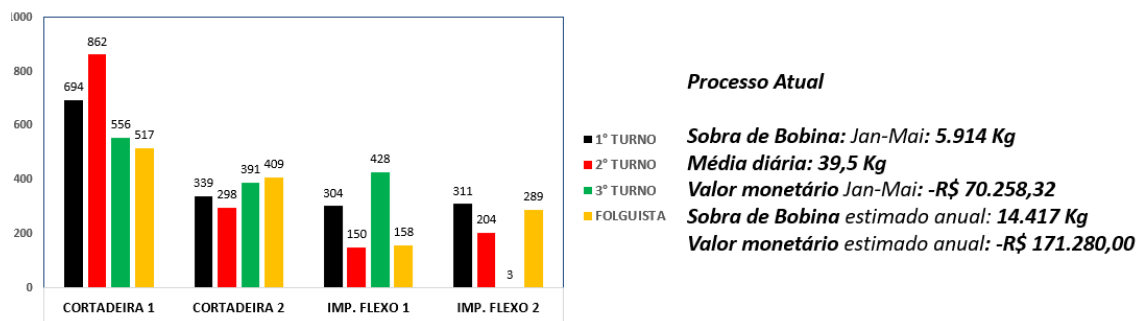


Figura 10 – Gráfico comparativo por equipamento (FONTE Caciari e Alves, 2021)

Algumas medições e análises foram realizadas conforme dados abaixo:

Atual: 1,7kg 3211

Plano de Ação: 0,5kg 11389



Figura 11 – Análise após algumas medições (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Plano para as Impressoras Flexográficas:

- Iniciar a fabricação sem imagem por 25 metros de filme.
- Finalizar a Base Impressa sem imagem por 25 metros de filme.

Plano para as Cortadeiras:

- Iniciar a fabricação ajustando o Corte na área branca com os 25 metros.
- Parada total da máquina somente quando a área sem imagem for visualizada, nos últimos 25 metros.

Foi apurado uma perda de 1,7 kg por troca de base sendo que cada base no processo produtivo são aproximadamente 40 minutos, com a ação foi possível zerar essa perda e transformando em perdas recicláveis de 500 gramas no processo gerando uma economia de 132 mil reais conforme análises abaixo:

Plano de Ação: Reduzir Volume e transformá-la em reciclável- 75%



Novo Processo

Sobra de Bobina: Jan-Mai: 1.478 Kg
Média diária: 9,8 Kg
Valor monetário Jan-Mai: -R\$ 16.110,00
Sobra de Bobina estimado anual: 3.577 Kg
Valor monetário estimado anual: -R\$ 38.989,30

ECONOMIA: R\$ 132.290,70

Figura 12 – Ação após medições (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Etapa Analisar do DMAIC

A necessidade de atuar nos motivos que representam 80% conforme os gráficos demonstrados, por tanto para sermos mais assertivos fizemos a análise de Ishikawa para identificar as causas prováveis e atacar as causas raízes dos motivos conforme as análises abaixo:

Identificar as causas potenciais de variação

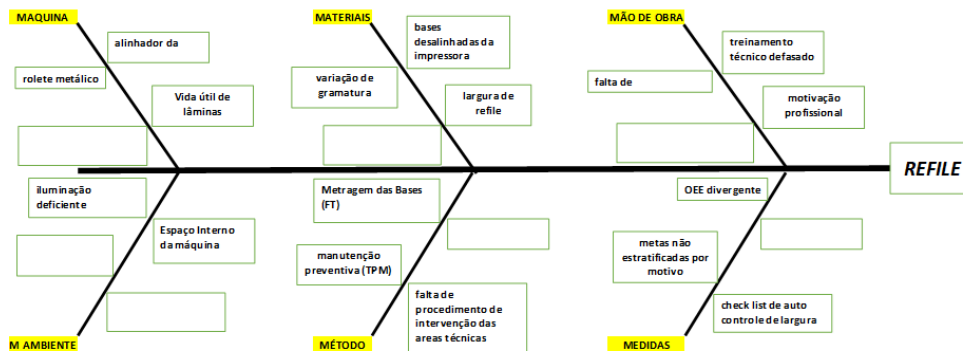


Figura 13 – Causas Prováveis: Refile (FONTE Caciani e Alves, 2021)

