

ANÁLISE DE TEMPOS DE SETUP NO PROCESSO PRODUTIVO DE EMBALAGENS METÁLICAS

Adriana de Almeida Paiva
financeiro@masafer.com.br
FASF

Henriclei Vieira Amaral
henriclei@gmail.com
FASF

Marcus Vinícius Barbosa
marcus.barobsa@ig.com.br
FASF

Giovana Azevedo Pampanelli Lucas
giopampanelli@gmail.com
FASF

Rhanica Evelise Toledo Coutinho
profarhanica@gmail.com
FASF

Resumo: O presente artigo versa sobre a Análise de Tempos de Setup do processo produtivo em uma fábrica de embalagens metálicas. Tempos de Setup é compreendido como o tempo de parada das máquinas, seja na preparação ou troca de ferramentas, o que ocorre durante os vários estágios do processo produtivo. A busca por melhores resultados da capacidade do processo de produção faz com que as empresas busquem a implantação de métodos de trabalho que viabilizem a resolução de problemas restritivos no sistema de produção usado. O trabalho parte da verificação, in loco, do processo produtivo para embalagens metálicas, aplicando os preceitos estabelecidos na Teoria das Restrições, aliado ao Método SMED (Minute Exchange of Die). Para tal, a metodologia de pesquisa consiste em uma pesquisa de caráter exploratório, através de coletas de dados em fontes primárias, com abordagem quantitativa, que consistiu na verificação do processo produtivo, através de cronometragem do processo e elaboração de planilhas para exposição e discussão dos resultados. O que foi verificado é que, sem investimentos em maquinários e modernização do parque produtivo, realizando pequenos ajustes, obteve-se resultados de produtividade, que somados ao empoderamento e conscientização da equipe envolvida, acarretaram maior lucratividade.

Palavras Chave: Tempos de Setup - Método SMED - Processos Produtivos - Produtividade - Lucratividade

1. INTRODUÇÃO

A busca por melhores resultados da capacidade do processo de produção faz com que as empresas busquem a implantação de métodos de trabalho que viabilizem a resolução de problemas restritivos no sistema de produção usado.

O desenvolvimento técnico e tecnológico apresentados em processos industriais foi evoluindo a cada dia. Isso pode ser verificado na evolução das teorias científicas voltadas a processos, que iniciou-se através de Frederick W. Taylor a partir do final do século XIX. Taylor tinha o foco voltado nas tarefas. Defendia que não era necessária a qualificação dos trabalhadores, que o importante era saber fazer o trabalho e produzir.

Mas, com o aumento da concorrência e a busca de conseguir atender os clientes com rapidez e qualidade, surgiu a necessidade de modernização. Sendo assim, houve a mudança de pensamento em relação ao trabalhador. O trabalhador qualificado trabalha melhor e produz mais, otimizando a produção e aumentando o lucro.

Desde Taylor até os dias atuais, existe uma variedade de estudos e pesquisas que versam sobre a redução de tempo de preparo para resolver problemas de capacidade, os famosos “gargalos”, visando a redução e implantação da chamada “produção enxuta” dentro do sistema.

Para essa implantação foi escolhida uma empresa situada na cidade de Volta Redonda, RJ, que trabalha no ramo metalúrgico, na fabricação de embalagens metálicas.

De acordo com as necessidades da empresa, serão realizadas análises do “tempo de *setup*”, que é o tempo de parada das máquinas e a implantação de novas técnicas para reduzir o tempo de *setup*, gerando maior lucratividade nas linhas produtivas, onde serão testados dois métodos para melhoria na produção e consequentemente na lucratividade:

1. Objetivando resolver os problemas restritivos será usada a “Teoria das Restrições”, onde se deve avaliar, verificar e dimensionar os resultados obtidos.
2. Para diminuir o custo e uma produção mais enxuta será estudado o “Tempo de *Setup*” e através dos resultados apresentados por pesquisas dos tempos atuais, será apresentado um método de diminuição desse tempo de *setup* de forma economicamente viável.

As verificações foram realizadas através dos processos de produção e de documentos como planilhas de custo, controles de produção entre outros documentos cedidos pela empresa para verificar a viabilidade técnica para a implantação desses métodos.

O presente trabalho versa sobre um estudo de caso realizado em uma indústria atuante no segmento metalúrgico e apresenta, em bases teóricas, técnicas e métodos de observação do processo produtivo da cadeia da empresa, uma proposta de melhoria dos fluxos de produção, demonstrando os ganhos financeiros através da aplicação da Teoria das Restrições com a diminuição do tempo de *setup*.

2. CAMINHO METODOLÓGICO

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, pois busca apresentar informações sobre o assunto investigado, propiciando a definição, compreensão e delineamento do problema. Este tipo de pesquisa visa proporcionar uma nova visão geral acerca de determinado fato e tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias (GIL, 2008). Estas informações são alcançadas através de coleta de dados em fontes primárias, com levantamentos internos.

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa e, segundo Fonseca (2002, p.20) "a pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros". No estudo em questão, foi verificado o processo de contagem por lotes, considerados os tempos de preparo/ajuste de máquinas, sendo feito a cronometragem do processo e elaboração de planilhas de controle para discussão dos resultados obtidos.

3. PROCESSO DE PRODUÇÃO: CONCEITO E ORIGEM

Processo de produção é o conjunto de ações, atividades ou tarefas conduzidas de maneira sistemática, interligadas que se combinam de maneira ordenada para transformar matérias primas em produtos finais. Shingo (2003, p.29) quando diz que "toda produção é composta por processos e operações."

