

# APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DMAIC: UM ESTUDO DE CASO EM LINHA DE PRODUÇÃO DE EMBALAGENS METÁLICAS

**Fernando de Araújo**

fernandoaraujo@ufu.br

**Fernando Lourenço de Souza**

fernandosouza@ufu.br

**Jessica Caldeira**

jessica\_caldeira@hotmail.com

**Mônica Moraes Lima**

monicaml0406@gmail.com



*O presente trabalho visa demonstrar através do estudo de caso a importância do uso de métodos estruturados, capazes de analisar o problema, gerenciar as informações necessárias para resolvê-lo e controlar os resultados, para garantir a sua conformidade com a meta estipulada. Paradas não planejadas é uma das perdas mais representativas para linhas de produção, pois além da perda com equipamento parado, associa-se a paradas não planejadas, troca de componentes, uso de mão de obra técnica e desperdício de mão de obra operacional aguardando para atuar na linha. Com objetivo de analisar detalhadamente este indicador e reduzir as perdas do processo, foi realizada, por meio de pesquisa bibliográfica e aplicação de técnicas de problem solving, um projeto em uma empresa de grande porte de embalagens metálicas, no período de setembro de 2014 a janeiro de 2015. Para auxiliar na análise e resolução do problema optou-se pela metodologia DMAIC, evolução do método Six Sigma que busca abranger todo problema dentro de 5 etapas fundamentais. Foram utilizadas também ferramentas estatísticas e de qualidade tais como Gráfico de Tendência, Estratificação, Matriz de Priorização, Diagrama de Causa e Efeito, Diagrama de Pareto, Folha de Verificação, Histograma e Fluxograma, análise de 5 Por quês, 5WIH. Os resultados obtidos neste trabalho foram significativos na redução das paradas tendo impacto direto na redução de custos na ordem de R\$ 138,864,00/ano e também na qualificação da mão de obra operacional envolvida.*

*Palavras-chave: Técnicas de Problem Solving, Paradas não Planejadas, six sigma, DMAIC, QUALIDADE*

## 1. Introdução

Entender o impacto de paradas não planejadas em um processo é de fundamental importância para área de Engenharia de Produção. O Engenheiro com formação nessa área tem o papel de fazer gestão dos processos avaliando as variáveis que podem influenciar na obtenção dos resultados estipulados pelas empresas. Nos dias atuais, é fundamental para sobrevivência de qualquer organização, trabalhar com a simplificação de seus processos reduzindo possíveis perdas e desperdícios que sejam passadas ao consumidor final em forma de custo do produto. Por este motivo, operar com linhas de produção mais eficientes tem sido o objetivo principal de grandes e pequenas companhias.

Paradas de máquinas ocorridas de maneira não programada, na maioria dos casos, significam perdas significativas perante a concorrência. Em situações como esta, é comum existir conflitos entre a quantidade de problemas e quantidade de pessoas para resolvê-los, conseqüentemente, temos um processo de soluções rápidas, muitas vezes com análises superficiais que visam atacar o efeito e não a causa dos problemas, na grande maioria dos casos, gerando custo de reparos e retrabalhos. A abordagem de resolução de problemas a curto prazo, ainda é predominantemente escolhida para resolução de problemas.

Neste cenário diversas estratégias são desenvolvidas pelas empresas em busca da adequação do sistema de produção a realidade do mercado atual, como a metodologia Seis Sigma apresentada por Dias (2011). Para ele trata-se de um método com grande foco na melhoria contínua, constituindo a evolução da gestão da qualidade, conduzindo a organização por várias iniciativas a fim de melhorar os níveis de eficiência e eficácia das atividades. Para Schroeder *et al.* (2007) o seis sigmas é definido como “uma meso-estrutura paralela, organizada para reduzir a variação de processos utilizando-se de especialistas em melhoria, um método estruturado e métricas de desempenho com a meta de atingir objetivos estratégicos”.

Terner (2008), resalta que o mercado já não tem mais espaço para ineficiência, para ele a concorrência já ultrapassa o critério de preço, o foco agora está voltado para o valor ligado a padrões de qualidade, eficácia dos serviços e preço justo. Para melhorar a eficiência de seus equipamentos, diversas empresas trabalham com metodologias de resolução de problemas, entre eles, o Six Sigma tem sido utilizado com grande representatividade. A implementação deste método pode ser feita através da aplicação de diversas ferramentas, de modo geral,

dentro de um modelo mundialmente conhecido como DMAIC (*do inglês, Define, Measure, Analyse, Improve and Control*).

Neste contexto, é de grande valia incentivar o estudo e desenvolvimento de projetos que utilizam metodologias e ferramentas de análise de problemas, para que elas forneçam dados e estruturam o processo de tomada de decisão por um caminho assertivo e sustentável para empresa. Portanto o presente trabalho visa demonstrar através do estudo de caso a importância do uso de métodos estruturados, capazes de analisar o problema, gerenciar as informações necessárias para resolvê-lo e controlar os resultados, para garantir a sua conformidade com a meta estipulada.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Six Sigma

O método Six Sigmas teve origem na Motorola em 1987 com foco na redução de perdas de qualidade dos produtos e retorno na lucratividade. Segundo Werkema (2004), o conceito do Six Sigmas é medir o desempenho da linha atual calculando quantos sigmas existem até que ocorra a insatisfação de um cliente, ou seja, que um defeito é identificado pelo cliente. Um processo será considerado Six Sigmas quando não gerar mais de 3,4 dpmo (defeitos por milhão de oportunidades).

Trazendo este conceito para o cenário em estudo, o Six Sigma analisa a possibilidade ou a ocorrência de paradas imprevistas no processo, e ele só será considerado Six Sigma quando atingir 3,4 dpmo. Neste caso, os defeitos são representados pelas paradas imprevistas.

Corrêa e Corrêa (2009) explicam que essa variabilidade está relacionada aos resultados gerados pelos processos, e que alto índice dessa variabilidade está ligado a má qualidade, altos custos e insatisfação do cliente.

