



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**SAMUEL MELO BANDEIRA**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF  
DIE*): ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA**

**FORTALEZA**

**2022**



CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SAMUEL MELO BANDEIRA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF  
DIE*): ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA

Monografia apresentada como  
requisito para a obtenção do grau de  
bacharel em Engenharia de  
Produção do Centro Universitário  
Fametro – UNIFAMETRO.

FORTALEZA

2022

---

B214a      Bandeira, Samuel Melo.  
              Aplicação da metodologia SMED (Single Minute Exchange of Die): estudo de caso  
              em uma indústria metalmeccânica. / Samuel Melo Bandeira. – Fortaleza, 2022.  
              54 f.; il.; color. 30 cm.

              Monografia - Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Unifametro,  
Fortaleza, 2022.  
              Orientador: Prof. Esp. Gleison Ribeiro Cruz.

              1. SMED. 2. Interrupções e gargalos. 3. Gerenciamento de produção. 4. Indústria. 5.  
Aço. I. Cruz, Esp. Gleison Ribeiro. II. Título.

CDD 658.54

---

SAMUEL MELO BANDEIRA

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF  
DIE*): ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA

Esta monografia apresentada no dia 17 de junho de 2022 como requisito para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção do Centro Universitário Fametro – UNIFAMETRO – tendo sido aprovado pela banca examinadora composta pelos professores abaixo:

BANCA EXAMINADORA

---

Prof<sup>o</sup>. Esp. Gleison Ribeiro Cruz  
Orientador – Centro Universitário UNIFAMETRO

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Karol Wojtyla Chaves Lima  
Membro - Centro Universitário UNIFAMETRO

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Danielle Kely Saraiva de Lima  
Membro - Centro Universitário UNIFAMETRO

## **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*): ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA METALMECÂNICA.**

### **APPLICATION OF THE SMED METHODOLOGY (*SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE*): CASE STUDY IN A METAL MECHANICS INDUSTRY**

#### **RESUMO**

O estudo de caso em questão aborda uma detecção de problemas numa linha de produção de “corte longitudinal” de bobinas de aço, será tratado um dos principais objetivos das indústrias metalmeccânicas, a redução de “interrupções e gargalos” no setor produtivo, será mostrado quais as vantagens de ter um processo mais fluido e desvantagens de se ter interrupções nas máquinas, gerando a indisponibilidade delas. Será demonstrado o leiaute da máquina estudada, suas principais partes para que o processo seja compreendido e o seu fluxo operacional, que contém todo o passo a passo que será reestruturado por meio da aplicação da metodologia “SMED”. Ainda, será observado como as principais interrupções foram identificadas dentro do processo produtivo e como foram definidas as saídas para que os problemas mais críticos e incisivos fossem sanados, como a falta de *Setups*, que gerava uma ineficiência ao processo, fazendo com que ele se tornasse um gargalo. No maquinário estudado, por possuir um tempo de *Setup* elevado, era pouco escolhido para produzir mais mixes de produção, isso acabava acarretando um estoque de materiais altos com somente um SKU, e o processo, por não dar uma vazão a esse único SKU, gerava uma interrupção na produção por não haver espaço no estoque. Com a aplicação do método, será visto como horas de produção foram acrescidas ao processo, além de detalhes sobre como a confiabilidade e eficiência de um processo produtivo pode ser incrementada com a aplicação de um método, treinamento de pessoas e um acompanhamento diário da evolução dele. Será observadas as “mudanças de métodos de trabalho” e como simples mudanças no fluxo das atividades podem resultar em ganhos consideráveis.

**Palavras-chave:** Corte longitudinal; Interrupções e gargalos; SMED; Mudanças de métodos de trabalho;

## **ABSTRACT**

The case study in question addresses a problem detection in a production line of "longitudinal cut" of steel coils, it will be treated one of the main objectives of the metalworking industries, the reduction of "interruptions and bottlenecks" in the productive sector, it will be shown which the advantages of having a more fluid process and disadvantages of having interruptions in the machines, generating their unavailability. The layout of the studied machine will be demonstrated, its main parts so that the process can be understood and its operational flow, which contains all the step by step that will be restructured through the application of the "SMED" methodology. Also, it will be observed how the main interruptions were identified within the production process and how the outputs were defined so that the most critical and incisive problems were solved, such as the lack of Setups, which generated an inefficiency in the process, causing it to become a bottleneck. In the studied machinery, due to its high Setup time, it was little chosen to produce more production mixes, which ended up causing a stock of high materials with only one SKU, and the process, for not giving a flow to this single SKU, generated an interruption in production because there was no space in the stock. With the application of the method, we will see how production hours were added to the process, as well as details on how the reliability and efficiency of a production process can be increased with the application of a method, training of people and a daily monitoring of the evolution. his. We will look at "changes in working methods" and how simple changes in the flow of activities can result in considerable gains.

**Keywords:** Longitudinal cut; Interruptions and bottlenecks; SMED; Changes in working methods;

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1	Tema	9
1.2	Problematização e justificativa	11
1.3	Hipóteses	13
1.4	Objetivos gerais	14
1.5	Objetivos específicos	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>14</b>
2.1	Gerenciamento da produção	14
2.2	Sistema Toyota de Produção	17
2.3	<i>Just in time</i>	18
2.4	<i>Setup</i>	19
2.5	Troca Rápida de Ferramentas	20
2.6	<i>Single Minute Exchange of Die (SMED)</i>	22
2.7	OEE	23
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
3.1	1º Fase – Identificação do Problema	25
3.2	2º Fase – Observação dos processos	26
3.3	3º Fase – Escolha de pontos de melhoria	27
3.4	4º Fase – Validação de dados	29
3.5	5º Fase – Acompanhamento de apontamentos e SMED	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>30</b>
4.1	<i>Slitters Machines</i>	30
4.1.1	<i>Estrutura da Slitter</i>	30
4.1.2	<i>Procedimento Operacional Padrão</i>	32
4.2	Disponibilidade x Interrupção	34

4.3	Fluxograma de Atividades de Rotina .....	35
4.4	<i>Setup</i> da <i>Slitter</i> .....	37
4.5	Identificação do problema .....	38
4.6	Aplicação da metodologia .....	41
5	CONCLUSÃO .....	50
	REFERÊNCIAS .....	53



## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo do presente trabalho é o estudo de caso da aplicação da ferramenta SMED - *Single Minute Exchange of Die* para propiciar aumento de eficiência produtiva, através da redução do tempo de *Setup* na linha de produção de uma indústria metalmeccânica localizada na cidade de Caucaia – CE, em uma máquina de corte longitudinal (*Slitter*). A empresa em questão será chamada neste trabalho, de forma fictícia, de Indústria ou Empresa Gama.

No processo produtivo da Indústria Gama, para que se atinja um nível de produção por meta e produção planejada diária, deve-se seguir as ordens que são geradas pelo setor de PCP (Planejamento e Controle da Produção), e que devem ser atendidas pelo setor da Produção, com seus maquinários específicos para cada tipo de produto, que são geridos pelos supervisores das áreas. Para promover a qualidade no processo de produção, a empresa adota um planejamento organizacional no qual ano a ano os problemas mais críticos e ocorrentes são analisados via sistemas ERP e escolhidos de acordo com cada área para reduzir as perdas, aumentar a disponibilidade das máquinas, realizar melhorias específicas e ajustar o setor para que a eficiência seja mais bem atendida no ano subsequente.

O resultado requerido pela metodologia do SMED é a diminuição do tempo de *Setup* para dígito único (em minutos). A meta, porém, não será alcançar o dígito único, devido à característica do processo, dos equipamentos, pelos recursos disponíveis e pelo prazo de tempo. Entretanto, o trabalho visa obter resultados satisfatórios que propicie à organização, padronização e aumento da eficiência produtiva, dentro do possível.

### 1.1 Tema

Atualmente tem-se um cenário econômico globalizado e bastante competitivo entre as empresas, isso diz respeito à novas técnicas, práticas e métodos em que, quando bem utilizados e aceitos, podem otimizar processos e reduzir custos. O uso de sistemas administrativos ágeis dotados de metodologias que englobam ações imediatas visa o gerenciamento das técnicas que são aplicadas ao ambiente fabril.

Segundo o *Lean Manufacturing*, ou Manufatura Enxuta, modelo de produção desenvolvido por Taiichi Ohno e que compõe o Sistema Toyota de Produção (STP), a redução de desperdícios é importante quando se trata em suprimir ao máximo atividades que não somam valor para o processo ou cliente, aumentando a rentabilidade do negócio.

De acordo com Oliveira (2014), as empresas buscam frequentemente e da melhor maneira a otimização de seus processos, visto que para quaisquer modificações internas na linha de produção para reduzir interrupções, aumentar a produtividade e melhorar esses processos, os custos envolvidos são de alta escala.

Para isso, se faz necessária a utilização de diversas metodologias de trabalho que continuamente afinam as variações dos processos para que eles sejam mais confiáveis e estáveis. Slack (1997) define que existem 5 principais fatores contribuintes para alavancar a competitividade das organizações no mercado, são eles: (1) Confiabilidade, (2) Custo, (3) Flexibilidade, (4) Qualidade e (5) Velocidade.

Nesse contexto, é necessário tornar sempre os processos mais seguros e rentáveis. Para a segurança, aplicando ferramentas da qualidade e métodos que controlam e definem indicadores com metas e objetivos estratégicos, e para a rentabilidade, o resultado da aplicação da segurança no processo.

Trazendo as pautas à nossa realidade da indústria, Shingo (2018) diz que, o tempo de *Setup* é, muitas das vezes, um dos principais desperdícios que afetam a maioria das empresas, e isso geralmente é resolvido com o aumento do tamanho dos lotes. Porém, nem sempre essa solução é viável, visto que são necessários requisitos para aumento de lotes, como o espaço e um alto investimento monetário. Diante da problemática, a necessidade de conhecer o real gargalo para agir com a ferramenta correta e obter os resultados desejados é essencialmente um passo a passo, este, que se faz com uso de metodologias de análise e solução de problemas (MASP's) ou DMAIC's, para investigar as causas raízes e, por fim, gerenciar e sanar o gargalo.

Assim, o presente trabalho visa avaliar a aplicação da metodologia SMED desenvolvida por Shigeo Shingo, que, de acordo com Miguel, Richard e Olívio (2007), é uma referência ainda nos tempos modernos quando é citado a

mitigação dos tempos de *Setups* dos maquinários, e foi publicado em 1985 no Ocidente. Esta foi a solução encontrada por meio de um DMAIC em uma empresa metalmeccânica numa linha de corte longitudinal de bobinas de aço.

## 1.2 Problematização e justificativa

A geração da ineficiência em processos fabris pode ser causada pelos mais diversos sintomas. Para uma indústria onde existe uma vasta variação de tipos de produtos produzidos, e onde o tempo de *Setup* já é demorado, sempre que o planejamento da produção executa uma nova demanda a ser produzida, é gerada uma interrupção na produção, ao qual, por aquele período, a máquina irá ficar indisponível, atrasando a produção e reduzindo uma possível receita caso esse tempo seja maior que o esperado.

Para gerir essas interrupções nos maquinários, são utilizadas métricas que medem a eficiência do processo, e quando ocorre o não atendimento às metas impostas, um plano de ação é gerado para mitigar esses problemas. Na linha de produção em questão, é observada a análise de um indicador de desempenho gerado por interrupções na máquina, esse indicador se chama de Acumulação de Rolos Slittados, que nada mais é do que a alta quantidade de itens no estoque, fazendo com que a máquina pare a produção por conta da falta de espaço. Nesse processo, para produzir rolos slittados, que são os produtos da linha de corte longitudinal, são montados planos de corte, que são discos, facas e espaçadores de nylon dispostos num eixo horizontal que dimensionam a largura da tira que será cortada e enrolada para virar um rolo slittado, conforme a Figura 1.

**Figura 1 – Ferramental de corte, discos e espaçadores**

Fonte: Indústria Gama, março 2018.

O gargalo se dá no momento da troca dos planos de corte e nas programações de ordens de produção, pois, a troca do plano, quando é iniciada, possui um tempo médio alto de parada, em torno de 40 minutos, e para que não ocorram muitas trocas de plano ao longo da produção, era preferível que, quando fosse iniciado o turno, a decisão era de produzir somente um tipo de material por vez. Porém, com essa decisão, o estoque acaba ficando cheio com somente um tipo de produto, e não há tempo para dar vazão a todos esses produtos para os clientes tanto externos quanto internos (o rolo slittado serve como abastecimento para outras máquinas da empresa formadoras de tubo), e isso acabava gerando uma indisponibilidade da máquina, pois ela não poderia produzir até que os produtos acabados fossem vendidos ou utilizados por outras áreas, liberando espaço, como mostra a Figura 2.

**Figura 2 – Estoque de material - Rolos Slittados**

Fonte: Indústria Gama, novembro 2021.

Com a utilização dessa estratégia de produção, esse indicador citado estava impactando negativamente o processo, pois a máquina estava com muitas interrupções, gerando uma perda de receita. Analisando o caso, foi visto que a montagem de plano de corte poderia ter seu tempo de execução reduzido, pois a máquina já tinha um ferramental reserva ao qual seria utilizado para dar suporte ao processo, mas a operação não tinha ciência de como poderia ser feito.

Caso a equipe da operação soubesse utilizar o ferramental reserva para uma montagem externa do plano de corte, poderiam ser mais ágeis e o planejamento da produção passaria a produzir mais ordens de venda, aumentando o mix de produtos em estoque e podendo variar as ordens ao longo do dia sem se preocupar com interrupções maiores que as metas estabelecidas.

### **1.3 Hipóteses**

A premissa do atual trabalho assume que, gerando um maior mix de produtos acabados no estoque e mudando as estratégias de produção utilizadas, o *lead time* do processo se tornará menor, uma vez que quando as ordens se ajustam em uma linha contínua de produção e entrega, não há a necessidade de ter materiais em estoque parados por não ter necessidade de saída no momento da produção.

A utilização do método SMED para dimensionar *Setups* internos e externos torna o processo de troca de plano mais ágil, tornando esse um processo comum e não um problema a ser evitado. É esperado que, conforme a aplicação do conceito e controle dos indicadores das trocas de plano, dispondo as informações tanto para a área quanto para os gestores diariamente cause uma cobrança positiva na equipe de operação e isso gere mais disponibilidade do maquinário para a produção.

#### **1.4 Objetivos gerais**

- Aplicar a metodologia SMED para reduzir o tempo de *Setup* em uma linha de corte longitudinal de chapas de aço.