A produção artesanal surge no fim da Idade Média com fixação das populações em determinadas regiões do globo. Era uma produção independente, onde o produtor possuía os meios de produção: instalações, ferramentas e matéria-prima e na sua própria casa realizava a produção.

A partir de 1760, na Revolução Industrial, deu-se início a implantação de novas tecnologias, visando uma busca constante de encontrar estratégias para produzir melhor e mais rápido. O processo industrial uma transformação profunda, uma mudança drástica no modo de fabricação dos produtos. E começaram a surgir as fábricas, a produção em série e o trabalho assalariado.

O desenvolvimento técnico e tecnológico apresentados em processos industriais foi evoluindo a cada dia. Isso pode ser verificado na evolução das teorias científicas voltadas a processos, que iniciou-se através de Frederick Taylor a partir do final do século XIX. Taylor tinha o foco voltado nas tarefas. Defendia que não era necessária a qualificação dos trabalhadores, que o importante era saber fazer o trabalho e produzir. Este modelo se manteve somente até quando a demanda era baixa, ou seja, tudo que se produzia era vendido.

Mas, com o aumento da concorrência e a busca de conseguir atender os clientes com rapidez e qualidade, surgiu a necessidade de modernização. Sendo assim, houve a mudança de pensamento em relação ao trabalhador. Ele já não era um simples operador que tinha que "somente" saber fazer seu trabalho, mas se iniciou o processo de treinamentos e qualificações do profissional para o uso devidamente correto do equipamento instalado. O trabalhador qualificado trabalha melhor e produz mais, otimizando a produção e aumentando o lucro.

4. TEMPO DE *SETUP*: CONCEITO E ORIGEM

Segundo Black (1998, p. 131), "tempo de *setup* é aquele decorrido desde a saída da última peça boa do *setup* anterior até a primeira peça boa do próximo". Simplificando, tempo de *setup* é o tempo de parada das máquinas, seja na preparação ou troca de ferramentas, o que ocorre durante os estágios do processo produtivo.

Têm início tal análise quando a Toyota Motor Company contrata o consultor japonês Shigeo Shingo para desenvolver uma metodologia de redução de tempo de preparo de máquinas na empresa. O consultor realizou um dos primeiros estudos mais aprofundados realizados sobre tempo de *setup* em 1959, quando uma equipe da Toyota foi treinada com esse propósito.

Uma década depois o consultor Shigeo Shingo aprimorou os estudos e criou um novo método de redução de tempo de *setup* chamado método SMED (*Single Minute Exchange of Die*) que trabalha com foco na redução dos tempos de séries e troca de ferramentas.

Assim, o Sistema Toyota de Produção (STP) é considerado um dos pioneiros no estudo e na implantação da redução dos tempos de *setup* na elaboração de literaturas acadêmicas acerca do tema com a colaboração do consultor Shigeo Shingo. Em seu livro “Sistema de Troca Rápida de Ferramentas” Shingo afirma:

O desenvolvimento deste sistema levou 19 longos anos. Começou quando eu conduzia um estudo de melhoria para as indústrias Toyota, em 1950. Percebi, pela primeira vez, que existem dois tipos de operações: tempo de preparação interno (TPI) que pode ser realizada somente quando a máquina estiver parada, e tempo de preparação externo (TPE, ou preparação externa), que pode ser realizada com máquinas trabalhando(...) (SHINGO,2003, p.25)

Ao realizar as primeiras análises após a implantação do método de Shingo no Sistema Toyota de Produção foi constatado que além de ser um conceito inovador e genuinamente japonês, seria também uma teoria muito comum cuja prática seria difundida na engenharia industrial em todo o mundo.

5. A TEORIA DAS RESTRIÇÕES

A Teoria das Restrições também conhecida como TOC (*Theory of Constraints*) teve início na década de 1970, quando o físico Israelense Eliyahu Goldratt começou a se interessar e a se envolver com os problemas de produção. Goldratt elaborou um método de administração da produção que foi muito bem sucedido.

Na década de 1980, Goldratt escreveu o livro "A Meta", onde começou a divulgar a teoria de seu método de administração da produção. O livro foi escrito em forma de romance, apresentando a dificuldade de administração da produção de um gerente de fábrica, que ao conhecer a teoria criada por Goldratt e a colocando em prática na fábrica, consegue recuperar a competitividade da empresa e assim aprende como conseguir gerar mais lucros, aumentando sua produtividade. Goldratt (1994, p. 30) afirma que “a produtividade é o ato de fazer uma empresa ficar mais próxima de sua meta”.

Com o lançamento do livro, o método foi divulgado e as empresas se interessaram em aprender a técnica. Até os dias atuais, o livro é muito procurado para a aplicação dos princípios da TOC nas empresas.

Aplicando a técnica de Goldratt na produção, as empresas notaram uma melhoria significativa nos resultados, porém continuavam surgindo problemas em outras áreas. Foi quando Goldratt percebeu que não adiantava dar soluções prontas para as empresas, pois cada empresa teria um tipo de problema diferente. Então ele resolveu ensinar as pessoas o raciocínio lógico para o processo de melhoria contínua para cada empresa resolver o seu problema e garantir sucesso no futuro, pois Goldratt (1994, p. 24) defende que “o futuro da empresa depende de nossa habilidade em aumentar a produtividade”.

