

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

Eric Rocha Menezes

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE TROCA RÁPIDA DE
FERRAMENTA EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE
EMBALAGENS METÁLICAS

FORTALEZA
2010

ERIC ROCHA MENEZES

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE TROCA RÁPIDA DE
FERRAMENTA EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE
EMBALAGENS METÁLICAS**

Trabalho Final de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Engenharia de
Produção Mecânica, como requisito parcial para
a obtenção do título de Engenheiro de Produção
Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih

Fortaleza

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M51a Menezes, Eric Rocha.
Aplicação da metodologia de troca rápida de ferramenta em uma empresa produtora de embalagens metálicas / Eric Rocha Menezes. – 2010.
65 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2010.
Orientação: Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih.
1. Just in Time. 2. Setup. 3. Troca Rápida de Ferramenta. 4. Setup. 5. Tempo de preparação. I. Título.
CDD 658.5
-

ERIC ROCHA MENEZES

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE TROCA RÁPIDA DE
FERRAMENTA EM UMA EMPRESA PRODUTORA DE
EMBALAGENS METÁLICAS**

Este Trabalho Final de Curso foi julgado adequado para obtenção do
título de **Engenheiro de Produção Mecânica** da Universidade
Federal do Ceará.

Fortaleza, 03 de Dezembro de 2010

Prof. Dr. José Belo Torres
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Rogério Teixeira Mâsih
Orientador

Prof. Dr. Marcos Ronaldo Albertin
Membro da Banca

Prof. Dr. João Welliandre Carneiro Alexandre
Membro da Banca

Aos meus Amados Pais Epifânio Menezes de Oliveira e Aldênia Coelho Rocha Menezes, pelo amor e dedicação durante toda a minha vida.

À minha Amada Esposa Leiliane, por todo Amor, apoio e compreensão.

Aos meus queridos irmãos, Epifânio, George e Erle pelo incentivo e carinho.

Devo a todos eles tudo o que sou.

DEDICO

RESUMO

O sistema *Just in Time* tem como objetivo produzir itens quando eles são necessários e nas quantidades solicitadas, isso com o menor custo possível, gerando o mínimo de estoques e reduzindo os desperdícios continuamente e nesse contexto que se insere a Troca Rápida de Ferramenta (TRF) buscando a redução do tempo de preparação de máquina (*setup*). O presente trabalho apresenta uma proposta metodológica para a TRF, elaborada a partir de uma revisão na literatura disponível e é composta dos seguintes tópicos: estruturação da equipe de trabalho, determinação do método existente, separação dos elementos internos e externos, conversão dos elementos internos em externos, redução ou eliminação de elementos internos, eliminação de ajustes, padronização e documentação. Essa metodologia, aplicada em um estudo de caso numa empresa produtora de embalagens metálicas, se inicia com uma apresentação da empresa relatando todas as suas peculiaridades, em seguida é descrito o processo de fabricação de latas, onde mostra a sua classificação e seu processo de montagem. O próximo passo foi uma análise da situação do *setup* antes da implantação da TRF para posterior elaboração de uma situação proposta, com a execução de uma série de melhorias visando a redução do tempo de *setup*. O estudo se conclui com a análise dos resultados obtidos, mostrando os ganhos de tempo após a implantação da TRF em todas as máquinas da linha de montagem, pois através de um comparativo geral o tempo de *setup* interno foi reduzido em 84,6% o que equivale a 241,6 minutos.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramenta, Sistema *Just in Time*, *Setup*, Tempo de preparação

ABSTRACT

The *Just in Time* system aims to produce items when they are necessary and in the requested quantities, at the lowest possible cost, causing a small number of supplies and continuously reducing the wastage, it results in the so-called Single-Minute Exchange of Die (SMED) looking for a time shortening in the readiness process of the machine (*setup*). The current paperwork introduces a methodological plan for the SMED, based upon a research on what is published about the theme and relates to the following topics: teamwork organization, decision for the existing method, separation of the internal and external elements, conversion of the internal elements into external ones, reduction or disposal of internal elements, elimination of adjustments, standardization and documentation. Such methodology was used in a case study for a metal packaging company, it all starts with the company introducing its details in a deep way, it is then described how cans are produced, it shows also its own rating and process of setting up, the next stage was the analysis into the *setup* situation before installing the SMED for a future creation of a proposed situation, by doing a series of improvements in order to reduce the *setup* timing, the conclusion of the study comes by watching its results, in what we can prove how some time can be gained after the installation of the SMED in all the machines used directly at the creating process, and to conclude the final considerations at the chapter, through a general comparison we can see that the internal setup time was reduced in a percentage of 84,6% which is equal to 241,6 minutes.

Key-words: Single-Minute Exchange of Die, *Just in Time* System, *Setup*, Preparation Time

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Nomenclatura da lata e dos seus componentes	30
Figura 02 -	Tesoura de segundo corte	32
Figura 03 -	<i>Body Maker</i>	33
Figura 04 -	Curvatura da folha após passagem na calandra	33
Figura 05 -	Despontagem do corpo	34
Figura 06 -	Dimensões dos ganchos do corpo	34
Figura 07 -	Pestaneira	35
Figura 08 -	Recravadeira de fundo	36
Figura 09 -	Dimensões da recravação	37
Figura 10 -	Recravação de latas	37
Figura 11 -	Latas 1/32 gl e 150 mL	39
Figura 12 -	Comparativo do <i>setup</i> da tesoura antes e depois da implantação da TRF	54
Figura 13 -	Comparativo do <i>setup</i> da <i>Body Maker</i> antes e depois da implantação da TRF	55
Figura 14 -	Comparativo do <i>setup</i> da pestaneira antes e depois da implantação da TRF	56
Figura 15 -	Comparativo do <i>setup</i> da recravadeira antes e depois da implantação da TRF	57
Figura 16 -	Comparativo do <i>setup</i> dos dutos de transporte antes e depois da implantação da TRF	58
Figura 17 -	Comparativo de tempo de <i>setup</i> entre equipamentos	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - <i>Setup</i> da tesoura antes da implantação da metodologia de TRF	41
Quadro 02 - <i>Setup</i> da <i>Body Maker</i> antes da implantação da metodologia de TRF.....	44
Quadro 03 - <i>Setup</i> da pestaneira antes da implantação da metodologia de TRF.....	46
Quadro 04 - <i>Setup</i> da recravadeira de fundo / argola antes da implantação da metodologia de TRF.....	48
Quadro 05 - <i>Setup</i> dos dutos de transporte antes da implantação da metodologia de TRF.....	50
Quadro 06 - Tempo e distribuição das atividades de <i>setup</i> pela mão-de-obra disponível	60

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo Geral	11
1.2 Objetivos Específicos	11
1.3 Justificativa	11
1.4 Metodologia da Pesquisa	12
1.5 Estrutura do Trabalho.....	13
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 O Sistema <i>Just in Time</i> (JIT)	14
2.2 Conceitos da Troca Rápida de Ferramenta (TRF) e <i>setup</i>	15
2.3 Fundamentos da Troca Rápida de Ferramenta	16
2.4 Resultados e vantagens da redução do tempo de <i>setup</i>	18
2.5 Metodologia para implantação da TRF	20
2.5.1 Estruturação da equipe de trabalho	20
2.5.2 Determinação do método existente	22
2.5.3 Separação dos elementos internos e externos	23
2.5.4 Conversão dos elementos internos em externos	24
2.5.5 Redução ou eliminação dos elementos internos	25
2.5.6 Eliminação de ajustes	25
2.5.7 Padronização e documentação	26
CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO	28
3.1 Descrição da empresa	28
3.2 Descrição do processo de fabricação de latas	29
3.2.1 Tesoura	31
3.2.2 <i>Body Maker</i>	32
3.2.3 Pestanheira	35

3.2.4 Recravadeira	36
3.2.5 Teste de vazamento	38
3.3 Análise da situação antes da implantação da TRF	38
3.3.1 Tesoura	40
3.3.2 <i>Body Maker</i>	42
3.3.3 Pestanheira	45
3.3.4 Recravadeira de fundo e recravadeira de argola	47
3.3.5 Dutos de transporte das latas	49
3.4 Situação proposta	51
3.4.1 Tesoura	51
3.4.2 <i>Body Maker</i>	52
3.4.3 Pestanheira	52
3.4.4 Recravadeira de fundo / argola	53
3.4.5 Dutos de transporte das latas	53
3.5 Análise dos resultados	54
3.5.1 Tesoura	54
3.5.2 <i>Body Maker</i>	55
3.5.3 Pestanheira	56
3.5.4 Recravadeira	57
3.5.5 Dutos de transporte	58
3.6 Considerações finais do capítulo	59
CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS	
FUTUROS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Com o aumento da competitividade entre as empresas, se faz cada vez mais necessária a busca de critérios avaliadores de desempenho tais como: custo, confiabilidade, qualidade, prazos e flexibilidade. Esses critérios definem a estratégia de atuação da empresa no mercado. Visto a dificuldade em atender todos esses critérios, deve-se priorizar aqueles que representam as reais necessidades dos clientes e, com isso, atendê-los de forma que sua expectativa seja não só atendida como também superada. Com a superação da expectativa dos clientes, se busca obter vantagens perante seus concorrentes, alcançando assim níveis mais estáveis no mercado.

Os clientes estão mudando suas necessidades a toda hora e como consequência o nível de exigência com relação às empresas aumenta. Atualmente, eles querem receber produtos com baixo *lead time* à medida que reduzem o volume de seus pedidos, exigem que sejam fornecidas respostas rápidas as suas eventualidades, que os produtos tenham boa qualidade e que sejam entregues no prazo previamente determinado, todos esses critérios devem estar alinhados a um menor custo possível.

A Troca Rápida de Ferramenta (TRF) é uma metodologia que auxilia as empresas no atendimento desses critérios competitivos. Através dela se busca uma redução no tempo de máquina parada para *setup* (tempo de preparação de máquinas), obtendo assim uma série de benefícios tais como: aumento dos índices de utilização das máquinas e consequente crescimento da produtividade, atividades padronizadas com maior segurança e menor desperdício, produção econômica em pequenos lotes, redução dos estoques, menores custos de inventário, menores tempos de atravessamento, *lead times* mais curtos e atendimento a situações emergenciais. A busca por diferenciação de mercado está diretamente ligada ao atendimento desses fatores, tornando as empresas cada vez mais competitivas e fazendo com que elas sobrevivam ao mercado agressivo, com grande quantidade de concorrentes e clientes cada vez mais exigentes.

Neste contexto, o presente trabalho propõe-se a aplicar a metodologia da Troca Rápida de Ferramenta em uma empresa produtora de embalagens metálicas, de forma a otimizar o seu desempenho operacional tornando-a cada vez mais competitiva.

1.1 Objetivo Geral

Aplicar a metodologia de Troca Rápida de Ferramenta (TRF) em uma linha de produção de latas, visando à redução do tempo de preparação (*setup*) de equipamentos.

1.2 Objetivos Específicos

- Detalhar a TRF, de forma a demonstrar sua importância em uma linha de produção;
- Apresentar etapas da metodologia de implantação da TRF com base na literatura consultada;
- Comprovar, através de um estudo de caso, a eficácia da metodologia TRF na redução do tempo de *setup*.

1.3 Justificativa

A Troca Rápida de Ferramenta é uma metodologia importante por possibilitar a melhoria dos resultados da empresa em vários pontos.

A qualidade é melhorada, pois através de treinamentos a ocorrência de erros diminui, consequentemente, a ocorrência de defeitos também, tornando assim os produtos melhores. Com relação aos custos ocorre uma redução porque os desperdícios diminuem, a eliminação do tempo com atividades que não agregam valor e a minimização dos estoques levam a uma redução de custo. Ocorre também uma maior flexibilidade, pois com a redução dos tempos de produção, é mais fácil para a empresa fornecer uma resposta rápida a qualquer eventualidade no processo, seja por mudança na estrutura do produto ou na demanda. Com o aumento da flexibilidade e a redução do *lead time* e dos estoques, o ciclo de produção se encurta e a velocidade da entrega do produto aumenta.

O desafio de aumentar a competitividade pelo aumento da qualidade, pela redução de custos, pelo aumento da flexibilidade e o aumento da velocidade de atendimento, tornou-se prioridade para as empresas. Além de contribuir diretamente para o aumento do lucro, são importantes para a diferenciação de mercado, possibilitando aplicar preços mais competitivos e procurando cada vez mais aumentar as vendas.

Com a implantação da TRF ainda se consegue obter ganhos motivacionais para os colaboradores, devido ao envolvimento e responsabilidade dos mesmos nas atividades desde o início da implantação do projeto, além de possibilitar crescimento pessoal e profissional dentro da empresa.

Portanto, o presente trabalho se justifica por contribuir com a melhoria da gestão dos sistemas produtivos, buscando melhores resultados nos critérios avaliadores de desempenho bem como ganhos motivacionais para os colaboradores.

1.4 Metodologia da Pesquisa

Do ponto de vista de seus objetivos, a pesquisa é considerada como exploratória, pois, segundo Gil (2002) a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que esta pesquisa tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Assume, em geral, as formas de Pesquisa Bibliográfica e Estudo de Caso.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, como o pesquisador participa afetivamente do processo de implantação da metodologia TRF na fábrica, este trabalho é tido como uma pesquisa-ação.

A pesquisa-ação é definida como um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e na qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participante (THIOLLENT, 1985).

As fontes utilizadas para a elaboração da pesquisa foram a Pesquisa Documental, onde foram analisados em detalhes documentos e registros que tratam da problemática da TRF na

empresa e a Pesquisas Bibliográficas, pois foi desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Do ponto de vista da natureza a pesquisa se classifica como aplicada, conforme Silva e Menezes (2001), pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática direcionados à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema é classificada como pesquisa qualitativa, segundo Silva e Menezes (2001), pois se considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é composto por quatro capítulos conforme detalhado a seguir.

No primeiro capítulo é feita uma introdução do conteúdo do trabalho, apresentando seu objetivo geral, os objetivos específicos, justificativa da importância do tema assim como a metodologia e a estrutura do desenvolvimento do trabalho.

O segundo capítulo busca uma base técnica, apresentando uma revisão da literatura de assuntos referentes ao tema do trabalho como: o sistema *Just in Time* (JIT), conceitos de Troca Rápida de ferramenta (TRF) e *setup*, fundamentos e resultados da TRF, metodologia para implantação da TRF, bem como outros que se fazem necessários.

O terceiro capítulo relata o estudo de caso, onde serão seguidas etapas de desenvolvimento desse estudo, nele é feito uma descrição da empresa e do processo de fabricação de latas. Em seguida é feito uma análise da situação do *setup* antes da implantação da TRF e posterior elaboração de uma situação proposta, por fim, o detalhamento da análise dos resultados.

O quarto capítulo traz as conclusões obtidas, mostrando os resultados conseguidos com o estudo de caso, além de apresentar o ponto de vista do autor. Neste capítulo também são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Sistema *Just in Time* (JIT)

O *Just in Time* (JIT) surgiu no Japão, nos meados da década de 70, sendo sua ideia básica e seu desenvolvimento creditados à *Toyota Motor Company*, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo de atraso (CORRÊA e GIANESI, 1996).

A produção JIT é um dos pilares do sistema Toyota de Produção e um conceito de importância fundamental em uma área produtiva.

Quando aplicado a um processo industrial singular, o conceito JIT significa produzir os itens quando eles são necessários e nas quantidades necessárias, tudo da forma mais barata possível. Isso é obtido com a minimização do estoque, a sincronização dos processos de produção, e a produção em fluxo contínuo com o mínimo de estoque em processo (SHINGO, 2000).