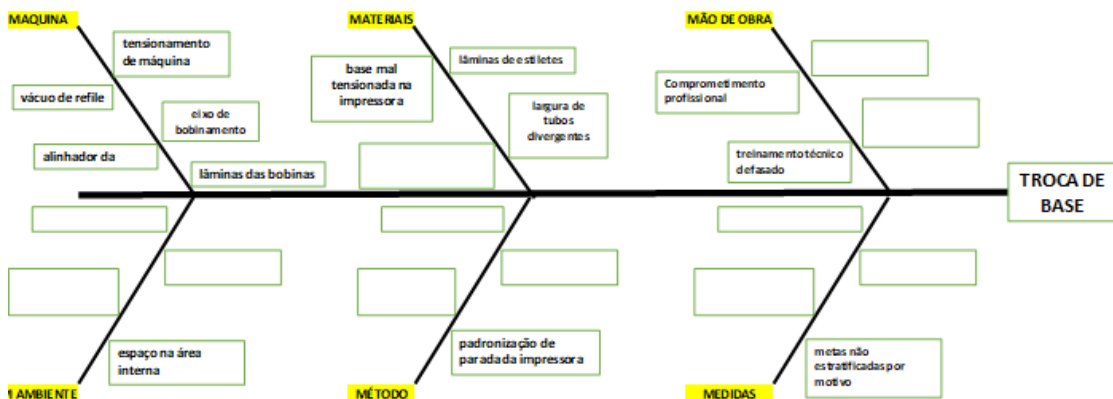


Figura 14 – Causas Prováveis: Troca de Base (FONTE Caciani e Alves, 2021)

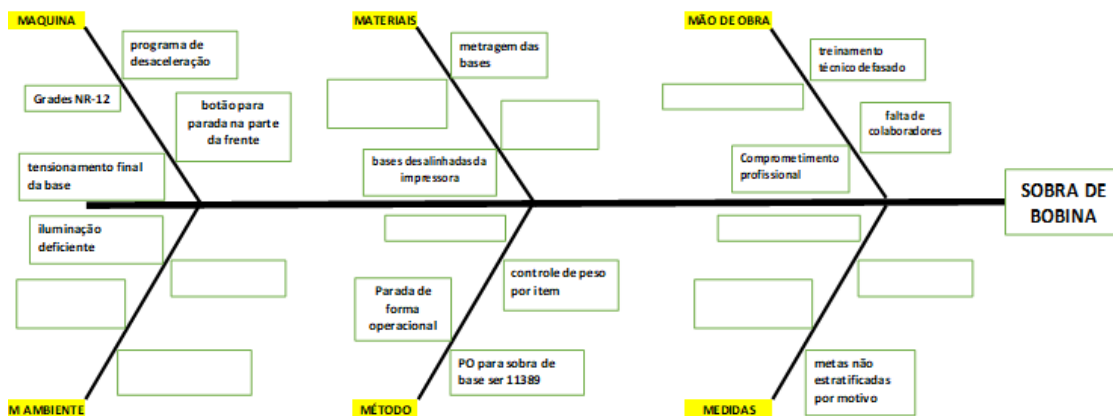


Figura 15 – Causas Prováveis: Sobra de bobina (FONTE Caciani e Alves, 2021)

