

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**



**IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO DE TROCA RÁPIDA DE**  
**FERRAMENTAS NO SETOR DE IMPRESSÃO FLEXOGRÁFICA**  
**EM EMPRESAS PRODUTORAS DE EMBALAGENS PLÁSTICAS**  
**FLEXÍVEIS**

**ANDRÉ NUNES DE BEM**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina para  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia



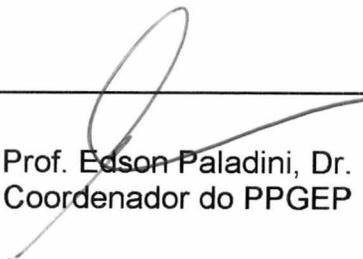
04072765

Florianópolis, 31 de outubro de 2002

ANDRÉ NUNES DE BEM

**IMPLANTAÇÃO DO CONCEITO DE TROCA RÁPIDA DE  
FERRAMENTAS NO SETOR DE IMPRESSÃO FLEXOGRÁFICA  
EM EMPRESAS PRODUTORAS DE EMBALAGENS PLÁSTICAS  
FLEXÍVEIS**

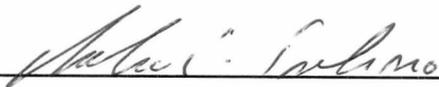
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia”, Especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.



---

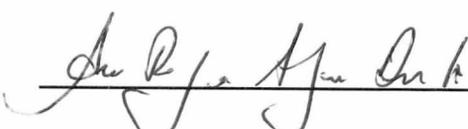
Prof. Edson Paladini, Dr.  
Coordenador do PPGEP

Banca examinadora:



---

Prof. Dalvio Ferrari Tubino  
Orientador



---

Prof.<sup>a</sup> Ana Regina de Aguiar Dutra



---

Prof. Neri dos Santos

## AGRADECIMENTOS

- A Deus pela presença e auxílio em todos os momentos;
- Aos impressores e profissionais das empresas pelas quais trabalhei e pela empresa que trabalho atualmente, pois estes foram e são sem dúvida, os grandes professores desta escola que é o chão de fábrica;
- Às empresas que acreditaram e permitiram a implantação deste trabalho;
- Ao prof. Dalvio Ferrari Tubino, pela dedicação, presteza e efetiva orientação, através de sugestões e acompanhamento do trabalho;
- À minha esposa Rose pelo total apoio e incentivo, bem como pela compreensão e carinho ao ceder boa parte nosso tempo para a elaboração deste trabalho;
- Aos meus pais Pedro e Alice, minha irmã, Cíntia e aos meus amigos pela torcida constante;
- A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram na elaboração desta dissertação.

## SUMÁRIO

|  |         |
|--|---------|
| LISTA DE FIGURAS.....                        | p. vii  |
| LISTA DE TABELAS.....                        | p. viii |
| RESUMO.....                                  | p. ix   |
| ABSTRACT.....                                | p. x    |
| <br>   |         |
| 1 INTRODUÇÃO.....                            | p. 1    |
| 1.1 Definição do Problema.....               | p. 1    |
| 1.2 Origem do Trabalho.....                  | p. 2    |
| 1.3 Importância do Trabalho.....             | p. 2    |
| 1.4 Objetivos.....                           | p. 3    |
| 1.4.1 Objetivo Geral.....                    | p. 3    |
| 1.4.2 Objetivos Específicos.....             | p. 4    |
| 1.5 Limitações do Trabalho.....              | p. 4    |
| 1.6 Estrutura do Trabalho.....               | p. 5    |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....                 | p. 6    |
| 2.1 A Embalagem e a Indústria de EPF.....    | p. 6    |
| 2.2 A Filosofia <i>Just-in-time</i> .....    | p. 10   |
| 2.3 A Troca Rápida de Ferramentas (TRF)..... | p. 13   |

|   |              |
|---|--------------|
| 2.3.1 Os Estágios da TRF.....   | p.16         |
| 2.3.2 Técnicas para Aplicação da TRF.....                             | p. 18        |
| 2.3.3 Efeitos da Aplicação da TRF.....                                | p. 21        |
| <b>2.4 Trabalhos sobre TRF.....</b>                                   | <b>p. 22</b> |
| <b>2.5 Considerações Finais.....</b>                                  | <b>p. 34</b> |
| <b>3 MODELO PROPOSTO.....</b>   | <b>p. 36</b> |
| <b>3.1 Introdução.....</b>  | <b>p. 36</b> |
| <b>3.2 O Sistema de Produção numa Empresa Produtora de EPF.....</b>   | <b>p. 38</b> |
| <b>3.3 Conscientização e Apoio da Direção da Empresa.....</b>         | <b>p. 40</b> |
| <b>3.4 Conscientização e Apoio da Equipe de Impressão.....</b>        | <b>p. 41</b> |
| <b>3.5 Formação da Equipe de Trabalho.....</b>                        | <b>p. 42</b> |
| <b>3.6 Conhecer os Tempos Atuais de Setup e Estabelecer Meta.....</b> | <b>p. 43</b> |
| <b>3.7 Aplicação das Técnicas de TRF.....</b>                         | <b>p. 44</b> |
| <b>3.8 Padronização.....</b>  | <b>p. 45</b> |
| <b>3.9 Verificação Periódica dos Resultados.....</b>                  | <b>p. 46</b> |
| <b>3.10 Considerações Finais.....</b>                                 | <b>p. 46</b> |
| <b>4 APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO.....</b>                             | <b>p. 48</b> |
| <b>4.1 Introdução.....</b>  | <b>p. 48</b> |
| <b>4.2 O Processo Produtivo.....</b>                                  | <b>p. 49</b> |

|   |              |
|---|--------------|
| 4.2.1 Extrusão.....   | p. 49        |
| 4.2.2 Impressão.....  | p. 51        |
| 4.2.3 Laminação.....  | p. 53        |
| 4.2.4 Corte e Solda.....  | p. 53        |
| 4.2.5 Rebobinadeira.....  | p. 54        |
| <b>4.3 Aplicação Prática do Modelo.....</b>                             | <b>p. 55</b> |
| 4.3.1 Conscientização e Apoio da Direção da Empresa.....                | p. 55        |
| 4.3.2 Conscientização e Apoio da Equipe de Impressão.....               | p. 56        |
| 4.3.3 Formação da Equipe de Trabalho.....                               | p. 57        |
| 4.3.4 Conhecer os Tempos Atuais de <i>Setup</i> e Estabelecer Meta..... | p. 58        |
| 4.3.5 Aplicação das Técnicas de TRF.....                                | p. 60        |
| 4.3.6 Padronização.....   | p. 66        |
| 4.3.7 Verificação Periódica dos Resultados.....                         | p. 67        |
| <b>4.4 Considerações Finais.....</b>                                    | <b>p. 68</b> |
| <b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>                                | <b>p. 71</b> |
| 5.1 Conclusões.....   | p. 71        |
| 5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros.....                           | p. 74        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                                  | <b>p. 76</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>P. 80</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|  |       |
|--|-------|
| Figura 2.1 Mapa de consumo de resinas no Brasil – 2001.....              | p. 9  |
| Figura 2.2 Distribuição dos tempos entre os passos do <i>setup</i> ..... | p. 16 |
| Figura 3.1 Fluxograma esquemático do modelo proposto.....                | p. 37 |
| Figura 3.2 Fluxograma do sistema de produção de uma empresa de EPF.....  | p. 39 |
| Figura 4.1 Ilustração de uma coextrusora de 3 camadas tipo blow.....     | p. 50 |
| Figura 4.2 Ilustração de uma impressora flexográfica de 8 cores.....     | p. 52 |
| Figura 4.3 Detalhe do grupo impressor.....                               | p. 53 |
| Figura 4.4 Laminadora <i>Solvent Less</i> .....                          | p. 54 |
| Figura 4.5 Máquina de corte e solda <i>Stand-up-pouch</i> .....          | p. 54 |
| Figura 4.6 Rebobinadeira.....  | p. 55 |
| Figura 4.7 <i>Check-list</i> de impressão para <i>setup</i> .....        | p. 65 |