#### **1.5 Objetivos específicos**

- Levantar as atividades realizadas durante o *Setup* da linha de corte longitudinal de chapas de aço.
- Treinar a equipe envolvida no projeto na metodologia SMED.
- Analisar as atividades do *Setup* com foco na redução do tempo no processo.
- Desenvolver e implementar um plano de melhoria para redução do tempo *Setup*.
- Medir e apresentar os ganhos obtidos com o projeto.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Gerenciamento da produção**

No século XVIII, onde iniciou-se o engrandecimento das operações organizacionais e os processos, com a Revolução Industrial, que passou a utilizar máquinas no lugar de artesãos para desenvolver todas as etapas de produção de um produto (MIRANDA et al., 2016).

O Taylorismo está ligado diretamente às operações das empresas, uma gestão científica de estruturação e estabelecimento de métodos de trabalho por meio de padrões; este modelo é obtido através da relação dos estudos dos tempos e movimentos (RIBEIRO, 2015).

No Taylorismo, a ideia central é relacionada ao tempo: a eficiência é alcançada através da produção rápida, o objetivo é maximizar a produção do trabalhador, o ritmo de trabalho mais rápido é o objetivo e a máxima atenção é dada à produção.

Henry Ford padronizou toda a sua linha de montagem por meio de métodos de organização, isso capacitava sua produção de uma forma que os carros eram produzidos em massa. (BATISTA, 2008). O fordismo foi precedido pelo Taylorismo sobre o tempo e a organização do trabalho, culminando em uma redução de gastos de movimentos desnecessários e isso resultou em tempos de espera bem mais curtos.

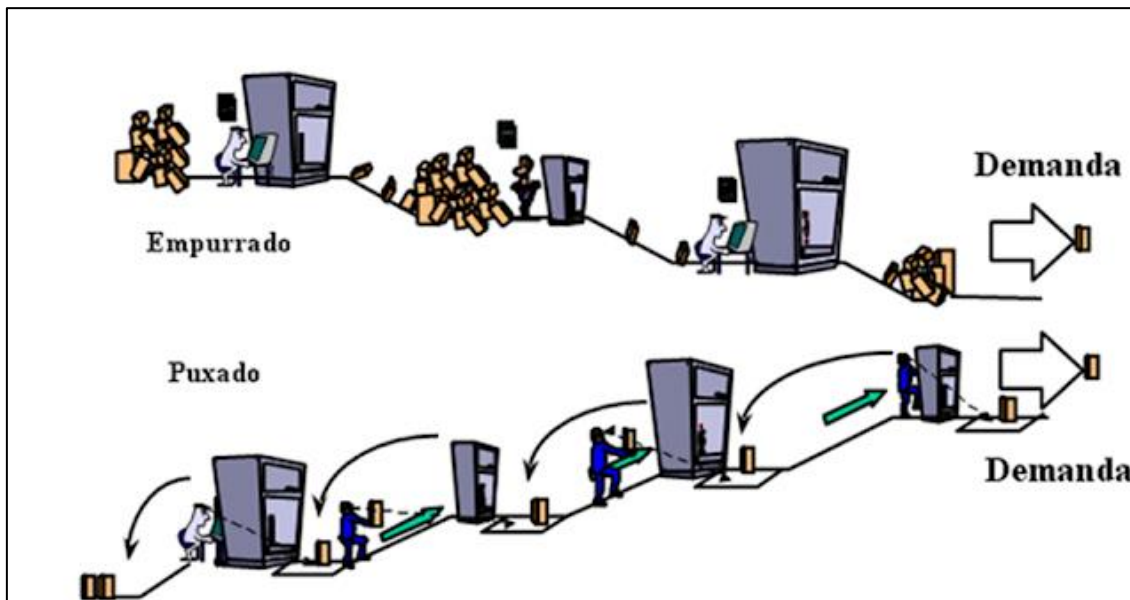
O Fordismo armazenava itens próximos ao trabalhador quando o processo era seguido pela esteira, a medida em que ela ia passando. (COSTA, 2003). Conhecido como modelo norte-americano, o sistema é composto por colaboradores com especialização em determinados locais do processo produtivo e atividades mais exclusivas, por isso exige pessoas, máquinas, e uma produção em larga escala para manter os custos baixos. (OHNO, 1997).

Ainda segundo Ohno (1997), o Fordismo tinha seu poder, e com certeza revolucionou a indústria da época em relação à produtividade, mas mudanças tiveram que ser feitas, por exemplo, o sistema de produção empurrada, que surgiu no Fordismo, não era mais o método primordial de produção, com o passar do tempo, os consumidores começaram a querer escolher o que comprar, quanto comprar e quando comprar.

Então, o que costumava ser determinado pela produção empurrada - produzir o produto o mais rápido possível, para não deixar funcionários e máquinas ociosas, não levando em conta as necessidades da próxima etapa, criando assim um excesso de produção – deu-se lugar a um sistema puxado,

produzindo de acordo com os requisitos do cliente, o processo anterior seguiu este ciclo, conforme a Figura 3.

**Figura 3 – Produção puxada x empurrada**



Fonte: Logística nossa de cada dia (2017).

Nesse sistema de produção puxada, o cliente escolhe o que quer, faz um pedido e, assim, o processo produtivo começa como se fosse uma sincronização reversa, por meio do Sistema Toyota de Produção (GUSMÃO, 1997). Esse sistema foi idealizado por Taiichi Ohno, que acreditava que o sistema de produção norte-americano era inadequado para os japoneses, produzia muito desperdício e não focava no valor para os clientes (OHNO, 1997).

Ohno é diferente da Ford porque no sistema de produção em massa da Ford o foco está na identificação e eliminação de tempo e esforço dos processos existentes, enquanto no Toyotismo o foco está na identificação de atividades que realmente agregam valor ao produto e eliminam outras atividades desnecessárias (LIKER, 2005).

Ao eliminar atividades sem valor agregado, você pode se concentrar em pontos de melhoria do processo, como estoque mínimo, produtos com uma maior qualidade e aumentar a flexibilidade do processo. Um dos pilares do Toyotismo é o *just-in-time (JIT)* - produzir bens e serviços em um horário definido pelo cliente do processo. O *kanban* é um exemplo de ferramenta da qualidade utilizada no JIT (OLIVEIRA, 2017), e esse é um modelo visual que apresenta



informações sobre a produção, geralmente cartões que contêm quantidades e SKU's para que a produção só seja acionada a produzir determinado item quando seu estoque acaba, ou fica próximo de acabar.

## **2.2 Sistema Toyota de Produção.**

O STP foi desenvolvido após a Segunda Guerra Mundial, foi visto que ele era adaptado para a antiga realidade do Japão, que tentava produzir uma diversidade de modelos em lotes mínimos com a premissa de aumentar a eficiência da produção, eliminando constantemente os desperdícios (OHNO, 1997).

Uma alta variedade é possível graças às técnicas desenvolvidas por Toyoda e Ohno que incluem a redução do tempo de troca de equipamentos para alteração das características do produto, o que possibilita a troca desses itens com uma maior praticidade, e isso acaba facilitando a produção de pequenos lotes. Isso também permite uma detecção mais fácil de problemas de qualidade e detecção e eliminação mais rápidas de peças não padronizadas (WOOD, 1992).

Segundo Neto (1998), esse sistema de produção possibilita a produção em massa flexível e não requer intervenção tecnológica, mas sim organização. A flexibilidade corresponde ao modelo Ford, pois possui um rigoroso processo de produção. Essa flexibilidade está associada tanto a um mercado cada vez mais incerto, quanto a trabalhadores ocupando diversos postos na operação, não apenas um, e como tal, isso exige um operador que tenha a qualificação flexível para atender a demanda momentânea, ágil para entregar resultados ótimos em um bom tempo e versátil para atender ao que for pedido (RIBEIRO, 2015).

Wood (1992) diz que esse sistema de mudança é possível porque a Toyota possui funcionários bem treinados e motivados, eles são qualificados e o tanto que é cobrado, é retribuído, e isso é incluído como emprego vitalício, promoção por jornada de trabalho, e partilha de lucros.

No Sistema Toyota de Produção, os trabalhadores não são sobrepostos pela produtividade, mas eles tentam conciliar esse tema com o cuidado humano. Uma forma de lidar com isso é formar grupos de controle de

qualidade que buscam sempre a melhoria de processos, eliminando desperdícios e economizando no uso de materiais e insumos. Isso requer dar ao funcionário uma autonomia de opinar sobre possíveis problemas, também eram atribuídas tarefas úteis aos mesmos (MONDEN, 2015).

No STP, não só eram aprimorados os processos internos, mas toda a cadeia que a Toyota possuía recebia melhorias, como o relacionamento com os fornecedores. Era desenvolvida uma verdadeira parceria entre o fornecedor e a organização. (VANALLE; SALLES, 2011).

Vale salientar que o sucesso do Sistema Toyota não é limitado a ferramentas e técnicas, mas também contém como uma arma estratégica poderosa, a excelência operacional, que vem como fruto de uma filosofia que busca a satisfação e motivação humana (LIKER, 2005).

Segundo Ohno (1997), o *just-in-time* e a autonomia são as vertentes do STP, e trabalham lado a lado. A autonomia envolve mais habilidades individuais e trabalho em equipe oportuno. A autonomia não deixa um defeito em um produto passar para linha de produção subsequente, e visa não deixar as pessoas presas em uma máquina perdendo tempo (LIKER, 2005). Taiichi Ohno desenvolveu a autonomia baseada em teares automáticos quando ainda trabalhava nesse ramo e criou artifícios com tecnologia de paradas automáticas para esses teares, fazendo a máquina parar e sinalizar quando há algum problema com a produção (SHINGO, 1996; NETO, 1998).

A autonomia envolve a parada da máquina quando há um problema, de modo que a máquina não precisa de um operador a vigiando em circunstâncias normais, mas somente quando há um problema com ela, possibilitando múltiplas funções para o mesmo operador, visto que ele ficará mais disponível na rotina (MARCHWINSKI; SHOOK; SCHROEDER, 2011).

### **2.3 Just in time**

Segundo Corrêa e Giansesi (1996), a filosofia *just-in-time* surgiu durante a crise do pós-guerra no Japão. Após a Segunda Guerra Mundial, nesse período, a indústria japonesa encontrou grandes dificuldades em termos de produtividade, com grave escassez de recursos, dificultando a implantação do sistema tradicional de produção em massa. Ao mesmo tempo devido às

demissões, a mão de obra, além de existir em abundância, era qualificada, e algumas empresas começam a acreditar que essas pessoas poderiam ser utilizadas em benefício das organizações. A implementação de um novo conceito de gestão de processos começa a se desenvolver. Na década de 1970, segundo Ohno (1997), os sistemas *just-in-time* começaram a ser utilizados como sistemas eficientes que poderiam ser utilizados de forma otimizada.

Implementado pela Toyota, o sistema foi projetado para ter um sincronismo entre a demanda que será acionada e a produção, que será o segundo acionamento pós a demanda, eliminando a necessidade de estocagem de produtos e demora nas entregas aos clientes. O Sistema Toyota de Produção permite a produção de pequenos lotes, resultando em uma maior variedade de produtos.

## **2.4 Setup**

Segundo Slack (2002), *Setup* é o tempo decorrido desde o momento em que a última peça qualificada de uma produção sai da máquina até o momento em que a primeira peça qualificada de outro produto conclui o processo na mesma máquina. Esse processo deve ser devidamente controlado, pois pode acabar alcançando valores muito altos, levando a uma queda na capacidade de produção e aumentando o tempo de espera dos clientes para receber os lotes, pois as máquinas devem ser paradas para que os ajustes necessários possam ser feitos.

Hay (1992) encontrou passos básicos para reduzir o tempo de preparação por meio de três perguntas: O que se está fazendo? Por que fazer isso? Quem está realizando essa atividade?

Hay (1992) aborda a questão "O que está sendo feito?" para que seja simplificada a preparação, realizada a medição do tempo de preparação, definir o tempo de preparação, reduzir o tempo de preparação. "Por que fazer isso?" As empresas devem perceber que reduzir o tempo de preparação não significa reduzir o número de funcionários, mas reinvestir o tempo economizado em preparações mais ótimas. Para "Quem está realizando essa atividade?", é preciso entender que reduzir o tempo de preparação não é um projeto de engenharia, mas sim o engajamento dos funcionários e o trabalho em equipe.

Tubino (2007) menciona que o primeiro passo no TRF é criar um grupo de trabalho dentro da empresa responsável pela redução do tempo de *Setup*, incluindo preferencialmente os operadores que o realizam. A equipe determinará como foi feita a configuração atual, registrando-a em uma planilha, geralmente tirando uma foto para comparação posterior, para que possa descrever uma série de atividades durante a configuração.

É importante ressaltar que para Shingo (1996), em uma análise de *Setup*, pode ser feita uma divisão entre atividades que podem ser realizadas enquanto a máquina ainda está em funcionamento e atividades que só podem ser realizadas enquanto a máquina está parada. Shingo (1996) classificou as configurações em dois tipos:

*Setup* Interno - É aqui que ocorrem operações como montagem e desmontagem das ferramentas com a máquina parada.

*Setup* Externo - Esta é uma ação que pode ser executada enquanto a máquina está em funcionamento, como transporte de material.

## **2.5 Troca Rápida de Ferramentas**

Para atender às expectativas mercadológicas, exigências de entregas rápidas com *lead times* mais curtos e processos mais fluidos, é necessário que a produção, em seu processo produtivo tenha um atendimento ágil às ordens geradas. (CORREA; GIANESI, 1993).

A eliminação de desperdícios, o envolvimento de todos na produção e a melhoria contínua são os principais motivos que definem a filosofia *lean* (Slack et al., 2009). Do ponto de vista do cliente, desperdício é qualquer coisa que não agrega valor a um produto. De acordo com o SPT, esses desperdícios são considerados como perdas, portanto, ferramentas como os “07 Desperdícios” e a filosofia “5S” devem ser utilizadas para eliminá-los.

A principal característica ou objetivo da manufatura enxuta é a luta constante para eliminar cada vez mais os desperdícios. A atividade de eliminação de desperdícios pode parecer simples, mas na realidade não é fácil analisar toda a cadeia produtiva de um produto ou serviço para encontrar todos os possíveis desperdícios. Eles podem ser encontrados em qualquer estágio da elaboração ou geração de um produto ou serviço.