A implantação da TOC era feita por líderes, pessoas que com o seu carisma conseguiam mudar as práticas e políticas das empresas. O que foi verificado é que na maioria dos casos as implementações eram bem sucedidas, porém a curto prazo as restrições continuavam surgindo em outras áreas. Isso fez com que Goldratt se dedicasse ainda mais em encontrar uma solução e destaca:

Não devemos olhar para cada área e tentar ajustá-la. Devemos tentar otimizar o sistema inteiro. Alguns recursos têm que ter mais capacidade que outros. (GOLDRATT, 1994, p. 133)

No final da década de 1990, Goldratt criou estratégias que envolviam todas as áreas da empresa e cujo principal desafio era fazer todas as áreas trabalharem juntas para criar, capitalizar e sustentar uma vantagem competitiva. A essas estratégias, ele deu o nome de "Visão Viável", cujo objetivo é fazer com que a empresa tenha grande crescimento sustentável e que com esse crescimento, mude também a cultura da empresa para uma cultura de processo de melhoria contínua, como afirma:

Se toda organização foi criada com um propósito e toda organização compreende mais de uma pessoa, então somos obrigados a concluir que o propósito de uma organização requer os esforços sincronizados de mais de uma pessoa. (GOLDRATT, 1994, p. 312)

Segundo Corbett Neto (1997, p. 39), a abordagem da Teoria das Restrições se dá pela lógica que envolve o processo de análise e praticidade de operacionalização. Como princípio lógico o autor (Idem 1997, p. 39) enfatiza que “a Teoria das Restrições é baseada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, de que os fenômenos vistos são conseqüências de causas mais profundas, e qualquer empresa é encarada como um sistema”

O ponto principal e essencial da TOC é reconhecer e gerenciar a restrição do sistema, possibilitando assim o início da aplicação da ferramenta estratégica para cada empresa, sendo que restrição pode ser definida como qualquer coisa que impeça uma organização de alcançar a sua meta, como afirma Wanke:

Uma restrição é qualquer coisa numa empresa que impede ou limita seu movimento em direção a seus objetivos a serem atingidos. Para a maior parte das empresas, o objetivo principal é o lucro presente e sua sustentabilidade no futuro. (WANKE, 2008, p. 123)

Para exemplificar de forma simples podemos usar uma corrente. Se forcarmos uma corrente, ela quebra no elo mais fraco, ou seja, esse elo mais fraco é a restrição desta corrente. E não é possível todos os elos terem a mesma resistência, portanto como essa corrente, todo sistema possui pelo menos uma restrição e deve ser analisada cada uma de forma diferente da outra, como explica Goldratt:

É como medir uma corrente de acordo com seu peso. Cada elo é importante. É claro que, se os elos são diferentes uns dos outros, temos que usar um princípio, o princípio da regra vinte – oitenta. Vinte por cento das variáveis são responsáveis por 80% dos resultados. (GOLDRATT, 1994, p. 283)

Segundo Goldratt (1994, p. 281), na Teoria das Restrições a palavra chave passa a ser “restrição” ou “gargalo”. As restrições podem ser físicas ou não físicas.

Restrições físicas são a capacidade de máquinas e/ou setores, falta de mão de obra ou mão de obra não qualificada, falta de pedidos, indisponibilidade de matéria-prima, dificuldade de logística; por sua vez restrições não físicas: são as políticas e ou culturas organizacionais que são as normas, procedimentos e práticas adotadas pela empresa.

5.1. FUNCIONAMENTO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

De acordo com Goldratt (1994), o processo de otimização ou melhoria contínua aplicado pela Teoria das Restrições segue uma ordem lógica em cinco passos:

O primeiro é identificar a restrição do sistema: Identificar toda e qualquer restrição, ou seja, qualquer coisa que impede ou limita o trabalho da empresa em direção a seus objetivos a serem atingidos. Numa fábrica haverá sempre um recurso que limita o seu fluxo máximo, assim como numa corrente há sempre um elo mais fraco. Por isso, é necessário identificar o elo mais fraco.

O segundo é explorar a restrição do sistema: Encontrar formas de maximizar o rendimento e minimizar custos por cada restrição, explorando o máximo possível dessa restrição para aumentar o nível de produção de todo o sistema.

O terceiro, por sua vez, consiste em subordinar todo o resto à política de exploração da restrição: O objetivo aqui é assegurar que não haja limitação da restrição por nenhum outro recurso, ou seja, tudo que possa eliminar essa restrição, deverá ser considerado e analisado para ser colocado em prática.

O quarto é elevar a restrição do sistema: Nesta etapa, consideram-se as várias alternativas para investir mais na eliminação da restrição, colocando em prática maneiras de tornar a restrição o mais produtiva possível, poupando tempo de restrição como, por exemplo, utilizando máquinas, talvez menos eficientes de forma mais intensa, gerando mais turnos ou algo que dê suporte à atual restrição.

O quinto, se num passo anterior a restrição for quebrada, volte ao passo 1, mas não deixe que a inércia se torne a restrição do sistema. Ao eliminar um gargalo, outro recurso pode se tornar a restrição, talvez em outra máquina, local de armazenamento ou no mercado.

Usando esse processo de otimização, pode-se focar os esforços nas restrições de um sistema que determinam seu desempenho e assim podemos melhorar significativamente seu desempenho a curto prazo.

5.2. A APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* PELO MÉTODO SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

O método SMED não é o primeiro e nem o único sistema de redução do tempo de *setup*, mas ficou muito conhecido com a aplicação e divulgação do sistema Toyota de Produção. Em 2003, Shingo descreveu o método SMED em seu livro “Sistema de Troca Rápida de Ferramenta” numa breve estrutura conceitual, algumas técnicas que auxiliam na metodologia e exemplos de aplicações do SMED em empresas.