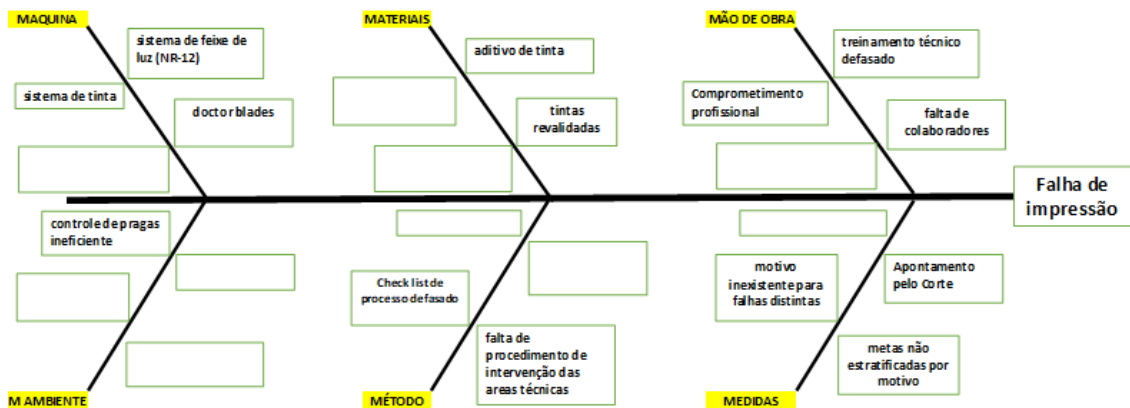


Figura 16 – Causas Prováveis: Falha de Impressão (FONTE Caciani e Alves, 2021)

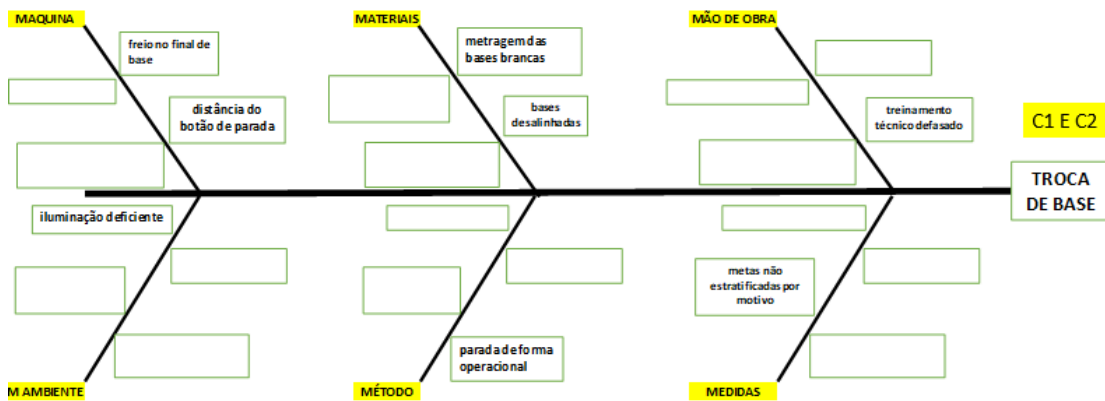


Figura 17 – Causas Prováveis: Troca de Base (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Com essas análises verificou-se oportunidades em todos os M's, Máquina, método, mão de obra, meio ambiente, medidas e materiais, oportunidades que a grande maioria não exige investimentos, isso ajuda a conseguir atuar com uma maior rapidez, apenas ajustando e padronizando algumas atividades de processo, operação e manutenção como apresentado no plano de ação 5W2H.

Etapa Melhorar do DMAIC

Uma vez aplicado a ferramenta 5W2H verificou-se as ações a serem monitoradas e concluídas conforme plano de ações abaixo:

5W2H	O que?	Por que?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto?
	What ?	Why ?	How?	Where?	Who?	When?	How Much?
Refiles	Reduzir largura de refil	Reduzir volume de avara	Diminuir 10mm da largura de refil	Cortadeira	Processos	25/jun/21	Sem Custo
			Reduzir 10mm da largura de base branca	Extrusora			
			Ajustes no alinhador de borda das Cortadeiras	Cortadeira	Manutenção	25/jun/21	
Sobra de Bobina	Retirar motivo como item 3211	Reduzir custo neste motivo	Procedimento para movimentação de base	Setor Impressão	Processos	25/jun/21	Sem Custo
			Procedimento para parar Flexográfica sem imagem	Flexográficas	Processos	25/jun/21	Sem Custo
	Diminuir metragem excedente	Reduzir quantidade gerada	Automatizar paradas de máquinas	Setor Impressão	Manutenção	01/Nov/21	R\$ 4 mil
			Código de produto de base distintos para cada cortadeira	Extrusoras	Inovação		Sem Custo
		FT de bases para Impressão serem montadas com prioridade de Diâmetro da base	Extrusoras	Inovação			Sem Custo

Figura 18 – 5w2h Refiles e Sobra de Bobina (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Ações com responsáveis e data para conclusões das ações para que o resultado alcançasse objetivo do caso do negócio.

5W2H	O que?	Por que?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto?	
	What?	Why?	How?	Where?	Who?	When?	How Much?	
Troca de Base	Ajuste em metragem sem imagem	Reduzir custo neste motivo	Procedimento para parar Flexográfica sem imagem	Flexográficas	Processos	25/jun/21	Sem Custo	
			Procedimento para aspectos visuais da base ser por imagem					
	Procedimentar troca de base	Reduzir Volume gerado	Escala para troca de lâminas no corte de bobinas	Cortadeiras	Manutenção	Processos	25/jun/21	Sem Custo
			Configuração fotográfica para visualização de imagem					
Automatizar troca de base	Reduzir metragem excedente por paradas operacionais		Procedimento para parada de Cortadeira na área sem imagem	Cortadeiras	Manutenção	01/Nov/21	10 mil	
			Botão de troca de base com rampa de desaceleração					
			Anel bipartido para alinhamento de tubos de bobina		Manutenção			
Quebra de Filme	Decorrência de diversos fatores	Gravidade severa quando ocorre	Automatizar paradas de troca de base	Cortadeiras	Flexográfica	Manutenção	01/Nov/21	5 mil
			Automatizar retirada e entrada de imagem nas bases impressas	Impressoras		Processos	25/jun/21	Sem Custo
			Vide ação em furo	Extrusoras	Manutenção	01/Nov/21	5 mil	
			Cód para invasão da proteção NR12	Flexográfica	Manutenção	01/Nov/21	7 mil	
			Troca da cortina de luz por grade elevatória ou de abertura lateral		Inovação	01/jul/21	Sem Custo	
			Check list para partida de máquina	Cortadeiras	Processos	01/ago/21	Sem Custo	
			Procedimento para primeira base extrusada em ajustes de equipamentos do setor					

Figura 19 – 5w2h: Troca de Base e Quebra de Filme (FONTE Caciani e Alves, 2021)

5W2H	O que?	Por que?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto?
	What?	Why?	How?	Where?	Who?	When?	How Much?
Falha de Impressão	Separar causas distintas	Rastreabilidade de dados	Cód para invasão da proteção NR12	Flexográficas	Processo	25/jun/21	Sem Custo
			Troca da cortina de luz por grade elevatória ou de abertura lateral				
	Trabalho preventivo de falhas	Redução do volume gerado	Identificar visualmente doctor blade	Cliceria	Processo	01/Nov/21	Em Cotação
			Escala de processo para troca de bomba de tinta e filtros				
Bobinamento Irregular	Atualização de sistema de tensionamento da Flexográfica	Ocorrências de maior volume em atuações do processo	Misturador de tinta para homogeneização do fixador	Cortadeira	Processo	25/jun./21	Sem Custo
			Cortadeira não ter apontamento deste motivo				
	Sistema de alinhamento de borda	Reduzir custo neste motivo	Célula de carga para controle do tensionamento no bobina mento	Mega	Manutenção	01/dez/21	Em cotação
			Procidimentar etapas através de check list de start de máquina		Inovação	25/jun./21	Sem Custo
			Troca do modelo de alinhador de borda eletrônica para Impressoras	Flexográficas	Manutenção	01/Nov/21	Em Cotação
		Célula de carga para controle de tensionamento do filme		Manutenção	01/Nov/21		
		Utilizar bases brancas para teste em alterações de parâmetros	Setor Impressão	Operação	25/jun/21	Sem Custo	
		Procedimento para primeira base extrusada em ajustes de equipamentos do setor	Processo	Processo	25/jun./21		