## LISTA DE TABELAS

|   |       |
|---|-------|
| Tabela 2.1 Conceitos e técnicas da filosofia JIT/TQC.....                         | p. 11 |
| Tabela 4.1 Tempos de <i>setup</i> e meta inicial.....                             | p. 59 |
| Tabela 4.2 Custo hora/máquina parada.....   | p. 61 |
| Tabela 4.3 Custos com o <i>setup</i> .....  | p. 62 |
| Tabela 4.4 Lucro obtido pela empresa com a redução do tempo de <i>setup</i> ..... | p. 67 |

## RESUMO

BEM, André Nunes de. **Implantação do Conceito de TRF no Setor de Impressão Flexográfica em Empresas Produtoras de Embalagens Plásticas Flexíveis**. Florianópolis, 2002. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

A globalização, que rege o modelo econômico atual, vem gerando nas empresas de modo geral a necessidade de mudar para sobreviver, pois além do aumento exponencial da concorrência, os próprios consumidores mudaram de perfil, exigindo mais qualidade e variedade a um custo menor e em menos tempo. Com isso, as empresas voltaram para si com o propósito de aumentar sua competitividade, e para tanto passaram a rever a forma com a qual conduziam seus negócios e produziam seus produtos. Desta forma, a fim de melhorar o atendimento ao cliente, a produtividade, a agilidade, os níveis de desperdícios e a qualidade dos seus produtos, muitas destas empresas têm buscado desenvolver novas técnicas ou mesmo fazer uso de ferramentas já existentes, como é o caso da Troca Rápida de Ferramentas (TRF). O objetivo deste trabalho é demonstrar a aplicabilidade do conceito de TRF no setor de impressão flexográfica de empresas produtoras de Embalagens Plásticas Flexíveis (EPF). Com base na revisão bibliográfica, onde se apresenta a fundamentação teórica deste conceito, bem como diversos trabalhos nesta área, se propõe um modelo para a implantação deste conceito, que é posteriormente aplicado na prática em uma conceituada empresa de embalagens plásticas da região sul de Santa Catarina. As conclusões oriundas da aplicação confirmam a adaptabilidade do conceito de TRF no setor de impressão de empresas produtoras de EPF, e sobretudo sua eficiência no que diz respeito ao aumento da competitividade destas empresas.

**Palavras-chaves:** Troca Rápida de Ferramentas, Setup, Produtividade.

## ABSTRACT

BEM, André Nunes de. **Implantação do Conceito de TRF no Setor de Impressão Flexográfica em Empresas Produtoras de Embalagens Plásticas Flexíveis.** Florianópolis, 2002. 81f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

Globalization, which rules the present economic model has been generating in enterprises in a general way, the need to change in order to survive, for beyond the exponential increase of competition, the consumers themselves have changed their profile, demanding more quality and variety at a lower cost and in a shorter time. Thus, the enterprises looked as themselves to grow their competitiveness and because of that they have started to review the way they conducted their business and produced their products. This way, in order to improve the attending of the customers, the productivity, agility and the levels of wasting as well as the quality of their products, many of these enterprises have searched for new techniques or even the use of tools already existing, such as the Rapid Tool Change (RTC). The objective of this paper is to demonstrate the applicability of the RTC concept in the sector of flexographic printing of one producer enterprise of Flexible Plastic Packages (FPP). Based on the bibliographic review, where the theoretical foundation of this concept is presented, as well as numerous works in this field, proposes a model for an implementation of this concept, which is further applied in a practice in one respected enterprise of plastic packages in the south region of Santa Catarina. The conclusions of this application confirm the adaptability of the RTC concept in the sector of printing of producer enterprises of FPP and above all its efficiency in the increase of competitiveness within these enterprises.

**Key-words: Rapid Tool Change, Setup, Productivity.**

# CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Definição do Problema

O atual modelo econômico nacional, o qual prevalece a economia de mercado aberto, tem trazido grandes mudanças no cenário empresarial. O mercado passou a exigir mais qualidade, mais variedade a um custo menor e em menos tempo.

Estas solicitações foram traduzidas num grande desafio, onde não era mais possível somar suas despesas, colocar uma margem de lucro e compor o preço de venda. A nova abordagem prega a formatação do preço no mercado, onde o lucro é obtido a partir da redução de custos e otimização dos processos de produção.

Para sobreviver a este cenário, as organizações têm buscado desenvolver novos conceitos de produção, ou mesmo fazer uso dos já existentes que visam a otimização dos processos produtivos, e foram desenvolvidas no século passado a partir da era *Toyota*.

A utilização de um destes conceitos, o sistema de Troca Rápida de Ferramenta (TRF), no setor de impressão flexográfica de uma empresa produtora de embalagens plásticas flexíveis (EPF), se constitui como o foco desta dissertação e contribui para a formulação do problema de pesquisa da mesma, como segue: *Como implantar o conceito de TRF no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF ?*

Entendendo que era possível implantar com sucesso, o sistema de TRF no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF, assumiu-se esta resposta provisória como hipótese básica desta dissertação. Com base nesta hipótese, desenvolveu-se o presente trabalho.

## 1.2 Origem do Trabalho

O início deste trabalho se deu no segundo semestre de 1999, numa conceituada empresa produtora de EPF da região sul de Santa Catarina. Naquele momento, a referida empresa passava por um processo de reformulação que visava principalmente aumentar sua competitividade e eficiência produtiva a fim de migrar para mercados de embalagens com maior valor agregado.

Entre as várias oportunidades de melhorias abordadas durante este processo de reformulação, uma em especial chamava a atenção da gerência de produção: o desempenho do setor de impressão, gargalo da empresa. Este setor enfrentava sérios problemas de produtividade em função dos altos tempos consumidos durante as trocas de pedidos nas impressoras, ou simplesmente altos tempos de *setup* nas impressoras, comprometendo o desempenho geral da empresa.

Para melhorar o desempenho do setor de impressão, a gerência de produção iniciou um trabalho adotando técnicas do sistema de TRF, relatadas no presente trabalho.

## 1.3 Importância do Trabalho

O mercado de EPF desempenha um papel muito importante na indústria de embalagens e na indústria de transformação de plásticos do Brasil, sobretudo em Santa Catarina, onde estão localizadas várias empresas de renome nacional que contribuem com o estado na sustentação do posto de segundo pólo converteador do país, segundo editorial publicado na revista Plástico em Revista (2002, p. 3).

Uma das características das empresas produtoras de EPF é o sistema de produção em lotes. Cada embalagem possui uma especificação técnica com uma série de itens a serem cumpridos como: espessura, largura, margens de tratamento, cores, cotas e textos do *layout*, gramatura de adesivo, largura de

laminação, dimensões de acabamento, etc.