O método Six Sigma é uma referência devido ao uso de ferramentas estatísticas e a letra sigma representa o desvio padrão de uma distribuição normal de dados. É um método extremamente quantitativo, que busca a redução numérica da variabilidade do processo, chegando o nível de defeitos próximo de zero.

### 2.1 DMAIC

Atualmente o método mais utilizado para auxiliar o desenvolvimento do seis sigmas é o DMAIC, escolhido por Cleto (2011) para conduzir a gestão de projetos em uma empresa automobilística, uma vez que para ele esse método possibilita a organização apropriada de implementação, desenvolvimento e conclusão da maior parte dos projetos Seis Sigma.

DMAIC é popularmente conhecido como evolução do programa Six Sigma devido sua abordagem focada em melhorias de processos. Para Schroeder (2007), os estágios da metodologia DMAIC identificam os desvios e definem oportunidades para melhorias através dos dados coletados e analisados.

Os passos do DMAIC são definidos da seguinte forma:

- Definir (Define): se refere ao escopo preciso do projeto e os requisitos para sua resolução. Tem como objetivo estabelecer um desenho detalhado do processo com seus pontos críticos e relevantes para o problema. As ferramentas geralmente utilizadas nesta etapa são *brainstorming*, histograma e fluxograma para auxiliar na identificação dos riscos, comportamento e percepção operacional do problema.
- Medir (Measure): tem como objetivo determinar, de forma quantitativa, as variáveis associadas ao problema. Nesta etapa é feita uma coleta mais detalhada dos dados do problema e estratifica-los é preciso para entender como ocorrem. Para auxiliar nas atividades, podem ser utilizadas ferramentas como Folha de Verificação para coleta de dados e gráfico de Pareto para estratificação. No caso de problemas mais complexos, podem ser utilizadas outras ferramentas estatísticas, através do software Minitab.
- Analisar (Analyse): consiste na identificação das causas potenciais dos problemas que estão impactando no processo. Nesta etapa, auxiliam na análise dos dados, ferramentas como Diagrama de Ishikawa e análise de 5 Por Quês.
- Implementar (Improve): consiste na implementação das melhorias identificadas para solucionar a causa dos problemas. Nem todas as melhorias e ideias propostas podem ou devem ser implementadas. Para priorizar as ações a matriz Impacto x Esforço é comumente utilizada.
- Controlar (Control): Acompanhar as ações implementadas e padroniza-las de forma que a meta seja atingida e os resultados se tornem sustentáveis. Nesta etapa são utilizados gráficos sequenciais para evidenciar a melhoria nos resultados do processo. Além disso, podem ser criados padrões, instruções e diagramas de trabalho padronizado, eliminação de ajustes, controles visuais, treinamentos técnicos e

operacionais, para que, independente de mudanças na mão de obra, os resultados persistam.

O DMAIC, se divide basicamente em 4 níveis, podendo ser aplicados de acordo com a complexidade e abrangência do problema. Os 4 níveis são:

- *White Belt*: Problemas de baixa complexidade, podendo ser analisado com ferramentas de estatística básica. Desenvolvido por operadores do processo com supervisão das equipes de melhoria contínua.
- *Yellow Belt*: Problemas de média complexidade, desenvolvido por orientadores ou supervisores de processo.
- *Green Belt*: Problemas de média/alta complexidade, em que as análises são realizadas utilizando ferramentas estatísticas complexas e softwares como Minitab. Neste nível são realizadas análises estatísticas mais detalhas. Desenvolvido por supervisores e analistas de produção.
- *Black Belt*: Problemas de alta complexidade. O foco deste nível está no desenvolvimento de diversos de baixa e média complexidade que possuem objetivos em comum. Desenvolvido por gestores de área.

O uso da metodologia DMAIC para muitos estudiosos no tema e consultores, é uma abordagem que possibilita o alcance de objetivos de forma estruturada e economicamente viável para as companhias. Podemos citar o uso deste método com resultados bem sucedidos na GE (*General Electric*), Motorola, com foco na qualificação de pessoas, segurança de dados, qualidade de processos para redução do número de defeitos nos produtos, entre outros.

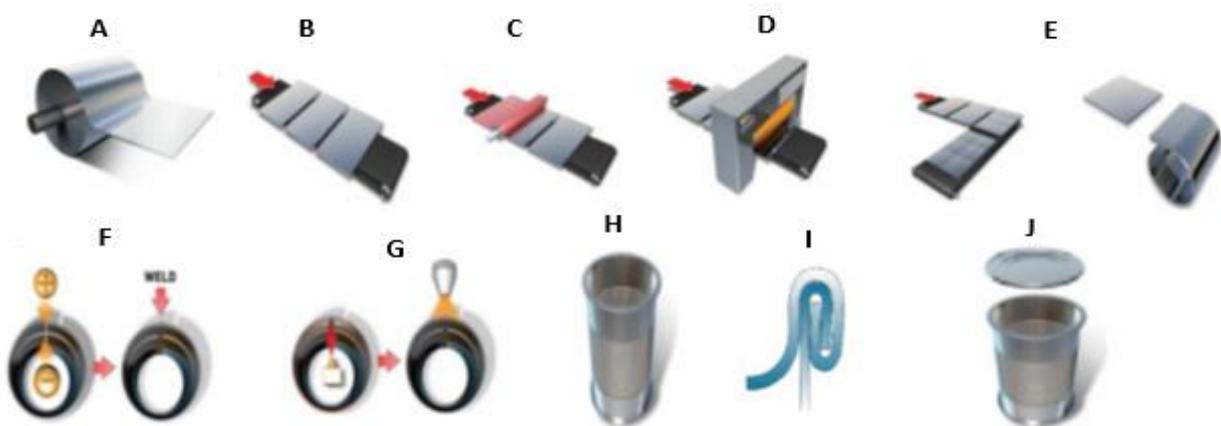
### 3. Aplicação do Método

A metodologia DMAIC Six Sigma já era utilizada pela empresa em estudo a muitos anos com resultados significativos para os processos. No processo em questão, paradas não planejadas estavam impactando não somente no indicador de controle, mas também no atingimento de produção da unidade e conseqüente na falta de produtos terminados ao consumidor.