Os estudos da redução de tempo de *setup* através da Teoria das Restrições acontecem de forma simples e integrada, onde inicialmente se aplica a Teoria das Restrições através de seus passos fundamentais: identificar, explorar, subordinar, elevar e voltar ao passo inicial.

Ao aplicar o primeiro passo, através da identificação da restrição, é aplicado o método SMED de redução de tempo de *setup* para aplicação nos demais passos da Teoria das restrições e assim eliminar essa restrição.

O método SMED contribui para a redução do tempo de preparação do sistema produtivo para a execução da produção aumentando a produtividade e assim atendendo ao mercado de forma mais rápida e eficiente gerando maior lucro para a empresa.

O tempo de preparação de equipamentos e produção são operações que estão ligadas diretamente ao aumento da produtividade, pois aumenta o tempo total do ciclo de produção.

O método SMED possui dois estágios preliminares e fundamentais:

O primeiro estágio consiste em diagnosticar as possíveis causas dos tempos elevados de parada de máquina e separação do que é operação interna e operação externa.

Operações internas: são operações que só podem ser executadas com a máquina parada, como por exemplo, a montagem e a desmontagem das ferramentas.

Operações externas: são operações que podem ser realizadas com a máquina em produção, como, por exemplo, o transporte das ferramentas ou matéria prima para a área de armazenamento ou para junto da máquina.

Para a execução do primeiro passo é necessária a observação do trabalho diário da produção. Para ajudar no diagnóstico é importante fazer uma entrevista com os operadores e junto com eles, aplicar a cronometragem nos tempos de troca de ferramentas.

Após analisar a forma que os operadores realizam as trocas de ferramentas e a cronometragem dos tempos, deve-se separar as operações envolvidas ao processo nas operações internas e externas.

A busca da redução do tempo de *setup* não pode ser alcançada somente no estágio anterior, sendo necessária a melhoria contínua de cada elemento, tanto do *setup* interno como externo. Por isso, passa-se para o segundo estágio que é fazer a análise e transformar o máximo de operações possíveis de operações internas em operações externas, assim é feita a sistematização de procedimentos e será reduzido o tempo de parada de máquina.

6. ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA EMPRESA DE EMBALAGENS METÁLICAS

Para que fosse possível analisar a questão dos tempos de *setup*, estabelecemos uma parceira com uma empresa no segmento metalúrgico, atuante na região Sul Fluminense, no estado do Rio de Janeiro. Abaixo seguem os produtos fabricados pela empresa:

Foi realizada uma visita à planta de produção e por meio de entrevista com a equipe de produção foi possível detectar onde seria feito o estudo, podendo ser considerado o setor ou determinado tipo de equipamento.

Existem dois tipos de equipamentos na unidade :

1- Refiladeiras – equipamento que corta as folhas vindas do setor de litografia, em fardos de 1500 folhas, em medidas variadas. Segue abaixo.

2- Prensas de estamperia – equipamento que “batem” as latas e tampas vindas do corte das refiladeiras, fazendo o invólucro para recepção de produtos líquidos ou pastosos, como óleos ou ceras. Segue abaixo.

6.1. ESCOLHA DO EQUIPAMENTO PARA ANÁLISE

Após análise de todo o processo, verificamos, em consenso com a equipe operacional da unidade que o maior problema da unidade girava em torno do equipamento de refile, equipamento este que corta as folhas de flandres para confecção de latas e tampas.

Então, a equipe da empresa que esteve no apoio das pesquisas e testes optou em trabalharmos com o foco voltado à máquina de refile devido aos ajustes que se fazem necessários para refilar cada medida de folha litografada.

Por haver várias medidas de folhas e litografias diferentes, tornam-se muito constantes os ajustes das facas rotativas e por esse motivo se fez necessário um estudo para redução nesses tempos de ajustes, ou seja, redução no tempo de *setup*.

7. DISCUSSÕES E RESULTADOS

A empresa escolhida é uma indústria atuante no segmento metalúrgico, especificamente na produção de embalagens metálicas. O nome da empresa não será divulgado por questões de sigilo empresarial. A empresa foi fundada em 07/06/1999 na cidade de Volta Redonda - RJ. Ao longo de seus 14 anos tornou-se referência no mercado no que diz respeito ao desenvolvimento e fabricação de embalagens metálicas de aço, sendo reconhecida por oferecer preço e qualidade no produto e na entrega, de acordo com o prazo estipulado, visando agregar valor ao negócio de nossos clientes.

A fábrica está localizada em uma localização de fácil acesso pela Rodovia Lúcio Meira (BR 393) e sua cadeia logística abrange todo o território nacional por meio de parceiros logísticos.

A empresa tem como missão “assegurar vantagem competitiva aos negócios dos clientes através do fornecimento dos produtos com qualidade a preços competitivos com o mercado”. Sua visão é “ser referência em todos os negócios que opera, buscando melhoria contínua nos métodos e processos e na satisfação total dos clientes”. Seus valores são baseados em “desenvolver o espírito de equipe entre os colaboradores, tornando-os comprometidos com o negócio, aliado a transparência e integridade nas relações com clientes e fornecedores”.

A empresa está constantemente investindo para que possa melhorar cada vez mais os métodos e processos, não somente em relação aos produtos e técnicas de gestão, mas também no desenvolvimento humano.

Em março de 2011, foi realizada uma visita técnica à planta de produção e por meio de verificação in loco, juntamente com a equipe de produção foi possível detectar onde seria feito o estudo, pois muitas vezes, notava-se que o processo de produção ficava lento ou parado na espera do material refilado para alimentar as prensas de estamparia.