Figura 20 – 5w2h: Falha de Impressão (FONTE Caciani e Alves, 2021)

5W2H	O que?	Por que?	Como?	Onde?	Quem?	Quando?	Quanto?
	What?	Why?	How?	Where?	Who?	When?	How Much?
Ajuste de Máquina	Procedimento para atuações	Reduzir custos neste motivo	Procedimento para intervenções com mudança ou teste de parâmetros ser utilizado base branca	Gestão	Processo	25/jun/21	
		Procedimentar operação	Procedimentar etapas através de check list de start de máquina	Processo	Inovação	25/jun/21	Sem Custo
			Procedimento para primeira base extrusada em ajustes de equipamentos do setor	Gestão	Manutenção	01/Nov/21	
Diâmetro Fora do Especificado	Erradicação desta tendência no setor	Diâmetro fora do especificado e sobra de bobina são motivos da mesma causa raiz	Código de produto de base distintos para cada cortadeira		Inovação		
			FT de bases para Impressão serem montadas somente com o Diâmetro da base		Inovação		
		Derivados e representam maior oportunidade do setor	Procedimento para start do setor de impressão (teste de diâmetro no corte)	Processo		25/jun/21	Sem Custo
			Procedimento para primeira base extrusada em ajustes de equipamentos do setor		Processo		
	Check de start para máquinas Cortadeiras		Processo				

Figura 21 – 5w2h: Ajuste de Máquina e Diâmetro Fora do Especificado (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Os resultados de atuar nos 58% dos 80/20 obteve um retorno de R\$ 75 mil mensais, aproximadamente R\$ 900 mil /ano conforme tabela abaixo.

	Volume	Receita	M.P.	Despesas	Liquido
Jan 21 à Maio 21	55.239,90	R\$ 154.983,42	-R\$ 567.695,36	-R\$ 235.149,32	-R\$ 647.861,26
Média Mensal	11.047,98	R\$ 30.996,68	-R\$ 113.539,07	-R\$ 47.029,86	-R\$ 129.572,25
Média Anual	132.575,76	R\$ 371.960,16	-R\$ 1.362.468,84	-R\$ 564.358,32	-R\$ 1.554.867,00
Plano de ação -58%	55.681,82	R\$ 156.223,27	-R\$ 572.236,91	-R\$ 237.030,49	-R\$ 653.044,14
REDUÇÃO ANUAL	76.893,94	R\$ 215.736,89	-R\$ 790.231,93	-R\$ 327.327,83	-R\$ 901.822,86

Projeção econômica R\$ **75.151,91** aomês

Figura 22 – Impacto Financeiro R\$ (FONTE Caciani e Alves, 2021)

Uma vez alcançado o resultado, há necessidade de travar o processo para não acontecer desvios e também é sabido que há oportunidades para melhorar ainda mais, uma melhoria contínua sempre, nesse caso a implementação da ferramenta CEP, no passo Controlar do método DMAIC.

Etapa Controlar do DMAIC

Uma vez aplicada a ferramenta de controle estatístico de processo nas linhas de produção para controlar o processo garante um produto de qualidade livre de qualquer desvio fora da especificação do produto.

Com amostras frequentes dentro das características e atributos do produto variando a frequência conforme seu grau de criticidade. Abaixo uma carta de controle estatístico do processo produtivo.



Figura 23 – Carta de Controle do sistema (FONTE: Caciani e Alves, 2021)

Controle que ajuda a monitorar e corrigir os desvios rapidamente trazendo para dentro dos limites especificado e não impactar nos resultados obtidos.