O processo de fabricação de latas, apesar de simples, possuem certos detalhes, que se não observados com cautela podem acarretar em problemas ainda maiores. As variáveis que impactam em um processo de fabricação de embalagens vão desde a qualidade da folha de alumínio revestida até a qualificação técnica-operacional sobre como operar os equipamentos. De acordo com Abeaço (2016), para fabricação de embalagem metálica, é necessário

conhecimento sobre soldagem e conformação de metal. A Figura 1 ilustra uma síntese sobre as etapas de fabricação de embalagens metálicas:

Figura 1 - Etapas de fabricação de embalagens metálicas



Fonte: Adaptado Abeaço (2016).

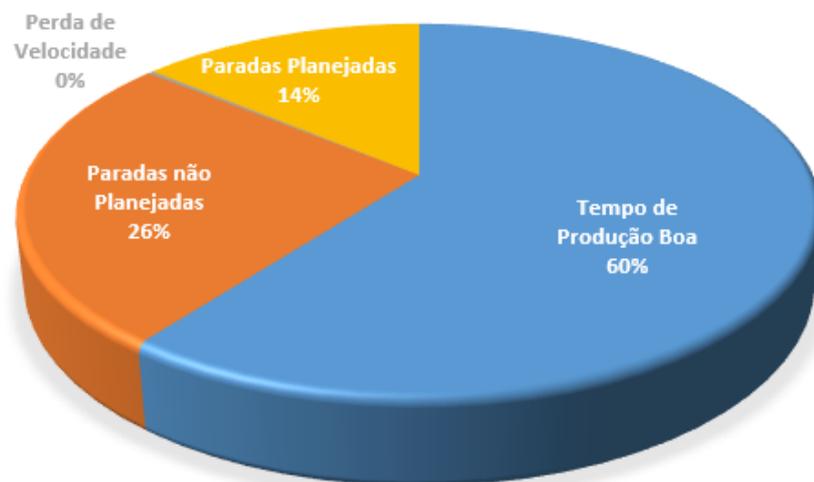
- A. Corte da folha em 915mm x 886mm;
- B. Envernizamento ou litografia (Não aplicado a este estudo);
- C. Secagem (Não aplicado a este estudo);
- D. Cortes dos blanks (Pequenas folhas retangulares) em 312mm x 126mm;
- E. Formação dos corpos (Calandras);
- F. Soldagem dos corpos por resistência elétrica com eletrodos de cobre;
- G. Verniz Sie Stripe (Não aplicado a este estudo);
- H. Conformação (Borda e Friso);
- I. Recravação do fundo ou tampa;
- J. Lata Semi Fabricada.

As embalagens deste estudo são compostas de três peças, sendo elas, fundo metálico 99mm revestidos de estanho com vedante 0,17mm 2,0g/m<sup>2</sup> (revestimento externo) e 5,6g/m<sup>2</sup> (revestimento interno), corpo de aço revestido de estanho em ambas faces (2,8 – 11,2g/m<sup>3</sup>) e com espessura entre 0,15 a 0,40 mm e tampa metálica peel off com especificações de vedante iguais aos fundos. A linha de produção de embalagens opera por 23h/dia por cerca de 340 dias

ao ano. O tempo de setup e manutenção preventiva é de 1h/dia e 15 dias consecutivos no período de entre safra do produto a ser envasado.

O programa de produção é calculado e planejado conforme a disponibilidade da linha citada acima, portanto, qualquer imprevisto, seja ele relacionado a máquina, método, material ou mão de obra, compromete as entregas da unidade. Fazendo uma análise inicial do problema, em determinado mês, foi identificado que mais de 25% do tempo disponível para produção estava ocupado por paradas imprevistas conforme é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Distribuição de paradas não planejadas na linha de produção de embalagens



Fonte: Autoria Própria

Nestas circunstâncias, optou-se pela realização de um projeto DMAIC – *White Belt* para análise do problema devido a simplicidade nas ferramentas utilizadas e os resultados significativos obtidos em outras linhas com a aplicação do método.

### 3.1 Definir

As paradas imprevistas influenciam diretamente na eficiência do processo e no custo gerado pelas perdas. Essas perdas podem ser facilmente calculadas por meio do tempo de produção desperdiçado e também pela matéria prima perdida nas interrupções do processo, chamados no processo em estudo por “enroscamentos”. Perdas de mão obra também podem ser calculadas se considerada a hora/homem paga sem produzir produto bom.

De acordo com a Figura 2, as paradas imprevistas representam 25,6% das paradas imprevistas da linha. Em um dia de produção, este percentual representa cerca de 5,6 horas perdidas. Considerando apenas a perda de máquina, em que a mesma não está em funcionamento conforme o programado, durante um mês a unidade tem uma perda de, aproximadamente, R\$ 184.000. Valor calculado com base na taxa/máquina de R\$1.100,00/h. A equipe disponível e empenhada para resolução deste problema foi composta por um estagiário de excelência operacional como líder, operadores, técnicos e supervisores com a orientação do líder de melhoria contínua da unidade.

O escopo do projeto se limitou a estudar quatro grupos de paradas imprevistas: pequenas paradas (paradas menores que 10 minutos de duração), espera de processo, quebras e falhas de processo. Como pequenas paradas demonstrou maior representatividade nos dados, o escopo do projeto estreitou para o estudo apenas deste grupo. As pequenas paradas, no caso estudado, são classificadas em subcategorias, conforme representadas na Figura 3.