Observou-se que grande parte do atraso do envio do material da fase do processo de refile para a fase do processo de estamparia é devido ao tempo de *setup* nas facas rotativas do equipamento de refile. Assim foi destacado equipe para atuar A pesquisa quantitativa se centra na objetividade.

Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros verificar sobre como otimizar o processo de produção.

7.1. IDENTIFICAÇÃO DAS RESTRICÇÕES

Inicialmente, foi observado o processo do refile realizado em todas as medidas de folhas que são enviadas pelo fornecedor que presta serviço de litografia, que são as seguintes medidas:

Tabela 1 – Tipo de Folhas de Flandres

Folha de Flandres (espessura/largura/comprimento)	Itens por folha
FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 825 mm x 757 mm	8 latas e 15 tampas por folha
FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 866 mm x 757 mm	12 latas e 10 tampas por folha



FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 948 mm x 757 mm	20 latas por folha
FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 893 mm x 883 mm	36 tampas por folha
FOLHA DE FLANDRES 0,21 mm x 932 mm x 880 mm	12 latas e 12 tampas de 340g

Cada medida de folha de flandres vinha com uma quantidade de latas e tampas diferentes, fazendo com que, ao término de cada lote com 1500 folhas fossem alteradas as posições das facas rotativas e o tempo de *setup* era demorado e muito constante.

Através de cronometragem para apoio às pesquisas, foi detectado que o tempo médio de refile de 1500 folhas de flandres é de uma hora e vinte minutos, ou seja, a cada uma hora e vinte minutos se fazia a troca de posição das ferramentas facas de corte, atrasando o restante do processo de produção.

Observa-se que o tempo de refile de um fardo de 1500 folhas, indiferente de ser tampa ou lata é o mesmo. O tempo de atraso é resultante do ajuste das facas de corte para cada medida de folha específica.

Dessa forma, a restrição identificada nessa fase do processo é o tempo de *setup* no ajuste das ferramentas de corte.

7.2. EXPLORAÇÃO DAS RESTRIÇÕES:

Para explorar melhor a restrição foram feitas várias análises em torno do processo de refile para estudar as possibilidades a serem aplicadas para a correção da falha.

1- O primeiro passo foi analisar as medidas das folhas de flandres e formas de disposição da litografia de latas e tampas que vinham do fornecedor do serviço de litografia. Foi observado que não havia necessidade de se trabalhar com folhas litografadas de formas tão diferenciadas e que para agilizar o processo, poderia ter uma padronização nas medidas.

2- O segundo passo foi a cronometragem do tempo das facas de corte para cada tipo de folha para percepção de tempo de demora no tempo de *setup* pelo motivo de diferenciação das folhas. A empresa possui 2 equipamentos de refilar, onde eram ajustados entre 5 e 8 facas de corte, dependendo da quantidade de litografias que constava em cada folha. Foi detectado que o tempo médio de ajustes das ferramentas a cada lote refilado era de 6 minutos por faca de corte, que no total o tempo de *setup* durava entre 30 e 50 minutos aproximadamente.

3- O terceiro passo foi escolher a folha de flandres litografada com lata e tampa de cera cujo tempo de *setup* do refile fosse menor para começar a implantar a redução de tempo de *setup*. Foram escolhidas as seguintes folhas: para latas: Folhas de Flandres 0,19 mm x 948 mm x 757 mm (espessura-largura-comprimento); para tampas: Folhas de Flandres 0,19 mm x 893 mm x 883 mm (espessura-largura-comprimento)

4- Após essa definição, observou-se outro detalhe que também ajudaria a diminuir o tempo de *setup*, que foi o quarto passo: as folhas chegam à fábrica com duas sobras laterais que obriga o operador da máquina de refile a ajustar também as duas pontas da faca do equipamento de forma minuciosa, o que é chamado de ajuste fino, pois as sobras eram mínimas e teriam que ser cortadas para não agarrar no próximo processo que seria na prensa de estamparia.

Para melhor entendimento de como são realizados os cortes das folhas litografadas, seguem algumas fotos onde mostra que cada faca é composta por dois elementos circulares prateados que se ajustam acima e abaixo, de forma que suas áreas cortantes se encontrem a 1 mm de distância, executando assim o corte.

5- Após eliminar essas restrições encontradas, parte-se para a transformação de algumas operações internas em operações externas, como por exemplo, o tempo que o operador levava para ajustar as ferramentas, já pode polir outras ferramentas, trazer a matéria prima para a área próxima ao refile e pode iniciar a conferência das folhas como as medidas, cores, entre outras conferências. Observando todos esses passos e percebendo a importância da aplicação de melhorias para a redução do tempo de *setup*, inicia-se o plano de ação para colocar em prática as correções nas falhas restritivas.

7.3. APLICAÇÃO DE CORREÇÃO NAS FALHAS RESTRITIVAS

A primeira ação seria entrar em contato com o fornecedor dos serviços de litografia e solicitar a padronização das folhas litografadas. Assim, as folhas com medidas e litografias diferenciadas seriam eliminadas e a empresa só trabalharia com as folhas padronizadas separadas para latas e tampas. Não existiriam mais as folhas com latas e tampas juntas, folhas estas que atrasam os processos de refile. As folhas a serem usadas para a produção são as folhas escolhidas na fase de exploração da restrição, ou seja, para latas seriam utilizadas as folhas de flandres 0,19 mm x 948 mm x 757 mm e para tampas seriam utilizadas as folhas de flandres 0,19 mm x 893 mm x 883 mm.