O sistema JIT pode ser definido como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdício. Os desperdícios atacados podem ser de várias formas: desperdício de superprodução, desperdício de material esperando no processo, de transporte, de processamento, de movimento nas operações, de produzir produtos defeituosos e desperdício de estoque (CORRÊA e GIANESI, 1996).

De acordo com Corrêa e Gianesi (1996), o JIT é muito mais do que uma técnica ou um conjunto de técnicas de administração da produção, sendo considerado como uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão da qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e a gestão de recursos humanos.

Segundo DAVIS (2001) *apud* WIESE (2007), “o JIT é um conjunto de atividades projetado para atingir a produção em alto volume, utilizando estoques mínimos de matérias primas, estoques intermediários e produtos acabados”.

Com o objetivo de trabalhar com uma produção diversificada e baixo volume através do Sistema JIT, a empresa deve abandonar os grandes lotes em favor de lotes menores, ao mesmo tempo em que faz um balanceamento das atividades, ou seja, nivela a produção.

2.2 Conceitos da Troca Rápida de Ferramenta (TRF) e *Setup*

O sistema *Single Minute Exchange of Die* (SMED) ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF) foi criado por Shigeo Shingo, nele o tempo de preparação de máquina deve ser completado em, no máximo, nove minutos e 59 segundos. À medida que os resultados da TRF começaram a se tornar uma realidade prática em muitas empresas japonesas e ocidentais, foram desenvolvidas técnicas que lhes permitiram preparar máquinas em tempos inferiores a um minuto. Nestes casos, a TRF é intitulada de *One-Touch Exchange of Die* (OTED) – Troca de ferramentas em um toque (SHINGO, 2000).

O termo *Setup* se aplica a todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça sem defeito do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feito a primeira peça sem defeito do lote posterior. Tudo que estiver incluído neste período de tempo é escopo do programa de TRF (BLACK, 1998; MOURA e BANZATO, 1996).

Essa definição permite examinar todos os passos relativos ao *setup* em busca de melhorias. Permite examinar, também, as tarefas cumpridas pelo operador no início da produção, no caso da máquina levar tempo para funcionar em velocidade eficiente. O motivo disso é verificar se o *setup* pode ser conduzido de maneira diversa para alcançar mais depressa tal velocidade (MOURA e BANZATO, 1996).

O *setup* não se aplica apenas à preparação e ao pós-ajuste de uma operação de processamento; refere-se também às operações de inspeção, de transporte e de espera. Conseqüentemente, o método – ou seja, as etapas conceituais, os métodos correspondentes e as técnicas específicas para melhoria de *setups* – podem ser aplicados exatamente da mesma maneira em todas as operações (SHINGO, 2000).

Segundo Black (1998), o *setup* era visto como uma condição dada, algo que tinha que ser aceito. O tempo de *setup* era medido ou estimado e convertido em custo através de cálculos em função do Lote Econômico de Fabricação (LEF).

A TRF foi desenvolvida em um período de 19 anos como resultado de exames detalhados de aspectos teóricos e práticos de melhoria de *setup*. Ambos, análise e implementação, são fundamentais para o sistema TRF e devem integrar qualquer programa de melhoria (SHINGO, 2000).

Antigamente, pensava-se que a melhor solução com relação à melhoria de *setup* baseava-se nas seguintes etapas:

- Capacitação necessária para os *setups*.
- Realizar a produção em grandes lotes.
- Controle do estoque resultante da produção em grandes lotes.

O pressuposto destas etapas foi a visão de administradores apáticos e resignados: para eles, os *setups* eram necessariamente demorados. Tais pessoas, além disso, não perceberam a relação equivocada entre a produção em grande volume e a produção em grandes lotes (SHINGO, 2000).

2.3 Fundamentos da Troca Rápida de Ferramenta

TRF é uma ideia inovadora. Muitas pessoas podem não acreditar que o tempo de *setup* pode ser muito reduzido, devido à resistência natural a mudanças e a crença de que o sistema atual não pode ser alterado. Outro conceito errado é de que muito investimento deveria ser feito, porque equipamentos de alta sofisticação seriam necessários para atingir uma redução no tempo de preparação de máquina. TRF é realmente uma análise de tempos e movimentos, um método científico e senso comum, aplicados aos *setups* (BLACK, 1998).

Através da redução do tempo de *setup* se consegue reduzir as despesas para elevar a produtividade.

Conforme Black (1998), reduzir o tempo de *setup* não é tão complexo e sofisticado quanto se pode imaginar. Isto requer apenas o conhecimento de algumas regras simples, a aplicação de boa análise de operações e métodos, e um senso comum. Claramente, isto poderia ter sido feito há muito tempo, mas a maioria das empresas falhou em reconhecer esta necessidade.

A redução do tempo de *setup* deve ser encarada como um conjunto de medidas que todo ano ajudará você a atingir as metas fixadas para a produtividade e o lucro. Essa redução não pode ser um programa que venha a fracassar após curto período. As empresas que até aqui não deixaram de concentrar-se na redução do tempo de *setup* têm colhido vantagens ano após ano. Os funcionários vendo o compromisso da empresa, a longo prazo, também acham mais fácil comprometer-se (MOURA e BANZATO, 1996).

Corrêa e Giancesi (1996) defendem que *Lead times* curtos também minimizam a ocorrência de produção insuficiente e faltas, permitindo previsões de demanda com prazos

mais curtos. Quanto menor o horizonte das previsões, mais acuradas estas serão, reduzindo a possibilidade de excesso ou falta de produtos.

A abordagem básica para a redução de tempos de *setup* inclui diversos pontos chave. Shingo (2000) os descreve em sua obra da seguinte forma:

- É importante ter convicção de que são possíveis *setups* de ferramentas extremamente rápidos. Drásticas reduções podem ser obtidas começando com o pensamento de que uma troca de ferramenta é simplesmente uma questão de remover uma matriz e fixar outra. Se o tempo de *setup* pode ser reduzido em uma linha de montagem, então os gerentes e os supervisores ganharão experiência direta das melhorias, tornando mais fácil a sua expansão para outras operações da linha de montagem.
- Há estágios naturais na redução do tempo de *setup*.
- Manter os operadores das máquinas afastados das trocas de *setup* apenas cria uma classe de especialistas no assunto. Tratar essa questão é uma das principais metas das melhorias de *setup*: os operadores devem participar.
- Os ajustes de centragem e posicionamento não devem existir. As peças devem ser centralizadas por contato e as posições devem ser fixadas quando as peças são unidas. Ajustes dependem do “toque” certo ou da sorte; as diferenças aparecem quando pessoas diferentes estão fazendo os ajustes. Até a mesma pessoa pode levar mais ou menos tempo para fazer o mesmo ajuste em diferentes ocasiões. Por todas essas razões, eles devem ser eliminados.
- Grampos funcionais devem ser usados. As fixações feitas com sistema de rosquear deveriam ser substituídas por rasgos rabo-de-andorinha, pinos, cames, cunhas e semelhantes.
- Gabaritos intermediários devem ser usados. Quando bedames são trocados, por exemplo, ao invés de fixá-los diretamente no cabeçote, devem ser usados suportes (ou seja, gabaritos intermediários). As dimensões podem ser preparadas durante o *setup* externo e os suportes, trocados.
- Os movimentos devem ser interligados para facilitar os procedimentos de troca de matrizes mais simples.
- Operações paralelas devem ser conduzidas. Embora o número total de horas/homem de *setup* possa permanecer igual, as operações de preparo são

reduzidas em mais da metade quando dois trabalhadores, ao invés de um apenas, realizam as trocas onde as máquinas são grandes ou os processos são demorados.

Quando uma equipe define o tempo de *setup* de uma máquina, seja qual for a metodologia adotada, deve estar atenta à realidade das diferentes transições possíveis entre os produtos a serem feitos nesta máquina. O tempo de preparação de máquina tem relação direta com o grau de similaridade entre duas tarefas processadas sucessivamente em um mesmo equipamento. Então, se duas tarefas processadas em sequência são similares, o tempo requerido para o *setup* será relativamente pequeno. No entanto, se forem completamente diferentes, o tempo será proporcionalmente maior (SUGAI *et al.*, 2007).

2.4 Resultados e Vantagens da Redução do Tempo de *Setup*

A TRF é essencial para a obtenção das qualidades necessárias à manutenção da estratégia competitiva das empresas em relação aos clientes e mercados e, principalmente, para atingir uma produção *Just in Time*, em que tais qualidades dependem da redução do *lead time*. A redução do *lead time* depende da redução dos estoques intermediários, da sincronização da produção e do tamanho dos lotes de fabricação (FOGLIATO e FAGUNDES, 2003).

Hoje, os pedidos de emergência levam o caos ao interior das empresas. As programações não são cumpridas, de forma que as datas prometidas também não e as frustrações aumentam. No futuro, a partir da implementação da TRF na grande maioria das empresas, os pedidos de emergência poderão não causar nenhuma perturbação, dado o fato de que a empresa terá reduzido o tamanho dos lotes para, a qualquer momento, acomodar menores períodos de funcionamento do maquinário. As entregas frequentes constituem o primeiro passo nesse caminho (MOURA e BANZATO, 1996).

A produção econômica em pequenos lotes possibilita a redução de estoques de produtos prontos e intermediários. As vantagens são claras, com redução do custo do capital de giro, juros e encargos sobre estoque. Lotes menores permitem, ainda, inspeções mais próximas das fontes geradoras reduzindo o retrabalho e a perda de produtos defeituosos ao interromper a fabricação logo após a sua identificação (MEIRELLES, 2004).

Lotes pequenos e tempos curtos de preparação de máquina resultam em menores ciclos de produção. A rápida adaptação às variações da demanda não só deixa os clientes satisfeitos,

mas também previne contra a produção de estoques excessivos (CORRÊA e GIANESI, 1996).

Sabe-se que diminuindo-se os tempos de *setup*, deixa de existir a necessidade de otimização do tamanho dos lotes, ou seja, os lotes de produção começam a corresponder exatamente à demanda diária dos clientes. Nesse sentido, reduz-se o nível dos estoques e conseqüentemente, reduz o *lead time* e aumenta-se a velocidade de entrega. Outro benefício da redução do nível dos estoques é a facilidade de se identificar problemas no chão de fábrica. Nesse sentido o nível de qualidade dos produtos também aumenta, conseqüentemente há um aumento de qualidade bem como da velocidade de entrega, os clientes ficam mais satisfeitos e com isso, as margens de lucro aumentam (MARDEGAN *et al.*, 2006).

Nos casos das máquinas gargalo, a redução dos tempos de preparação é estratégica à medida que a capacidade da fábrica aumenta como um todo e com investimentos proporcionalmente muito baixos (SHINGO, 2000).

Através da padronização das atividades de preparação de máquinas e treinamentos consegue-se uma redução na geração de sucata, retrabalho e inspeções. Além dos ganhos operacionais ainda tem-se as vantagens motivacionais, devido ao comprometimento dos operadores, pois favorece o seu envolvimento e responsabilidade nas atividades.

Pode-se citar algumas vantagens pessoais para os colaboradores: implantação das mudanças, menor frustração, crescimento pessoal, crescimento profissional, oportunidade e maior controle.

São inúmeras as vantagens em se aplicar a metodologia TRF em uma linha de produção. Shingo (2000) destaca as seguintes:

- Produção sem estoque: obviamente, os estoques desaparecem quando pedidos de baixo volume e alta diversificação são tratados como produção em pequenos lotes e grande variedade. Inevitavelmente, estes dois componentes geram um aumento substancial no número de operações de *setup* que devem ser executadas. Reduzir os *setups* que costumavam durar duas horas para três minutos com a TRF, no entanto, muda a situação de forma considerável. O sistema TRF oferece o único caminho para a produção com grande variedade, em pequenos lotes e com níveis de estoques mínimos.
- Aumento das taxas de utilização de máquina e de capacidade produtiva: se os tempos de *setup* são drasticamente reduzidos, os índices de utilização das máquinas aumentam e a produtividade cresce a despeito de um maior número de operações de *setup*.

- Eliminação de erros de *setup*: os erros são reduzidos e a incidência de defeitos diminui devido à eliminação de operações experimentais.
- Qualidade melhorada: há, também, uma melhoria na qualidade, pois as condições operacionais são totalmente reguladas com antecedência.
- Maior segurança: *setups* mais simples resultam em operações mais seguras.
- Menores despesas: a implantação da TRF eleva a eficiência do investimento por possibilitar aumentos drásticos na produtividade a um custo relativamente baixo.
- Menor exigência de qualificação: a facilidade das trocas de ferramentas elimina a necessidade de mão-de-obra qualificada.
- Aumento da flexibilidade de produção: além da redução dos tempos de produção, a adoção da TRF facilita as trocas de ferramentas de produtos e, desse modo, possibilita uma resposta rápida à mudança na demanda, provocando um aumento substancial da flexibilidade de manufatura.

2.5 Metodologia Para Implantação da TRF

A operacionalização da prática TRF depende do estudo do processo ao qual será aplicada. Os modelos gerais trazem as linhas genéricas do raciocínio a serem seguidos e a aplicação das técnicas em si dependerá da sua aderência ao processo. A convergência das metodologias estudadas, quanto a esse aspecto, indicam a solidez das técnicas e a aplicabilidade das mesmas em diferentes ambientes (MEIRELLES, 2004).

2.5.1 Estruturação da Equipe de Trabalho

A equipe TRF ataca os problemas de *setup*, desenvolve procedimentos padrões de TRF e treina os operadores. Black (1998) recomenda a seguinte sequência de passos:

1. Nomear um líder de projetos dedicado integralmente e que acredite na redução de *setup*.
2. Denominar uma equipe para a realização do projeto.

3. Manter uma série de reuniões informais com a gerência, supervisores, chefes e trabalhadores.

4. Selecionar áreas específicas da fábrica para os projetos piloto.

5. Uma vez que a equipe estiver treinada em TRF e operações de *setup*, iniciar um treinamento específico de operadores e trocar constantemente as pessoas envolvidas.

O treinamento em *setup* é essencial para todos os membros da equipe, uma vez que os mesmos precisam tomar atitudes e, para tanto, necessitam de capacitação. Todos precisam estar conscientes de que o *setup* pode ser realizado da melhor forma possível, ou seja, menor tempo e baixo custo, este sentimento é vital para o sucesso da equipe no projeto. É importante saber que não se deve negligenciar operadores, pois eles são as pessoas mais indicadas para eliminar o tempo de *setup* no seu trabalho, portanto devem ser incluídos no grupo mantendo uma rotatividade entre eles.

Além do treinamento, um dos pontos mais importantes e necessários é que a equipe tenha uma meta comum, a qual é reduzir o tempo de *setup*. Se todos aceitarem a meta, bem como o treinamento e a execução, as mudanças estarão simplificadas. As mudanças não poderão ser simplesmente aceitas: elas deverão ser, sobretudo, esperadas (MOURA e BANZATO, 1996).

Dentre os principais passos para que as equipes funcionem com eficiência, Moura e Banzato (1996) destacam os seguintes passos:

1. Fixar a meta ou uma declaração do alvo a atingir.

2. Encontrar as vantagens. Assegurando-se de que os assistentes estejam conscientes de que as vantagens terão por base atingir o alvo.

3. Localizar os obstáculos e determinar as capacidades e os conhecimentos que a equipe precisa possuir, em seguida realizar treinamentos.

4. Favorecer o apoio mútuo conforme for necessário e verificar em que ponto cada membro precisará de auxílio.

5. Montar um plano de ação a partir das categorias obstáculos, capacidades e ajuda, contando com as informações complementares.