Ohno (1997) diz que, para detectar e eliminar todos os desperdícios no processo, é necessário entender o conceito de cada desperdício. Ohno (1997) identificou e classificou as principais fontes de desperdícios em sete tipos, conforme segue:

- Perdas por transporte: Transporte desnecessário de materiais, ferramentas ou equipamentos, principalmente devido ao planejamento ineficiente de atividades ou métodos, fornecedores de produção distantes e locais de trabalho desordenados.
- Perdas por espera: Esse desperdício acontece quando um colaborador ou time precisam aguardar determinados materiais, matérias-primas ou informações. Essa espera acaba sendo chamada de gargalo, o que aumenta o *lead time* do processo.
- Perdas por superprodução: Isso acontece quando uma empresa produz além da capacidade de entrega do próximo processo ou além da demanda do mercado. Esse desperdício pode ser considerado o pior porque acaba levando a todos os outros.
- Perdas por estoque: O desperdício relacionado ao estoque ocorre quando uma empresa possui um volume alto de produtos acabados ou matérias-primas e não consegue gerar faturamento para esses itens. Dessa forma, esses produtos representam uma grande área de itens e esses geram altos custos de manutenção que não deveriam existir.
- Perdas por defeitos: Os defeitos surgem quando existem falhas na linha ou sistema de produção, esses produtos acabam não atingindo um nível desejado de qualidade estabelecida no processo. Sucessivamente isso gera sucata ou retrabalho.
- Perdas por movimentações: A má otimização de layout ou um planejamento errado pode ocasionar em perdas por movimentações desnecessárias de funcionários procurando por itens, ferramentas, materiais, produtos e até mesmo documentos.
- Perdas por processamento: Atividades que não agregam valor da ótica do cliente podem ser descartadas, e esse desperdício está relacionado a quando a empresa realiza esse tipo de atividade. Um exemplo, documentação solicitada, mas que não será utilizada, desnecessária.

Esses desperdícios podem e devem ser eliminados do processo produtivo, visto que a eliminação gera receitas, sejam elas qualitativas ou quantitativas. Um dos desperdícios encontrados geralmente em organizações que utilizam maquinários para produzirem diversos SKU's com trocas de ferramentas de tempos em tempos é o *Setup*, que é necessário para dar continuidade ao processo, mas que muitas das vezes acaba interrompendo a produção para realizar essa troca por muitos minutos. Essa parada por muitos minutos acaba reduzindo a disponibilidade da máquina, ela fica mais tempo parada e sem produzir.

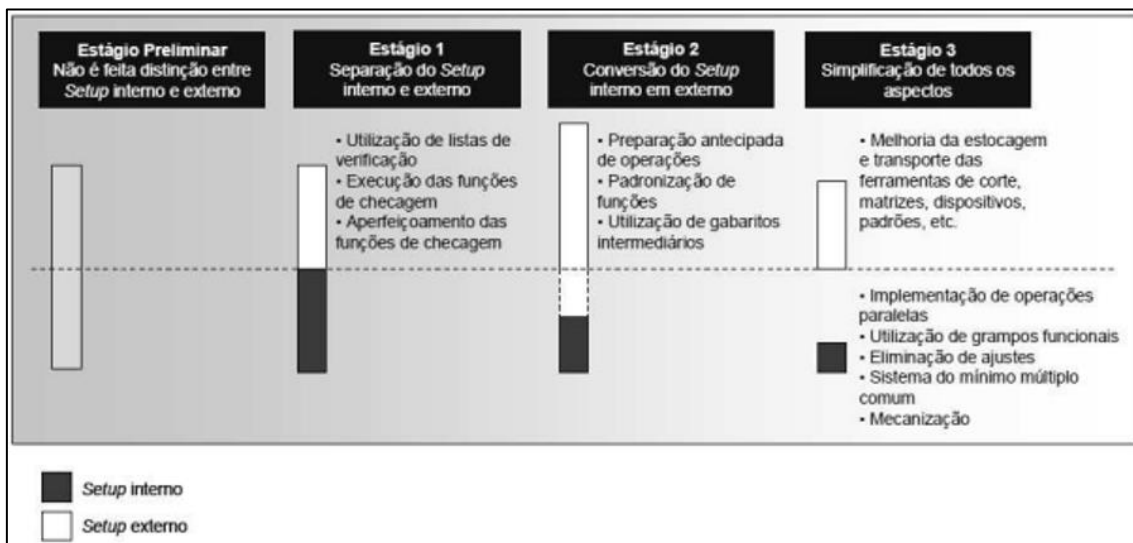
## **2.6 Single Minute Exchange of Die (SMED)**

SMED, ou como já citado Troca Rápida de Ferramentas surgiu em 1950 e foi desenvolvido por Shigeo Shingo durante 19 anos (SHINGO, 2000). O TRF é baseado no termo inglês Single Minute Exchange of Die (SMED), que inclui a realização de *Setups* em menos de dois dígitos (ou seja, menos de dez minutos). Shingo (2000) afirma que, embora seja impossível atingir o objetivo de reduzir o tempo de *Setup* de todas as operações em menos de dez minutos, é possível reduzir significativamente o tempo de qualquer operação, e isso já acaba resultando em valores muito positivos para um processo produtivo.

A metodologia da troca rápida, o SMED, tem como premissa a separação de atividades do processo em duas categorias, as que podem ser realizadas com o processo produtivo em andamento, conhecidas como Tempo de Preparação Externa, e as que somente podem ser realizadas com a máquina parada, em que há uma perda de tempo de produção para que seja feita a modificação, essa, conhecida como Tempo de Preparação Interna.

Definindo essas duas categorias, é observável que as preparações internas são indesejadas, visto que minimizam o tempo produtivo da área. Embasado nessas premissas, Shigeo Shingo criou fases/estágios que definem a metodologia SMED. Observe na Figura 4.

Figura 4 – Estágios do SMED



Fonte: Shingo (1996).

O processo de implantação do SMED passará por diferentes momentos, e cada momento pode ser dividido em quatro etapas conceituais. Na fase preliminar, é necessário investigar a situação atual. No momento seguinte, denominado Fase 1, é necessário dividir o *Setup* em atividades internas e atividades externas. Essa etapa é considerada a mais importante no processo de implantação do TRF.

Na Fase 2 acontece a dedicação em reatribuir atividades de configurações internas para externas. Segundo Shingo (2000), para que essa conversão seja possível, a operação deve ser reexaminada para verificar se algum elemento está incorretamente designado como elemento interno, e então encontrar uma forma de convertê-lo em elemento externo. Na Fase 3, o funcionamento do conjunto deve ser estudado novamente para encontrar mais oportunidades de melhoria (SHINGO, 1996).

Com base em todas essas premissas, os estágios do SMED convergem apenas para uma conclusão, a redução do tempo de *Setup* na linha de corte longitudinal do maquinário que detém o nome de *Slitter*, que foi estudado, observado, e ele mantinha um elevado tempo de troca dos planos de corte, reduzindo a produtividade da área.

## 2.7 OEE

A Eficiência Global dos Equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*) é o que mensura e mostra um número, primordial ao dono do processo, que é a porcentagem de atingimento de produção que a máquina representa da sua total capacidade. A OEE enfatiza a Teoria das Restrições, TRF, equilíbrio de capacidade, condições básicas de manutenção e estratégias de manutenção com pequenos tempos de paradas.

As fábricas se esforçam para serem mais eficientes e produzir a baixo custo. No ambiente em que vivemos, em constante mudança, esse esforço é necessário quando os clientes exigem produtos de excelente qualidade e com maior valor agregado. Algumas empresas atingem e conseguem manter altos níveis de produtividade com baixos custos de produção. Muitos adotam uma abordagem rigorosa para identificar as principais melhorias a serem feitas e usar as equipes para chegar à raiz do problema. Noutras palavras, eles descobriram o poder do OEE.

O indicador de OEE deve primeiro ser aplicado aos gargalos que afetam o rendimento da linha de produção. A motivação efetiva de todos para construir uma cultura OEE começa com um programa abrangente de educação em toda a empresa que é gerenciado de cima para baixo. Existem 3 indicadores que são multiplicados para se atingir a porcentagem do OEE, são eles, disponibilidade, velocidade e qualidade.

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho, como já citado, é um estudo de caso descritivo realizado na Empresa Gama no segundo semestre de 2020, seus resultados foram avaliados no início de 2021 por meio de medições dos processos por minutos via sistema ERP, sendo a principal medida para calcular a eficiência do método aplicado. A pesquisa e aplicação do método foram estudadas e realizadas por meio de observações do local, acompanhamento dos indicadores, gestão das áreas e informações operacionais obtidas por meio do *software* utilizado na produção para gestão.

Para que a eficiência da aplicação da ferramenta SMED seja aproveitada ao máximo, os estágios devem ser seguidos se utilizando de



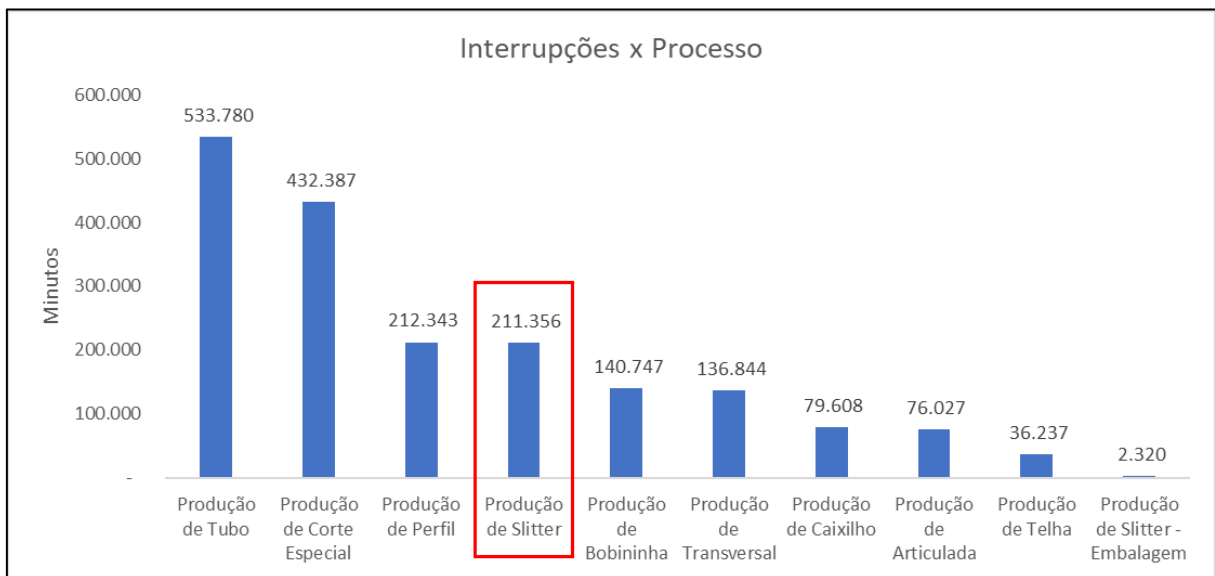
métodos para facilitar o desenvolvimento e chegar até o objetivo de um dígito ou algo que tenha um ganho produtivo considerável. Para se chegar a esse nível de excelência, as fases devem ser seguidas e podem ser adaptadas a cada processo, dependendo do tipo e o que se atende, essa adaptação deverá ser feita visando sempre a melhoria da área e deve ser feita com a participação de todos os envolvidos.

Vale lembrar que o SMED, acima de tudo, são pessoas bem treinadas e processos bem definidos que geram resultados por saberem o que fazer, quando fazer e como fazer da melhor forma possível, por isso a etapa de acompanhamento após a aplicação da ferramenta é muito importante. Não se atinge um resultado bom sem a utilização de um acompanhamento que informe onde estão os ganhos, gargalos e erros acontecendo internamente no processo. Esse acompanhamento pode ser gerenciado por bancos de dados via sistema, que é o caso atual, uma análise exploratória que sempre visa a observação do comportamento dos dados via sistema ERP, como também pode ser acompanhado de forma manual, sendo para cada tipo de gestão, uma métrica diferente.

### **3.1 1° Fase – Identificação do Problema**

Identificação do problema por meio do Método de Análise e Solução de Problemas, realizado um estudo nos principais motivos de interrupções do grupo de máquinas *Slitters*. O grupo em questão representava o quarto maior tempo paradas na Empresa Gama no ano de 2018, como mostra a Figura 5.

**Figura 5 - Principais interrupções por grupos de máquinas**

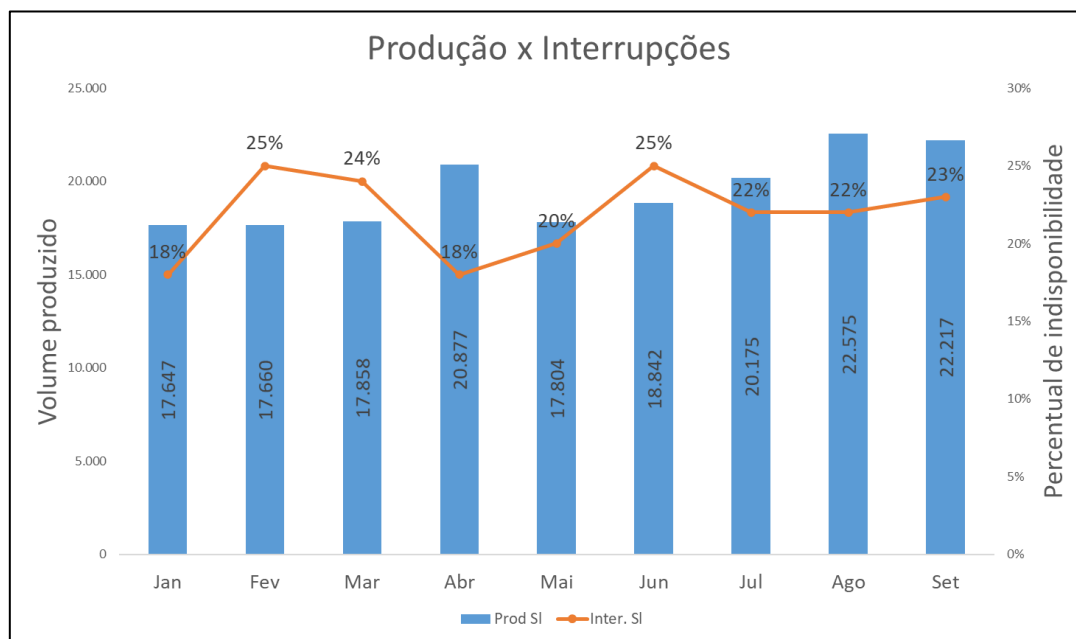


Fonte: Indústria Gama (2018).

A importância de redução das interrupções nas máquinas é um importante passo quando se é falado sobre aumento de volume de produção, atendimento da demanda do mercado, ter uma disponibilidade de produção maior nas máquinas, tudo isso, sempre visando a melhoria contínua dos processos.