Figura 3 - Estratificação de pequenas paradas



Fonte: Autoria Própria

Para avaliação do problema foram coletados dados do sistema SAP de apontamento de paradas, no período de setembro de 2014 a janeiro de 2015. Os dados foram sequenciados através de um histograma. Os valores se referem ao % de Paradas não Planejadas, calculado através da equação 1:

$$\% \text{ PNP} = \frac{\text{Total de horas de Paradas não Planejadas}}{\text{Tempo total disponível} - \text{Paradas Planejadas}} \times 100$$



Como os dados coletados não demonstraram confiabilidade, devido ao apontamento ser feito pelos próprios operadores onde o problema ocorria e foi verificado também alta variabilidade nos dados, optou-se pelo uso da folha de verificação. Dados não confiáveis dificultam a tomada de decisão, ficando suscetível a falhas e retrabalhos. Durante determinado período, fez a coleta de dados manual das paradas ocorridas na linha. A Tabela 1 apresenta um modelo da folha de verificação utilizada.

Tabela 1 - Modelo da Folha de Verificação

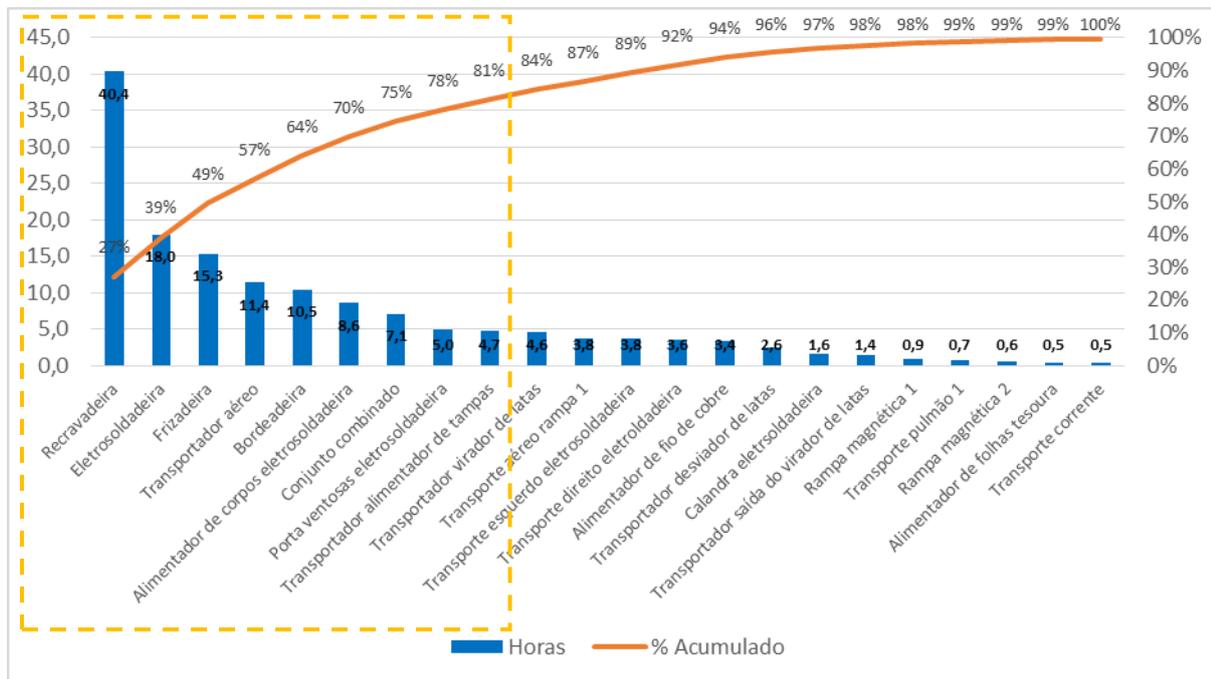
O que medir?	Onde medir?	Quando medir?	Como coletar?	Porque coletar?	Responsável pela coleta?

Fonte: Autoria Própria

Com dados confiáveis em mãos, o próximo passo foi estratificá-los. A estratificação é o agrupamento dos dados em diferentes fatores, como turno, máquina, tipo de parada, lote, material. O objetivo principal da estratificação é identificar os problemas potenciais ou prioritários. Basicamente foram realizadas dois tipos de estratificação dos dados: a primeira foi a estratificação por máquina e, para as máquinas mais representativas, foi feita a estratificação por tipo de parada ou ocorrência.

As estratificações foram feitas utilizando o Gráfico de Pareto e o princípio 80/20, em que, 80% dos problemas provém de 20% das causas. Dessa forma, tanto para a estratificação por máquina, quanto na estratificação por tipo de parada ou ocorrência, trabalhou-se com 80% dos problemas potenciais, ou seja, estudou-se 80% das máquinas estratificadas e 80% das causas de cada máquina potencial. A Figura 6 apresenta o gráfico de Pareto da estratificação do problema por máquina.