A equipe de trabalho deve ter autonomia para quebrar paradigmas e necessitará do apoio de todos os setores da empresa. Com isso, normalmente entram na mudança o Controle de Qualidade, Compras, o Desenvolvimento de Novos Produtos, o Planejamento da Produção, a Engenharia, o Método e Processo e as Finanças, além de outros. Todos os membros da equipe possuem sua importância específica, o sucesso do trabalho depende do empenho e do conhecimento de todos.

O monitoramento dos avanços realizados pela equipe é de extrema importância, o qual poderá ser através de um gráfico de indicadores de desempenho que permita visualizar todos os resultados e demonstrá-los de forma clara para toda a empresa.

2.5.2 Determinação do Método Existente

A análise de operações através de estudos de tempos e de movimentos pode ser utilizada para determinar o que está sendo feito atualmente no *setup*. O objetivo, normalmente, é melhorar o método de trabalho, eliminar todos os movimentos desnecessários e arranjar os movimentos necessários numa boa sequência. A operação é quebrada em diversos elementos e atividades menores, que consomem a maior parte do tempo. Técnicas de solução de problemas podem ser aplicadas separadamente para cada atividade específica a fim de obter o menor tempo possível (BLACK, 1998).

Uma técnica bastante utilizada para a determinação do método existente é a gravação em vídeo de uma preparação, através da gravação a equipe pode analisar detalhadamente todos os passos executados e identificar perdas de tempo, esforços desnecessários e desperdícios, para depois ter base para reduzir esses esforços e eliminar atividades que não agregam valor no processo atual.

Segundo Moura e Banzato (1996) a filmagem deve ser feita em um *setup* completo e alguns pontos devem ser seguidos.

- A filmagem deve iniciar-se no momento em que a fabricação da última peça do lote anterior estiver sendo concluída.
- Uma vez escolhido o *setup*, a equipe deverá decidir quem filmará e quem será filmado. É importante que a pessoa a ser filmada pertença também à equipe. O *input* que ela poderá fornecer representará importância decisiva para o êxito final.
- Previamente, sempre peça à pessoa a ser filmada para fazê-lo
- Tudo deverá ser feito para assegurar que a filmagem acompanhe uma operação normal de *setup*.

- Nenhuma providência ou trabalho especial deverá ter sido tomada ou feita antes do vídeo ou mesmo durante a filmagem. Ele deverá mostrar aquilo que é feito normalmente e na velocidade atual.

2.5.3 Separação dos Elementos Internos e Externos

Entende-se por *setup* interno, todas as tarefas que são executadas enquanto a equipamento está parado e por *setup* externo as tarefas que podem ser cumpridas enquanto o equipamento está em operação (MOURA e BANZATO, 1996).

Estes dois elementos devem ser cuidadosamente separados. Uma vez que a máquina para, a equipe nunca deve realizar outra parte do *setup* externo. Isto acarreta um aumento significativo do tempo necessário de preparação.

Nas operações de *setup* tradicionais, o *setup* interno e externo são confundidos; o que poderia ser realizado externamente é realizado internamente e, por isso, as máquinas ficam paradas por longos períodos. No planejamento da implementação da TRF, deve-se estudar detalhadamente as reais condições do chão-de-fábrica (SHINGO, 2000).

São sugeridas várias ferramentas com o objetivo de auxiliar essa etapa. Pode-se citar o uso de uma lista de verificação (*checklist*) contendo todos os passos e componentes necessários à execução do *setup*, a qual ajudará de forma organizada a separar os elementos em internos e externos e a identificar atividades desnecessárias, sendo útil também para determinar se todos componentes estão onde deveriam estar e se eles estão ou não em perfeitas condições de trabalho.

Geralmente, essa etapa já fornece grande ganho na redução do tempo de *setup*, pois é comum a falta de planejamento nas operações que não sofreram a aplicação da TRF. Essa falta de planejamento faz com que as operações sejam frequentemente interrompidas para realização de atividades que não estão relacionadas à operação, como procurar uma ferramenta, um recurso de segurança ou mesmo consertar um problema de outra máquina. Com isso, a identificação e assimilação de que determinadas atividades deveriam ser realizadas antes da máquina ser desligada ou depois de ter voltado ao funcionamento normal já reduz o tempo de máquina parada de forma clara (LEÃO, 2009).

2.5.4 Conversão dos Elementos Internos em Externos

As operações de *setup* interno, separadas das operações externas na etapa anterior, devem ser reexaminadas para verificar a possibilidade de serem realizadas enquanto o equipamento estiver em operação. A conversão do *setup* interno em externo é obtida pela análise da função das operações, buscando avaliar os procedimentos convencionais e as novas possibilidades de melhoria. A partir dessa etapa, operações que não contribuem para a melhoria da operação do *setup* devem ser identificadas e eliminadas (FOGLIATO e FAGUNDES, 2003).

Um dos mais importantes conceitos para a redução do tempo de *setup* é a conversão de operações de *setup* interno em operações de *setup* externo. Os elementos mais importantes que podem ser imediatamente transformados de internos para externos são: tempo de procura, tempo de espera e tempo de posicionamento (BLACK, 1998).

Conforme Black (1998) as operações externas de preparação de matrizes, ferramentas e materiais devem ser transformadas em rotinas e padronizadas. Da mesma forma, o processo de troca interna deve ser padronizado. Tais operações padronizadas devem ser documentadas e ficar em locais visíveis aos operadores. Os operadores devem praticar o *setup* durante o tempo ocioso para absorver bem e para melhorar o método de troca. Os melhores tempos devem ficar expostos para que todos os vejam.

Passar a externo não reduz necessariamente o tempo que toma a realização da tarefa, mas reduz o tempo de *setup*. A equipe não deverá considerar-se satisfeita após ter transformado elementos internos em externos, pois, afinal de contas, alguém ainda precisará cuidar deles. Transformar em externo não constitui mais do que um passo rumo à meta, e não uma finalidade em si mesma. Na verdade, quando estiver para reduzir ou eliminar, a equipe deverá preocupar-se tanto com os elementos internos do tempo de *setup* como com os externos (MOURA e BANZATO, 1996).

Após as atividades terem sido transformadas de interno para externo, elas ainda podem ser eliminadas ou reduzidas o que elevará ainda mais os ganhos.

2.5.5 Redução ou Eliminação dos Elementos Internos

Para Black (1998) eliminar ou reduzir os elementos internos afetará diretamente o tempo de *setup*. Na troca de matrizes, por exemplo, o processo de mudança (ajuste) de abertura da prensa de estampagem normalmente toma de 50 a 70 por cento do tempo total de *setup* interno. Esta atividade é considerada essencial para a correta preparação da máquina, e normalmente exige pessoal bastante qualificado. Contudo, toda esta atividade pode ser eliminada pela padronização da abertura da máquina. Calços e espaçadores permanentes são acrescentados aos porta-ferramentas de tal forma que a alteração da abertura da máquina não seja mais necessária. Se as dimensões (e formas) de todas as matrizes forem completamente padronizadas, durante a fase de projeto do ferramental, os tempos de preparação serão reduzidos tremendamente.

Toda a equipe de TRF deve ter o pensamento voltado em busca de melhorias que tem por objetivo reduzir ou eliminar os elementos internos, melhorias essas que podem ser feitas tanto nos equipamentos como nos recursos necessários.

Operações em paralelo é uma poderosa ferramenta para reduzir os tempos de *setup*, essas operações envolvendo mais de uma pessoa são muito úteis por acelerar algumas atividades. Com duas pessoas uma operação que leva doze minutos pode ser completada não em seis, mas talvez em quatro minutos, graças à economia de movimentação obtida. Quando uma operação paralela está em andamento, deve-se ter atenção especial para evitar esperas desnecessárias. Na verdade, operações paralelas mal concebidas podem não resultar em ganho algum (SHINGO, 2000).

2.5.6 Eliminação de Ajustes

Uma vez escolhidas as melhores preparações, os ajustes necessários deverão ser aperfeiçoados. Talvez se conclua pela impossibilidade de eliminar os ajustes, mas é importante encontrar meios que levem a melhorias nessa área, pois a redução ou eliminação de quaisquer ajustes contribuirá para a redução do tempo de *setup*. Nunca deve-se supor que o método dos ajustes seja imutável: numerosas equipes têm chegado a métodos mais rápidos através de mudança nos equipamentos. Todo ajuste deve ser efetuado com rapidez e precisão,

tendo como meta final a sua eliminação, obtendo assim um enorme ganho de tempo (MOURA e BANZATO, 1996).

A eliminação de ajustes das operações é um passo crítico para a redução do tempo de *setup* interno. O posicionamento é uma atividade que deve ser considerada independentemente dos ajustes. Isto pode ser obtido instrumentalizando a máquina de acordo com as necessidades para permitir o restabelecimento das condições iniciais (ou prévias) do *setup*, sem o processo de tentativa e erro. O uso de leitores digitais ou sensores de curso, por exemplo, acelera a preparação da máquina sem nenhum ajuste. As condições de *setup* devem ser determinadas, arquivadas e identificadas para que possam ser reproduzidas a cada vez (BLACK, 1998).

Deve-se evitar ao máximo o erro de cair na mecanização logo no começo, só depois de esgotadas todas as tentativas de melhoria do *setup* com o uso dos métodos já descritos, deve-se considerar a mecanização. É importante se ter em mente que todas as técnicas básicas vistas até aqui muitas vezes servirão para reduzir um *setup* de duas horas para três minutos. A mecanização pode, então, reduzir o tempo em mais um minuto, ou algo do gênero. Mecanizar uma operação de *setup* ineficiente levará a redução de tempo, mas pouco irá contribuir para remediar as falhas básicas de um processo de *setup* mal projetado. É muito mais efetivo mecanizar *setups* que já foram racionalizados (SHINGO, 2000).

As corridas de teste e os ajustes normalmente somam 50% do tempo de *setup*, eles são necessários devido à centragem, dimensionamento, etc., que são incertos no início da operação de *setup* interno. É extremamente importante reconhecer que eles não são uma operação independente. Para eliminá-los, temos que recuar um passo e melhorar os primeiros estágios do *setup* interno. A eliminação dos ajustes requer, acima de tudo, abandonar a dependência da intuição na preparação das máquinas para a produção. Ações intuitivas podem ter algum tipo de validade estatística, mas permanecem inexatas e não tem a mesma precisão de posicionamentos de valor constante (SHINGO, 2000).

2.5.7 Padronização e Documentação

Para Shingo (2000) qualquer pessoa pode compreender as qualidades da padronização das operações de *setup*. Um meio de concretizá-la é padronizando os tamanhos e as

dimensões de todas as ferramentas e componentes de máquina. Esse método é chamado de padronização de forma, que apresenta desperdícios devido ao número de peças necessárias com consequente aumento do custo. Por outro lado, a padronização de funções procura padronizar somente as partes cujas funções são necessárias do ponto de vista da operação de *setup*. Com esta abordagem, as matrizes não precisam se tornar maiores ou mais elaboradas e os custos tem apenas pequeno aumento.

As matrizes, ferramentas, fixadores, desenhos de peças, especificações de peças e métodos são padronizados. Uma vez que se tenha obtido um método de *setup* padronizado, ele deve ser documentado pelos trabalhadores. Isto significa que os operadores são chamados para escrever, passo-a-passo, o procedimento de *setup* para cada máquina. O que eles escreveram deve ser comparado com o padrão para verificar se os operadores estão fazendo o que foi combinado. Passos extras fatalmente serão identificados (BLACK, 1998).

Para implementar essas padronizações, as funções individuais são analisadas e aprovadas uma a uma. Isto é, as operações completas são divididas nos seus elementos básicos, por exemplo, fixação, centragem, dimensionamento, extração, aperto e alimentação. O engenheiro decide quais destas operações, se for o caso, precisam ser padronizadas. Ele deve, então, separar os componentes que podem ser padronizados daqueles que necessitam de mudanças (SHINGO, 2000).

Uma vez introduzido, o novo método precisará ser documentado, de forma a permitir que todos os funcionários participantes do *setup* conheçam e observem o novo procedimento, também é preciso documentar as modificações para efeito de comunicação e constância. A fixação dos procedimentos é uma possibilidade que a equipe deve considerar (MOURA e BANZATO, 1996).

CAPÍTULO 3 - ESTUDO DE CASO

3.1 Descrição da Empresa

O estudo de caso foi realizado em uma empresa de médio porte do setor metalgráfico, fundada há 45 anos e localizada em Fortaleza. Seu objetivo inicial era produzir latas litografadas empregadas como embalagens de envase especialmente óleos comestíveis. Em pouco tempo, dominou completamente a tecnologia deste setor e passou a fabricar latas para as mais diversas finalidades incluindo não só produtos alimentícios, mas também tintas, vernizes, produtos químicos e derivados de petróleo.

A partir da década de setenta, a empresa ingressou no setor de rolhas metálicas adquirindo, na Itália, os equipamentos de produção mais modernos que existiam naquela época.

O parque industrial da empresa em questão está instalado numa área de mais de 50 mil metros quadrados ocupados por máquinas e equipamentos destinados a fabricação de seus produtos, conta com a mão-de-obra de 400 funcionários.

O destaque inicial é para uma desbobinadeira, capaz de transformar uma bobina de aço de 8 toneladas em 5.500 chapas prontas para a impressão, em apenas 45 minutos. Dentro deste processo, chapas com possíveis defeitos de dimensionamento ou microfuros são descartadas e automaticamente paletizadas, sem interrupção das operações.

A litografia, segundo passo das operações de produção de embalagens e rolhas metálicas, é responsável pela impressão de rótulos e pela execução, em policromia, das artes mais sofisticadas. Suas máquinas, assistidas por computadores e manejadas por profissionais qualificados, estão entre as melhores do país, são capazes de reproduzir fielmente as artes que identificam todas as marcas. Chapas impressas são depois transformadas em latas ou rolhas metálicas.

A Divisão de Latas possui bastante tradição e conta com equipamentos e recursos tecnológicos não só para atender às necessidades normais do mercado, mas também para desenvolver novos produtos e, assim, atender às novas tendências do mercado. Com este objetivo novas linhas de produção estão sendo instaladas, dentro de um programa de ampliação e diversificação de produtos.

As embalagens metálicas possuem boa aceitação do consumidor, em virtude de sua resistência e pelo fato de conservarem o conteúdo inalterado melhor que qualquer outra. Além disso, elas não poluem o meio ambiente como as concorrentes, porque podem ser facilmente recicladas e manter seu próprio programa de controle ambiental com o objetivo de reduzir ao mínimo o impacto de suas atividades produtivas sobre o meio ambiente.

A empresa também atende aos critérios de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), além de possuir os programas de 5S e o 3R já implementados com Certificação ISO pela Norma Internacional ISO 9001/2000.

A conquista do mercado externo é parte das principais opções estratégicas. Como resultado, os produtos são fornecidos a vários países do mundo. Isto significa maior desempenho econômico da empresa, reconhecimento de sua tecnologia e divisas para o Brasil.

3.2 Descrição do Processo de Fabricação de Latas

Embalagens metálicas são recipientes produzidos a partir de materiais metálicos, destinados a acondicionar e conservar produtos diversos (Projeto de revisão ABNT NBR 10531, 2007).

Latas são embalagens metálicas, produzidas essencialmente com folhas metálicas e com capacidade de até 20 L. As latas possuem os componentes mostrados na Figura 1 abaixo.