### 3.2 2º Fase – Observação dos processos

Observação dos principais influenciadores de paradas da produção, problemas mais incisivos e críticos. De janeiro a setembro de 2018, foi possível observar os altos índices de indisponibilidade das máquinas. Podendo perceber que os níveis de interrupção não estão atrelados ao aumento do volume de produção, como mostra a Figura 6.

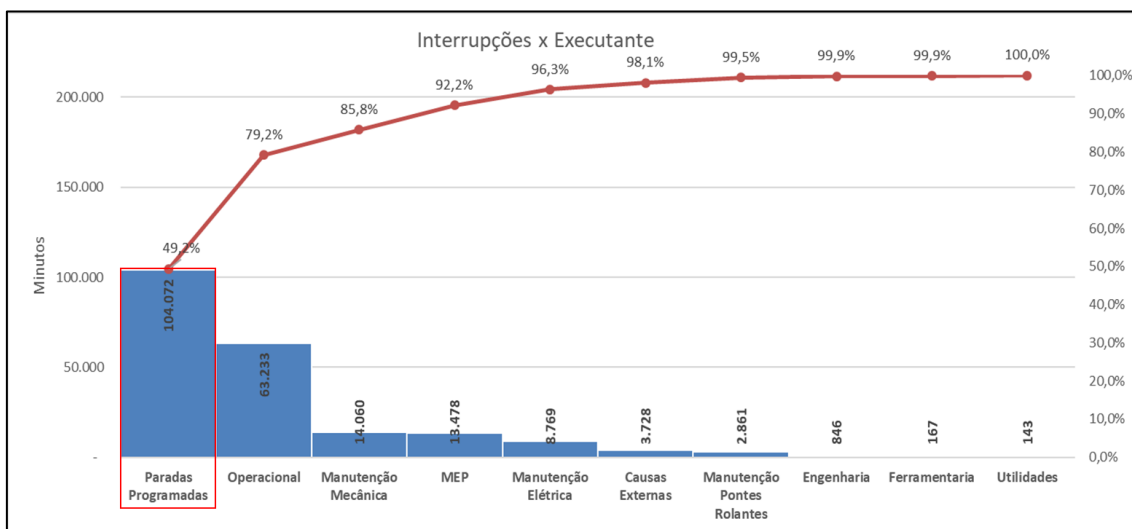
**Figura 6 - Volume de Produção x Percentual de Paradas**

Fonte: Indústria Gama, janeiro a setembro 2018.

Essa observação representa que o aumento do volume de produção realmente não está atrelado com o aumento de interrupções, ou seja, algum outro motivo está influenciando o aumento ou diminuição das paradas, e para que as mesmas identificadas e sanadas, é necessário realizar um estudo mais aprofundado para identificar as causas raízes.

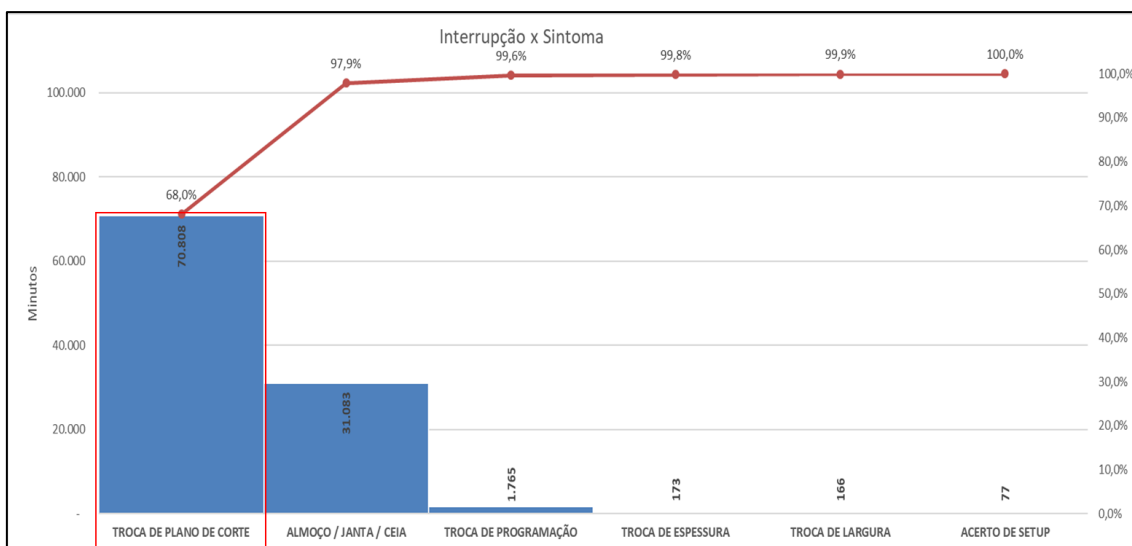
### 3.3 3º Fase – Escolha de pontos de melhoria

Escolha dos principais pontos de ataque para aplicar um método de melhoria de processo ou ajuste na linha de produção. Paradas programadas são responsáveis por 49,2% das interrupções, com 104.072 minutos. O principal sintoma das paradas programadas é a Troca de Plano de Corte, com 68% das interrupções, como mostram as Figuras 7 e 8.

**Figura 7 - Classes de interrupções**

Fonte: Indústria Gama, janeiro a setembro 2018.

Paradas programadas representam interrupções que são necessárias para que o processo continue e devem existir, porém, quanto menor o tempo possível de execução dessas paradas programadas, melhor, pois a utilização desse tempo deve ser da forma mais otimizada possível.

**Figura 8 – Interrupções programadas - Classificação por tempo de parada**

Fonte: Indústria Gama, janeiro a setembro 2018.

As trocas de plano de corte são os principais motivos de paradas programadas, quando o plano de produção é definido pelo PCP, cada máquina com sua programação recebe um plano de corte, esse plano necessita ser

trocado toda vez que a máquina passará a produzir outro mix de produtos. Essa interrupção gera minutos de máquina parada, sendo necessário ser o mais breve possível para que a máquina volte a produzir e não perca tempo, gerando atraso no atendimento do volume de produção.











### 3.4 4º Fase – Validação de dados

Após validação dos dados, percebe-se que a troca de plano tem sido responsável pela maior parte de interrupções. Sendo assim, necessário uma solução de melhoria para diminuir o tempo de interrupções, em específico da troca de planos, representado pela cronoanálise como mostra a Figura 9.

**Figura 9 – Cronoanálise do tempo de processo da troca de plano**

MAPEAMENTO DE FLUXO - TEMPO EXPANDIDO													Cód: FO 054	
Engenharia de Processos													Data: Março 2018	
Nome do Processo: SL - 03 - Troca de plano de corte													Resp: Equipe de MASP	
Atividades	Descrição do Processo	AV	NVN	NVD	SETUP	T1	T2	T3	T4	T5	T Médio	Observações		
01	Desacoplar cabeçote da máquina	X			INTERNO	6	8	7	7	8	7,20			
02	Desmontar plano de corte	X			INTERNO	9	8	8	10	10	9,00			
03	Limpar cabeçote	X			INTERNO	2	1	1	2	1	1,40			
04	Montar plano	X			INTERNO	32	34	36	32	34	33,60			
05	Acoplar cabeçote	X			INTERNO	9	8	6	10	7	8,00			
06	Passagem de chapa e conferência de larguras	X			INTERNO	6	9	9	6	7	7,40			

 Processo	 AV	Agrega Valor ao produto
 Movimentação/Transporte	 NVN	Não Agrega Valor, mas Necessario
 Análise	 NVD	Não Agrega Valor e Desnecessario
 Espera	 Op.	Operadores
 Armazenamento	 Tx.	Tempos Verificados

Fonte: Indústria Gama, março 2018.

A cronoanálise demonstra a necessidade de alguns processos internos serem passados para externos, de acordo com a possibilidade de cada um. Sabe-se que algumas atividades necessitam obrigatoriamente da máquina parada, mas outras já não exigem essa premissa, logo, quando é realizado um ajuste de *Setup* interno para externo, o tempo de parada da máquina é reduzido.

### 3.5 5º Fase – Acompanhamento de apontamentos e SMED

Observar o apontamento dos operadores é estritamente importante para que o acompanhamento do método seja feito no sistema utilizado na Indústria. Observar na área os problemas que impactam de forma negativa no processo após o acompanhamento via sistema. Enviar as informações para análise do grupo MASP. Iniciar o projeto de aplicação do SMED na *Slitter* 03, treinamentos, orientação sobre processos, definição de métodos e sentidos de utilização de ferramentas para colaboradores.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 *Slitters Machines***

As máquinas de corte longitudinal, *Slitters*, são maquinários que realizam cortes nas matérias primas (bobinas) de forma longitudinalmente. As *Slitters* possuem um vasto âmbito no mercado, não sendo somente para cortes em material metálico, elas também atendem muitos outros segmentos industriais que utilizam esse tipo de corte.

A *Slitter 03*, que será a máquina analisada no trabalho atual, é constituída de várias partes que exercem suas funções bem definidas e entregam um produto simples, uma bobina metálica cortada em diversas larguras e enroladas ao final do processo, e esses produtos acabados são chamados de rolos slittados.

Os rolos slittados possuem duas destinações principais quando embalados e dados como produto acabado, ou são vendidos da forma em que saem do maquinário, ou são utilizados dentro de outros processos como abastecimento para maquinários que produzem tubos, calhas, perfis, enfim, produtos que se utilizam de uma chapa metálica com largura predefinida que é conformada e soldada para que saiam outros tipos de itens.

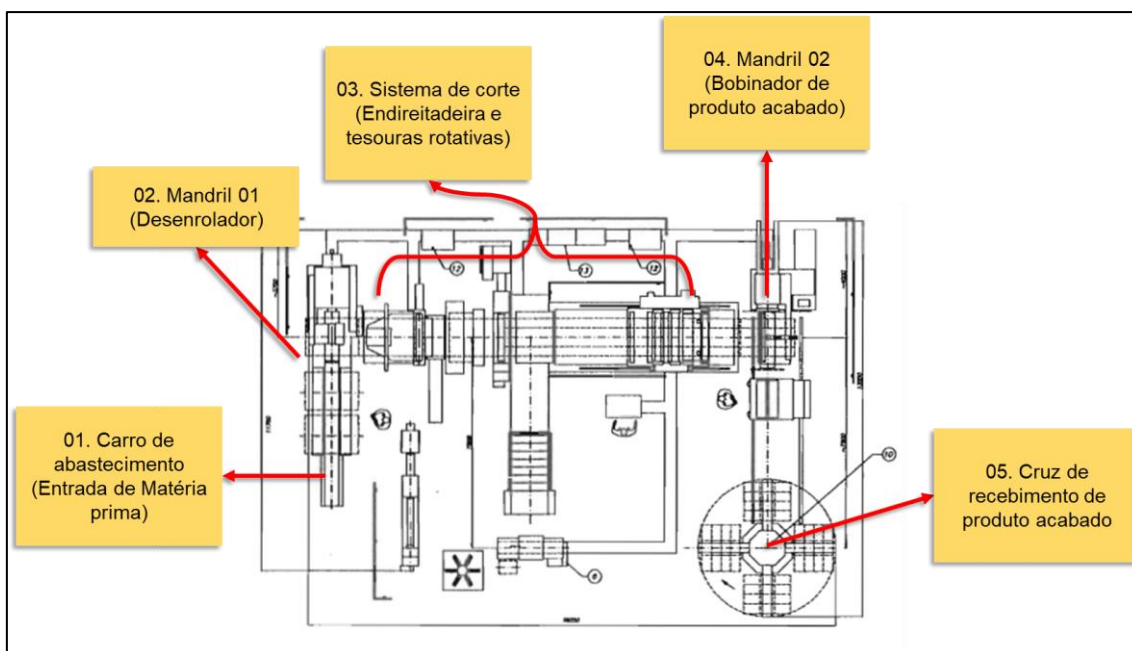
#### **4.1.1 *Estrutura da Slitter***

O maquinário *Slitter* possui dois eixos que são chamados de mandris, um para desbobinar a matéria prima no início do processo, e outro para bobinar

o produto acabado, ao final do processo. Dentre essas vertentes de início e fim do processo, a matéria prima que vem enrolada em forma de bobina precisa, geralmente, ser desamassada.

Para desamassar a matéria prima, inicialmente ela entra na endireitadeira, que faz o trabalho de alinhar a chapa às partes de corte do processo, isso para que ela fique com um corte reto e sem variações de largura. Após a matéria prima ser desamassada, a chapa precisa ser passada até a parte da tesoura rotativa, que nada mais são que os discos, facas e separadores dispostos em uma configuração que dita a largura ao qual a chapa será cortada, logo após isso, o *looping* é feito. Segue a Figura 10 como exemplificação do processo.

**Figura 10 – Planta vertical - *Slitter* 03**

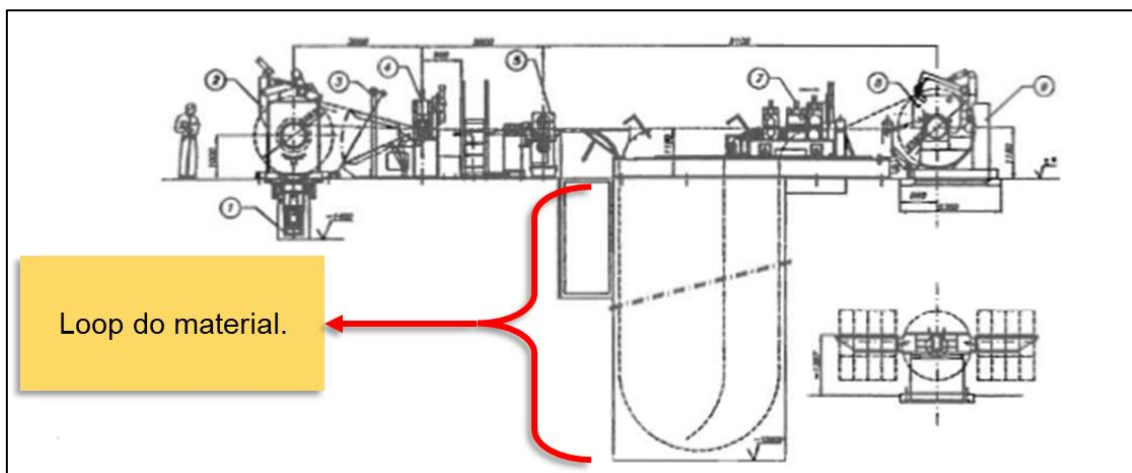


Fonte: Indústria Gama.