Em geral, estes itens raramente se coincidem a ponto de aproveitar a produção de uma embalagem para outra, desta forma, cada embalagem que entra na produção é um lote e representa um acerto ou *setup* para cada um dos setores produtivos da empresa que basicamente são: extrusão, impressão, laminação, corte-e-solda e rebobinadeira. Cada um destes setores apresenta um tipo de *setup*, sendo que o mais complexo e demorado é o *setup* de impressão, fazendo com que, normalmente, o setor de impressão seja encarado como o gargalo da empresa.

Nos últimos anos, a proliferação da concorrência e a exigência de lotes cada vez menores por parte dos clientes, vêm fazendo com que as empresas produtoras de EPF se deparem com uma nova realidade onde os desperdícios de tempo no *setup* podem custar a sua sobrevivência.

Além de representar um custo considerável, os altos tempos de *setup* comprometem a agilidade da empresa com relação à entrega, a possibilidade de assumir novos pedidos ou mesmo entrar em novos mercados, permitindo a ação feroz da concorrência.

Neste contexto, a importância deste trabalho se revela na concreta possibilidade de aumentar a competitividade de empresas produtoras de EPF, por meio da implantação do conceito de TRF no seu setor de impressão.

## **1.4 Objetivos**

Esta dissertação possui um objetivo geral e alguns objetivos específicos que são descritos a seguir.

### **1.4.1 Objetivo geral**

Desenvolver um modelo para a implantação do conceito de TRF no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF.

### 1.4.2 Objetivos específicos

A partir deste objetivo geral pode-se enunciar os seguintes objetivos específicos para o trabalho:

- Analisar via revisão da bibliografia na área de TRF as técnicas passíveis de serem empregadas na montagem do modelo;
- Estudar a inserção das técnicas de TRF na estrutura produtiva da impressão flexográfica para montar o modelo;
- Confirmar a adaptabilidade e eficiência do modelo desenvolvido no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF pela aplicação prática;

### 1.5 Limitações do Trabalho

Este trabalho está focado especificamente na aplicação do conceito de TRF no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF. Contudo, há ótimas oportunidades de melhoria do desempenho produtivo deste tipo de empresa, quando se pensa em aplicar o conceito de TRF em outros setores como a extrusão, laminação, corte e solda ou rebobinadeira.

O presente trabalho, no decorrer do seu desenvolvimento apresentou algumas limitações as quais se destacam:

- Os paradigmas enraizados em algumas pessoas com relação a uma nova proposta de trabalho. Esta resistência se fez presente desde a aceitação da idéia de que o tempo de *setup* poderia ser diminuído consideravelmente, até o momento de executar uma operação padrão de *setup*, onde alguns impressores apresentaram dificuldades em “esquecer” a forma antiga de trabalho;
- A descontinuidade dos trabalhos após um determinado período de atuação da equipe, onde foram alcançados bons resultados, mais

precisamente, na “segunda rodada” da etapa de *Verificação Periódica dos Resultados*.

## 1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos descritos da seguinte forma:

O *capítulo 1* apresenta a introdução desta dissertação, que compreende a definição do problema, a origem, a importância, os objetivos, as limitações e a estrutura deste trabalho.

Já o *capítulo 2* apresenta a fundamentação teórica contendo uma introdução da filosofia JIT (*Just-in-time*), algumas características da indústria de embalagens, a base teórica do sistema de TRF desenvolvida por Shingo, e, por fim, este capítulo traz também uma série de trabalhos realizados na área.

No *capítulo 3* é descrito o modelo proposto para a implantação sistema de TRF no setor de impressão flexográfica de empresas produtoras de EPF. Este modelo é representado por um fluxograma esquemático, onde cada etapa é apresentada. O capítulo descreve também um esquema típico de um sistema de produção das empresas produtoras de EPF.

O *capítulo 4* traz a aplicação prática do modelo proposto numa conceituada empresa produtora de EPF do sul de Santa Catarina, demonstrando como se desenvolveu cada etapa do trabalho e as vantagens obtidas pela empresa.

Encerrando o presente trabalho, o *capítulo 5* apresenta as conclusões referentes aos objetivos e resultados do processo de implantação, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre os trabalhos realizados na área de troca rápida de ferramentas (TRF) e seus fundamentos teóricos, uma introdução da filosofia JIT e algumas características da indústria de embalagem, mais especificamente as embalagens plásticas flexíveis (EPF), onde será aplicado um modelo de TRF.

Como visto no capítulo anterior, a TRF é reconhecidamente uma ferramenta eficiente para a redução do tempo de *setup*, e pode ser aplicada a qualquer máquina em qualquer fábrica (Shingo, 2000), contudo observa-se que a maioria das empresas na indústria de EPF não explora devidamente esta ferramenta.

Desta forma, na seqüência do capítulo serão revistos temas sobre a embalagem e a indústria de EPF; a filosofia JIT e suas técnicas, em especial os fundamentos teóricos da TRF; e trabalhos realizados nesta área de interesse.

### **2.1 A Embalagem e a Indústria de EPF**

As primeiras “embalagens” surgiram há mais de 10.000 anos, e se tratavam de cascas de coco, cascos de animais, conchas marinhas, sem qualquer forma de processamento, servindo para estocar ou beber alimentos. Com o passar do tempo, e a medida em que as habilidades manuais do homem se aprimoravam, surgiram outras embalagens, como vasos de barro, bolsas de peles de animais, cestas de fibras, entre outros.

Em seguida, aproximadamente no primeiro século depois de Cristo, surge através dos artesãos sírios, o vidro, que foi a primeira matéria-prima usada em

maior escala na produção de embalagens.

No início do século XIX, a marinha Inglesa utilizava latas de estanho, e por volta 1830 começam a surgir os primeiros alimentos enlatados nas lojas inglesas. No Brasil em 1942, uma das primeiras embalagens flexíveis, segundo Vieira (*apud* Bello, 1999, p. 58), foi a do bom-bom Sonho de Valsa, em celofane transparente e impresso com o violino característico do produto.

Em 1959, a *Adolph Coor Company* começou a vender cerveja em latas de alumínio. E no período pós – guerra, surge um novo material que revolucionaria a indústria de embalagem: o plástico, que a partir da década de 60, começa a ser usado em larga escala na produção de embalagens.

Nos últimos anos, percebe-se nitidamente que quase todos os produtos comercializados são embalados, seja na sua forma final, seja nas fases intermediárias de fabricação e transporte. Segundo Madi (2000, p.1) “a indústria de embalagem é hoje um dos setores mais importantes do mundo, embora somente agora comece a ser reconhecida e diagnosticada como um setor estratégico para a sociedade”.

Segundo a publicação *Tomorrow's* (Madi, 2000, p.1) “mundialmente a indústria de embalagem representa um mercado de aproximadamente US\$ 500 bilhões, composto aproximadamente por 100.000 empresas e com uma geração de 5 milhões de empregos”.

Por tal motivo, a embalagem é seguramente um dos componentes mais importantes da estrutura econômica atual, pois ela diminui as perdas de produtos embalados, é fundamental na manutenção ou aumento do *Shelf-life* (vida de prateleira) de produtos alimentícios, auxilia nos processos de estocagem e transporte, sem contar no seu poder de venda.

A embalagem, também chamada de “vendedora silenciosa”, através de características como ilustrações, dizeres, *design*, dispositivo tipo “abre e fecha”, manuseio, entre outras, apresenta na maioria das vezes, um poder de conquista maior do que o próprio produto embalado. Considerando os diferentes tipos de matérias-primas utilizadas no processo de produção, têm-se diferentes tipos de embalagens. Cita-se alguns exemplos mostrando como as embalagens basicamente se dividem:

1. Vidro: garrafas, potes, copos com tampas metálicas, etc;
2. Metal: Latas de folha-de-flandres, tambores, latas de alumínio, etc;
3. Celulósicas: caixas de papelão ondulado, cartonados, sacos, papéis de embrulho, etc;
4. Plásticas: filmes, sacos, garrafas, potes, etc.