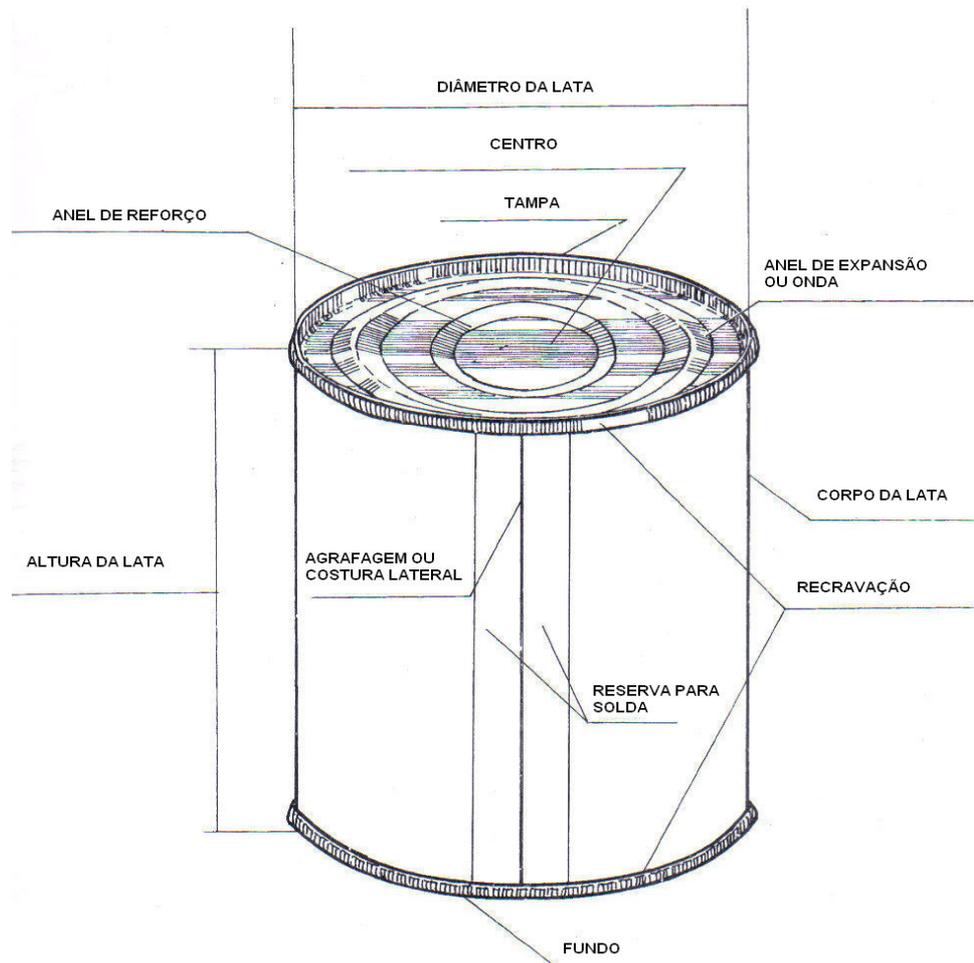


Figura 1 - Nomenclatura da lata e dos seus componentes

Fonte: Darex Produtos Químicos e Plásticos Ltda, 1978.

De acordo com o projeto de revisão ABNT NBR 10531 (2007), as latas são classificadas da seguinte forma:

- Número de peças.
 - Lata de duas peças: embalagem metálica com dois componentes básicos: corpo com fundo integrado e tampa.
 - Lata de três peças: embalagem metálica com três componentes básicos: corpo, tampa e fundo. A tampa pode ser constituída de apenas um componente ou de mais de um, como as latas de tinta, leite em pó, etc.

- Formato.
 - Retangular: embalagem metálica de paredes retas, na qual a seção transversal retangular, com os cantos arredondados, permanece constante desde a parte superior até a inferior, ignorando-se eventuais variações locais causadas por frisos, gargalos, boca alargada, etc.
 - Cilíndrica: embalagem metálica de paredes retas, na qual a seção transversal circular permanece constante desde a parte superior até a inferior, ignorando-se eventuais variações locais causadas por frisos, gargalos, boca alargada, etc.
 - Oval: embalagem metálica de paredes retas, na qual a seção transversal, oval ou semelhante, permanece constante desde a parte superior até a inferior, ignorando-se eventuais variações locais causadas por frisos, gargalos, boca alargada, etc.
- Costura lateral.
 - Por agrafagem: costura lateral constituída por um duplo enganchamento das extremidades do corpo. Pode ser seca (sem qualquer vedante), ou com vedante (termoplástico).
 - Por sobreposição: costura lateral formada pela sobreposição das extremidades do corpo, fixadas por solda de liga de estanho, ou por solda elétrica.

Em geral, o processo da montagem de latas obedece à seguinte sequência de equipamentos: tesoura, *Body Maker*, pestanheira, recravadeira de fundo e recravadeira de argola/tampa.

A seguir encontra-se descrito o processo de montagem de dois modelos de latas da empresa em questão: latas 1/32 galão (gl) e 150 mL.

3.2.1 Tesoura

É a máquina responsável pelo corte do corpo da lata, conforme se observa na Figura 2 abaixo:



Figura 2 - Tesoura de segundo corte

Fonte: foto tirada na linha de produção da empresa em estudo

A linha de produção de latas 1/32 gl e 150 mL possui duas tesouras, uma de 1º corte e outra de 2º corte, ambas possuem dois eixos onde está acoplado um conjunto de navalhas, que por movimento rotativo executam a operação de corte da folha metálica litografada.

O processo de corte tem início com o operador posicionando as folhas metálicas litografadas na mesa da tesoura de 1º corte, possibilitando assim que duas garras transportem a folha em direção as navalhas e executem o 1º corte.

As tiras provenientes do 1º corte são posicionadas na mesa da tesoura de 2º corte, em seguida o operador empurra as tiras na direção das navalhas quando é executado o 2º corte. Após essa etapa, os corpos estão prontos para serem alimentados na *Body Maker*.

3.2.2 *Body Maker*

É a máquina responsável pela calandragem, despontagem, formação de gancho, aplicação de termoplástico, conformação plástica do corpo feita pela asa, expansão e martelamento, conforme se observa na Figura 3 abaixo:

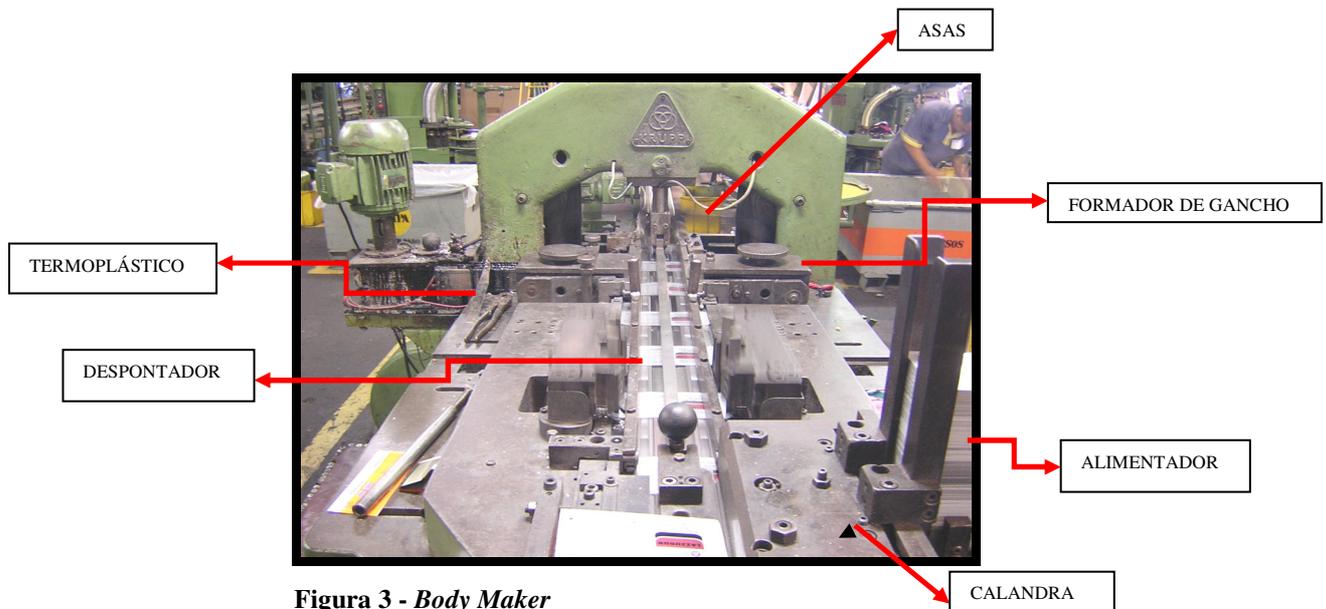


Figura 3 - Body Maker

Fonte: foto tirada na linha de produção da empresa em estudo

O processo tem início com a colocação de corpos da lata no alimentador com a litografia virada para cima, em seguida o corpo de baixo é puxado por ventosas e empurrado pelo arrastador para a calandra. Na calandra é feita uma curvatura no corpo, onde a altura da extremidade ao meio do corpo será aproximadamente 30 mm.

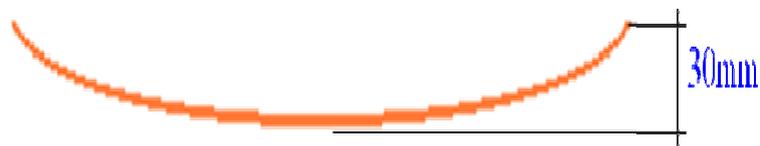


Figura 4 - Curvatura da folha após passagem na calandra

Fonte: elaborada pelo autor

Através de um par de garras da lançadeira, o corpo é levado ao despontador, onde é retido por dois esbarros, as garras retrocedem e os punções são aplicados verticalmente, nas quatro pontas do corpo. Abaixo dos punções localizam-se as matrizes, peças que darão apoio ao corpo enquanto este for despontado, retirando as quatro pontas do corpo com as dimensões conforme descritas na Figura 5 abaixo.

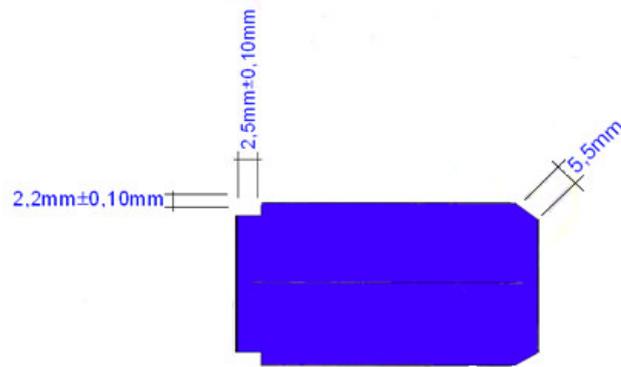


Figura 5 - Despontagem do corpo

Fonte: elaborada pelo autor

O objetivo da despontagem é aliviar a recravação, pois se o corpo não fosse despontado ficaria mais material para recravar, necessitando maior esforço durante a recravação.

Após a despontagem, o par de garras avança, empurrando o corpo para os formadores de gancho, onde o mesmo é preso e os formadores são aplicados nas laterais do corpo. Forma-se um gancho curvado para cima e um gancho curvado para baixo com as seguintes dimensões: comprimento do gancho: $2,7\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$, altura do gancho: $2,5\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$, abertura do gancho: 45° (Figura 6).

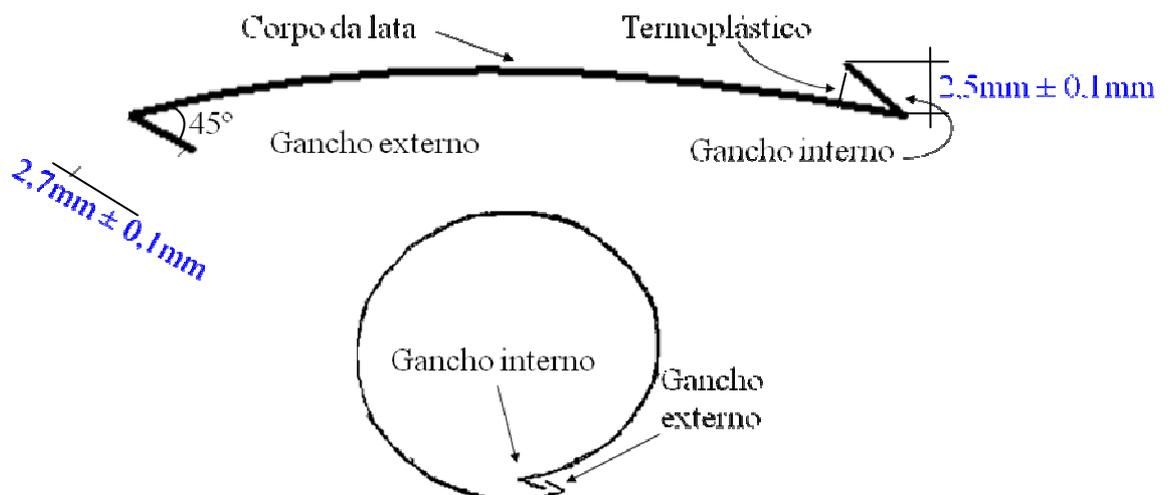


Figura 6 - Dimensões dos ganchos do corpo

Fonte: elaborada pelo autor

Na passagem do corpo pelo formador de gancho, o termoplástico que é um material orgânico, com o objetivo de vedar aagrafagem impedindo o vazamento, é aplicado por uma bomba no centro do gancho interno, posteriormente a lançadeira empurra o corpo para o mandril.

O corpo começa a tomar forma cilíndrica pela força aplicada pelas asas sobre o mandril, quando as asas estão totalmente baixas, é efetuada a união dos dois ganchos do corpo, em seguida a expansora é acionada com um deslocamento horizontal e posteriormente o martelamento sobre os ganchos é feito, fazendo aagrafagem do corpo.

O martelamento é feito com o auxílio do canalete e com uma folga extra de 0,152 mm na espessura da aagrafagem, para dar lugar ao termoplástico.

Após o martelamento, as asas sobem e a lançadeira empurra a lata agraçada para a esteira retirando-a do mandril.

3.2.3 Pestanheira

É a máquina responsável pela formação da pestana, conforme se observa na Figura 7 abaixo:

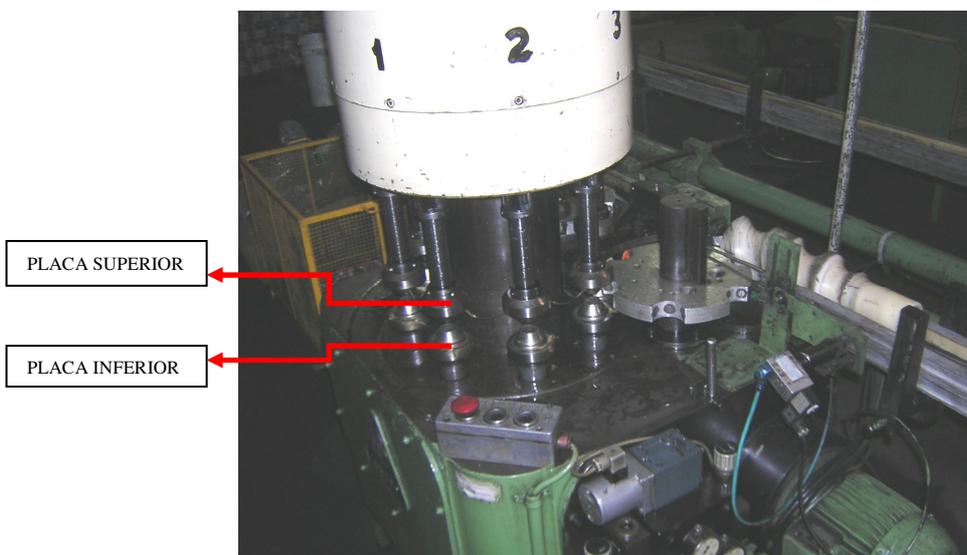


Figura 7 – Pestanheira

Fonte: foto tirada na linha de produção da empresa em estudo

A pestana é uma aba alongada para fora da borda do cilindro do corpo, onde encaixará a tampa ou fundo, para formar a recravação.