É necessário passar primeiramente a chapa por todo o maquinário para que o *looping* seja feito, e esse *looping* citado é um vão que se localiza geralmente no meio da máquina para que a chapa fique livre com uma folga, conforme Figura 11. Essa folga é medida por meio de um sensor, e quando a chapa fica muito tensionada gera problemas para as partes da *Slitter*, isso se deve porque, no processo produtivo, um lado pode puxar ou empurrar mais rápido que o outro. Ao acontecer essa divergência de velocidade, o *looping*

consegue corrigir por conta da folga, o sensor identifica qual lado está mais rápido e desacelera, quanto mais próximo a chapa está do sensor, mais a correção é realizada.

**Figura 11 – Planta lateral - *Slitter 03***



Fonte: Indústria Gama.

#### 4.1.2 Procedimento Operacional Padrão

A padronização de processos gera diversos benefícios para um processo produtivo que contém fluxos comuns e contínuos, o estudo dos tempos e movimentos é bem-vindo para estudar, conhecer, monitorar e melhorar as atividades operacionais para que se atinja um nível de excelência desejado, com tempos bons entre os *Setups* e processos fluidos sem gargalos.





Para que a padronização seja eficiente, é, de forma aconselhável, utilizar-se de métodos básicos de ganho de tempo em fluxos contínuos, como documentar um passo a passo das atividades operacionais para que os colaboradores tenham como se embasar ao realizar as atividades rotineiras, esse é o POP (Procedimento Operacional Padrão). Além da facilidade em saber o que é certo e errado ao se ter um documento desse, também é benéfico por conta do aumento da praticidade e facilidade no momento de treinar novatos e que sejam realizadas auditorias de padrões.

No maquinário em questão, *Slitter 03*, existem 8 POP's que detalham, tanto o funcionamento de algumas partes do maquinário, quando o método mais eficiente e seguro encontrado para realizar a atividade. A prática da segurança




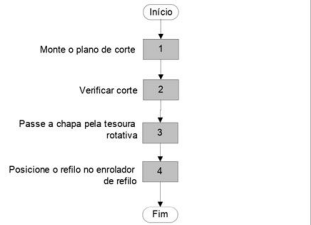


é algo extremamente levado a sério quando se é tratado na Indústria estudada, portanto, processos podem e devem ser menos eficientes quando se trata da comparação entre produtividade x segurança, portanto, deve-se considerar esse fator ao realizar todas as atividades em área operacional. Segue exemplo de procedimento, conforme Figura 12.

**Figura 12 - Procedimento de Bobinamento e Troca de Plano de Corte (Página 1)**

PADRÃO DE ROTINA		Código: AC-PR-320151506-046-1	Folha: 1/16
Título: BOBINAMENTO DA CHAPA SLITADA – SL 03		Data: Nov/2017	
			
<b>Agentes de risco pertinentes a este procedimento:</b> 		<b>Equipamentos de proteção individual/coletivo:</b> 	
<b>1. RESPONSÁVEL</b> Op. de máquina e Aux. de operações de máquina.	<b>2. FLUXO DE ATIVIDADES</b> 		
<b>3. RESULTADOS ESPERADOS</b> Rolo slitado identificado.			
<b>4. AÇÃO CORRETIVA</b> Verificar fio de corte das facas e condições dos carpetes. Identificando alguma anomalia providenciar a troca dos mesmos.			
<b>5. OBSERVAÇÕES</b> Identificar a bobina na descarga. Toda atividade fora da rotina deve ser preenchida uma APR.			
<b>6. DEFINIÇÕES/ ABREVIATURAS</b> SL - Slitter Op. - operador; Aux. - auxiliar; Máq. - máquina; MP - Matéria prima.	Atividades críticas		
CONTROLE DE REVISÃO			
Revisão	Alterações		
1	Troca de fotos e algumas alterações no texto		
Elaborador: izan.nogueira	Verificador: abrahão.lima	Aprovador: rodrigo.taborda	

PADRÃO DE ROTINA		Código: AC-PR-320151506-050-1	Folha: 1/20
Título: SISTEMA DE CORTE – SL 03		Data: Dez/2017	
			
<b>Agentes de risco pertinentes a este procedimento:</b> 		<b>Equipamentos de proteção individual/coletivo:</b> 	
<b>1. ESPONSÁVEL</b> Operador de máquina.	<b>2. FLUXO DE ATIVIDADES</b> 		
<b>3. RESULTADOS ESPERADOS</b> Plano de corte montado conforme especificações contidas na UD do material.			
<b>4. AÇÃO CORRETIVA</b> Montar um novo plano de corte se o plano antes montado não estiver conforme especificações contidas na UD do material.			
<b>5. OBSERVAÇÕES</b> A Ferramentaria é o setor responsável pela afiação das facas de corte. Toda atividade fora da rotina tem que ser feita uma APR.			
<b>6. DEFINIÇÕES/ ABREVIATURAS</b> SL - slitter; Op. - operador; Máq. - máquina; Kg - unidade de peso (Quilograma) bar - unidade de pressão (bar)	Atividades críticas		
CONTROLE DE REVISÃO			
Revisão	Alterações		
1	Foi adicionado mais um aspecto de segurança		
Elaborador: izan.nogueira	Verificador: abrahão.lima	Aprovador:	

Cópia não controlada Status: Distribuído Impresso por: jose.filho.231/2018

Fonte: Indústria Gama (2017).

Os POP's são separados em 2 seções, a primeira página mostra o título da atividade, os EPI's (Equipamentos de Proteção Individuais) necessários para realização, quem está habilitado para realizar, o que fazer caso algo fora do comum aconteça, o que será feito na atividade, siglas utilizadas no decorrer do texto e o fluxograma da atividade. Tudo isso pode ser resumido em poucas palavras, aumentar a eficiência com segurança. Na segunda parte do POP, existem as partes a serem executadas pelos colaboradores, separadas em execução e riscos envolvidos, justamente para incentivar ao colaborador que

tenha uma previsão de o que ele irá fazer e ter a ciência de riscos existentes, afinal, são maquinários com sistemas de corte de chapas metálicas.

## 4.2 Disponibilidade x Interrupção

Dentre as problemáticas existentes nos processos produtivos, existe um nome em comum entre colaboradores do setor Industrial que define os desperdícios nos processos, estes são chamados gargalos. Gargalos são todas as ineficiências que estão inertes no processo e acabam limitando a capacidade produtiva. Estes existem comumente dentro deste âmbito estudado; as indústrias sempre se utilizam da filosofia Kaizen, de melhoria contínua, para o atingimento da excelência como citado anteriormente.

Uma das principais características nos maquinários que a excelência operacional geralmente exige é a disponibilidade. Uma máquina sempre deverá estar disponível para a produção caso seja essencialmente necessária não gerando desperdícios e atendendo à demanda solicitada. Imagine, o setor de previsão de vendas encaminha um *Forecast* (termo utilizado para se referir a uma ferramenta estatística que gere uma previsão das vendas com base nas informações mercadológicas), ao setor de Planejamento e Controle da Produção, que tem a importante decisão de definir quais maquinários serão utilizados para o atendimento das previsões de forma antecipada. Ao ser feita a decisão, no momento estabelecido para produzir os itens, uma das máquinas está com problemas mecânicos e isso só foi observado em cima da hora. A produção não iria atender provavelmente à demanda do mercado, isso iria desencadear diversos problemas que seriam direcionados à vários setores, questionamentos seriam levantados e planos de ação serão executados para observar e chegar à conclusão de que o setor da manutenção não realizou a manutenção preventiva na máquina para troca de algumas partes desgastadas.

Isso remete à dois problemas principais, falta de planejamento e padrão operacional por parte da manutenção (POP's e nem datas estabelecidas foram seguidas), e o problema gerado, uma interrupção na linha de produção. Máquinas paradas não produzem, e se não produzem, não expedem material para gerar faturamento, portanto, mais uma vez é dito, os maquinários devem

estar disponíveis para produção a todo momento para gerar faturamento e lucro líquido para qualquer empresa.

### 4.3 Fluxograma de Atividades de Rotina

Novamente vê-se a disponibilidade aparecendo como uma peça fundamental de medição de eficiência do processo, esta que compõe o número que expressa a OEE. Para as atividades rotineiras, padronizadas e geralmente sem variações, existem os citados POP's. Para a máquina em questão eles se dividem em:

1. Montagem do Plano de Corte.

Para esta parte tem-se a montagem de quais larguras a chapa será cortada longitudinalmente.

2. Alimentação/Abastecimento e Passagem de Material.

Etapa em que a matéria prima é posta no mandril desenrolador para que seja dado início ao processo de corte.

3. Bobinamento da Chapa Slittada.

Etapa na qual a chapa é encaixada no mandril bobinador, após ser passada por todo o maquinário.

4. Unidade de Tensionamento.

Unidade de troca dos carpetes, que são utilizados como guia e para redução da quantidade de óleo nas chapas que passam por entre eles.

5. Controle de Tração das Tiras.

O *looping* deverá ser feito para reduzir a tensão exercida na chapa no momento de desenrolar a matéria prima e enrolar o produto acabado.

6. Retirada de Material.

Após o material ser cortado, enrolado, amarrado e estar devidamente selado, é feita a retirada do mesmo para a cruz giratória.

7. Estocagem de Material.

Esta etapa é referente à retirada do material da cruz por uma ponte rolante para ser posto no estoque.

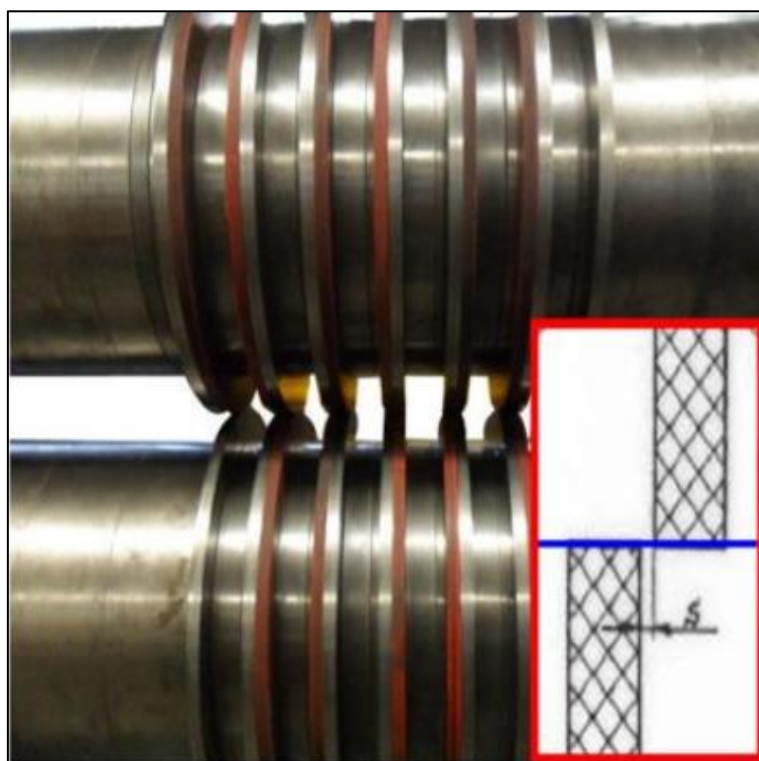
8. Descarte de Refilo na Caixa de Sucata.

Etapa de remoção dos refugos gerados no processo para serem destinados à grandes contêineres.

Nessa divisão, existem procedimentos que são necessários o maquinário estar parado para que seja efetuado. A obrigação da empresa com a segurança objetiva transformar os processos mais críticos em processos menos críticos, portanto, se algo realizado com a máquina em movimento apresenta um grau de risco para o colaborador, ele é remodelado. Dentre todas as partes descritas no processo produtivo da *Slitter* 03, a que geralmente é mais frequente e demorada, pois depende da ordem de produção diária, é a de montagem do plano de corte.

Para que o corte no material seja feito, a *Slitter* passa a chapa plana em uma tesoura rotativa, esta, que com seus discos e facas de corte causam uma tensão na chapa cortando-a, conforme Figura 13.

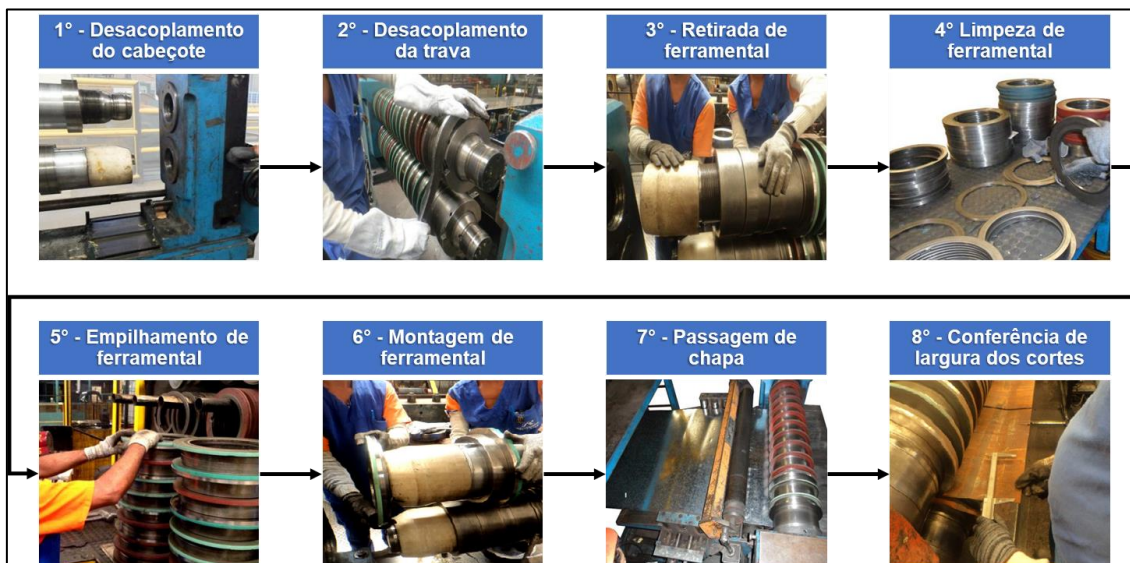
**Figura 13 - Discos de corte - *Slitter* 03**



Fonte: Indústria Gama (2017).

Sendo assim, para a montagem desse ferramental, o maquinário deverá estar parado. E o procedimento da Montagem do Plano de Corte é pode ser resumido conforme Figura 14:

**Figura 14 - Fluxograma do Setup da Slitter 03**



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Indústria Gama (2017).

#### 4.4 Setup da Slitter

A troca de plano de corte possibilita que a máquina produza diferentes larguras dos produtos, isso aumenta o mix de produção e se tem algo no processo de corte longitudinal que agregue valor ao produto para o cliente, com certeza o corte na largura correta e sem rebarbas é a primeira característica a ser notada.