Assim como as embalagens celulósicas, as embalagens plásticas em função do tipo de matéria-prima e processos de conversão utilizados, podem ser divididas em:

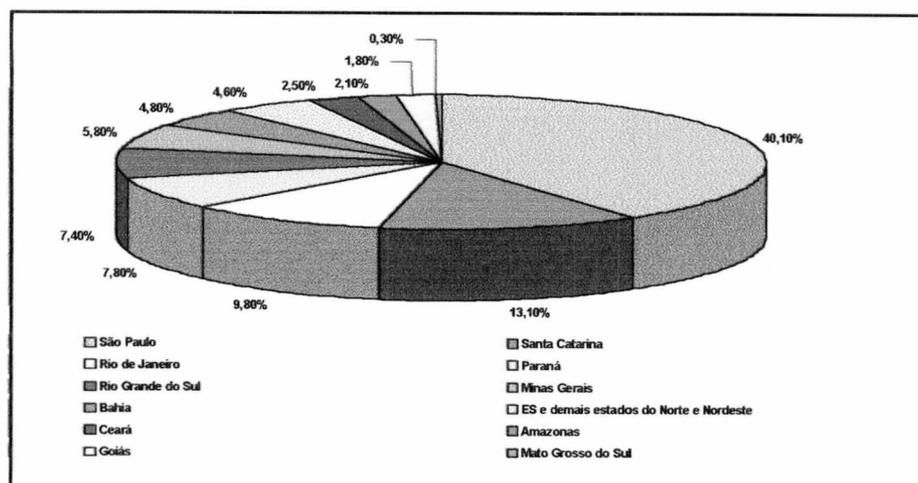
1. Embalagens plásticas rígidas: potes, garrafas, estojos, engradados, caixas, etc;
2. Embalagens plásticas flexíveis: filmes, sacos, *big bag*, *stand-up-pouches*, *sachets*, etc.

Com exceção das embalagens plásticas flexíveis (EPF), que serão apresentadas mais detalhadamente, as demais embalagens foram apenas citadas para dar uma idéia geral a respeito da indústria de embalagem, no entanto, fogem do escopo deste trabalho.

Sacos plásticos para fraldas e absorventes, para cereais e farináceos, *pet food* (alimento para cães), leite em pó, café, filmes para bandejas de carnes, biscoitos, massas, etc., são alguns dos inúmeros exemplos de embalagens plásticas flexíveis utilizadas atualmente no mercado. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis – ABIEF (2001a), tem-se por definição para embalagens flexíveis: “aquela que sofre alteração de sua forma original ao acondicionar um produto”. Portanto, para EPF usa-se a definição acima considerando que a embalagem é constituída por material plástico.

É sem dúvida um dos principais seguimentos da indústria de embalagem no país, segundo a ABIEF (2001b), o setor das EPF, composto por cerca de 1000 empresas de nível nacional, movimentou em 2000 um mercado de aproximadamente R\$ 12 bilhões. Importantes empresas de renome nacional como Canguru, Cristal, Incoplast, Plaszom, Plasc, Videplast, Uniplac, entre outras, estão localizadas em Santa Catarina, contribuindo com o Estado na sustentação do posto de segundo pólo convertedor do país, conforme pesquisa realizada pela MaxiQuim – Consultoria, divulgada no editorial n. 471 da revista Plástico em Revista (2002. p. 3), como mostra a Figura 2.1.

Figura 2.1 Mapa de consumo de resinas no Brasil – 2001.



## 2.2 A Filosofia *Just-in-Time*

A filosofia *Just-in-Time* (justo no tempo) nasceu na década de 60 no Japão, uma nação composta por várias ilhas e com um território 23 vezes menor que o Brasil. Em face desta realidade, os japoneses perceberam que para se manter “vivos” no mercado mundial, era preciso compensar a falta de recursos naturais através de programas agressivos em prol a utilização eficiente dos seus recursos como matérias-primas, equipamentos, assim como manter um nível superior de qualidade e evitar, ao máximo, qualquer forma de desperdício.

Tubino (1997) lembra que o JIT foi aplicado na indústria automobilística e aos poucos os princípios gerais dessa filosofia foram se consolidando, e seus conceitos difundidos para o ramo de autopeças e eletrônicos, onde o Japão passou a ser reconhecido como padrão de excelência. Nos anos 80, com o avanço da economia Japonesa, a filosofia passou a receber maior atenção dos estudiosos em sistemas de produção, sendo universalizada e implantada com sucesso no ocidente.

Segundo Moura e Banzato (1994, p. 7), o JIT é “a organização total do processo de produção, de modo que as peças e submontagens – tanto compradas quanto manufaturadas – encontram-se disponíveis no piso da fábrica somente quando necessárias – nem antes, nem depois do tempo certo”.

Conforme afirma o mestre Shingo (2000), o JIT é um fim, e não um meio, e sem a compreensão das técnicas que o compõem, o JIT por si só não tem nenhum sentido. Desta forma, os principais conceitos estratégicos da filosofia JIT podem ser desmembrados, na sua forma operacional, em técnicas específicas conforme se pode ver na Tabela 2.1.

Por não fazer parte do objetivo dessa dissertação, as técnicas referentes ao TQC mencionadas nesta tabela não serão apresentadas. No entanto, uma

breve descrição sobre algumas das principais técnicas do JIT, dentre elas a TRF que é apresentada a seguir.

Tabela 2.1 Conceitos e técnicas da filosofia JIT / TQC.

| <i>Filosofia JIT / TQC</i>   |   |
|--|---|
| Satisfazer as necessidades do cliente<br>Eliminar desperdícios<br>Melhorar continuamente<br>Envolver totalmente as pessoas<br>Organização e visibilidade   |   |
| <i>JIT</i>   | <i>TQC</i>  |
| Produção focalizada.<br>Produção puxada.<br>Nivelamento da produção.<br>Redução de <i>lead times</i> .<br>Fabricação de pequenos lotes.<br>Redução de <i>setups</i> .<br>Manutenção preventiva.<br>Polivalência.<br>Integração interna e externa, etc. | Produção orientada pelo cliente.<br>Lucro pelo domínio da qualidade.<br>Priorizar as ações.<br>Agir com base em fatos.<br>Controle do processo.<br>Responsabilidade na fonte.<br>Controle a montante.<br>Operações a prova de falhas.<br>Padronização |

Fonte: Tubino, 1997, p.44.

A *produção focalizada* é a retomada do foco dos negócios de uma empresa através de uma estratégia competitiva, que define como esse negócio compete no mercado, o desempenho esperado e as estratégias que deverão ser executadas pelas áreas funcionais da empresa. Nesse contexto, cada produto ou família de produto é tratado como um negócio específico com características produtivas e mercadológicas próprias. Segundo Harmon e Peterson (1991), uma fábrica focalizada possui algumas vantagens na busca pelos princípios da filosofia JIT como: o domínio do processo produtivo, a gerência mais próxima à produção, *staff* reduzido e exclusivo, estímulo a

polivalência de funções e o uso limitado dos recursos.