A pestanheira funciona em movimento de rotação, possui 8 cabeçotes e cada cabeçote tem uma placa superior e uma inferior, que são responsáveis pela confecção da pestana.

Os corpos das latas após saírem já agrafadas da *Body Maker*, são transportadas por uma esteira para a pestanheira, o corpo é levado para dentro da máquina por uma estrela de sincronismo, posteriormente, o corpo em seu respectivo cabeçote é preso pela placa inferior e pela superior que executam a confecção da pestana, para em seguida o corpo da lata ser liberado em uma outra esteira.

3.2.4 Recravadeira

É a máquina responsável pela recravação da lata, conforme se observa na Figura 8 abaixo:

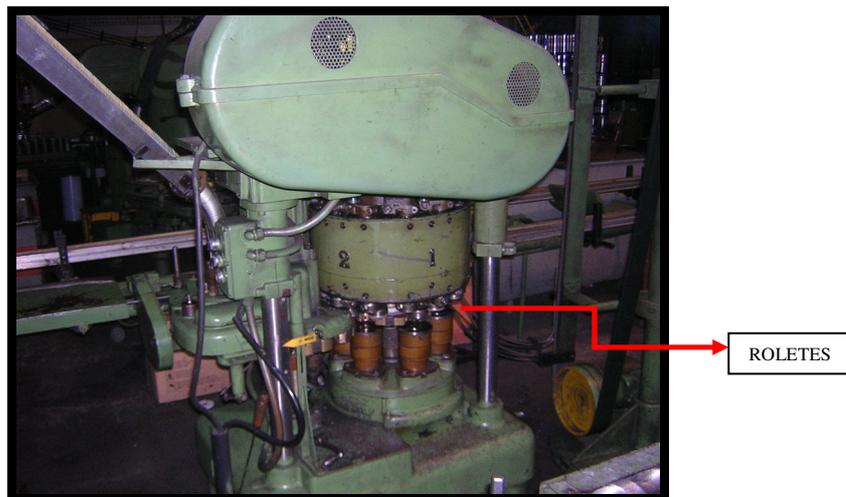


Figura 8 - Recravadeira de fundo

Fonte: foto tirada na linha de produção da empresa em estudo

Recravação é a união hermética formada pela interligação das extremidades da tampa/fundo e do corpo da lata, envolve o uso de um vedante previamente aplicado na tampa/fundo. Através do flange (pestana) do corpo e do encurvamento da tampa/fundo que são enganchados durante a operação de recravação para formar uma estrutura mecânica forte (Projeto de revisão ABNT NBR 10531, 2007) (Figura 9).

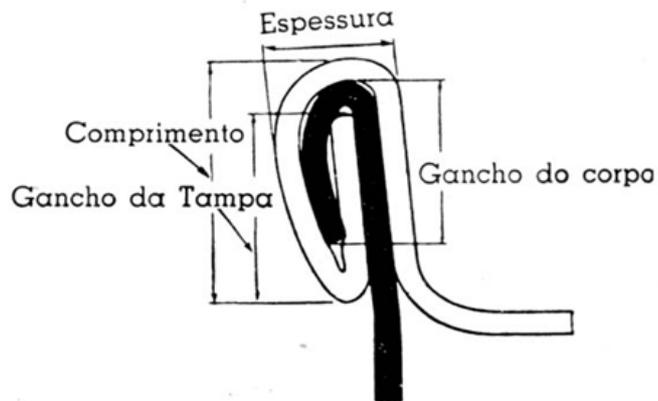


Figura 9 - Dimensões da recavação

Fonte: Darex Produtos Químicos e Plásticos Ltda, 1976.

A recavação é normalmente formada de duas operações: a 1ª consiste no enrolamento da recavação e a 2ª consiste no aperto da recavação.

Na linha de latas 1/32 gl e 150 mL, existem dois tipos de recravadeira, a de fundo que executa a recavação do fundo e a de tampa/argola, no caso da lata de 1/32 gl tem-se a recavação da argola, e da lata de 150 mL, tem-se a recavação da tampa, ambas recravadeiras de fundo e argola/tampa possuem o mesmo princípio de funcionamento.

A recravadeira funciona em movimento de rotação, possui 6 cabeçotes e cada cabeçote tem uma placa e roletes de 1ª e 2ª operação, que são responsáveis pela recavação, conforme Figura 10 abaixo:

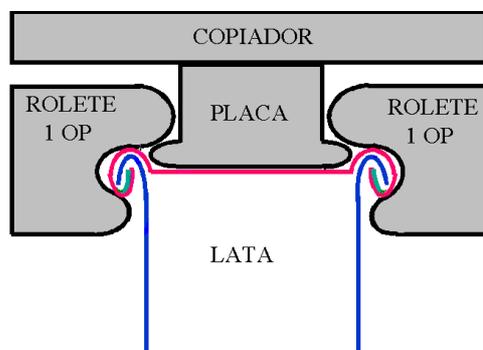


Figura 10 – Recravação de latas

Fonte: elaborada pelo autor

Os corpos das latas já com pestana, são transportados por uma esteira para a recravadeira de fundo, o corpo é levado para dentro da máquina por uma estrela de sincronismo, posteriormente, o corpo em seu respectivo cabeçote sofre a operação de recravação com o auxílio das placas e roletes, em seguida é descartada em outra esteira que segue para a recravadeira de argola/tampa executar as mesmas operações da recravadeira de fundo.

Após a recravação da argola/tampa a lata está pronta, faltando apenas para a liberação da mesma o teste de vazamento.

3.2.5 Teste de Vazamento

Este teste é essencial para garantir que o processo está estável com relação a vazamentos naagrafagem e recravações da lata.

Um operador recolhe aleatoriamente da esteira 60 latas por hora para executar o teste, o mesmo pega a lata e prende em um suporte com um orifício de saída para ar comprimido, em seguida imerge a lata no suporte em um reservatório com água, aciona uma alavanca liberando a pressurização da lata com ar comprimido, após 10 segundos aciona novamente a alavanca cortando a pressurização da lata. Após este passo a lata pode ser liberada do suporte e seguir para a embalagem, caso a mesma não apresente vazamento.

3.3 Análise da Situação Antes da Implantação da TRF

A análise da situação antes da implantação da TRF foi realizada por uma equipe de trabalho composta pelos seguintes membros: coordenador de produção, supervisor de produção, dois mecânicos e um operador. Os mesmos fizeram observações e propuseram melhorias para as atividades com base na metodologia adotada.

O pesquisador participou da equipe de implantação da metodologia TRF como supervisor de produção do setor em estudo e o mesmo era líder do projeto.

O processo escolhido para análise no presente trabalho foi o *setup* existente em uma linha de fabricação de latas de 1/32 galão (gl) e 150 mL.

Como pode-se observar pela Figura 11 abaixo, a única diferença dimensional entre as latas de 1/32 gl e 150 mL é a altura das mesmas, a lata de 1/32 gl possui altura de 66 mm, enquanto a lata de 150 mL possui altura de 85 mm. Devido a essa diferença de altura das latas, todas as máquinas de linha de produção necessitam de regulagem durante o *setup*.



Figura 11 - Latas 1/32 gl e 150 mL

Fonte: foto tirada na linha de produção da empresa em estudo

As máquinas, como são fornecidas pelos fabricantes de latas, são construídas para fazer operações precisas. Mas, mesmo as melhores máquinas precisam de cuidado e de ajuste. Onde entra o elemento humano, há a possibilidade do erro. É claro que estes ajustes poderão ser melhorados e as dificuldades remediadas mais rapidamente, se o operador tiver uma ideia clara das causas dos defeitos produzidos.

O *setup* de toda a linha de produção era feito por apenas um mecânico, que pedia ajuda a um operador somente na etapa de troca dos dutos de transporte das latas.

Foram observados três *setups* da linha de produção pela equipe de trabalho antes da implantação da TRF, os quais foram da lata de 1/32 gl para 150 mL, em todos os três foram

registrados os tempos das operações e em um dos *setups* as atividades foram descritas conforme sequência abaixo:

3.3.1 Tesoura

Apenas a tesoura de 2° corte precisa ser regulada durante o *setup*.

Primeiramente para o *setup* de 1/32 gl para 150 mL, duas navalhas do eixo superior e duas navalhas do eixo inferior da tesoura têm que ser retiradas, para isso, o mecânico folga dois parafusos de fixação de cada navalha e quatro parafusos de fixação do suporte de sustentação dos eixos, retira o suporte e em seguida remove as quatro navalhas. Após remover as quatro navalhas, recoloca-se o suporte de sustentação dos eixos e reaperta-se seus quatro parafusos de fixação.

Continuando o *setup* da tesoura, são folgados os vinte e dois parafusos de fixação das onze navalhas do eixo superior e a mesma quantidade de parafusos das onze navalhas do eixo inferior, em seguida com o auxílio de um paquímetro, é regulada uma distância de 89 mm entre uma navalha e outra do eixo superior, e reapertado os dois parafusos de fixação de cada navalha, o mesmo procedimento é feito para as onze navalhas do eixo inferior.

Ao término da regulagem das navalhas, é trocada a gaveta de acomodação dos corpos, se o *setup* for para lata de 150 mL, a gaveta possui espaço para dez corpos, que são separados por uma divisória fixa e empilhados a medida que as tiras provenientes do 1° corte forem sendo cortadas.

Após ter efetuado todos os ajustes, uma tira é cortada para ser efetuada com um paquímetro a medição da altura de todos os dez corpos, caso ocorra variação na altura de algum corpo, as suas navalhas devem ser reajustadas e o respectivo corpo medido novamente.

No caso do *setup* de 150 mL para 1/32 gl, as quatro navalhas retidas são repostas e a distância entre uma navalha e outra será de 70 mm, a gaveta de acomodação dos corpos tem que ser trocada, por uma que possua espaço para doze corpos.

A descrição das atividades do *setup* da tesoura e seus respectivos tempos foram registrados e encontram-se descritos no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1- Setup da tesoura antes da implantação da metodologia de TRF

<i>SETUP DA TESOURA</i>						
Nº	ATIVIDADE DO <i>SETUP</i>	<i>SETUP ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TRF</i>				
		1º <i>SETUP</i> (min)	2º <i>SETUP</i> (min)	3º <i>SETUP</i> (min)	MÉDIA (min)	TIPO DE <i>SETUP</i>
1	Retirada do suporte de sustentação dos eixos	12,0	17,0	12,0	13,7	interno
2	Retirada das navalhas da tesoura	4,0	5,0	4,0	4,3	interno
3	Recolocação do suporte de sustentação dos eixos	11,0	13,0	12,0	12,0	interno
4	Regulagem da distância das onze navalhas do eixo superior	26,0	30,0	24,0	26,7	interno
5	Regulagem da distância das onze navalhas do eixo inferior	27,0	33,0	25,0	28,3	interno
6	Troca da gaveta de acomodação dos corpos	4,0	6,0	4,0	4,7	interno
7	Medição da altura dos corpos	8,0	7,0	9,0	8,0	interno
8	Ajuste das navalhas caso a medição da altura dos corpos não estiver correta	12,0	–	6,0	6,0	interno
9	Medição da altura dos corpos após o ajuste das navalhas	3,0	–	2,0	1,7	interno
	TOTAL (minutos)	107,0	111,0	98,0	105,3	

Fonte: elaborado pelo autor

Observações feitas durante o *setup*:

- O *setup* da tesoura fez parte do *setup* interno, o mesmo era executado por um mecânico e só tinha início quando a produção da linha encerrava.

- Durante o *setup* o mecânico se deslocou por duas vezes para pegar ferramentas em um armário distante 20 m do local.

- Dificuldade em retirar e recolocar o suporte de sustentação dos eixos, devido a seu peso elevado.

- Demora em regular a distância entre as navalhas, pois o paquímetro utilizado saía constantemente de medida, levando a ocorrência de erros.

- Na medição da altura dos corpos, após ter sido efetuado todos os ajustes, foi identificado que dois corpos estavam fora de medida, suas respectivas navalhas tiveram que ser reajustadas.

- Durante a troca da gaveta de acomodação dos corpos, o mecânico retirou a gaveta da lata de 1/32 gl e foi pegar a gaveta da lata de 150 mL em um local distante 11 m da tesoura.

- Durante o *setup* o mecânico foi chamado para executar uma atividade em outra máquina, o mesmo demorou oito minutos para retornar.

3.3.2 *Body Maker*

O *setup* da *Body Maker* tem início com a regulagem do alimentador, onde é necessário um ajuste das guias de acordo com o modelo da lata a ser produzida. O alimentador possui quatro guias que são sustentadas por suportes, o mecânico folga dois parafusos de fixação de cada suporte, ajusta as quatro guias de acordo com o modelo da lata e de forma que os mesmos fiquem centralizados com as ventosas, por último reaperta os parafusos de fixação dos quatro suportes de sustentação das guias.

O próximo passo do *setup* é a despontagem. Nessa etapa, é necessário ajustar dois dos quatro punções juntamente com suas respectivas matrizes de despontagem. Tanto os punções como as matrizes são sustentados por suportes, cada suporte é fixado por dois parafusos. Primeiramente, são folgados os dois parafusos de fixação de cada um dos dois suportes, um corpo é colocado entre os punções para servir de referência para o posicionamento dos

mesmos, em seguida os suportes de sustentação dos punções e matrizes são fixados. Após ser efetuado o posicionamento inicial dos punções, é passado um corpo para teste e é medida a despontagem, caso as medidas da despontagem não tenham sido atingidas, é feito um novo posicionamento dos punções.

Não é efetuada nenhuma regulagem durante o *setup* no formador de gancho e na aplicação do termoplástico.

A última etapa do *setup* da *Body Maker* é a troca do martelo e do canaleta para a execução da agrafagem. Após a folga dos dois parafusos de fixação do martelo, é efetuada a sua troca e em seguida os dois parafusos são reapertados, o mesmo é feito com o canaleta que também é fixado por dois parafusos.

A descrição das atividades do *setup* da *Body Maker* e seus respectivos tempos foram registrados e encontram-se descritos no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 - Setup da Body Maker antes da implantação da metodologia de TRF

<i>SETUP DA BODY MAKER</i>						
Nº	ATIVIDADE DO <i>SETUP</i>	<i>SETUP ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TRF</i>				
		1º <i>SETUP</i> (min)	2º <i>SETUP</i> (min)	3º <i>SETUP</i> (min)	MÉDIA (min)	TIPO DE <i>SETUP</i>
1	Folga dos parafusos de fixação dos guias do alimentador	4,0	5,0	5,0	4,7	interno
2	Posicionamento dos guias do alimentador	5,0	3,0	5,0	4,3	interno
3	Reaperto dos parafusos de fixação dos guias do alimentador	5,0	5,0	4,0	4,7	interno
4	Folga dos parafusos de fixação dos punções e matrizes de despontagem	4,0	5,0	5,0	4,7	interno
5	Posicionamento dos punções e matrizes de despontagem	4,0	3,0	4,0	3,7	interno
6	Reaperto dos parafusos de fixação dos punções e matrizes de despontagem	4,0	5,0	3,0	4,0	interno
7	Teste e medição da despontagem	4,0	5,0	4,0	4,3	interno
8	Reposicionamento dos punções e matrizes de despontagem	7,0	10,0	–	5,7	interno
9	Folga dos parafusos de fixação do martelo	6,0	4,0	5,0	5,0	interno
10	Troca do martelo	3,0	6,0	3,0	4,0	interno
11	Reaperto dos parafusos de fixação do martelo	4,0	3,0	4,0	3,7	interno
12	Folga dos parafusos de fixação do canaleta	4,0	6,0	4,0	4,7	interno
13	Troca do canaleta	3,0	3,0	2,0	2,7	interno
14	Reaperto dos parafusos de fixação do canaleta	3,0	4,0	3,0	3,3	interno
	TOTAL (minutos)	60,0	67,0	51,0	59,3	

Fonte: elaborado pelo autor

Observações feitas durante o *setup*:

- O mecânico usa o próprio corpo da lata como referência para a regulagem das guias do alimentador, como não existia corpo da lata de 150 mL já cortado, o mecânico esperou o *setup* da tesoura ser concluído, para poder coletar alguns corpos da lata e iniciar o da *Body Maker*.