Para que o corte seja realizado com precisão, o Operador da máquina deverá montar o plano com cautela para que as folgas fiquem nos espaçamentos corretos, e isso demanda tempo. Para mensurar o tempo de cada troca de plano existe um *link* do processo operacional com um sistema utilizado na indústria, cada máquina contém um computador que contém um software para gerenciamento das paradas e registros de interrupções.

O software em questão conta quantos minutos o maquinário ficou parado para que a atividade em questão fosse realizada, e dentro de cada medição pode-se observar quais interrupções estão demorando mais ou menos que o planejado. Caso a atividade demore menos, um estudo é realizado para saber o porquê de a demora estar abaixo da meta estabelecida, e se for algo que o setor operacional conseguiu identificar como melhoria, esta é avaliada, padronizada, a equipe é treinada no método aprimorado e isso reduz os limites

do processo, afinando o indicador para sempre diminuir mais e mais a interrupção da máquina. Já quando é falado sobre tempos de interrupções mais longos que o esperado, se as causas forem conhecidas, aplica-se a ferramenta Ver e Agir, que são dois passos simples que atacam diretamente a causa do problema que gerou a demora. Se os erros são desconhecidos, metodologias para descobrimento dos problemas como MASP's (Metodologia de Análise e Solução de Problemas), ou DMAIC's (ferramenta utilizada para descobrir a causa raiz de erros inerentes a processos por meio de estudos e métodos de detecção) são aplicadas.

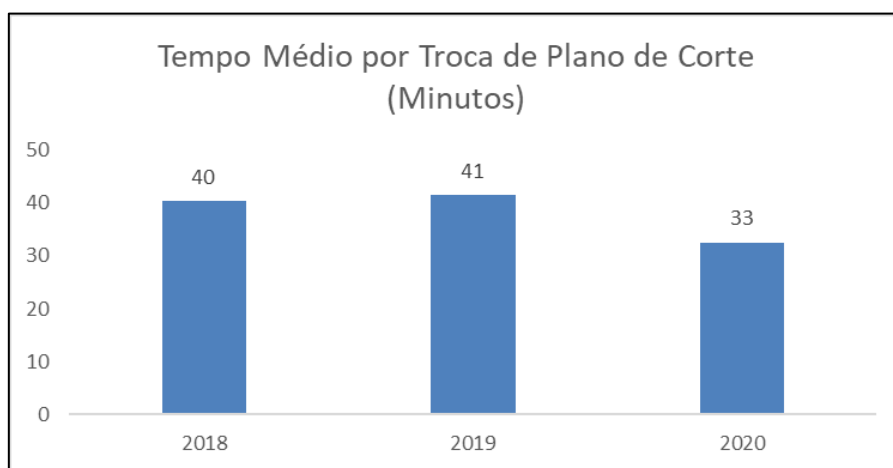
#### 4.5 Identificação do problema

Visto que para se ter um atendimento efetivo, tendo em questão a satisfação dos clientes, uma entrega ágil e uma gama de produtos vasta, é necessário a troca dos planos de corte. Para que o mix de materiais seja produzido, existem 4 *Slitters* capazes de fazer os cortes longitudinais nas bobinas metálicas, porém, nem sempre a área consegue utilizar a capacidade máxima das máquinas, por conta de problemas internos, gargalos, que um dia foram falhas especiais (que acontecem uma vez aleatória durante o uso da máquina e são desconhecidas), e acabam se tornando falhas crônicas, das quais não foram consertadas e existem dentro do processo fazendo parte dele e reduzindo a produtividade.

Para que essas falhas crônicas sejam sanadas, é necessário realizar um plano de ação, entender os sintomas e a causa raiz do problema para que o ataque da melhoria seja perfeito e eficiente. Dentro do processo do PCP de escolha de quais maquinários vão produzir determinados mixes, existe a *Slitter* 03, com um alto tempo de *Setup*, variando de 33 a 42 minutos em média por troca. Tendo o *Setup* sendo visto como um problema de demora, muitas das vezes outras *Slitters* eram escolhidas para produção dos mixes, e a *Slitter* 03, que possuía capacidade, era deixada de lado, e visavam passar somente um tipo de material na mesma, para que não existissem tantas trocas. Nessa relação da escolha do PCP para produção de alguns itens em outras *Slitters*, aconteciam, muitas das vezes, movimentações desnecessárias de empilhadeiras para levar esse material até uma outra área de estoque, tempos

de espera maiores que os normais pela disponibilidade de área, pessoas e equipamentos de transporte e o somatório de tudo ao final do processo gerava uma interrupção considerável, como mostra a Figura 15, um gráfico gerado via relatório retirado do sistema utilizado na Indústria.

**Figura 15 – Tempo médio anual por troca de plano de corte - *Slitter* 03**



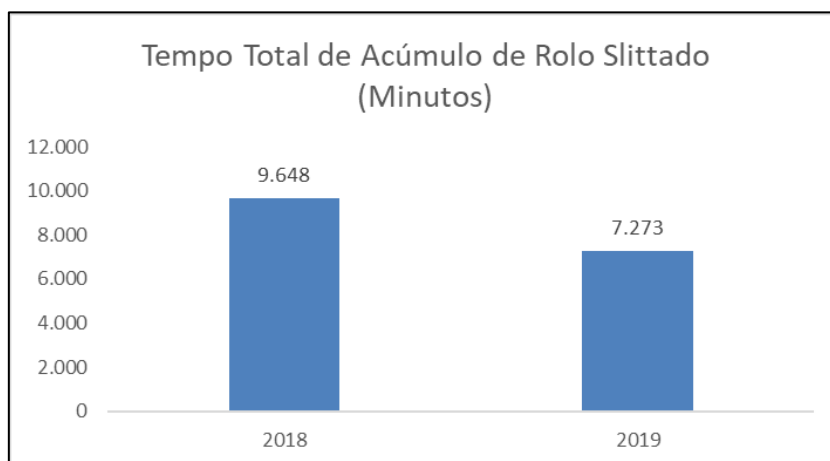
Fonte: Elaboração própria, adaptado de Indústria Gama (2021).

Com a redução do mix da *Slitter* 03, o estoque de produtos acabados estava aumentando em volume, mas com variabilidade de poucos SKU's, e a falha se dá quando a vazão de rolos slittados não é suficiente até que a produção entregue mais itens, isso acaba ocasionando em um dos sete desperdícios, perdas por estoque, que acabam gerando interrupções na máquina por não ter como produzir. Essa interrupção foi medida como um indicador citado anteriormente, Acumulação de Rolos Slittados, que acontecia exatamente quando o estoque estava cheio, sem vazão, e a máquina tinha que parar a produção atual até que o estoque fosse realocado para caber mais itens.

Dentro desse indicador de acumulação de rolos slittados, existiu um estudo que analisou todas as *Slitters* e foram estabelecidas ações para cada máquina, com foco em reduzir esse tempo de interrupção desse indicador. Ao ser realizado um MASP para identificar as causas raízes, um dos planos de ação identificados na *Slitter* 03 foi a aplicação da metodologia SMED. A máquina tinha a capacidade de receber e ser adequada às fases do SMED para que fossem ganhos minutos de disponibilidade, porém, não eram executadas ações corretas para que esses tempos fossem aproveitados. Daí, existiram várias

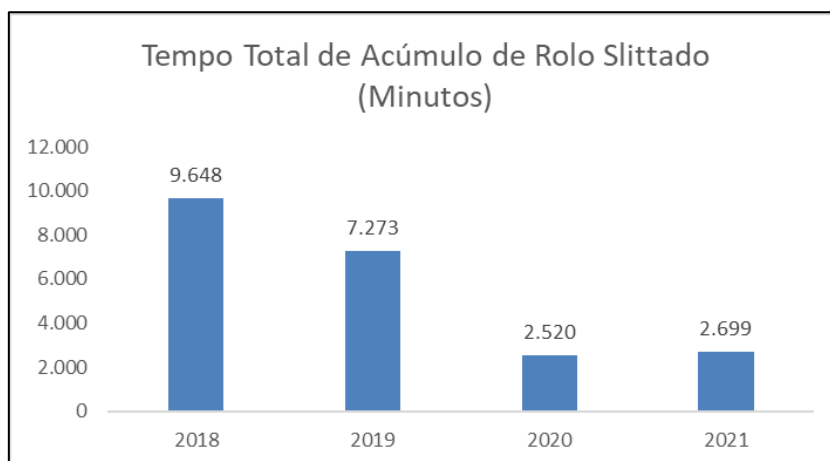
oportunidades de melhoria, tanto que no ano de 2019, em que o MASP foi feito, algumas pequenas ações de ver a agir foram realizadas na estrutura da máquina e um ganho considerável foi mensurado nesse indicador, como mostram as Figuras 16 e 17.

**Figura 16 – Tempo anual de interrupção por acúmulo de rolos slittados - Antes do estudo MASP**



Fonte: Indústria Gama.

**Figura 17 - Tempo anual de interrupção por acúmulo de rolos slittados - Depois do estudo MASP**



Fonte: Indústria Gama.

Para sanar essa problemática, foi observado que com a possível melhoria do tempo de *Setup* da *Slitter* 03 e aumento do mix de produção, por conter um local mais próximo à determinados maquinários e estoques que podem consumir ou receber seus rolos slittados com menos movimentações e



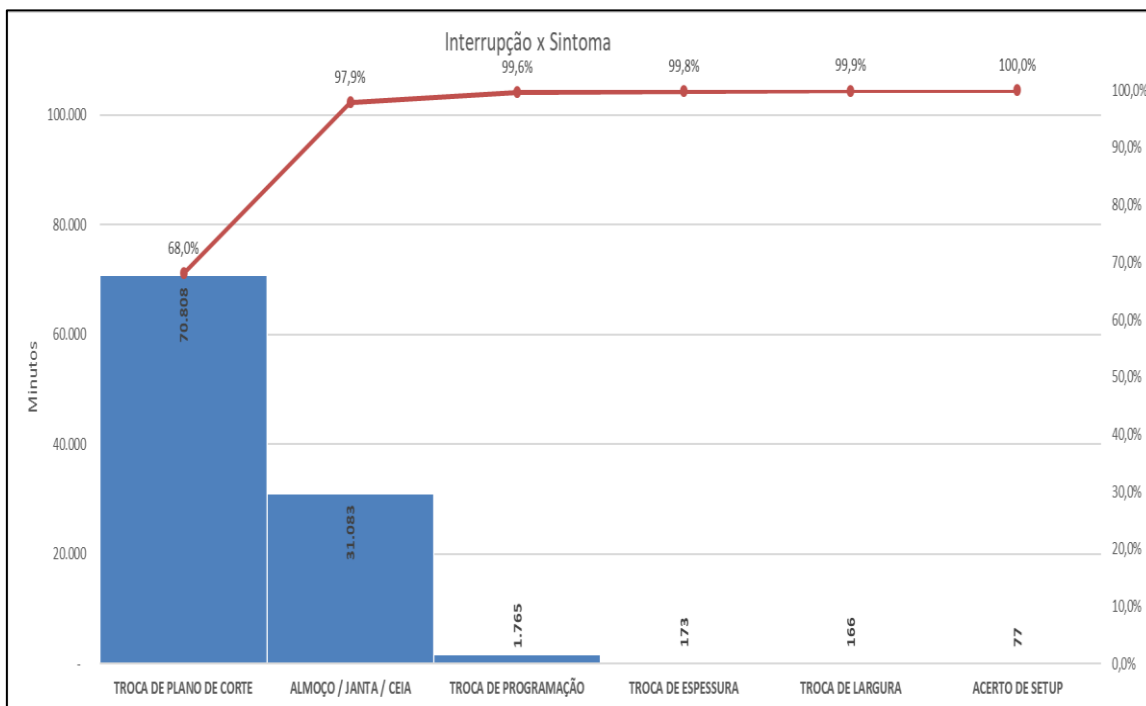
esforço operacional, isso acabaria gerando um resultado muito positivo para vários processos, como o aumento da disponibilidade da máquina e dos serviços de produção, que serão mais bem aproveitados.

#### 4.6 Aplicação da metodologia

Para se atingir um nível ótimo de confiabilidade ao realizar uma melhoria ou tentar otimizar algum processo, é recomendável, conforme visto, a aplicação de metodologias ou usar uma base científica para se chegar aos resultados desejados. Ao falar de metodologia, no meio industrial estudado, já é de conhecimento amplo a eficácia da utilização da Metodologia de Análise e Solução de Problemas, ou MASP, e tendo-o a sua aplicação, é iniciada uma série de passos que ao fim espera-se encontrar as causas raízes dos problemas.

Iniciado por um Engenheiro Mecânico, o MASP foi batizado com o nome “Redução de interrupções por Troca de Plano de Corte nas *Slitters*”, e este identificou que 68% dos sintomas de interrupções nas *Slitters* eram por Trocas de Plano de Corte no ano de 2018, conforme Figura 18.

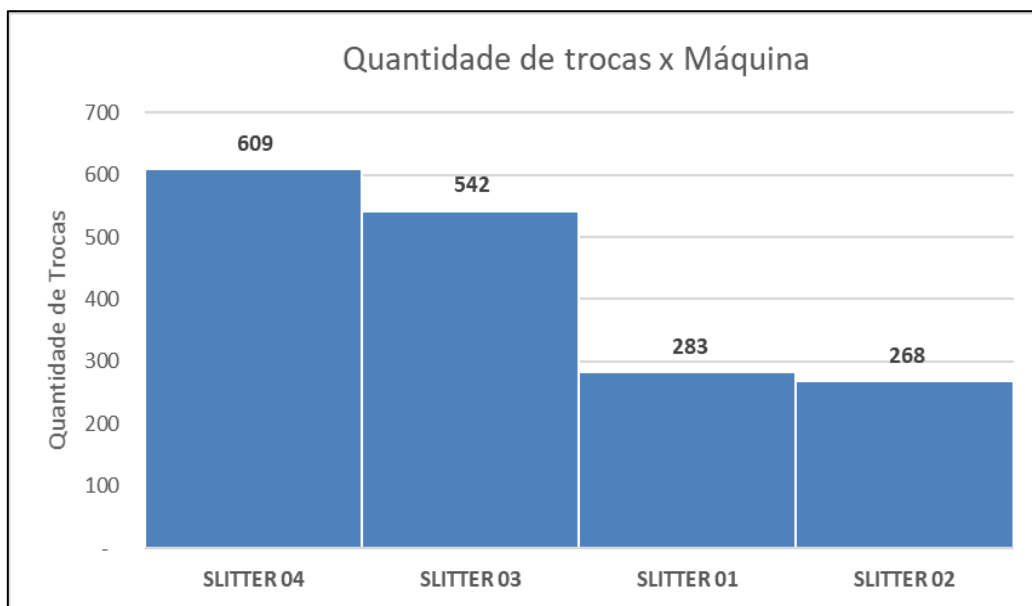
**Figura 18 - Principais sintomas de paradas**



Fonte: Indústria Gama (2018).