Para que esses negócios específicos se tornem efetivamente unidades de negócios focalizadas, alguns pontos deverão ser revistos, tais como: a estrutura organizacional, a disponibilidade de recursos, o *layout* produtivo, e a polivalência operacional, entre outros.

A *produção puxada* é o sistema de programação da produção que através das informações constantes do plano-mestre de produção (PMP) dos produtos acabados, emite ordens de produção apenas para o último estágio do processo produtivo. Este último estágio, por sua vez, utiliza-se de estoques dos processos fornecedores (chamados de supermercados), dimensionados também a partir do PMP, para produzir seus produtos. Na medida em que os lotes nos supermercados são consumidos, ordens pré-formatadas autorizam estes fornecedores a repor os itens consumidos, “puxando” assim a produção. A operacionalização desse tipo de produção é realizada pelo sistema de programação conhecido como *kanban* (Tubino 1999, p. 74).

O *lead time* (tempo de atravessamento ou fluxo) é o tempo em que uma determinada matéria-prima leva para ser transformada em produto acabado. Segundo Tubino (1999, p. 111) o *lead time* pode ser considerado de duas formas: *lead time* do cliente, sendo o tempo gasto entre a solicitação de um produto pelo cliente até sua entrega ao mesmo, e o *lead time* de produção que considera apenas as etapas do sistema de produção. O *lead time* é o somatório de vários tempos, tais como: espera, setup, processamento, inspeção, transporte, etc., e a busca pela redução ou até eliminação destes tempos é a técnica conhecida como *redução do lead time*. A TRF é uma ferramenta fundamental na redução deste tempo.

Já a *manutenção* preventiva, como o próprio nome diz, trata-se de uma técnica JIT que busca antecipar-se a qualquer tipo de problema que venha a acontecer com um determinado equipamento. Esta técnica também pode ser

chamada pelo nome de Manutenção Produtiva Total, ou *Total Productive Maintenance (TPM)*, onde foi mundialmente conhecida. Segundo Souza (2001, p. 17), a TPM “significa a Falha Zero e Quebra Zero das máquinas ao lado do Defeito Zero nos produtos e Perda Zero no processo”.

A *polivalência* é a capacidade de um operador executar várias funções além da sua principal. Tubino (1999, p. 152) define operador polivalente como “aquele que tem condições técnicas de cumprir diferentes rotinas de operações padrão em seu ambiente de trabalho”. Operadores polivalentes são fundamentais para operar células de manufatura, mantendo sempre a *produção nivelada* com a demanda de forma a evitar a super produção de estoques.

Após esta breve introdução sobre a filosofia JIT e suas principais técnicas, pode-se concentrar agora a descrição dos conceitos relacionados à troca rápida de ferramentas, objeto central deste capítulo.

### **2.3 A Troca Rápida de Ferramentas (TRF)**

Nos sistemas convencionais de produção, o *setup* é tido como uma espécie de “mal necessário” e consome uma grande fatia da capacidade produtiva de um setor industrial. As melhorias de *setup* normalmente obtidas dependem do tamanho do lote ou da habilidade desenvolvida pelo operador. Já nos sistemas JIT de produção, as operações de *setup* são desenvolvidas, com resultados muito interessantes para a competitividade de uma empresa, através de uma técnica chamada SMED (*Single - Minute Exchange of Die*), o termo em inglês de refere às técnicas para realizar operações de *setup* em um número de minutos expresso num único dígito, e que foi posteriormente “batizado” de Troca Rápida de Ferramentas (TRF).

Shingo (2000), na introdução da edição brasileira do livro: *Sistema de TRF –*

*Uma revolução nos sistemas produtivos*, afirma que:

“Embora nem todo e qualquer tempo de preparação (*setup*) seja realizável em menos de dez minutos, este é o objetivo do sistema aqui descrito, e ele pode ser atingido em uma surpreendente percentagem dos casos. Mesmo onde isto não é possível, reduções drásticas do seu tempo são normalmente possíveis”.

Dentre as principais técnicas que compõem a filosofia JIT, o sistema de TRF é seguramente uma das mais importantes. Como afirma Shingo (2000), prefaciando sua obra, “acredito firmemente que o sistema de TRF é o método mais efetivo para se atingir a produção *just in time*”.

A TRF nasceu em 1950, quando Shingeo Shingo conduziu um estudo de melhoria da eficiência da planta Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima, fabricante de veículos de três rodas. O trabalho consistia em eliminar os gargalos em determinadas máquinas. Nesta primeira experiência, apenas observando as operações executadas no *setup* da máquina, Shingo percebeu que as operações de *setup* se dividem em:

- *Setup interno* (TPI – Tempo de Preparação Interno), sendo as operações que podem ser realizadas somente quando a máquina estiver parada.

- *Setup Externo* (TPE – Tempo de Preparação Externo), sendo as operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

A segunda experiência aconteceu sete anos mais tarde na *Mitsubishi Heavy Industries* também em Hiroshima. Havia nesta empresa uma grande plaina utilizada para usinar base de motores a diesel, e estava operando muito abaixo da sua capacidade produtiva. Durante uma análise de produção, Shingo

constatou que o procedimento de centragem e dimensionamento da base do motor era realizado na própria plaina. Após esta constatação, Shingo sugeriu a instalação de uma segunda mesa de plaina a qual seriam realizadas, todas as operações possíveis de *setup*. Este ajuste, além de promover um aumento de 40% na produção daquela empresa, foi também o marco da primeira conversão de *setup* interno em externo.

Em 1969, numa fábrica de carrocerias na planta principal da *Toyota Motor Company*, Shingo realiza sua terceira experiência sobre TRF, através de um desafio: Uma prensa de 1000 toneladas exigia quatro horas para cada operação de *setup*, e a gerência da empresa baseada em informações, de que a *Volkswagen* alemã com equipamento similar, realizava esta troca em duas horas. Cuidadosamente Shingo, juntamente com a equipe de produção, faz uma análise da produção, separando *setup* interno e externo e melhorando cada um deles, e em seis meses o *setup* passou para noventa minutos. O desafio maior nesta experiência ainda não havia acontecido, pois no mês seguinte, a direção da empresa ordenara uma nova redução no tempo de *setup*, desta vez para três minutos. Shingo (2000, p. 46), conforme relata, propõe uma alternativa para a redução de *setup*: “Por um instante fiquei pasmo com o que foi exigido. Mas, então, ocorreu-me uma inspiração: Por que não converter TPI em TPE ?” Em três meses, a meta de três minutos foi atingida.