- Não existe um ponto de referência para o posicionamento dos punções de despontagem, é feito na base da tentativa e erro. Após o posicionamento inicial dos punções, foi passado um corpo para teste e durante a medição da despontagem, foi detectado que as medidas não estavam corretas, os punções tiveram que ser reposicionados.

- Durante a troca do martelo o mecânico teve dificuldade em encontrar o martelo a ser substituído, pois o mesmo não tinha local definido para ser guardado.

- Demora para folgar os parafusos de fixação do canaleta, devido os mesmos estarem com aperto excessivo e em local de acesso restrito na máquina.

3.3.3 Pestanheira

No *setup* da pestanheira é necessária a regulagem da distância entre as placas superior e inferior de cada um dos oito cabeçotes. Para tanto, a porca de fixação do eixo rosqueado de sustentação da placa superior de cada cabeçote é folgada, dando condições assim para rotacionar o eixo, aumentando ou diminuindo a distância entre as placas.

A distância entre as placas é de 67 mm para a lata de 1/32 gl e de 86 mm para a lata de 150 mL, essa distância é medida em todos os cabeçotes com o auxílio de um paquímetro.

Após ser regulada e conferida com um paquímetro a distância entre as placas, a porca de fixação do eixo superior de cada cabeçote é reapertada.

Por último, a pestanheira é testada com corpos já agrafados e uma lata de cada cabeçote já com a pestana feita é medida com um paquímetro, a altura final das latas ao saírem da pestanheira tem que ser de $67 \pm 0,40$ mm para a lata de 1/32 gl e de $86 \pm 0,40$ mm para a lata de 150 mL, caso alguma medida esteja fora do padrão, a distância entre as placas do respectivo cabeçote deve ser reajustada.

A descrição das atividades do *setup* da pestanheira e seus respectivos tempos foram registrados e encontram-se descritos no Quadro 3 abaixo:

Quadro 3 - Setup da pestanheira antes da implantação da metodologia de TRF

SETUP DA PESTANHEIRA						
Nº	ATIVIDADE DO SETUP	SETUP ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TRF				
		1º SETUP (min)	2º SETUP (min)	3º SETUP (min)	MÉDIA (min)	TIPO DE SETUP
1	Folga da porca de fixação do eixo da placa superior dos oito cabeçotes	10,0	8,0	8,0	8,7	interno
2	Ajuste da distância entre as placas superior e inferior dos oito cabeçotes	9,0	7,0	9,0	8,3	interno
3	Reaperto da porca de fixação do eixo da placa superior dos oito cabeçotes	8,0	7,0	8,0	7,7	interno
4	Teste de funcionamento da pestanheira com corpos	6,0	4,0	4,0	4,7	interno
5	Medição da altura final da lata após a formação da pestana em cada cabeçote	5,0	5,0	6,0	5,3	interno
6	Reajuste da distância entre as placas caso a altura final da lata após a formação da pestana esteja fora do padrão	5,0	–	–	1,7	interno
TOTAL (minutos)		43,0	31,0	35,0	36,3	

Fonte: elaborado pelo autor

Observações feitas durante o *setup*:

- Demora para folgar e reapertar a porca de fixação do eixo de sustentação da placa superior, pois o mecânico batia em furos existentes na porca com um martelo e um punção, acarretando além da perda de tempo, desgaste dos furos da porca e empenamento do eixo de sustentação da placa superior.

- Demora para medir a distância entre as placas com um paquímetro.

- Após o término da regulagem, o mecânico foi passar algumas latas na *Body Maker* para em seguida efetuar o teste na pestanheira e posterior medição da altura final das latas.

- Foi identificado durante a medição da altura final das latas após a formação da pestana que em um cabeçote a medida estava fora do padrão, o mesmo cabeçote teve que ser reajustado.

3.3.4 Recravadeira de Fundo e Recravadeira de Argola

O *setup* da recravadeira de fundo é idêntico ao da recravadeira de argola.

No *setup* das recravadeiras tem que ser feita a regulagem da altura do guia de entrada e do bloco superior da máquina.

Na regulagem da altura do guia de entrada da máquina, é folgado um parafuso de fixação da guia, ajustada a altura de acordo com o modelo da lata e reapertado o parafuso.

Na regulagem da altura do bloco superior da recravadeira, são folgados quatro parafusos de fixação do bloco, em seguida pela rotação de uma manivela o bloco superior é movimentado para cima ou para baixo de acordo como o modelo da lata, após a altura ter sido ajustada, os quatro parafusos de fixação são reapertados.

Durante a regulagem da altura do bloco superior, o mecânico mede com um paquímetro a distância entre o prato de apoio da lata e a placa de recravação, de modo que a altura da lata após a recravação do fundo seja de $66,70 \pm 0,40$ mm para lata de 1/32 gl e de $85,70 \pm 0,40$ mm para a lata de 150 mL. A altura da lata após a recravação da argola tem que ser de $66,00 \pm 0,40$ mm para a lata de 1/32 gl e de $85,00 \pm 0,40$ mm para a lata de 150 mL.

Durante a regulagem do bloco superior, a recravadeira é testada com corpos já pestanhados e após a recravação é feita a medição da altura da lata, caso a altura não esteja dentro dos limites de tolerância, uma nova regulagem no bloco superior é feita.

A descrição das atividades do *setup* das recravadeiras e seus respectivos tempos foram registrados e encontram-se descritos no Quadro 4 abaixo:

Quadro 4 - Setup da recravadeira de fundo / argola antes da implantação da metodologia de TRF

SETUP DA RECRAVADEIRA DE FUNDO / ARGOLA						
Nº	ATIVIDADE DO <i>SETUP</i>	SETUP ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TRF				
		1º <i>SETUP</i> (min)	2º <i>SETUP</i> (min)	3º <i>SETUP</i> (min)	MÉDIA (min)	TIPO DE <i>SETUP</i>
1	Regulagem da altura do guia de entrada	4,0	4,0	5,0	4,3	interno
2	Folga dos quatro parafusos de fixação do bloco superior	6,0	5,0	6,0	5,7	interno
3	Regulagem da altura do bloco superior	5,0	6,0	7,0	6,0	interno
4	Reaperto dos quatro parafusos de fixação do bloco superior	5,0	5,0	6,0	5,3	interno
5	Teste da recravadeira com corpos já pestanhados	3,0	4,0	3,0	3,3	interno
6	Medição da altura da lata após a recravação	2,0	3,0	3,0	2,7	interno
7	Reajuste da altura do bloco superior	–	3,0	4,0	2,3	interno
	TOTAL (minutos)	25,0	30,0	34,0	29,7	

Fonte: elaborado pelo autor

Observações feitas durante o *setup*:

- Demora na regulagem da altura da guia de entrada da recravadeira, pois o mecânico pega corpos da lata já com pestana para servir de referência para a regulagem.

- Demora na regulagem da altura do bloco superior, pois não existe um ponto de referência para a regulagem da altura, é feito na base da tentativa e erro, o mecânico passou várias latas para teste e só depois conseguiu regular a altura correta.

3.3.5 Dutos de Transporte das Latas

Na linha existem dois dutos de transporte de latas que devem ser trocadas, o da saída da *Body Maker* e o de ligação entre a recravadeira de tampa/argola e a recravadeira de fundo.

As latas se movimentam nos dutos por gravidade, para isso, os dutos se localizam após elevadores magnéticos.

O duto de saída da *Body Maker* além do transporte, também tem a função de alterar o posicionamento da lata, a mesma sai da máquina na posição horizontal e deixa o duto na posição vertical com o fundo virado para cima. Na troca do duto são folgados quatro parafusos de fixação, em seguida o mesmo é trocado de acordo com o modelo da lata e os quatro parafusos são reapertados.

O duto de ligação entre as recravadeiras também tem a função de alterar o posicionamento da lata, a qual sai da recravadeira de fundo com o fundo virado para cima e chega à recravadeira de argola/tampa com o fundo virado para baixo.

O duto de ligação entre as recravadeiras é dividido em três pedaços, cada pedaço é fixado por quatro parafusos e por um gancho que é preso no teto da fábrica. No *setup* são folgados todos os parafusos de fixação, os ganchos são tirados e os dutos removidos, em seguida os três pedaços do duto são repostos de acordo com o modelo da lata, juntamente com os ganchos e parafusos de fixação.

A descrição das atividades do *setup* dos dutos de transporte e seus respectivos tempos foram registrados e encontram-se descritos no Quadro 5 abaixo:

Quadro 5 - Setup dos dutos de transporte antes da implantação da metodologia de TRF

<i>SETUP DOS DUTOS DE TRANSPORTE</i>						
Nº	ATIVIDADE DO <i>SETUP</i>	<i>SETUP ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA TRF</i>				
		1º <i>SETUP</i> (min)	2º <i>SETUP</i> (min)	3º <i>SETUP</i> (min)	MÉDIA (min)	TIPO DE <i>SETUP</i>
1	Folga dos parafusos de fixação do duto de saída da <i>Body Maker</i>	2,0	3,0	2,0	2,3	interno
2	Troca do duto de saída da <i>Body Maker</i>	3,0	4,0	2,0	3,0	interno
3	Reaperto dos parafusos de fixação do duto de saída da <i>Body Maker</i>	2,0	3,0	3,0	2,7	interno
4	Folga dos parafusos de fixação do duto entre as recravadeiras	5,0	7,0	4,0	5,3	interno
5	Retirada dos ganchos de fixação e troca do duto entre as recravadeiras	7,0	5,0	5,0	5,7	interno
6	Recolocar ganchos e reaperto dos parafusos de fixação do duto entre as recravadeiras	6,0	7,0	6,0	6,3	interno
7	Ajuste da barra móvel do duto de transporte da saída da <i>Body Maker</i> de acordo com o modelo da lata	–	–	–	–	–
8	Ajuste da barra móvel do duto de transporte entre as recravadeiras de acordo com o modelo da lata	–	–	–	–	–
	TOTAL (minutos)	25,0	29,0	22,0	25,3	

Fonte: elaborado pelo autor

As atividades 7 e 8 do Quadro 5 só passaram a ser executadas após a implantação da metodologia de TRF.

Observações feitas durante o *setup*:

- Demora em retirar os dutos, principalmente devido aos parafusos de fixação e a necessidade de uma segunda pessoa para a sua remoção.

3.4 Situação Proposta

Com base nas observações feitas durante o *setup* e na metodologia exposta, a equipe propôs e executou algumas melhorias visando à redução do tempo de *setup*.

3.4.1 Tesoura

Para o *setup* da tesoura foram executadas as seguintes melhorias:

a) Passou a ser executado pelo próprio operador, ele tem ajuda de um mecânico somente para auxiliar na retirada e recolocação do suporte de sustentação dos eixos.

b) O *setup* da tesoura passou de interno para externo, pois o operador da tesoura terminava o corte dos corpos pelo menos 60 minutos antes do término da produção da linha, ou seja, durante todo o tempo de *setup* da tesoura a linha ainda continuava produzindo.

c) Foi confeccionado um carro para o armazenamento de ferramentas, desta forma, todas as ferramentas ficaram próximas das operações, evitando assim deslocamentos desnecessários durante as operações de *setup*.

d) Cada navalha era fixada por dois parafusos, foi percebido que apenas um parafuso era necessário para a fixação da mesma, sendo assim reduzido o tempo de *setup* interno.

e) Foi eliminado o uso do paquímetro e dos ajustes na regulagem da distância entre as navalhas. Furos rosqueados foram feitos tanto no eixo superior quanto no inferior, os furos são equidistantes com distância de 89 mm para a lata de 150 mL e 70 mm para a lata de 1/32 gl. Os furos de cada modelo de lata são em lados opostos do eixo para evitar possíveis enganos na fixação da navalha. Sendo assim, para efetuar a regulagem da distância entre as navalhas, é preciso apenas encaixar o parafuso de fixação da navalha em seu respectivo furo no eixo e efetuar o aperto do mesmo, não tendo assim risco de alguma navalha está fora da distância determinada.

f) A gaveta de acomodação dos corpos que não está em uso, é guardada embaixo da tesoura de 2º corte, evitando assim deslocamentos desnecessários.

3.4.2 *Body Maker*

Para o *setup* da *Body Maker* foram executadas as seguintes melhorias:

a) Para evitar esperas no início do *setup*, sempre ao final de cada produção, são guardados 50 corpos após o 2º corte da tesoura, para iniciar a operação da *Body Maker*, imediatamente após o último corpo de lata sair do alimentador, ficando assim, independente do término da tesoura.

b) Foi observado que não era necessário regular as quatro guias do alimentador, era suficiente regular apenas duas, diminuindo desta forma o tempo de *setup* interno.

c) Foi colocada ao lado do suporte de sustentação do punção e matriz, uma régua graduada para servir de referência no posicionamento do suporte, nessa régua foi feita uma marcação indicando o local correto onde o suporte deve ser fixado de acordo com o modelo da lata, eliminando assim a necessidade de medição da despontagem e todos os ajustes posteriores.

d) Foi reservado um armário próximo a linha de produção, para serem guardados todos os componentes utilizados durante o *setup* da linha, todos devidamente identificados, todo material necessário era checado e transportado para próximo a linha durante o *setup* externo.

e) Os parafusos de fixação do martelo e do canaleta foram substituídos por um sistema de engate rápido, solucionando assim o problema de aperto excessivo e acesso restrito dos parafusos de fixação além de reduzir consideravelmente o tempo de *setup* interno.

3.4.3 *Pestaneira*

Para o *setup* da *pestanheira* foram executadas as seguintes melhorias:

a) O *setup* da *pestanheira* é executado por um segundo mecânico e, em paralelo, com o *setup* da *Body Maker*, para isso, são segregados da produção anterior corpos já pestanhados com as medidas corretas para a regulagem da distância entre as placas e corpos apenas agrafados para o teste da *pestanheira*.

b) Foi confeccionada uma chave para folgar e reapertar a porca de fixação do eixo da placa superior. A chave possui hastes para encaixar nos furos da porca o que possibilita sua movimentação.

c) O uso do paquímetro foi eliminado para a medição da distância entre as placas superior e inferior, a distância entre as placas é ajustada tomando como referência os corpos já pestanhados segregados da produção anterior, o corpo já com pestana é posicionado entre as placas e em seguida a placa superior é ajustada até encostar-se à superfície da lata, eliminando com isso a necessidade de ajustes posteriores.

3.4.4 Recravadeira de Fundo / Argola

Para o *setup* das recravadeiras foram executadas as seguintes melhorias:

a) Foram feitas duas marcações na haste de sustentação do guia de entrada da recravadeira, a superior para a lata de 150 mL e a inferior para a lata de 1/32 gl.

b) Foi colocada nas recravadeiras, uma régua graduada para servir de referência na regulagem da altura do bloco superior, nesta régua foi feita uma marcação indicando o local correto para o posicionamento do bloco de acordo com o modelo da lata, eliminando assim a necessidade de teste e medição da altura da lata.