Figura 6 - Pareto da estratificação do problema por máquina



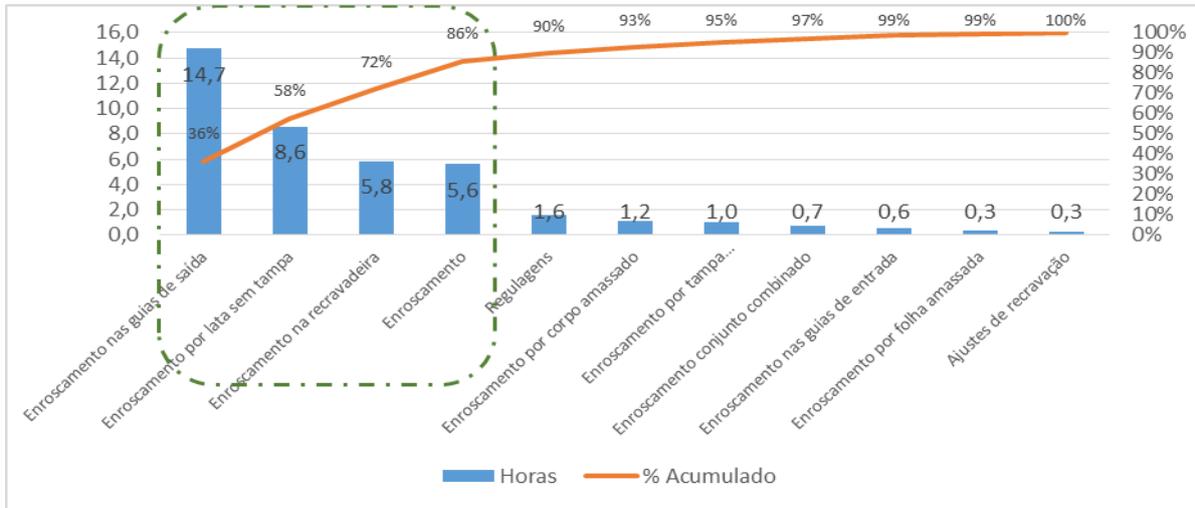
Fonte: Autoria Própria

Na Figura 6 é possível perceber que as máquinas que mais impactaram no período, seguindo o conceito 80/20, foram: recravadeira, eletrosoldadeira, frisadeira, transporte aéreo, bordeadeira, alimentador de corpos eletrosoldadeira, conjunto combinado, porta ventosas e transporte alimentador de tampas.

Todas as máquinas identificadas, basicamente se resumem a 2 máquinas do processo, eletrosoldadeira (eletrosoldadeira e alimentador de corpos) e conjunto combinado (recravadeira, frisadeira, bordeadeira e alimentador de tampas). A máquina porta ventosa foi desconsiderada pois é um apontamento errado.

Calculando a perda estimada por essas máquinas prioritárias, elas somam em horas 111,2 horas durante o período analisado. Essas horas, em valor monetário representam aproximadamente R\$122.320,00, considerando apenas a perda de máquina. Estratificando os problemas das máquinas prioritárias por tipo de parada, temos a Estratificação do problema na máquina recravadeira, conforme apresenta a Figura 7.

Figura 7 - Estratificação do problema na máquina recravadeira



Fonte: Autoria Própria

Na máquina recravadeira, no período analisado, as paradas imprevistas somam 29,1 horas. Sendo os problemas potenciais, enroscamentos na guia de saída e enroscamentos por lata sem tampa. Apontamentos genéricos dificultam o foco no problema. Na Figura 8 é ilustrado a Estratificação do problema na máquina eletrosoldadeira.

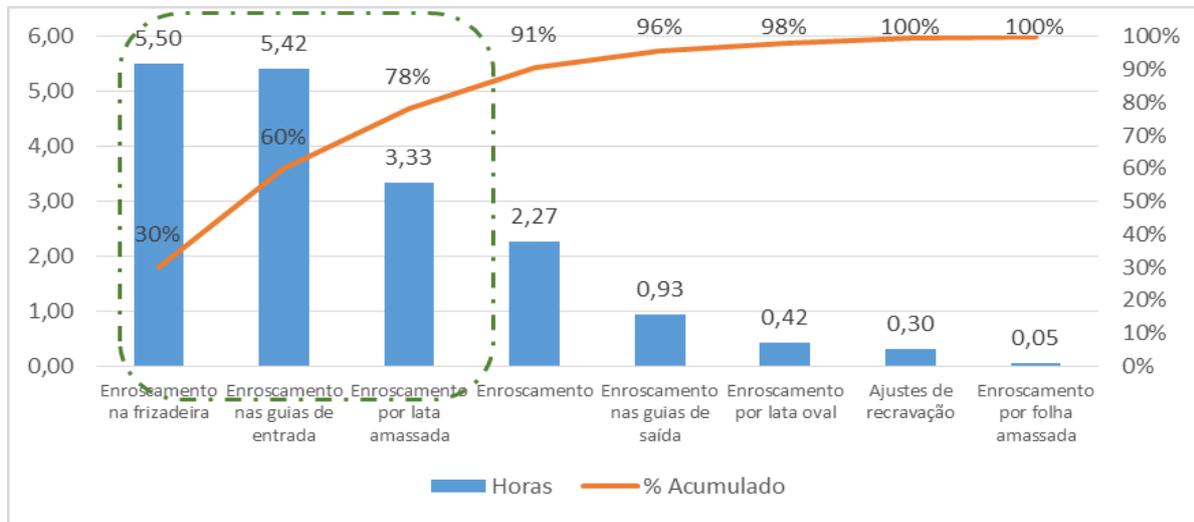
Figura 8 - Estratificação do problema na máquina eletrosoldadeira



Fonte: Autoria Própria

Na máquina eletrosoldadeira, as paradas ocorridas no período analisado, somam 24,4 horas e os principais problemas são troca de fio de cobre, enroscamento por folha amassada, *reset* e regulagens. Na Figura 9 é apresentada a Estratificação do problema na frisadeira.

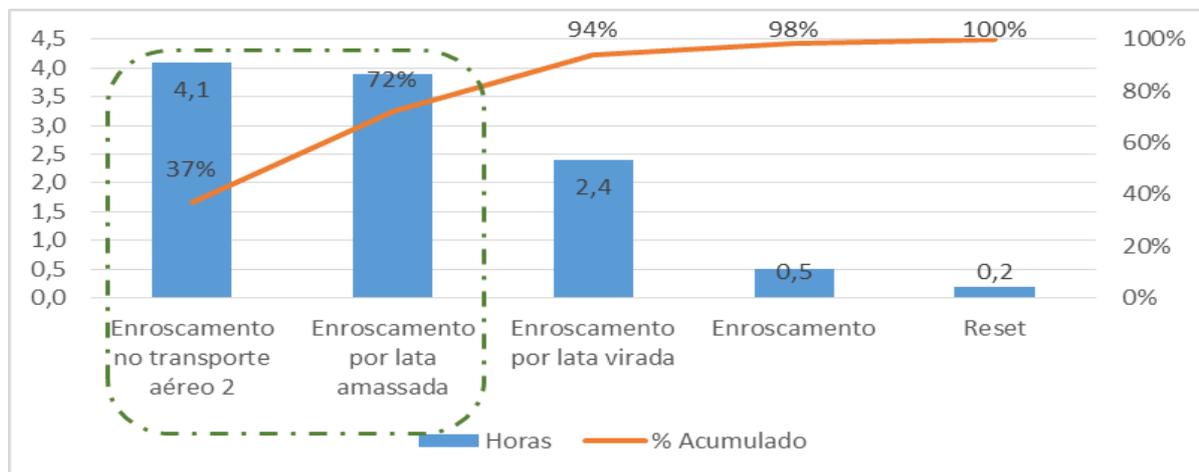
Figura 9 - Estratificação do problema na frisadeira