Foi solicitado também se essas folhas padrões para a empresa poderiam vir sem sobras nas duas pontas, o que eliminaria os ajustes nas pontas, que são ajustes finos. Mas nessa parte, a equipe só conseguiu a alteração para esquadro zero em uma das pontas, pois o fornecedor explicou a necessidade de ter pelo menos uma das pontas para que a pinça da máquina da litografia possa pegar a folha. O fornecedor aumentou a medida da sobra em uma das extremidades transferindo somente para um dos lados da folha de flandres, tornando o ajuste das facas de corte da refiladeira mais simples, fácil e rápido.

Após essas definições com o fornecedor, inicia-se outra ação. Para aplicar uma ação corretiva nos passos 2 e 3 da exploração das restrições é feita nova cronometragem nos ajustes das facas de corte do refile para as folhas litografadas escolhidas para trabalho.

7.4 ANÁLISE CRÍTICA

Através dos testes, surgiram as idéias de mudanças nas folhas de flandres em relação a padronização nas medidas e nas litografias de latas e tampas. Em março de 2011, quando deu-se início às pesquisas, a empresa trabalhava com várias medidas e litografias diferenciadas. Hoje, a empresa padronizou as folhas usadas como forma de agilizar o processo de refile e assim otimizar toda a produção. Assim, houve ganho no tempo de ajustes das facas rotativas e conseqüentemente houve ganho na produção e em valores. Seguem as tabelas e gráficos:

Tabela 2 – Cronometragem do tempo médio de ajustes das facas rotativas antes do estudo e alteração das folhas (folhas diferenciadas)

EQUIPAMENTO	FOLHAS DE FLANDRES (espessura / largura / comprimento)	ITENS LITOGRAFADOS POR FOLHA	TEMPO DE AJUSTE DAS FACAS
REFILADEIRA MAR CIRIUN CONTINENTAL	FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 825 mm x 757 mm	8 latas e 15 tampas por folha	Média de 45 minutos
	FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 866 mm x 757 mm	12 latas e 10 tampas por folha	
	FOLHA DE FLANDRES 0,21 mm x 932 mm x 880 mm	12 latas e 12 tampas de 340g	

Tabela 3 – Cronometragem de ajustes das facas rotativas para as folhas com sobras nas duas pontas durante o estudo

EQUIPAMENTO	FOLHAS DE FLANDRES (espessura / largura / comprimento)	ITENS LITOGRAFADOS POR FOLHA	TEMPO DE AJUSTE DAS FACAS
REFILADEIRA MAR CIRIUN CONTINENTAL	FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 893 mm x 883 mm	36 tampas de latas 200g	39:28:34
	FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 948 mm x 757 mm	20 latas 200g	35:13:08

Tabela 4 – Cronometragem de ajustes das facas rotativas após a implantação da alteração das folhas com sobra somente em uma ponta

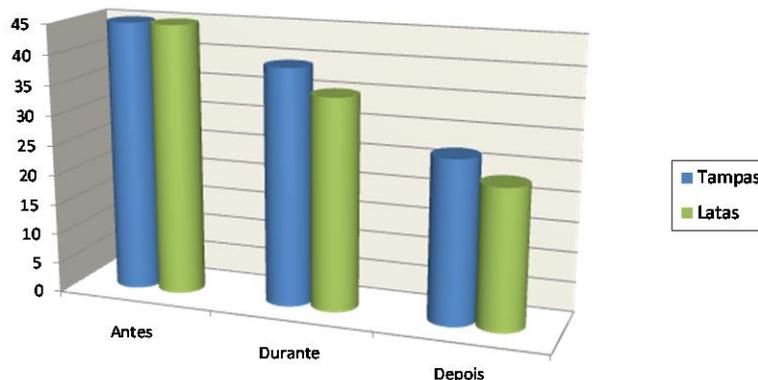
EQUIPAMENTO	FOLHAS DE FLANDRES (espessura / largura / comprimento)	ITENS LITOGRAFADOS POR FOLHA	TEMPO DE AJUSTE DAS FACAS
EFILADEIRA MAR CIRIUN CONTINENTAL	FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 893 mm x 883 mm	36 tampas de latas 200g	27:02:41
	FOLHA DE FLANDRES 0,19 mm x 948 mm x 757 mm	20 latas 200g	23:26:11

Com esse ganho no tempo, o processo produtivo ficou mais otimizado, pois as tiras refiladas chegam mais rápido até o próximo processo que é de estamperia, onde se dá o formato às latas.

Avaliando o processo de refile desde o início dos estudos até o momento atual, verifica-se um ganho médio em tempo de 18 minutos no refile das tampas e 22 minutos no refile das latas.

O gráfico abaixo demonstra os resultados em ganho de tempo:

Gráfico 1 - Ganho na Implantação da Redução de Tempo de Setup em Minutos



Através da representação gráfica, ficou clara a redução do tempo de *setup* em minutos, mas para sabermos o quantitativo do lucro alcançado pela empresa pela implantação desse processo de redução de tempo de *setup*, seguem as informações cedidas pela empresa para os cálculos do lucro em quantidade produzida e em valores reais:

- Quantidade de tampas produzidas na prensa por minuto: 80 tampas

- Quantidade de latas produzidas na prensa por minuto: 75 latas
- Valor do milheiro de tampas: R\$ 480,00
- Valor do milheiro de latas: R\$ 720,00

Analisando os resultados da redução do tempo de *setup* em minutos, o processo de produção final também ganhou 18 minutos na produção de tampas e 22 minutos na produção das latas.

Para calcular o ganho em quantidades produzidas, serão usadas como referências as produções diária, mensal e anual.