Além desta surpreendente redução de tempo de *setup*, nasceu também o conceito do SMED, conforme afirma Shingo (2000, P. 46),

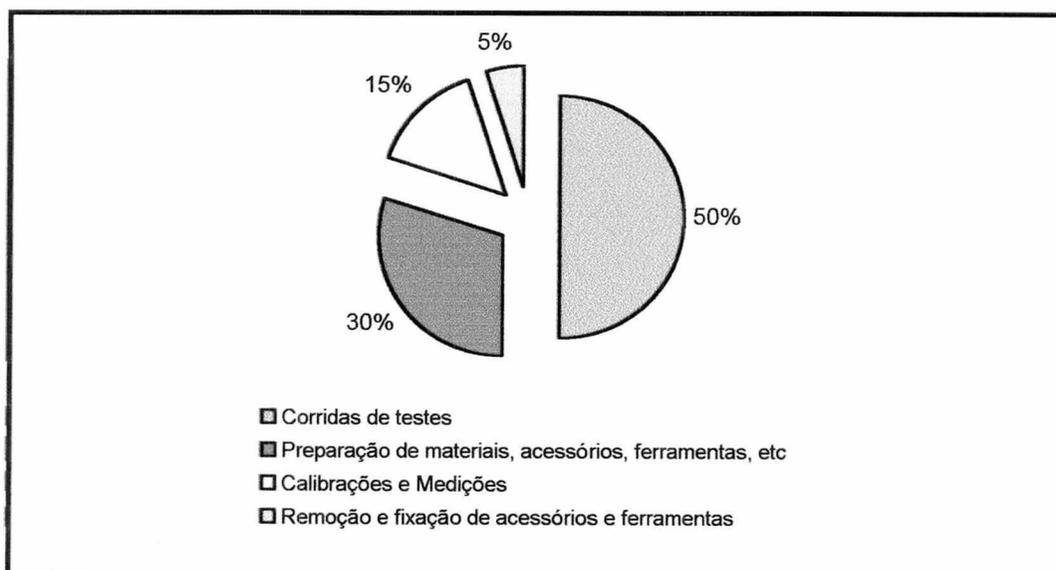
“Na esperança de que qualquer *setup* possa ser reduzido para menos de dez minutos, chamei este conceito de Troca de ferramentas em um tempo inferior de dez minutos – *Single Minute Exchange of Die* ou TRF. O método TRF foi, posteriormente, adotado por todas as fábricas da Toyota e continua a evoluir como um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção. Seu uso já se expandiu para empresas no Japão e no mundo”.

A análise detalhada com vistas à redução de *setup* realizada por Shingeo Shingo, no chão de fábrica de várias empresas japonesas neste período de 19 anos, mostra como o conceito de TRF se desenvolveu.

### 2.3.1 Os Estágios da TRF

Ao contrário do que talvez se pense, as operações de *setup* desenvolvidas tipicamente numa máquina, compreendem uma seqüência de passos comuns. Shingo (2000, p. 47 - 48), através de suas observações, identificou esses passos e fez uma distribuição de tempo dos mesmos como geralmente ocorre nos *setups* tradicionais, como segue na Figura 2.2.

Figura 2.2 Distribuição dos tempos entre os passos do *setup*.



Após identificar essa seqüência de passos básicos do *setup*, Shingo conceitua os quatro estágios seqüenciais e fundamentais para sistema de TRF, como seguem:

*Estágio Inicial: O setup interno e externo se confundem.*

- Neste estágio preliminar, não é feita nenhuma distinção entre *setup* interno e externo. Muitas ações que poderiam ser realizadas como *setup* externo, como a procura de ferramentas ou a manutenção da matriz são, em vez disso, executadas enquanto a máquina está parada. Isso aumenta desnecessariamente o tempo de preparação.

*Estágio 1 – Separar setup interno e externo.*

- Esse estágio é muito importante na implementação da TRF. Ele implica a separação das operações de *setup* interno e externo. Deve-se aplicar uma lista de verificação que inclua todas as peças, condições de operação e medidas que tenham de ser tomadas enquanto uma determinada máquina estiver em operação. Depois é possível checar o funcionamento de todos os componentes para evitar esperas durante o *setup* interno. Finalmente, aplica-se o método mais eficiente para posicionar estes componentes enquanto a máquina estiver em funcionamento.

*Estágio 2 – Converter setup interno em externo.*

- Analise a operação de *setup* atual para determinar se alguma atividade de *setup* interno pode ser convertida em *setup* externo. Por exemplo, pré-aquecer uma matriz de injeção ao mesmo tempo em que a máquina está operando elimina a necessidade de pré-aquecimento com injeções preparatórias de metal líquido.

*Estágio 3 – Racionalização das operações de setup.*

- Essa etapa pode também ser praticada seqüencialmente com o estágio

anterior, e tem como principal objetivo estudar oportunidades de racionalizar ao máximo as operações de *setup*, buscando eliminá-lo. Como afirma Tubino (1999, p.131):

“Eliminar a atividade de *setup* é o objetivo final da TRF. O melhor *setup* é aquele que não existe, ou seja, em vez de se supor que os *setups* são inevitáveis, deve-se responder à seguinte pergunta: como produzir itens diferentes sem promover *setups*? A resposta a essa pergunta pode ser uma simples modificação no projeto do produto, a produção focalizada em células, ou a produção de peças em grupos”.

Por tal motivo, esse estágio necessita de uma análise minuciosa de todas as operações.

### 2.3.2 Técnicas para Aplicação da TRF

Ao longo de seus anos de experiência em trabalhos com TRF, Shingo (2000) desenvolveu algumas técnicas práticas que atuam nos quatro estágios da TRF, e são fundamentais para a sua aplicação. Algumas dessas técnicas são resumidamente apresentadas a seguir:

#### *Estágio inicial*

Neste estágio, um *setup* pode ser encarado como uma tarefa muito árdua, pois os acessórios não estão próximos à máquina, os parafusos estão em quantidades insuficientes, não há carrinhos para transporte de ferramentas ou acessórios que por sua vez estão longe da máquina, a chave para a retirada de um componente não está na máquina e uma série de outros problemas contribuem para retardar o processo.

A principal técnica nesse estágio é obter um forte *envolvimento* da gerência, diretoria ou engenharia, pois, apenas delegar a tarefa aos operadores é o mesmo que transferir o desenvolvimento do sistema de TRF para os mesmos. Conforme Shingo, esta é “uma atitude que constitui certamente uma das principais razões pelas quais, até pouco tempo atrás, não surgia nenhum grande progresso nas melhorias do *setup*”.

### *Estágio 1*

As técnicas aqui usadas devem garantir que as operações que podem ser executadas como *setup* externo, sejam de fato, realizadas somente enquanto a máquina estiver trabalhando. Seguem algumas destas técnicas:

- Utilização de um *checklist* que tem a função de verificar se todos os componentes necessários para o *setup*, estão próximos à máquina, como: OP, cartelas de referência de cores e *lay out*, ferramentas, acessórios, etc.

- Verificação das condições de funcionamento de todos os componentes conferidos no *checklist*. É desnecessário relacionar os prejuízos causados num *setup* decorrente de uma ferramenta ou acessório que não está funcionando e tem que ser trocado ou reparado.

- Melhoria no transporte de acessórios ou materiais devem ocorrer durante o *setup* externo, através de um auxiliar ou com a máquina trabalhando automaticamente. Contudo, há processos que exigem movimentações durante o *setup* interno, e devem ser minimizados.

### *Estágio 2*

São as técnicas que auxiliam na conversão de *setup* interno em externo, seguem algumas delas:

- Preparação antecipada das condições operacionais, pois há operações de *setup* originalmente internas, que podem ser previamente preparadas, possibilitando a redução do seu tempo ou até mesmo sua conversão em *setup* externo.

- Padronização de funções, onde a mais comum é a padronização de tamanhos de acessórios ou ferramentas como, por exemplo, os diâmetros dos parafusos para usar uma única chave, o pré-aquecimento de um molde numa máquina de fundição que antes era feito com a mesma parada.

### *Estágio 3*

Trata-se literalmente da melhoria ou até da eliminação de operações, sejam elas internas ou externas conforme algumas técnicas apresentadas a seguir:

- Melhorias radicais nas operações de *setup* externo que são todas as melhorias realizadas no periférico da máquina, como: armazenagem e movimentação de componentes e ferramentas, estantes e áreas para limpeza de acessórios, etc. Embora estas melhorias, não reduzem diretamente o tempo de *setup* final, auxiliam ao operador a realizar suas tarefas de forma mais inteligente, evitando desgastes físicos desnecessários.