Fonte: Autoria Própria

Na máquina frisadeira, os problemas ocorridos no período somam 14,25 horas e as principais ocorrências são enroscamentos na guia de entrada e enroscamentos por lata amassada. Na Figura 10 é demonstrado a estratificação do problema no transporte aéreo.

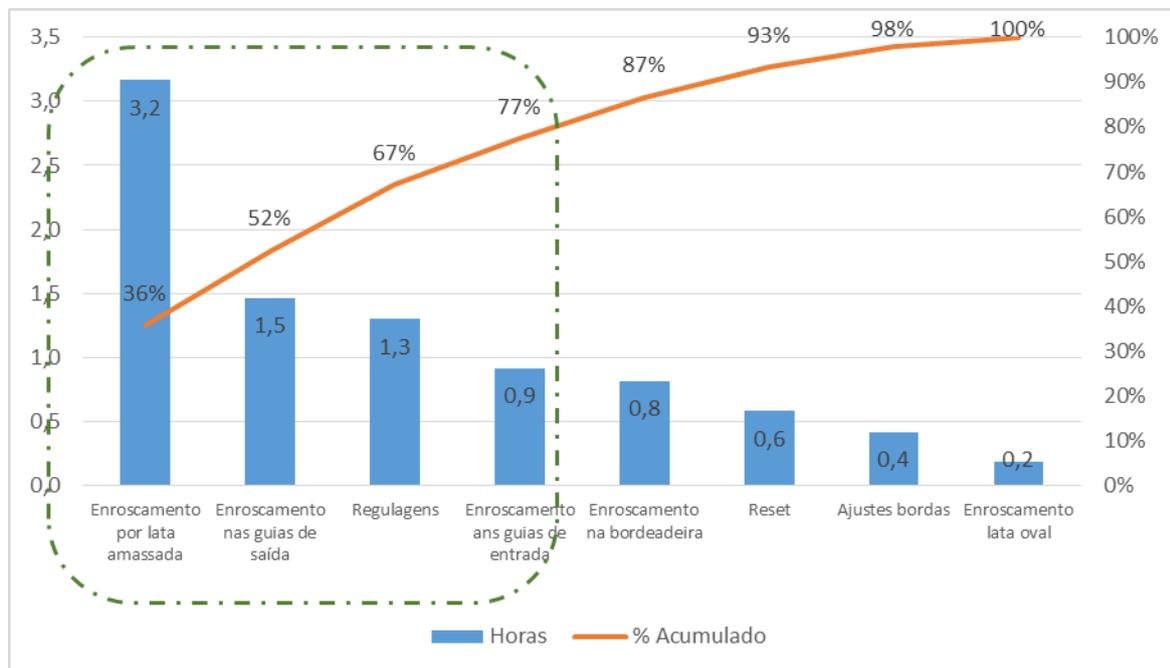
Figura 10 - Estratificação do problema no transporte aéreo



Fonte: Autoria Própria

No transporte aéreo, as paradas somam 8 horas no período analisado e basicamente ocorrem devido lata amassada no transporte. A Figura 11 ilustra a estratificação do problema na bordeadeira

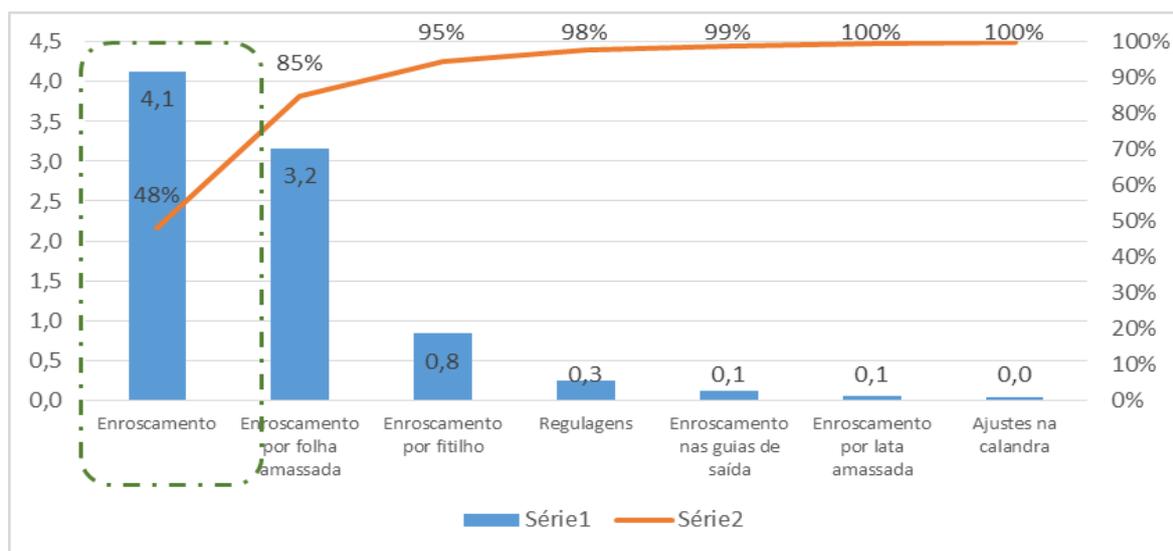
Figura 11 - Estratificação do problema na bordeadeira



Fonte: Autoria Própria

Na bordeadeira, as paradas no período analisado somam 6,9 horas e ocorrem também devido a lata amassada, enrosçamentos nas guias de entrada e saída e regulagens. Na Figura 12 é demonstrado a estratificação do problema no alimentador de corpos.