Sabendo-se que o processo de produção de estamparia produz 80 tampas por minuto e 75 latas por minuto, chega-se no seguinte cálculo de ganho nas quantidades produzidas por dia apresentada na tabela abaixo:

Tabela 5 – Cálculo de ganho na quantidade produzida em um dia de trabalho

Produto	Tempo ganho na redução do tempo de <i>setup</i>	Quantidade produzida por minuto	Ganho em quantidade produzida em um dia de trabalho
Tampas	18 minutos	80	1440
Latas	22 minutos	75	1650

Por dia, os ganhos em quantidades produzidas foram:

18 minutos x 80 tampas = 1440 tampas

22 minutos x 75 tampas = 1650 latas

Sabendo-se que os ganhos em quantidades produzidas por dia foram 1440 tampas e 1650 latas, pode-se calcular os ganhos nas quantidades produzidas por mês e por ano, conforme tabelas abaixo:

Tabela 6 – Cálculo de ganho na quantidade produzida em um mês de trabalho

Produto	Ganho em Quantidade produzida em um dia	Dias úteis trabalhados	Ganho em quantidade produzida em um mês de trabalho
Tampas	1440	22	31.680
Latas	1650	22	36.300

Por mês, os ganhos em quantidades produzidas foram:

1440 tampas x 22 dias = 31.680 tampas

1650 latas x 22 dias = 36.300 latas

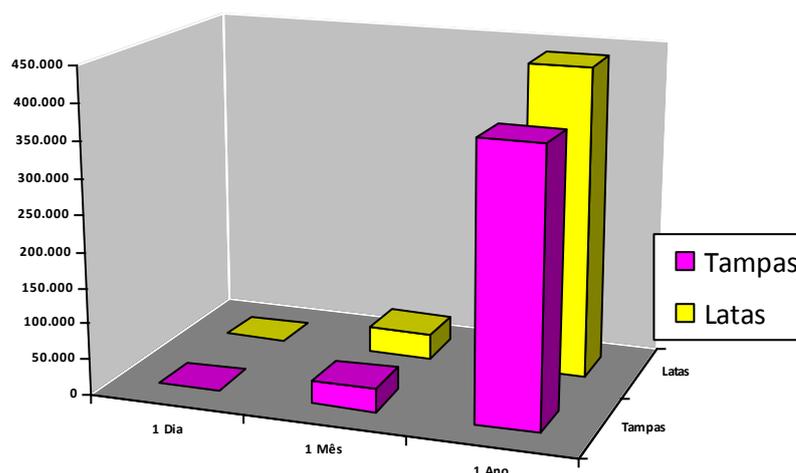
Tabela 7 – Cálculo de ganho na quantidade produzida em um ano de trabalho

Produto	Ganho em Quantidade produzida em um mês	Quantidade de meses trabalhados	Ganho em quantidade produzida em um anode trabalho
Tampas	31.680	12	380.160
Latas	36.300	12	435.600

Ou seja: Por ano, os ganhos em quantidades produzidas foram:
 $31.680 \text{ tampas} \times 12 \text{ meses} = 380.160 \text{ tampas}$
 $36.300 \text{ latas} \times 12 \text{ meses} = 435.600 \text{ latas}$

O gráfico abaixo demonstra os resultados do ganho em quantidades produzidas:

Gráfico 2 – Projeção de Ganho em Quantidade Produzida



Através da representação gráfica acima, pode-se observar a projeção de ganhos em produtividade durante um ano de trabalho através da implantação da redução do tempo de *setup*. Com as informações de ganho na quantidade de tampas e latas produzidas e sabendo que o valor do milheiro das tampas é R\$ 480,00 e do milheiro das latas é R\$ 720,00, pode-se calcular o ganho em valores com a implantação da redução do tempo de *setup* na empresa. Será usado o mesmo referencial de tempo das tabelas acima: ganhos em um dia, um mês e um ano de trabalho. Seguem as tabelas do cálculo de ganho em valor:

Tabela 8 – Cálculo do ganho em valores por dia

Produto	Ganho em quantidade produzida em um dia	Valor do Milheiro	Valor Ganho na Produção de um dia de trabalho
Tampas	1.440	R\$ 480,00	R\$ 691,20
Latas	1.650	R\$ 720,00	R\$ 1.188,00

Tabela 9 – Cálculo do ganho em valores por mês (22 dias úteis)

Produto	Ganho em quantidade produzida em um mês	Valor do Milheiro	Valor Ganho na Produção de um mês de trabalho
Tampas	31.680	R\$ 480,00	R\$ 15.206,40
Latas	36.300	R\$ 720,00	R\$ 26.136,00

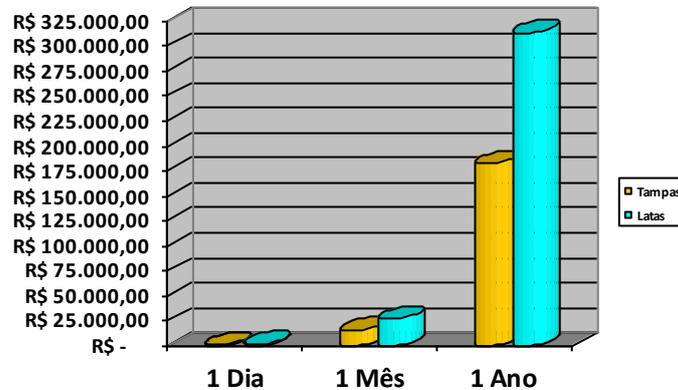
Tabela 10 – Cálculo do ganho em valores por ano

Produto	Ganho em quantidade produzida em um ano	Valor do Milheiro	Valor Ganho na Produção de um ano de trabalho
Tampas	380.160	R\$ 480,00	R\$ 182.476,80

Latas	435.600	R\$ 720,00	R\$ 313.632,00
-------	---------	------------	----------------

O gráfico abaixo demonstra os resultados do ganho em valores:

Gráfico 3 – Projeção de Ganho em Valores



Através da representação gráfica acima, pode-se observar a projeção de ganhos em valores durante um ano de trabalho através da implantação da redução do tempo de *setup*.