- Melhorias radicais nas operações de *setup* interno que são todas as técnicas utilizadas para simplificar as operações ao ponto em que as mesmas possam ser eliminadas ou pelo menos executadas facilmente por um operador inexperiente, seguem alguns exemplos:

- Operações Paralelas: uma operação realizada por um operador leva vinte minutos, se realizada por dois operadores, não necessariamente levará dez minutos, mas talvez sete minutos, pois há normalmente uma

grande economia nas funções de movimentação.

- Fixadores Funcionais: são dispositivos de fixação que servem para prender objetos em um determinado local, com o mínimo de esforço possível. Exemplos: eliminar voltas do parafuso, furo em forma de pêra, arruela em “U”, manoplas e outras várias facilidades técnicas.
  
- Eliminação de Ajustes: mudanças simples de projeto de equipamento ou acessório que elimina o ajuste, fazendo com que “qualquer um” possa realizar a operação. Como exemplo pode-se citar uma guia de centragem de peça em formato de V com encaixe macho/fêmea para ajuste instantâneo.

### 2.3.3 Efeitos da Aplicação da TRF

Na medida em que os conceitos do sistema de TRF vão se sedimentando numa empresa, processo, ou até mesmo numa máquina; uma série de resultados começa a surgir, modificando a rotina da companhia. Shingo (2000, p. 115-126), em seu livro, inúmeras vezes citado nessa dissertação, relaciona alguns efeitos que são:

- ✓ redução de *setup* e por conseqüência o *lead-time*;
  
- ✓ produção sem estoque;
  
- ✓ aumento da capacidade produtiva;
  
- ✓ menor exigência de operações especializadas (em função da simplificação das operações);

- ✓ aumento da flexibilidade da produção;
- ✓ maior segurança, pois *setup* mais simples equivale a operações mais seguras;
- ✓ preferência do operador pelo novo sistema de trabalho;
- ✓ quebra de paradigmas e novas atitudes.

Por fim todos as técnicas, estágios de implantação e efeitos benéficos apresentados anteriormente, além dos exemplos práticos reais, fazem crer que a TRF possa ser implantada em qualquer empresa industrial ou mesmo comercial, rural ou de serviços. Desta forma, no próximo item deste capítulo se estará abordando e comentando diversos artigos publicados sobre TRF, os métodos utilizados em implantações específicas e suas implicações no desempenho da produção.

## 2.4 Trabalhos sobre TRF

Cita-se agora uma série de trabalhos sobre TRF realizados em vários seguimentos da indústria e até nos esportes. Primeiramente serão mostrados alguns *papers* que em linhas gerais propõem modelos matemáticos para resolução de determinados tipos de problemas, na seqüência, seguem os demais artigos encontrados. Estes trabalhos além de apresentar várias linhas de pensamentos sobre TRF, servem também como base bibliográfica para esta dissertação.

Moustaph Diaby (Diaby, 2000) em seu artigo publicado no *International Journal of Production Economics*, apresenta um modelo heurístico para planejar simultaneamente o tempo de redução de *setup* e o tamanho ideal de

lotes de vários produtos. Baseado no conceito SMED de Shingo, o autor considera que os programas de redução de tempo de *setup* se apresentam em três diferentes estágios, assim sendo:

1. primeiro estágio: é o estágio organizacional, que focaliza a coordenação dos processos internos e externos, aplica conceitos como *housekeeping*, “5S” e requer baixo nível de investimento;
2. segundo estágio: estágio que converte *setup* interno em externo, padronização do *setup*, desenvolvimento de novos métodos, ferramentas e acessórios e requer um investimento substancial;
3. terceiro estágio: está focado na melhoria do meio, na qualidade dos materiais, *design* de produtos, confiabilidade e capacidade das máquinas.

O modelo matemático apresentado por Diaby (2000) está focado no segundo estágio e leva em conta ainda investimentos em quantidades ideais em vários recursos como: tempo de pesquisa e desenvolvimento, equipamentos, instalações, ferramentas, *re-layout*, etc.

Rachamadugu e Schriber (1995) também propõem um modelo heurístico para determinar tamanhos ideais de lotes para redução de tempo de *setup* em seu artigo apresentado no *Journal of Operations Management*, entretanto seu trabalho enfatiza aspectos como melhoria contínua, aprendizagem e aumentos de processos de trocas.

Outro modelo matemático que considera a importância de programas de desenvolvimento de fornecedores focados na melhoria da qualidade e *setup*, como passo complementar para a redução de *setup*, é proposto pelos autores Affisco, Paknejad e Nasri (2001), em obra publicada no *European Journal of*

*Operational Research*. O modelo analisa três tipos de casos: investimento em melhoria de qualidade, investimento em redução de *setup* e investimentos em ambos os casos. Os autores comprovam através de resultados numéricos que os três casos apresentam reduções significativas no custo total com a aplicação do modelo proposto.

Já em um artigo publicado no *International Journal of Production Economics*, Banerjee, Pyreddy e Kim (1996) investigam o impacto causado pelos custos na redução dos tempos de *setup* e nos tamanhos dos lotes para produção de multi-produtos. Para isso, os autores propõem um modelo matemático que considera a redução de tempo de *setup* como investimento em tecnologia e o aplica em seus cálculos para orientar os investimentos ideais na redução de tempo de *setup* na produção.

Ainda nesta linha de orientação para os investimentos ideais na produção, Hong, Kim e Hayya (1996), em artigo publicado no *European Journal of Operational Research*, estudam entre três condições de produção, qual apresenta os melhores resultados em termos de redução de tempo de *setup* e qual condição requer maior nível de investimentos. Para analisar as três condições de produção, cálculos numéricos são realizados e os resultados obtidos são apresentados resumidamente a seguir:

- Produção orientada pela quantidade: apresenta alto custo total, porém a melhor redução de tempo de *setup* e tamanho de lote;
- Ciclo de produção fixa e quantidade variável: apresenta um nível intermediário entre as duas análises restantes;
- Ciclo de produção variado e quantidade variável: apresenta menor custo total, porém requer maiores investimentos em tecnologias para a redução de *setup*.

Outro artigo que procura definir os investimentos ideais para a redução de *setup* em sistemas de produção é apresentado pelos autores Nye, Jewkes e Dilts (2001), que trabalham algumas variáveis como: tempo de *setup*, nível de investimentos, custo total, tamanho do lote, etc. através de expressões matemáticas. Segundo os próprios autores, a maior contribuição deste trabalho em relação aos demais presentes na literatura atual é a consideração dos custos dos inventários de *WIP* (*work-in-process*), ou produto em processo, junto aos custos de investimentos em redução de tempo de *setup*, pois dependendo do sistema de produção podem ser substanciais.

Por sua vez, Jae-Dong Hong (1997) apresenta um modelo matemático que procura determinar a melhor relação entre ciclo de produção ideal, programação, entrada de materiais no processo, tamanho ideal de lote, reduções de tempo de *setup* e melhoria de qualidade em sistemas imperfeitos de produção. O modelo considera em seus cálculos custos que, segundo o autor, normalmente são ignorados, como custos com reabastecimento de materiais, custos de qualidade com itens defeituosos, que afetam diretamente no tamanho ideal de lote.

Os autores Cheng, Janiak e Kovalyov (2001) apresentam, em seu artigo publicado no *European Journal of Operational Research*, um modelo matemático que visa resolver os problemas de programação de recursos, *setup* e tempos de processamento para uma única máquina, usando estes como variáveis em seus cálculos matemáticos. Aumentando a complexidade desta análise, Chandrashekar e Callarman (1998) apresentam um estudo realizado através de simulações matemáticas que examinam os efeitos da redução de tempo de *setup* e de processamento em sistemas de produção com várias máquinas e vários produtos.