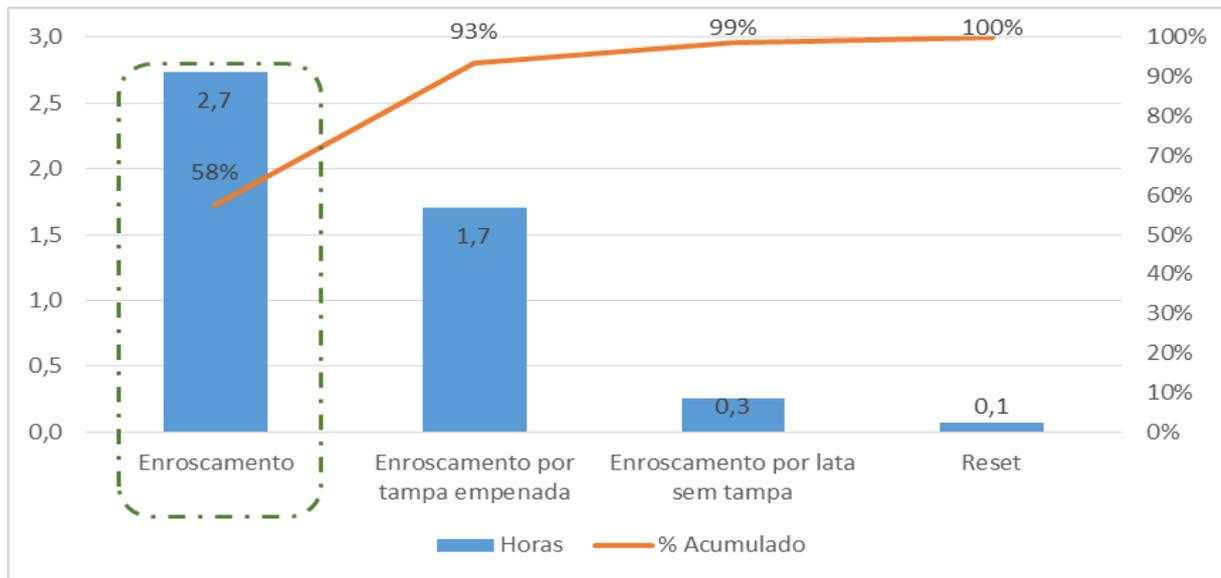
Figura 12 - Estratificação do problema no alimentador de corpos



Fonte: Autoria Própria

No alimentador de corpos, as paradas somam 4,1 horas e o apontamento da parada é genérico, dificultando a melhor estratificação dos dados. Na Figura 13 é ilustrado a estratificação do problema no conjunto combinado

Figura 13 - Estratificação do problema no conjunto combinado



Fonte: Autoria Própria

Assim como no alimentador de corpos, a ocorrência dos problemas no conjunto combinado foi apontado de forma genérica, dificultando a melhor estratificação dos dados. No período analisado, as paradas correspondem a 2,7 horas.

A etapa medir é concluída com o levantamento de possíveis causas. O levantamento de possíveis causas, em todo e qualquer projeto, deve ser feito não somente com a equipe, mas com o maior número possível de envolvidos com o problema.

### 3.3 Analisar

Na etapa analisar, são estudadas cada uma das causas potenciais levantadas no levantamento de possíveis causas. No *brainstorming* realizado no final da etapa medir, foram levantadas ações imediatas a serem implementadas, conhecidas como plano de ações Ver e Agir.

Para analisar as demais possíveis causas, utilizou-se a ferramenta Diagrama de Ishikawa, distribuindo as possíveis causas nos 6Ms do diagrama, sendo: Máquina, Material, Mão de Obra, Método, Meio Ambiente e Medida. Após o diagrama de Ishikawa, todas as possíveis causas foram analisadas através dos 5 Por Quês para identificação das causas raízes.

### 3.4 Implementar

As soluções implementadas devem garantir três entregas fundamentais, sendo elas, resultado, padronização e conhecimento. O resultado está atrelado ao alcance da meta, padronização deve garantir que não tenha erros na execução das atividades, sejam elas procedimentos operacionais ou técnicos. Para certificar que os padrões estejam sendo cumpridos, pode-se trabalhar com dispositivos a prova de erro, ou *Poka-Yoke*.

A entrega de conhecimento está relacionada ao entendimento dos operadores e técnicos sobre como executar corretamente suas funções. Quando se trata de problemas que dependem da habilidade operacional ou técnica, a entrega de conhecimento se torna a mais importante para se atingir os resultados. O conhecimento pode ser transmitido de diversas formas, como treinamentos técnicos junto com fornecedores das máquinas, treinamentos em sala ou “on the job” entre técnicos e operadores, reuniões entre turnos ou semanais para tratar os problemas da linha. Em alguns casos, como o que foi estudado neste trabalho, devido o número e a complexidade das ações é preciso criar uma matriz de priorização, assim como mostra a Figura 14.

Figura 14: Matriz de priorização das ações



Fonte: Autoria própria.