3.4.5 Dutos de Transporte das Latas

Para o *setup* dos dutos de transporte das latas foram executadas as seguintes melhorias:

a) O *setup* dos dutos de transporte está sendo executado por apenas um mecânico, isso foi possível, tornando móvel uma das barras de fechamento dos dutos, permitindo assim a regulagem dos dutos de acordo com a altura da lata, eliminando com isso a necessidade de removê-los durante o *setup*. Esta barra móvel possui um dispositivo de ajuste em suas extremidades com dois furos, um para a lata de 1/32 gl e o outro para a lata de 150 mL. A ação reduziu consideravelmente o tempo de *setup* interno.

3.5 Análise dos Resultados

3.5.1 Tesoura

Pela Figura 12 pode-se observar que as atividades mais significativas para a redução do tempo foram as atividades 4, 5, 7 e 8.

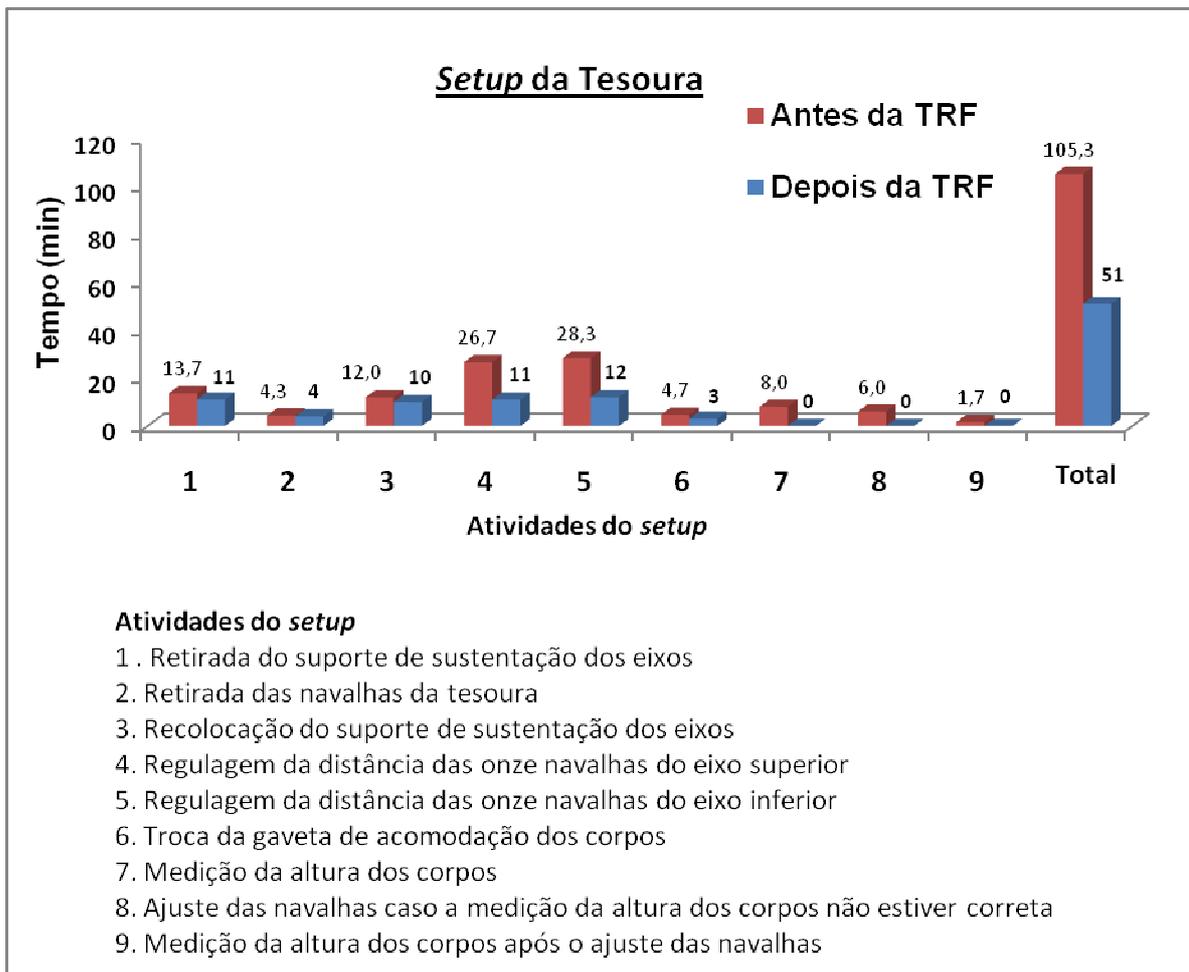


Figura 12 - Comparativo do setup da tesoura antes e depois da implantação da TRF

Fonte: elaborada pelo autor

Na atividade 4 foi obtida uma redução de 58,8%, na atividade 5 foi obtida uma redução de 57,6%, as atividades 7 e 8 foram eliminadas após a implantação da TRF. Com isso, após terem sido executadas todas as melhorias propostas, obteve-se uma redução de 51,6% no tempo total do setup da tesoura.

3.5.2 Body Maker

Pela Figura 13 pode-se observar que as atividades mais significativas para a redução do tempo foram as atividades 7, 8, 9, 11, 12 e 14.

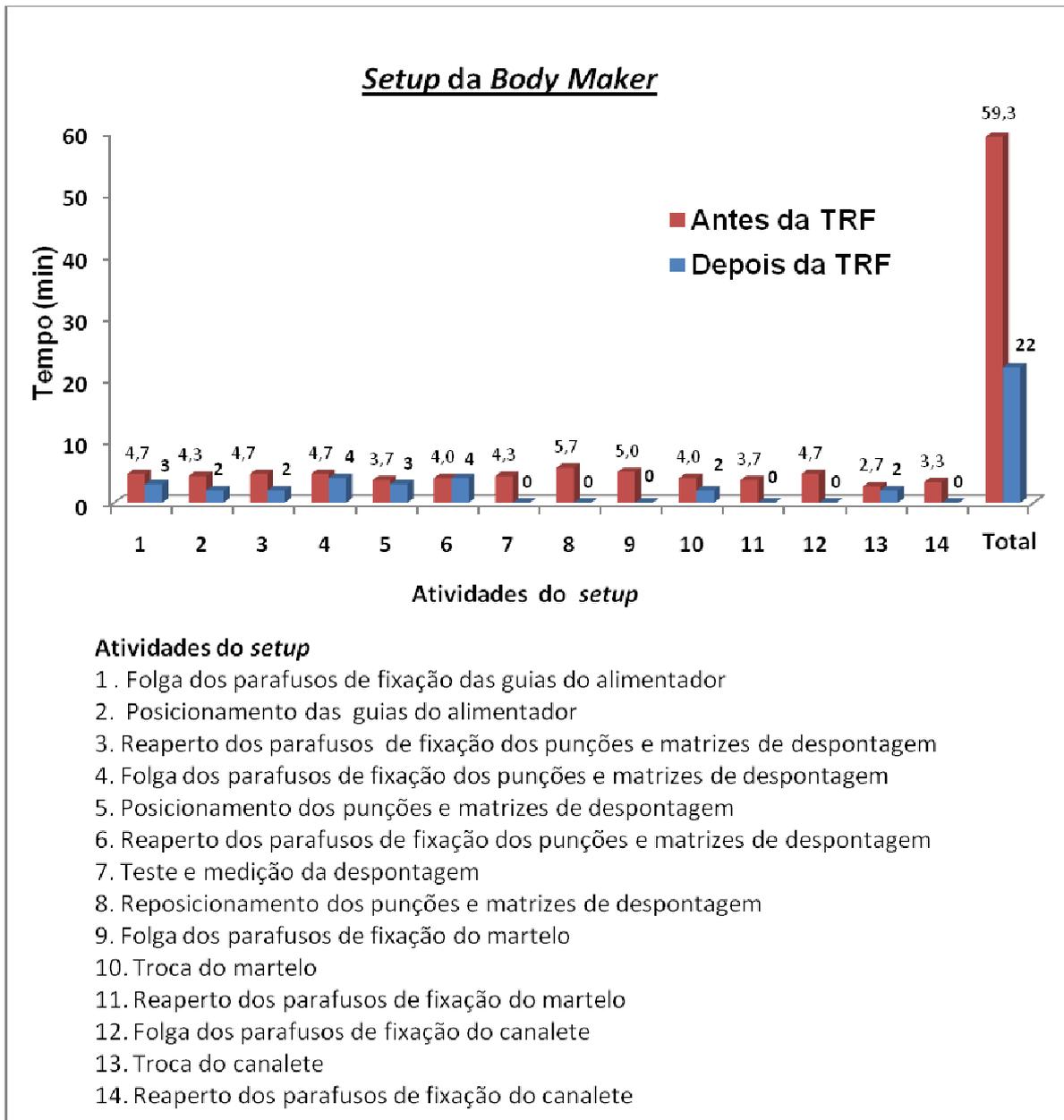


Figura 13 - Comparativo do setup da Body Maker antes e depois da implantação da TRF
 Fonte: elaborada pelo autor

As atividades 7, 8, 9, 11, 12 e 14 foram eliminadas após a implantação da TRF. Com isso, após terem sido executadas todas as melhorias propostas, obteve-se uma redução de 62,9% no tempo total do *setup* da *Body Maker*.

3.5.3 Pestaneira

Pela Figura 14 pode-se observar que as atividades mais significativas para a redução do tempo foram as atividades 1, 2, 3 e 5.

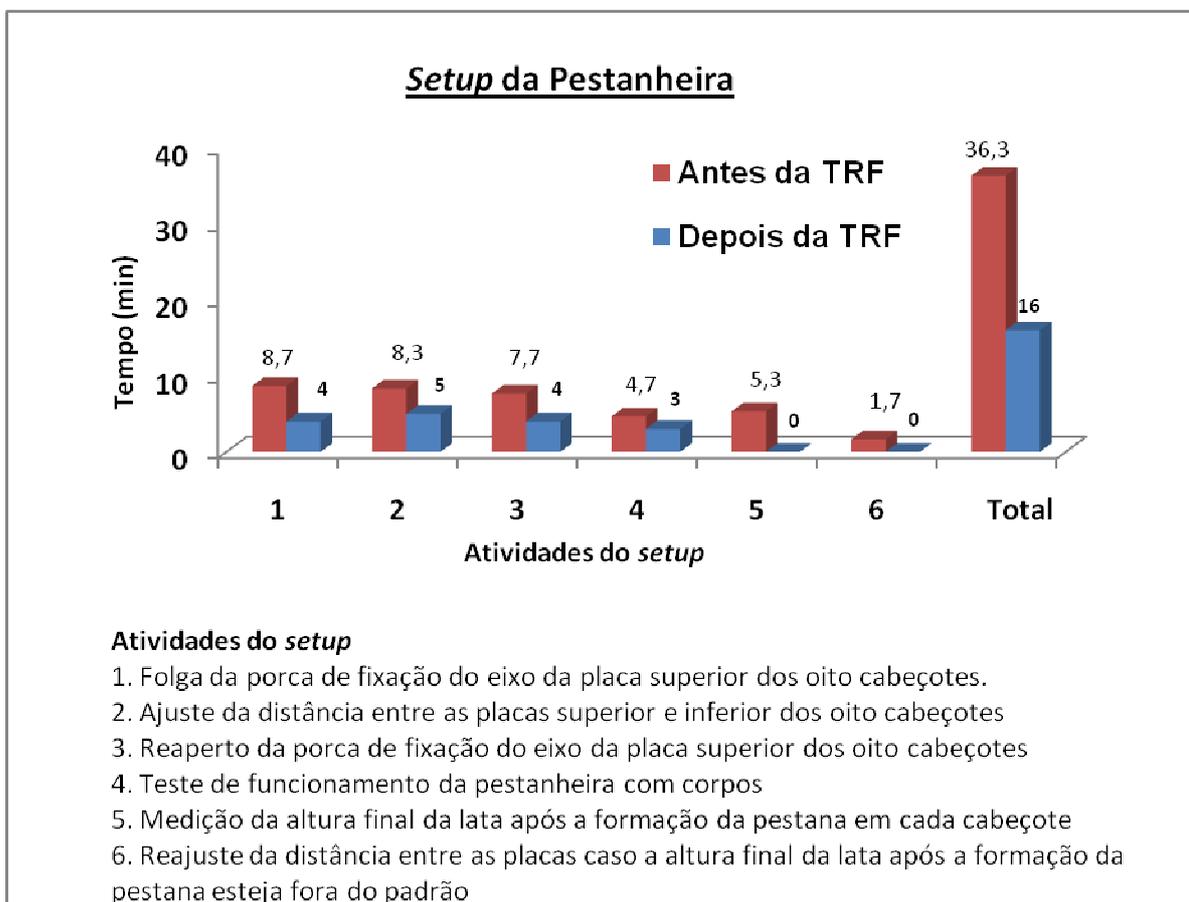


Figura 14 - Comparativo do *setup* da pestaneira antes e depois da implantação da TRF

Fonte: elaborada pelo autor

Na atividade 1 foi obtida uma redução de 54,0%, na atividade 2 de 39,8%, na atividade 3 de 48,1%, a atividade 5 foi eliminada após a implantação da TRF. Com isso, após terem sido executadas todas as melhorias propostas, obteve-se uma redução de 55,9% no tempo total do *setup* da pestaneira.

3.5.4 Recravadeira

Pela Figura 15 pode-se observar que as atividades mais significativas para a redução do tempo foram as atividades 3, 6 e 7.

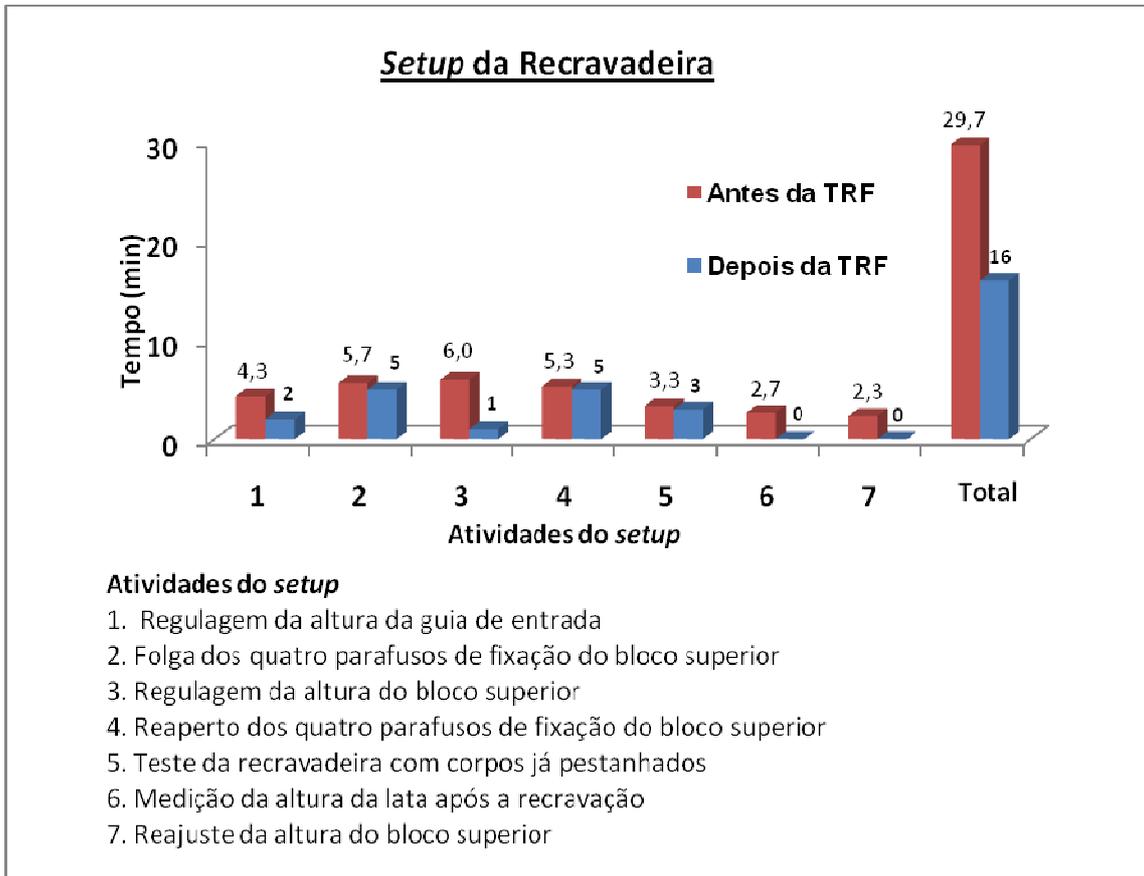


Figura 15 - Comparativo do setup da recravadeira antes e depois da implantação da TRF

Fonte: elaborada pelo autor

Na atividade 3 foi obtida uma redução de 83,3%, as atividades 6 e 7 foram eliminadas após a implantação da TRF. Com isso, após terem sido executadas todas as melhorias propostas, obteve-se uma redução de 46,12% no tempo total do setup da recravadeira.