Após validação dos dados, percebe-se que a troca de plano tem sido responsável pela maior parte de interrupções, como mostra a Figura 19, com a quantidade de trocas de planos de corte em um período de janeiro a setembro de 2018. Sendo assim, necessário uma solução de melhoria para diminuir o tempo de interrupções. As máquinas *Slitter* 03 e *Slitter* 04 apresentam maior quantidade de trocas. A média mensal de trocas de plano nas *Slitters* em 2018 chega a 183 vezes.

**Figura 19 - Quantidade de Trocas de Planos (Jan a Set - 2018)**



Fonte: Indústria Gama.

Na observação dos processos da *Slitter* 03, houve a identificação de um ferramental reserva para montagem do plano de corte onde seu uso não continha a frequência da qual deveria, isso significava que a possível causa para o mal uso do ferramental era padronização de atividades e treinamento de equipe. Ao se tratar de uma etapa de *Setup*, a troca de plano de corte foi diagnosticada com um mal uso do padrão dentro dos processos internos, e por meio do MASP realizado e métodos com possível aplicação, o SMED foi escolhido para solucionar as causas do porquê o ferramental reserva não estava sendo utilizado no tempo adequado, da forma adequada e pelas pessoas adequadas. Ao ser realizado o plano de ação para os principais problemas das *Slitters*, o primeiro ponto a ser citado como saída para a redução do tempo de

*Setup* foi o treinamento da operação em um método padrão e eficiente para realizar a atividade, como mostra a Figura 20.

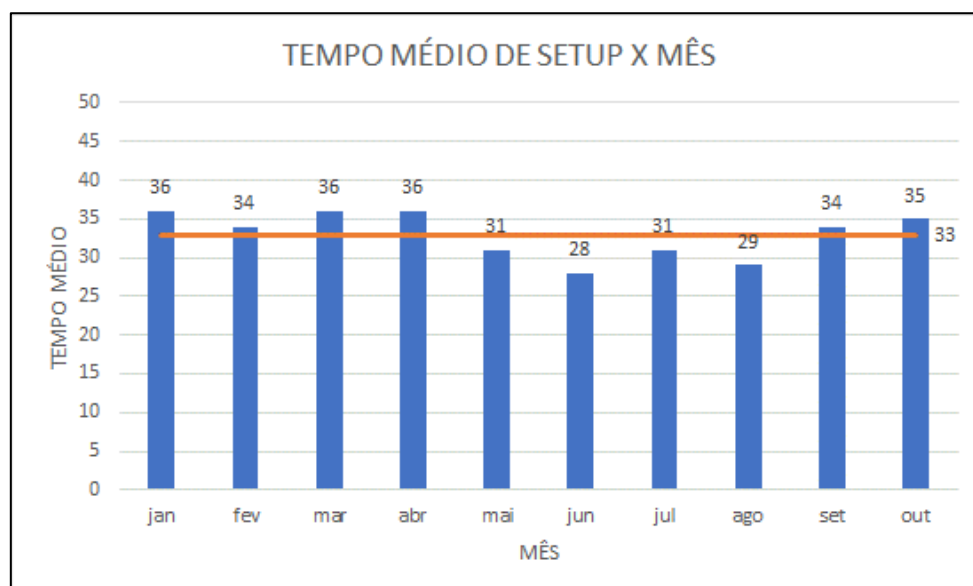
**Figura 20 - Plano de Ação para Reduzir a Interrupção**

3.3 - Análise das causas mais prováveis		
Análise das Causas Mais Prováveis		
HIPOTESE	JULGAMENTO	MOTIVO
FALTA DE PADRONIZAÇÃO DE ATIVIDADES	HIPÓTESE PROVÁVEL	Foi verificado em campo, a não padronização da atividade de troca de plano. Tendo, cada equipe atuações diferenciadas.

Fonte: Indústria Gama (2020).

No escopo do projeto, a meta definida foi reduzir o tempo para troca de plano na máquina *Slitter* 03, utilizando o método SMED, visando atingir ao digito de 9 minutos, com limites de variação de 9 minutos a 15 minutos. Naquele instante, o processo possuía uma média de 33 minutos por mês, como mostra a Figura 21, para a troca de plano na máquina.

**Figura 21 – Tempo médio mensal de Trocas de Plano de Corte – *Slitter* 03 (2018)**



Fonte: Indústria Gama.

Como direcionamento para o projeto, foi dividido em 3 fases os passos que seriam seguidos, 1° - Estudo e aprendizado dos conceitos de *Lean Manufacturing* e SMED, 2° - Aplicação na área operacional das ferramentas aprendidas e 3° - Reciclagem no treinamento de calibração de plano e encerramento. A redução do tempo de *Setup*, flexibilização do planejamento da produção e aumento da disponibilidade da máquina eram os principais objetivos do projeto, como citados anteriormente, e poderiam ser atingidos nas 3 fases da aplicação do SMED, treinamento (Figura 22), aplicação (Figura 23 e 24) e acompanhamento (Figura 25).

**Figura 22 – 1° fase - Treinamento de SMED em sala para a operação**



Fonte: Indústria Gama (2020).

**Figura 23 – 1° fase - Treinamento de SMED em sala para a operação**



Fonte: Indústria Gama (2020).

Na primeira fase, os Operadores e Auxiliares foram treinados sobre os conceitos do SMED, sobre o porquê ser importante saber o que fazer, como fazer e quem deve fazer, existiram exemplos de casos de sucesso com a aplicação do método, foram demonstrados dados em números e vídeos sobre a diferença do *Setup* interno para o externo e a atividade foi separada em duas partes, conforme Tabela 1.

**Tabela 1 - Separação de *Setup* interno e externo (minutos)**

Atividade	Interno	Externo
Desmontar plano de corte		00:09:00
Limpar cabeçote		00:01:30
Montar plano		00:34:00
Desacoplar cabeçote da máquina	00:07:00	
Posicionar cabeçote	00:08:00	
<b>Total de tempo</b>	<b>00:15:00</b>	<b>00:44:34</b>

Fonte: Indústria Gama (2020).

Após observado e explicado praticamente a diferença entre atividades externas e internas no processo, os colaboradores foram levados à área para verificar o painel que foi adicionado como preparativo para a 3° fase de acompanhamento e na 2° fase foram treinados nos métodos operacionais que foram definidos na 1° fase.

**Figura 24 – 2º fase - Treinamento com colaboradores em área operacional**



Fonte: Indústria Gama (2020).

**Figura 25 - Painel de acompanhamento do projeto**

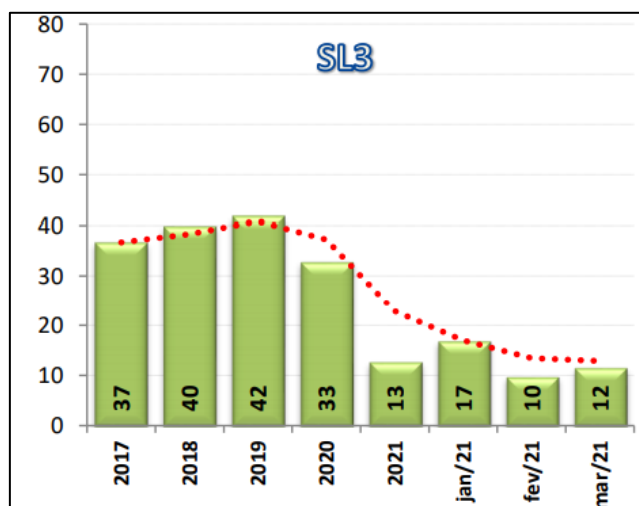


Fonte: Indústria Gama, abril 2022.

Para a 3ª fase, o acompanhamento do projeto foi realizado por meio do sistema utilizado nas máquinas, que mede o tempo das interrupções em minutos. Tendo sua mensuração iniciada em janeiro de 2021, o método SMED,

que visava reduzir processos demorados em um único dígito teve como resultados uma redução estimada de, considerando-se a média do ano anterior de 2020 em 33 minutos médios por mês, 60% do tempo médio por mês no ano aplicado, como mostrado na Figura 26 de acompanhamento dos 3 meses iniciais:

**Figura 26 - Primeiros 3 meses de aplicação do método SMED**



Fonte: Indústria Gama, abril 2021.

A quantidade de 58 trocas de plano gerou um ganho em minutos estimados em 1160 minutos, que equivalem a 19,33 horas, e isso, considerando uma produção média por horas do maquinário em 10 ton/h, são acrescentadas 193,3 toneladas à produção por hora, este número levando em consideração a margem financeira por tonelada de R\$ 300,00 a tonelada, acaba retornando um valor monetário de R\$ 58.000,00 por mês e R\$ 696.000,00 por ano.

**Tabela 2 - Tabela de resultados da projeção do método**

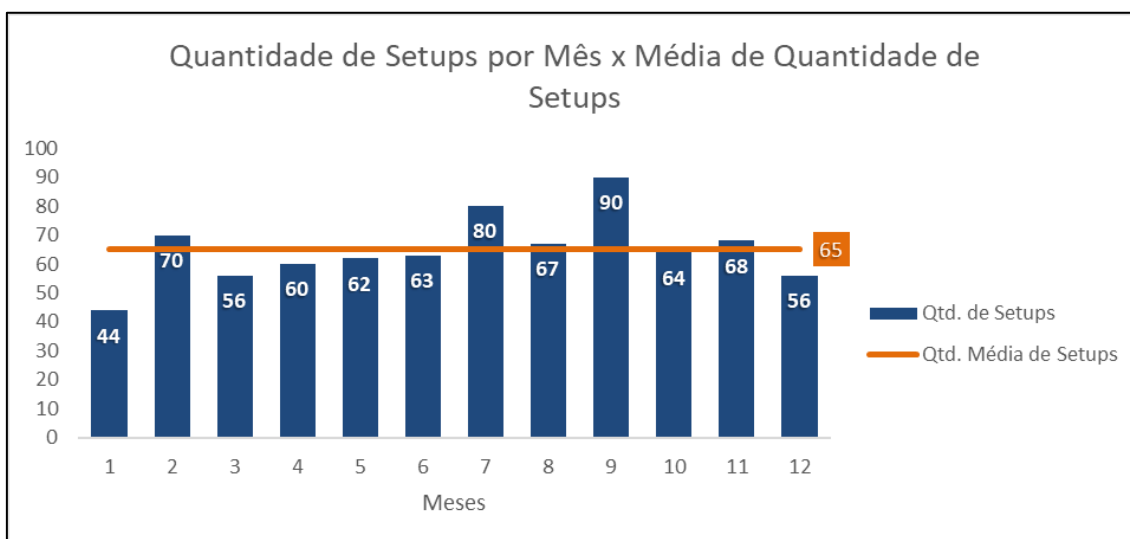
<b>Qty. De trocas</b>	58
<b>Ganho em minutos</b>	1160
<b>Ganho em horas</b>	19,33
<b>PPH médio SL03 (t/h)</b>	10
<b>Tonelada acrescida</b>	193,3
<b>Margem por ton</b>	R\$ 300,00
<b>Ganho monetário/mês</b>	R\$ 58.000,00
<b>Ganho monetário/ano</b>	R\$ 696.000,00

Fonte: Indústria Gama (2021).

Além da quantidade financeira, os ganhos consideráveis em relação ao tempo tiveram sucesso pela mudança dos métodos por meio do estudo dos tempos e movimentos, que foram melhorados pela observação do método de trabalho atual e, através da colaboração dos próprios operadores e auxiliares do setor operacional e do instrutor do treinamento, além das pessoas que foram necessárias para que o projeto fosse acompanhado, atingiu-se o nível desejado de tempo para a atividade nomeada Troca de Plano de Corte.

Antes, tinha-se um tempo hábil para execução das atividades mensurado em 33 minutos médios por troca de plano de corte. Levando em consideração a quantidade média de *Setups* diários em 65 trocas como mostra a Figura 27, tem-se uma perda estimada mensal expressa em um simples cálculo de 65 *Setups* x 33 minutos, que equivalem a 2.145 minutos mensais de máquina parada. A perda mensal de 2.145 minutos, quando levada para escala anual, gera a indisponibilidade de 25.740 minutos parados.

**Figura 27 – Quantidade de *Setups* por mês e Média mensal de *Setups* (2019)**



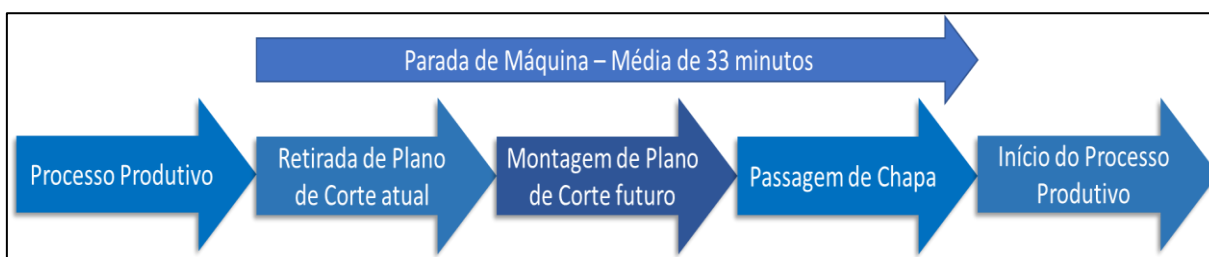
Fonte: Elaboração própria, adaptado de Indústria Gama (2022).

Quando essa perda mensal é convertida de minutos para horas, a percepção da quantidade de tempo em que a máquina fica parada mensalmente para que os *Setups* sejam realizados é vista, 35,75 horas paradas, isso representa 1 dia e meio.