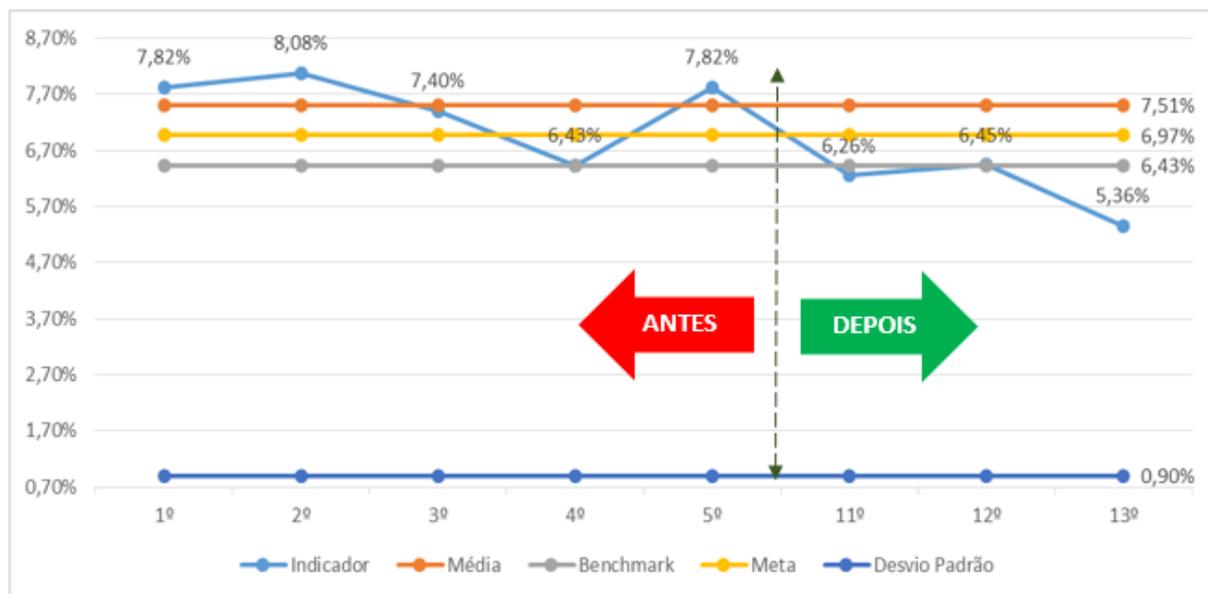
Neste projeto foram mapeadas 57 ações e todas foram priorizadas através da matriz. Do total de ações levantadas, 51 foram levadas para o plano de ação 5W2H, 3 foram consideradas

complexas e tratadas em trabalhos futuros e 3 foram descartadas pois necessitavam de alto esforço em relação ao resultado a ser obtido.

### 3.5 Controlar

A etapa controlar tem duração de 3 meses e seu objetivo é acompanhar se os resultados obtidos foram e estão sendo sustentáveis. Para evidenciar que os resultados planejados foram obtidos, utilizou-se novamente o gráfico sequencial para mostrar o percentual de paradas obtidos ao longo do tempo, conforme ilustra a Figura 15.

Figura 15: Gráfico sequencial comparativo do antes e depois das ações implementadas



Fonte: Autoria Própria

Na etapa controlar, além do controle propriamente dito dos resultados obtidos, foram criadas e atualizadas Instruções Operacionais, instalados sistemas a prova de erros (*Poka Yokes*), eliminação de ajustes desnecessários e controle de variáveis do processo.

Como resultados efetivos, reduziu-se, em média 10,52 horas/mês das paradas imprevistas, totalizando em valor monetário, um ganho nos três meses da etapa controlar, de R\$ 34.716,00. Para sustentabilidade dos resultados, outras ações importantes foram implementadas, como, capacitação dos operadores sobre os apontamentos de paradas, eliminação de descrições genéricas no *software* de apontamento de paradas, implementação do sistema de gestão dos pontos de ajuste e regulagens das máquinas e padronização dos pontos de limpeza e inspeções operacionais.

#### 4. Conclusão

O objetivo geral deste trabalho consistiu em apresentar a aplicação da metodologia DMAIC para redução de paradas imprevistas em uma linha de produção de embalagens metálicas. Para a execução deste trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica em diversas literaturas para compreender o uso do método.

Durante a execução dos trabalhos, foram analisados diversos dados quantitativos e qualitativos do problema abordado para identificação de causas e melhorias.

Os resultados atingidos foram muito satisfatórios, tanto em termos de custos quanto em termos de produtividade e eficiência dos processos. A redução média de 19,8% ao mês do problema analisado (paradas não planejadas devido a enroscamentos, ajustes, regulagens e rompimento de fio de cobre), conseqüentemente, impactou na redução de 5,06% das paradas não planejadas da linha em geral, saindo de 25,6% para 20,54%. Em termos financeiros, a redução de 19,8% ao mês, que em horas, representa 10,52 horas/mês, garantiu uma economia anual para a empresa de R\$ 138.864,00. Se comparada a perda inicial, que era de R\$ 2.216.600,00/ano, o ganho anual foi de 6,26%. As conclusões e os resultados obtidos permitem reforçar citações da literatura que destacam a evidência do método e os resultados positivos obtidos através dele.

Portanto, conclui-se que, o método DMAIC apresentou ser muito útil para resolução de problemas, de simples a complexos, que geram defeitos e perdas aos processos produtivos. Quando as análises são realizadas de maneira estruturada, as ações são implementadas com prioridade e consideradas por toda organização em que se está sendo aplicado.

#### REFERÊNCIAS

ABEAÇO, 2016. **CENTRO DE APRENDIZAGEM - 10 MOTIVOS PARA CONSUMIR LATA.** DISPONIVEL EM < <http://www.abeaco.org.br/10motivosdalatatexto.html> > Acesso em: 17 março de 2017.

CLETO, M.G. **Gestão de projetos através do DMAIC: um estudo de caso na indústria automotiva.** ABEPRO. Universidade Federal do Paraná – PPGE/UFPr. 2011.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 1. ed., 3. reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

DIAS, S. M. **Implementação da metodologia Lean Seis-Sigma – O caso do Serviço de oftalmologia dos Hospitais da Universidade de Coimbra,** Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2011.

SCHROEDER, R. G., LINDERMAN, K., LIEDTKE, C., CHOO, A. S. **Six sigma: definition and underlying theory**. Journal of Operations Management, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2007.

TERNER, G. L.K. **Avaliação da aplicação dos métodos de análise e resolução de problemas em uma empresa metal – mecânica**. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS. UFRS. 2008.

WERKEMA, M. C. C. **Criando Cultura Seis Sigmas - Serie Seis Sigmas**. Volume 1. Editora Werkema. 2004.