8. CONCLUSÃO

No presente trabalho verificou-se a aplicação da redução do tempo de *setup* usando a Teoria das Restrições aliada ao método SMED em uma indústria de embalagens metálicas. À época, a empresa buscava por um aumento de produtividade sem a necessidade de altos investimentos.

De março de 2011, quando se iniciaram as verificações e estudos até o momento atual ocorreram mudanças reais na empresa com relação às alterações nas medidas da folhas de flandres usadas como matérias primas, no *layout* das litografias, nos ajustes das ferramentas e até mesmo na postura do profissional que agora consegue executar funções durante o processo de refil que antes não conseguia.

A solução apresentada mostrou-se bastante satisfatória porque além de aumentar a produtividade, também trouxe mudanças na postura do colaborador operacional da empresa, possibilitando assim, a empresa realizar entregas em tempos menores gerando maior satisfação aos clientes, e conseqüentemente, há maior rendimento no exercício do trabalho.

A redução do tempo de *setup* é um passo fundamental para a conversão de qualquer sistema onde haja a preparação de máquinas. Acarreta melhorias no processo operacional, tornando o processo mais rápido e eficiente.

Como resultado, a empresa a busca obteve maior lucratividade, minimizando os desperdícios de recursos industriais, dispensando maior foco sempre as ações na restrição do sistema. Desta maneira, traz para a organização uma rápida velocidade de resposta.

Os resultados são muito claros, porém para manter o resultado e ainda melhorar, devem ser consideradas propostas para estudos futuros, fazendo com que o projeto implantado na empresa continue funcionando e se modernizando sempre na busca de melhorias contínuas.

Em relação à quantidade produzida com a redução no tempo de *setup*, a empresa consegue produzir uma quantidade maior de seus produtos, podendo assim atender seus clientes com mais eficiência e rapidez, tornando possível suprir uma demanda maior.



Em relação ao ganho em valores, a empresa pode estudar uma forma de investir em novos maquinários que possam ajudar a aumentar a produção e com esse aumento poderá trabalhar na captação de novos clientes, trazendo maior lucratividade.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALVES, João Murta et al. **Proposta de um método para se calcular o ganho originado pela redução do tempo de *setup***. Santa Catarina: Disponível em <http://www.grima.ufsc.br/cobef4/files/161047396.pdf> Acesso em 20/04/2011.

BELINCANTA, Fabrício Pinheiro. **Otimização da produção segundo a Teoria das Restrições: análise de suas aplicações em uma indústria de embalagens plásticas**, São Paulo: XIII SIMPEP, 2006.

BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**, Porto Alegre: Bookman, 1998.

CORBETT, Thomas. **TOC - Theory of Constraints: Introdução à TOC**. Disponível em <http://www.goldratt-toc.com.br/default2.asp?s=pag.asp&site=1&id=2> Acesso em 26/04/2011.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

GIORGI, Wanny Arantes Bongiovanni Di. **Teoria das Restrições**, São Paulo: FACESP/FECAP, 2001.

GOLDRATT, Eliyahu. **A Meta**, São Paulo: Educator, 1994.

GONÇALVES, Ézio Lúcio Zerbone. **Inovação do Processo Produtivo no Segmento Metal-Mecânico com Uso de Tecnologia CNC**, Rio de Janeiro: Anais do XXXIV COBENGE, 2006.

GUERREIRO, Reinaldo. **Os princípios da teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica**, São Paulo: Caderno de Estudos nº 13 FIPECAFI, 1996.

JUNQUEIRA, Luíz. **Resumo do Livro - A META**. Disponível em <http://leanconstruction.wordpress.com/2008/09/30/>. Acesso em 26/04/2011.

LIDAK, Gerson. **Controle de Qualidade e a redução do tempo de *setup* em linhas de montagens SMT**, Paraná: PUCPR Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2005.

NETO, Anselmo Rocha. **A teoria das restrições na prática: elevação dos gargalos no processo produtivo de uma indústria metal mecânica**, São Paulo: XIII SIMPEP, 2006.

POZO, Hamilton. **Teoria das Restrições: o sucesso através de redução do tempo de *setup* em uma pequena indústria de manufatura**, São Paulo: eGesta Revista Eletrônica de Gestão de Negócios, 2007.

ROGERS, Pablo. **Teoria das Restrições e Decisões de Longo Prazo: Caminho para a Convergência**. Disponível em <http://www.congressosp.fipecafi.org/artigos52005/435>. Acesso em 25/04/2011.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta**. São Paulo: Bookman, 2003.

SILVA, Anna Flávia Ferreira da et al. **Bibliografias Essenciais para a Adm: A Meta – Eliyahu M. Goldratt**. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Guaratinguetá, 2011.



SOUZA, Fernando Bernardi. **Produção - Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos**. Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 2005.

SUGAI, Miguel, **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**, São Carlos, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/gp/v14n2/09.pdf> Acesso em 29/03/2011.

WANKE, Peter. **Gestão de Estoques na Cadeia de Suprimento**, Rio de Janeiro, Atlas, 2008.