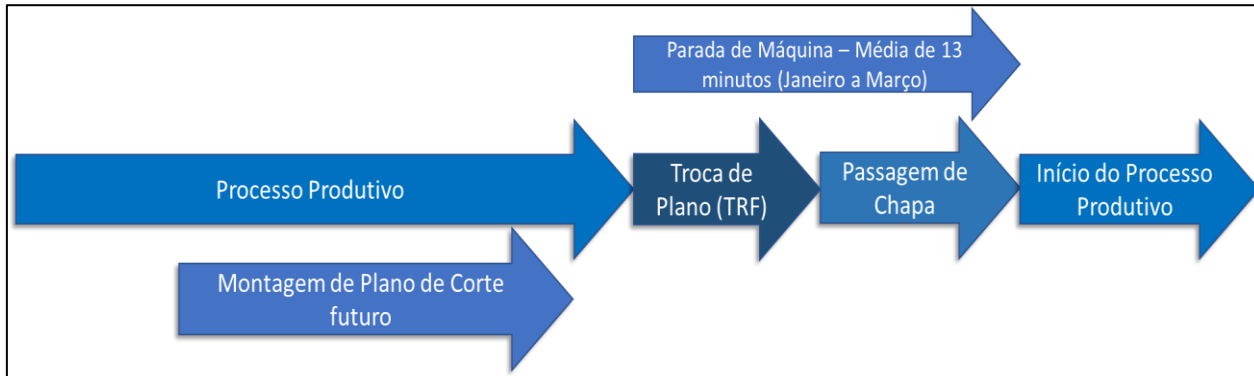
Ao observar-se o novo cenário, é feita a comparação dos anos de 2019, 2020 e 2021, sendo o ano de 2021, a partir de janeiro, a implantação oficial do projeto SMED de Troca Rápida de Plano de Corte. Seu uso definiu o método de trabalho mais adequado para a linha de produção em questão. Como dito, o método anterior se dividia em etapas cujas execuções necessitavam do maquinário parado, como mostra a Figura 28, já o método estudado e escolhido para ser executado como a melhor forma foi mostrado na Figura 29:

**Figura 28 - Método antigo para Setup da Slitter 03**



Fonte: Elaboração própria, março 2022.

**Figura 29 - Método de Troca Rápida de Ferramentas**



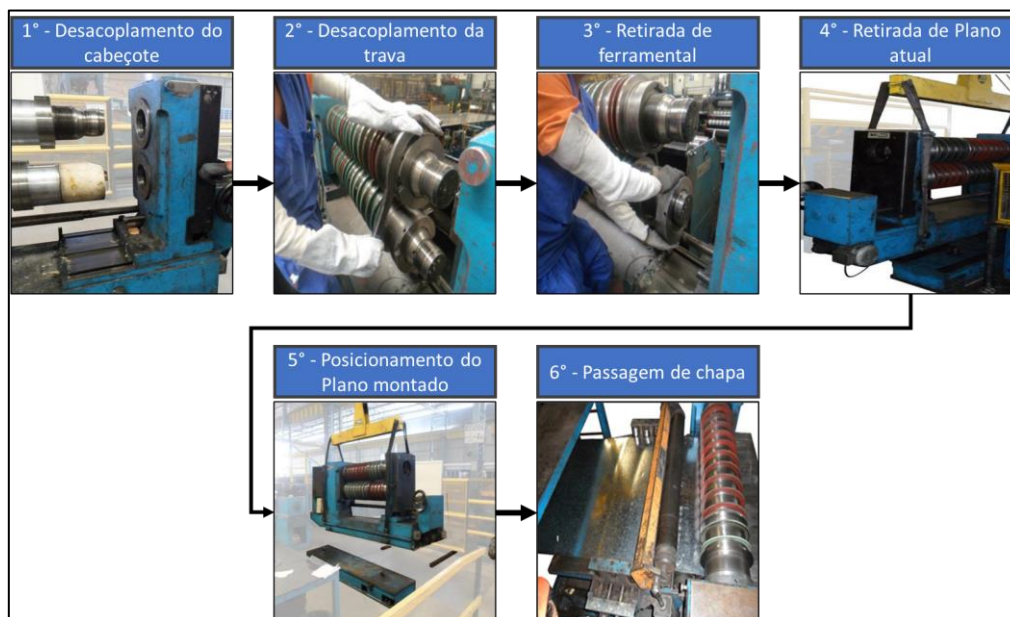
Fonte: Elaboração própria, março 2022.

Com isso, observou-se que o resultado da aplicação do método SMED foi a montagem do plano de corte em um plano reserva que existia, porém, não existia um método adequado, essa atividade foi levada para o tempo externo da atividade, podendo ser montado antes que o processo pare, ao ocorrer a parada a máquina tem seu eixo atual removido por uma ponte rolante, é posicionado ao lado do eixo reserva que já contém o plano montado e ele é posto também com a utilização da ponte rolante no local da máquina, fazendo com que o processo tenha um ganho de eficiência e segurança muito

perceptível, pois a utilização da montagem de forma externa possibilita que possíveis erros da montagem sejam corrigidos a tempo da próxima troca de ferramental.

A importância da separação dos processos internos em externos se dá quando você não aproveita um tempo por não saber identificar o fluxo correto das atividades, isso deve partir do estudo dos tempos e movimentos, pois geralmente sempre existem desperdícios nos processos produtivos que podem e devem ser eliminados. O *Setup* da *Slitter 03* saiu de um patamar médio de 33 minutos por troca para 13 minutos nos 3 primeiros meses de acompanhamento de projeto por somente a troca de um fluxo de processo operacional, esse plano de ação acabou tendo como investimento somente um tempo dos colaboradores da operação e do instrutor, e gerou um resultado muito positivo para todos os envolvidos. O fluxo novo ficou representado da forma como mostra a Figura 30.

**Figura 30 - Método de *Setup* atualizado (TRF)**



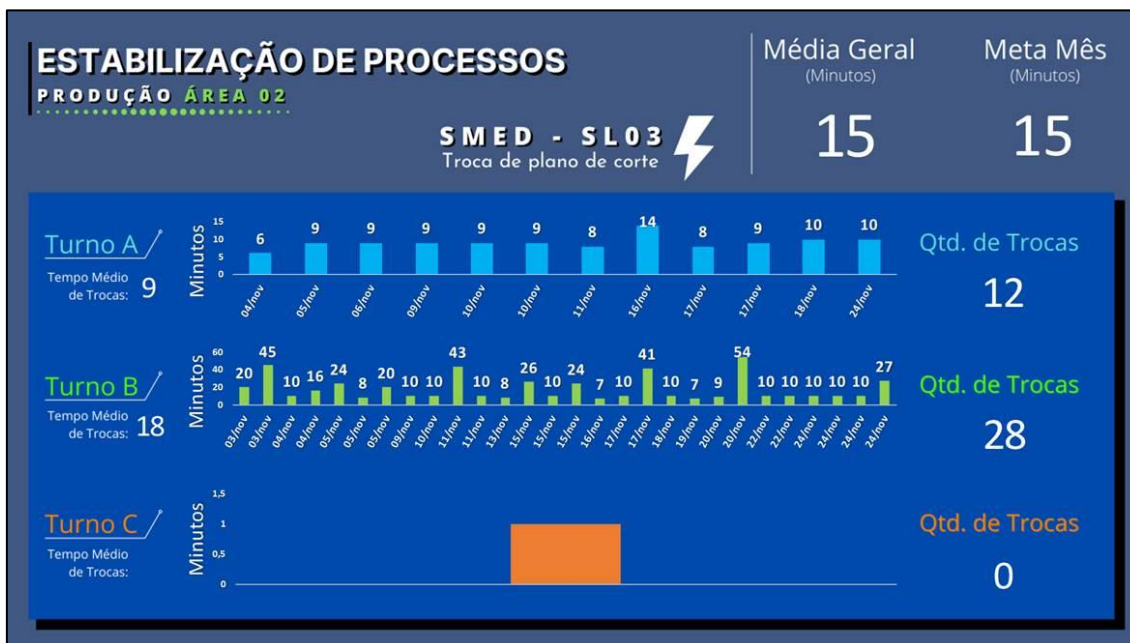
Fonte: Elaboração própria, adaptado de Indústria Gama (2021).

## 5 CONCLUSÃO

Como visto, a aplicação da metodologia SMED gerou resultados positivos para o processo de troca de plano de corte, o *Setup* da *Slitter 03*. E esses ganhos ainda são acompanhados diariamente, conforme mostra a Figura

31, que é o acompanhamento diário dos minutos levados por cada troca de plano de corte no maquinário. Em alguns casos ainda ocorrem exceções de tempo, por falhas operacionais ou aleatórias no processo.

**Figura 31 - Acompanhamento de *Setups* da *Slitter* 03**



Fonte: Indústria Gama, novembro 2021.

A redução de interrupções de equipamentos é uma premissa básica em todas as Indústrias e Empresas, enxerga-se isso na filosofia Kaizen. Você possui um equipamento sempre disponível para produzir ou executar algo, quando você precisar e pelo tempo que necessário é um desejo mútuo das pessoas do segmento. Sabe-se que a demanda de mercado é volátil e submetida à diversas variáveis, por isso essa exigência de uma máquina estar disponível é tão bem-vista e necessária.

O presente trabalho visava a redução de tempo de *Setup* de forma que utilizasse os recursos já disponíveis, por isso, é observado que a maior diferença na prática da aplicação do método SMED foi o treinamento operacional. Apenas com uma retirada de atividades internas de *Setup* para externas e com uma orientação sobre o uso do plano reserva para a montagem fora do processo produtivo, os colaboradores conseguiram gerar resultados bastante satisfatórios.

É importante citar que a melhoria do processo de *Setup* da *Slitter* 03 gerou não só resultados diretos, como no processo produtivo da máquina, mas também, resultados indiretos, por exemplo, a movimentação reduzida de empilhadeiras, estoque mais livre para receber outros materiais, houve uma redução de fadiga por parte dos colaboradores, que não precisam mais se esforçar ao máximo para tentar atingir um tempo razoável, pois agora podem montar o plano externo com antecedência e maior confiabilidade, além de ter uma máquina a mais para a escolha da programação pelo PCP.

Com uso da metodologia de análise e solução de problemas, onde foi objetivado a redução de tempo de *Setup's*, foi observado, após a aplicação do método e coleta de resultados, o quão importante é ter processos definidos com padrões e fluxos bem estruturados, pessoas bem treinadas e, além de tudo, uma supervisão presente no processo, que sempre esteja observando os métodos de trabalho e pensando em como as atividades atuais podem ser melhoradas, causando um esforço menor para o público operacional e gerando um resultado melhor por parte das máquinas, sempre tendo em vista os indicadores, que são os principais pontos de observação destes processos. Uma indústria que não gere corretamente seus indicadores de disponibilidade e eficiência não consegue, de forma clara, ver onde estão os gargalos dentro dos seus processos e não enxergando, não se pode melhorá-los.

A filosofia Kaizen não para em um resultado ótimo, ela busca um resultado de perfeição, portanto, o processo atual da *Slitter* 03 foi melhorado, mas ainda pode ser mais bem executado com uso dessas ferramentas da qualidade. O SMED foi utilizado para sanar uma problemática de falta de padrão e treinamento operacional, mas ainda quantas mais oportunidades de melhoria podem existir pela visão desses métodos, quanto mais aprofundado o estudo, mais é observado que o Kaizen é contínuo, é um fluxo que ao se atingir um nível de excelência, você não para, mas sim, busca um novo método para aplicar e gerar mais qualidade ao produto, mais eficiência ou eficácia no processo ou velocidade na linha de produção.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, E. **Fordismo, taylorismo e toyotismo**: apontamentos sobre suas rupturas e continuidades. In: SIMPÓSIO LUTAS SOCIAIS NA AMÉRICA LATINA. 3., 2008, Londrina. Anais... Londrina: UEL, 2008
- BATISTA, J. B.; MUNIZ, J.; JUNIOR, E. D. B. **Análise do sistema Toyota de produção**: estudo exploratório em empresas brasileiras do grupo Toyota. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 28, 2008, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.
- COSTA, R. D. **Modelos Produtivos Industriais com ênfase no Fordismo e Toyotismo**: o caso das montadoras paranaenses. Revista Eletrônica da FEATI, Ibaiti (PR), 2003.
- GUSMÃO, S. L. L. de. **A Influência da Customização Sobre a Cadeia Produtiva**: Uma Interpretação Analítica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 17, 1997, Gramado. Anais... Gramado: ENEGEP, 1997.
- HAY, E. J. **Just in Time**: Um Exame dos Novos Conceitos de produção. São Paulo: Maltese-Editorial Norma, 1992.
- LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. São Paulo: Bookman, 2005.
- LOGÍSTICA NOSSA... **Produção puxada e empurrada – Conceito e aplicação**. Disponível em: <<http://Indcd.blogspot.com/2017/11/producao-puxada-e-empurrada-conceito-e.html>> Acesso em: 07 abr. 2022
- MARCHWINSKI, C.; SHOOK, J.; SCHROEDER, A. **Léxico Lean**: glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean. 4. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011.
- MIRANDA, V. S.; LEITE, A. A. M.; DE SOUZA JUNIOR, W. W. R. **Análise das habilidades e competências na formação dos Engenheiros de Produção sob o ponto de vista de seus discentes**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 36, 2016, João Pessoa. Anais... João Pessoa: ENEGEP, 2016.
- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**: uma abordagem integrada ao just in time. 4 ed. São Paulo: Bookman, 2015.
- NETO, B. R. de M.. **Fordismo e ohnoísmo**: trabalho e tecnologia na produção em massa. Estudos Econômicos, São Paulo (SP), v. 28, n. 2, p. 317–349, 1998.
- OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção**. Porto Alegre: Bookman, 1997.
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Bookman, 1997.
- OLIVEIRA, J.; SÁ, J.C.; **FERNANDES, A.. Continuous improvement through**: an application in a mechanical company. Procedia Manufacturing, [S.L.], v. 13,

p. 1082-1089, 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.139>. Acesso em: 07 mar. 2022

**Produção puxada e empurrada – Conceito e aplicação.** Disponível em: <<http://lndcd.blogspot.com/2017/11/producao-puxada-e-empurrada-conceito-e.html>>. Acesso em: 10 abr. 2022.

RIBEIRO, A. de F. **Taylorismo, fordismo e toyotismo.** Lutas Sociais, São Paulo (SP), v. 19, n. 35, p. 65–79, 2015

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System.** A Revolution in Manufacturing: The SMED System, 2018

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção,** do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de produção:** do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta:** uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SLACK, N. et al. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2002.

SUGAI, M.; IAN, M., Richard I.; NOVASKI, O.. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED):** análise crítica e estudo de caso. São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/gp/a/8zqzvd8p5HgGgbszxtSqzYs/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 01 abr. 2022

TUBINO, D.F. **Planejamento e controle da produção.** São Paulo: Atlas, 2007.

VANALLE, R. M.; SALLES, J. A. A. **Relação entre montadoras e fornecedores:** modelos teóricos e estudos de caso na indústria automobilística brasileira. Gestão e Produção, São Carlos (SP), v. 18, n. 2, p. 237-250, 2011.

WOOD JR, T. **Fordismo, toyotismo e volvismo:** os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. Revista de administração de Empresas, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 6–18, 1992.