Resultados e Discussão

Durante o trabalho obtivemos resultados significativos em todos os pilares da empresa, verificamos que todos os pilares atuaram no mesmo objetivo (Figura14 – Causas Prováveis: Troca de Base), ficou claro para todos os integrantes do grupo de trabalho que todas as atividades planejadas e realizadas (Figura 18 – 5w2h Refiles e Sobra de Bobina) no decorrer foram fatores para tomadas de decisões tanto na elaboração do plano de ação quanto como iríamos atuar para alcançarmos o objetivo da situação inicial.

Conclusões

A aplicação do DMAIC e de ferramentas complementares da metodologia Lean, propiciaram um claro e objetivo entendimento sobre o impacto que a alta demanda, reflexo do aumento do consumo, teve no processo produtivo dos insumos utilizados na fabricação de produtos de higiene pessoal descartáveis. A atuação na correção dos desvios evidenciados pelo estudo, viabilizou uma redução significativa dos rejeitos produzidos a partir do processo de recorte do filme, gerando um reflexo positivo ao meio ambiente com a redução de 58% do volume de material descartado e financeiramente, tivemos uma economia de R\$ 75.151,91/mês provenientes da reciclagem das aparas, melhor gestão de mão de obra e otimização das máquinas que compõem o processo.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade São Francisco que nos proporcionou a chance de expandir os nossos horizontes através de um ambiente de ensino criativo e acolhedor, ao longo da nossa graduação. Agradecemos também aos excepcionais professores e em especial, nossa orientadora, a Profa. Ms. Candida Maria Costa Baptista, por seu apoio e por sua excelente didática.

Referências Bibliográficas

- BEZERRA, F. **Diagrama de Ishikawa**: princípio da causa e efeito. Disponível em: <http://www.portal-adminitração.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito>. Acesso em: 16 nov. 2021
- COUTINHO, Thiago. **Diagrama de Pareto**. 2018. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-pareto>. Acesso em: 11 set. 2021.
- DONATO, Lillian. **Six Sigma**: tudo o que você precisa saber!. 2020. Disponível em: <https://blog.aevo.com.br/six-sigma/>. Acesso em: 20 out. 2021.
- ENGETREF. **Diagrama de Ishikawa**. Nov. 2017. Disponível em: <https://www.engetref.com.br/diagrama-de-ishikawa/> Acesso em 16 nov. 2021
- FREITAS, Eduardo de. **Modalidades de produção industrial**.2019. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/modalidades-producao-industrial.htm>. Acesso em 30 de agosto de 2021.
- MINETTO, Bianca. **O Que é DMAIC?**.2018. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic/>. Acesso em: 19 out. 2021.
- MINDMINERS. **Monitoramento Covid-19: 1ª onda**. 2020. Disponível em: <https://mindminers.com/blog/monitoramento-covid-19-primeira-onda/>. Acesso em: 10 set. 2021.
- PEZZOTTI, Renato. **Estudo aponta tendências do "novo consumo" em tempos de coronavírus**. 2020. Disponível em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2020/03/20/estudo-aponta-tendencias-do-novo-consumo-em-tempos-de-coronavirus.htm>. Acesso em: 10 set. 2021.
- PINTO, C. V. **Organização e Gestão da Manutenção**. 2. ed. Lisboa: Edições Monitor, 2002. <https://www.profissionaldesucesso.com.br/lei-de-pareto/> Acesso em 10 nov. 2021
- SILVA, Daniel Neves; SOUSA, Rafaela. **Revolução Industrial**. 2019. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/historiageral/revolucao-industrial-2.htm>. Acesso em: 30 ago. 2021.
- YEN-TSANG, Chen; CSILLAG, João Mário; CATTINI JUNIOR, Orlando. **Melhoria Contínua**: conceitos, vertentes e tendências. Conceitos, Vertentes e Tendências. 2010. XXXIV Encontro da ANPAD. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/gol1817.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2021.