Esta redução é válida tanto para a recravadeira de fundo como para a recravadeira de argola/tampa, visto que as mesmas possuem o mesmo princípio de funcionamento.

3.5.5 Dutos de Transporte

Pela Figura 16 pode-se observar que as atividades mais significativas para a redução do tempo foram as atividades 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

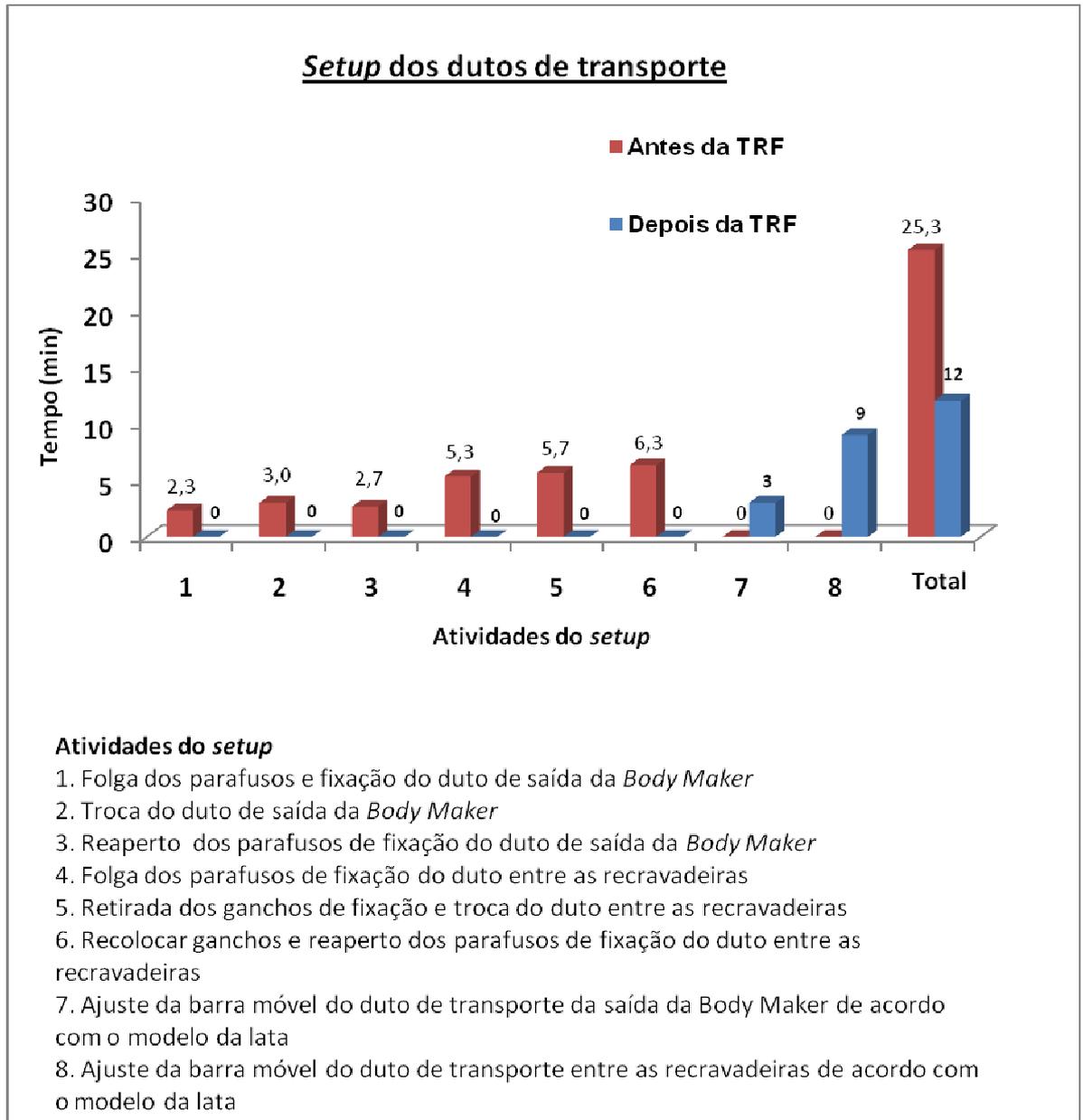


Figura 16 - Comparativo do setup dos dutos de transporte antes e depois da implantação da TRF
 Fonte: elaborada pelo autor

As atividades 1, 2, 3, 4, 5 e 6 foram eliminadas após a implantação da TRF. Com isso, após terem sido executadas todas as melhorias propostas, obteve-se uma redução de 52,6% no tempo total do setup dos dutos de transporte.

3.6 Considerações Finais do Capítulo

Comparando os dados antes e depois da TRF, pode-se visualizar a aplicabilidade e eficiência na utilização da metodologia proposta. Conforme apresentado na Figura 17, o tempo total do *setup* da linha foi reduzido em 53,4% o que equivale a 152,6 minutos.

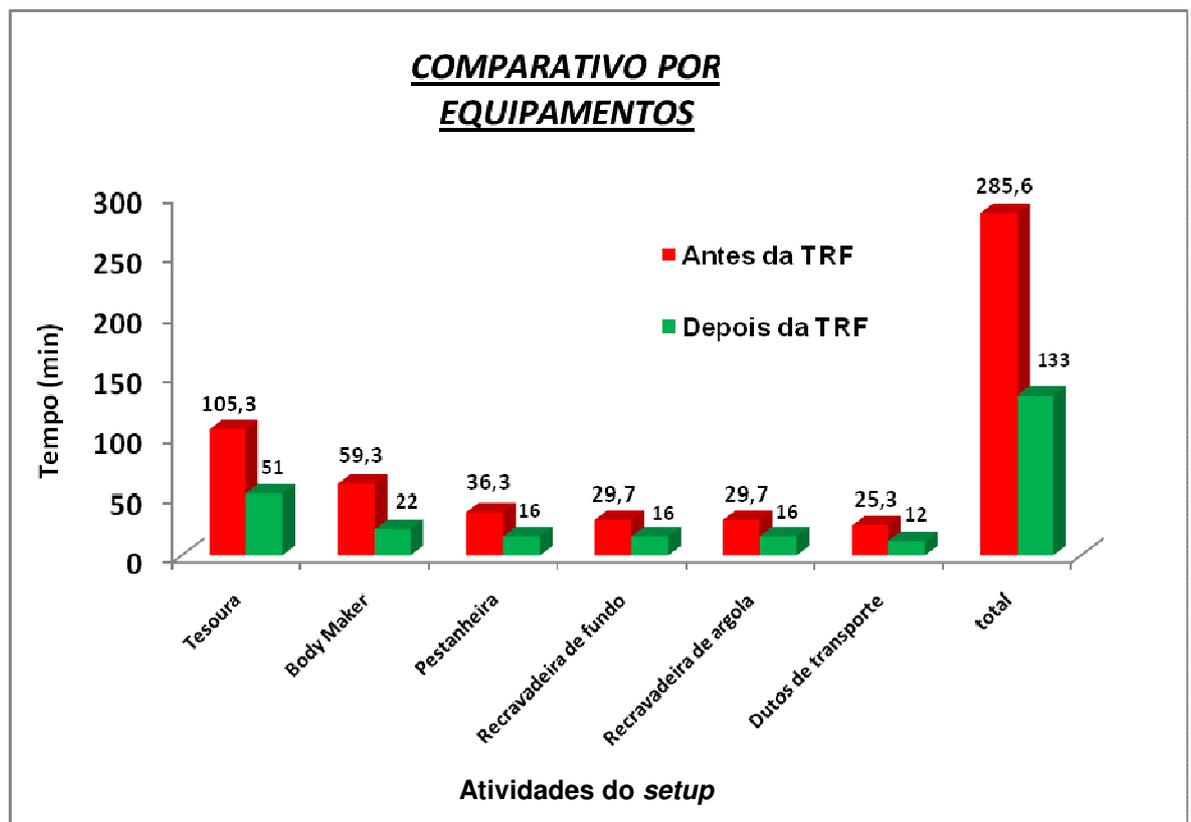


Figura 17 - Comparativo do tempo de *setup* entre equipamentos

Fonte: elaborada pelo autor

Com base na metodologia adotada, levando em consideração que a linha de produção não para durante o *setup* da tesoura, podemos converter o seu *setup* de interno para externo e, realizando atividades em paralelo nos demais equipamentos, conseguiu-se reduzir ainda mais o tempo de preparação, conforme mostrado no Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Tempo e distribuição das atividades de *setup* pela mão-de-obra disponível

EQUIPAMENTO	OPERADOR (min)	MECÂNICO 1 (min)	MECÂNICO 2 (min)	TIPO DE <i>SETUP</i>
Tesoura	51,0	-	-	externo
<i>Body Maker</i>	-	22,0	-	interno / paralelo
Pestaneira	-	-	16,0	interno / paralelo
Recravadeira de fundo	-	-	16,0	interno / paralelo
Recravadeira de argola	-	16,0	-	interno / paralelo
Dutos de transporte	-	-	12,0	interno / paralelo
Total	51,0	38,0	44,0	

Fonte: elaborado pelo autor

Pode-se observar pelo Quadro 6 que um operador irá executar o *setup* da tesoura externo em 51 minutos. O mecânico 1 iniciará suas atividades na *Body Maker* e após a conclusão passará para a recravadeira de argola, totalizando 38 minutos em suas atividades. Em paralelo ao mecânico 1, o mecânico 2 iniciará suas atividades na pestaneira, após a conclusão passará para a recravadeira de fundo e por último para os dutos de transporte, totalizando 44 minutos em suas atividades. Dessa forma, o tempo total de *setup* interno da linha passa a ser o tempo de atividade do mecânico 2, ou seja 44 minutos, com isso, o tempo de *setup* interno foi reduzido em 84,6% o que equivale a 241,6 minutos.

Os resultados obtidos foram bastante significativos, para o processo em estudo. Dessa forma, considera-se que a metodologia adotada é satisfatória para a redução do tempo de preparação da linha de produção.

CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Visto a necessidade das empresas em melhorar seus resultados, devido a elevada competitividade e a exigência cada vez maior dos clientes, se faz necessário o uso de ferramentas que tragam benefícios como a diminuição de custo, aumento da flexibilidade, melhoria na qualidade e maior velocidade de atendimento.

Pela busca de encontrar meios para reduzir o tempo empregado em atividades que não agregam valor, ou seja, perdas, o presente trabalho aplicou uma metodologia de Troca Rápida de Ferramenta (TRF) em uma linha de produção de latas, visando à redução do tempo de preparação (*setup*) de equipamentos.

No estudo de caso exposto foi aplicada uma metodologia para implantação da TRF, elaborada com base na literatura disponível, a mesma consta de sete etapas que serviram de base para a execução das melhorias propostas.

Através da execução das melhorias propostas, foi conseguida uma redução no tempo de preparação de todos os equipamentos envolvidos, são eles: tesoura com redução de 51,6%, *Body Maker* com 62,9%, pestanheira com 55,9 %, recravadeira de fundo e argola/tampa com 46,1% e os dutos de transporte com 52,6%. Com esse ganho individual em cada máquina e, com a aplicação de alguns pontos da metodologia adotada, chegamos a uma redução de 84,6% no tempo total de *setup* interno da linha de produção, o que equivale a 241,6 minutos a menos que a situação inicial.

Os resultados obtidos foram bastante significativos para o processo em estudo. Dessa forma, pode-se concluir que a metodologia adotada é satisfatória para a redução do tempo de preparação da linha de produção.

Após a implantação da TRF foi percebido também na linha de produção em estudo outros ganhos, tais como: aumento da motivação dos colaboradores, redução do índice de desperdício, diminuição de estoques de produtos em processo e acabados, melhoria na qualidade dos produtos, diminuição das reclamações dos clientes, menores *lead times* e aumento da produtividade.

Com o presente trabalho, pode-se concluir que o ponto básico para o sucesso da TRF é a adoção de uma metodologia ampla e eficaz, levando em consideração o ambiente produtivo e dinâmico no qual as empresas industriais estão inseridas.

Tendo em vista a possibilidade de ampliar os estudos acerca do desenvolvimento do tema abordado, são sugeridos alguns temas para trabalhos futuros:

- Definir e monitorar indicadores operacionais para a área em estudo, com o objetivo de avaliar os resultados obtidos e mostrar a sua evolução com a implantação da TRF, acompanhando assim o processo através desses indicadores na busca de resultados cada vez melhores.
- Medir os impactos dos ganhos da TRF com os resultados da empresa, fazendo uma analogia com o atendimento a critérios de desempenho (custo, qualidade, desempenho de entrega e flexibilidade).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Revisão NBR 10531: Embalagens Metálicas** – Terminologia. Rio de Janeiro, 2007.

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

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

Nomenclatura das latas e suas partes. Boletim Técnico n. 1005. Revisão 01. Darex produtos Químicos e Plásticos Ltda. São Paulo. Março de 1978.

Nomenclatura das latas e suas partes. Boletim Técnico n. 1010. Revisão 01. Darex produtos Químicos e Plásticos Ltda. São Paulo. Agosto de 1976.

FOGLIATO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M.. Troca Rápida de Ferramenta: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**. v.10, n. 2, p. 163-181, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LEÃO, S. R. D. C.; SANTOS, M. J. **Aplicação da troca rápida de ferramentas (TRF) em intervenções de manutenção preventiva**. Revista Produção *On line*. v. IX, n. I. 2009. Disponível em www.producaoonline.org.br. Acessado em 10 set. 2010.

MARDEGAN, R.; LOPES, P.; TRESISANE, R. B.; GUERRA, M.; ROCHA, F. Estudo de caso de implementação de Troca Rápida de Ferramenta em uma empresa de metal mecânica. Anais do **XXVI ENEGEP – CD-ROM**. Fortaleza, outubro de 2006.

MEIRELLES, F. M. **Implantação da Troca Rápida de Ferramentas em uma indústria siderúrgica**. 2004. 87 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em Engenharia), Escola de Engenharia, Universidade Federal do rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MOURA, R. A.; BANZATO, E. **Redução do tempo de Setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas.** São Paulo: IMAN, 1996.

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

SILVA, M. K.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 3^a ed. Rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shingeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 323-325, 2007.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** São Paulo, Cortez, 1985.

WIESE, D. **Implantação do conceito de Troca Rápida de Ferramentas no setor de usinagem em uma empresa produtora de peças automobilísticas.** 2007. 70 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção de Sistemas), Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, Santa Catarina, 2007.