Já o artigo "Utilização de Algoritmos e Heurísticas para Resolução de Problemas de *Setup* na Programação da Produção", elaborado por Lucas Filho (2001), faz uma revisão crítica dos algoritmos e heurísticas já utilizados na

resolução dos problemas de *setup*. O autor constata em seu trabalho que “a redução de tempo de *setup* promove a flexibilidade do sistema de produção e redução de *lead times* produtivos”. E que a partir da década de 70, se desenvolveram modelos matemáticos que consideram o processo de melhoria da qualidade, redução do *setup*, tamanhos dos lotes, etc. que podem auxiliar na tomada de decisões administrativas. Por fim, o autor conclui que o uso de algoritmos e heurísticos possui limitações pelo fato do cenário de produção ser dinâmico, mudando de acordo com as oscilações e exigências do mercado. E que “tanto medidas operacionais, quanto dimensionamento ótimo de lotes, utilização de células flexíveis, TRF e focalização da produção estão ancorados num planejamento estratégico que não pode ser rígido”.

Diferentemente dos trabalhos propostos até aqui, os autores Goubergen e Landeghem (2002), em sua obra recentemente publicada na *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, defendem que a redução do tempo de *setup* pode ocorrer substancialmente antes mesmo de o equipamento ser concebido, através do projeto e *design* do mesmo, pois um eficiente e efetivo método de *setup* pode e deve ser projetado. Os autores identificam o *designer* do equipamento como um elemento substancial, pois pode influenciar decisivamente na redução do tempo de *setup* antes mesmo que ele ocorra.

Os autores complementam ainda que o *designer* deve ter a visão do *setup* mais fácil possível, tendo certeza de que não serão necessárias habilidades especiais para executá-lo. Por fim, Goubergen e Landeghem (2002) fazem uso da vasta experiência prática adquirida em mais de 60 projetos de redução do tempo de *setup* em diferentes empresas por mais de 10 anos, bem como da literatura disponível sobre o assunto, para estabelecer um conjunto de regras que privilegiem a TRF nos projetos de equipamentos. Este artigo apresenta uma tabela com os 60 projetos citados anteriormente, onde o conceito do conjunto de regras visando a TRF foi aplicado com sucesso, reduzindo em média 60 a 80% o *setup*.

Confirmando a importância do uso de conceitos de projetos de equipamentos visando sistemas de TRF defendida no artigo anterior, a reportagem de capa da revista *Plástico Moderno* n° 284 (Sino, 1998) fala sobre o assunto. Segundo a revista, o mercado de embalagens flexíveis busca qualidade e produtividade em equipamentos mais sofisticados, pois em função da alta competitividade vivida nos últimos anos, os convertedores optam pela variedade e pelos pequenos lotes de produção. Neste contexto, fabricantes nacionais e estrangeiros de impressoras flexográficas vêm incorporando avanços tecnológicos que auxiliam na produtividade, pelo fato de reduzirem o tempo de *setup*. Seguem algumas destas inovações:

1. sistemas de camisas para troca rápida de cilindros porta clichês e anilox diminuem em 50% o tempo de troca em relação aos equipamentos convencionais;
2. sistemas de pré-registro, ajustes de impressão por CLP e avanços motorizados;
3. grupos impressores gerenciados individualmente por microprocessadores;
4. troca de bobinas e outros acionamentos automáticos.

Em outra reportagem de capa publicada quatro anos mais tarde, na edição n° 328 desta mesma revista (Sino, 2002), apontam outros avanços incorporados nas impressoras flexográficas na fase de projetos. Segundo a revista, a estimativa dos fabricantes de máquinas com o fim momentâneo do racionamento de energia no Brasil, e uma melhor definição dos impactos no mercado mundial causados pela recessão americana e pela crise argentina, é que os investimentos suspensos pelos convertedores sejam retomados. Com isso, para atrair novos clientes, os fabricantes de máquinas apresentam novos

diferenciais em termos de TRF, como seguem:

1. impressora sem engrenagens, movidas a servomotores que promovem trocas em até 15 minutos;
2. ajuste fino de encaixe, com apenas um comando nos servomotores através do computador;
3. sistema de troca rápida isenta de ferramentas.

Nesta mesma linha, o artigo “Indústria de embalagens ganha versatilidade com troca rápida”, publicado na edição nº 45 da revista Pack (Borges, 2001), reforça a importância do projeto dos equipamentos para a redução dos tempos de *setup*. Segundo Michele Allamprese, então presidente da *Hudson Sharp* fabricante mundial de equipamentos para empacotamento automático, entrevistado nesta revista, é impossível imaginar a indústria de embalagem sem *setup*, “pense numa fábrica com um tipo de produto para embalar em 20 embalagens diferentes e apenas um equipamento. Sem troca rápida isso não acontece”. Por isso, segundo seu presidente, a *Hudson Sharp* aplica esse conceito em sua linha de produção.

O consultor independente Caio Reginato, entrevistado também neste artigo (Borges, 2001), afirma que a indústria de embalagens foi um dos segmentos mais afetados pela necessidade de introduzir e aperfeiçoar a TRF. A demanda atual do mercado requer novos e diferentes produtos e toda vez que se muda o processo de embalagem de um produto, ou o próprio através de tamanho ou forma, muda-se todo o ferramental. Por tudo isso, para o fabricante de embalagem tornou-se fundamental aplicar técnicas e dispositivos para a redução do tempo de trocas, bem como exigir dos fabricantes de máquinas tais avanços a fim de manter-se competitivo.

Da mesma forma, Rogério Borges, então diretor-comercial da Projepack, entrevistado ainda neste artigo (Borges, 2001), acredita estar levando automação com os equipamentos que fornece para a indústria de embalagem. Na indústria de produtos higiênicos, por exemplo, ele lembra que grandes consumos de xampus tornam clara a necessidade de automação na linha de produção. Segundo ele, “são produtos do mesmo material com diferentes tamanhos num mesmo processo de envase. É essencial um *setup* eficiente para dar as máquinas mais agilidade, evitando o manuseio humano”.

Alguns artigos encontrados na literatura pesquisada fornecem uma visão mais focada na implantação de métodos de TRF. Em um deles, o artigo “Dicas de *setup* de impressão” de autoria de Edson Carmo e publicado na revista Inforflexo nº 51 (Carmo, 2001), o autor defende que não existe uma fórmula específica para conquistar um bom *setup* de impressão, o que deve prevalecer é o bom senso. Fatores como organização, atenção e reflexão das pessoas envolvidas no processo são indispensáveis para a realização de um bom trabalho. Cada empresa possui seus métodos e equipamentos, por isso apresentam resultados diferentes em termos de TRF. O autor lembra ainda que o primeiro passo é identificar os tempos perdidos através de um rastreamento do processo produtivo, refletindo sobre opiniões externas de profissionais que trabalham o tema. Seguem algumas dicas do autor para a impressão flexográfica:

1. manter peças sobressalentes (bombas de tintas, tinteiros, acessórios, etc);
2. usar camisas, colagem por micro-pontos e pré-registro;
3. usar mangueiras com engates rápidos;
4. Fazer preparação rápida e precisa das tintas;

5. Aplicar ou corrigir o *layout* da empresa, privilegiando o conceito de TRF, com o mínimo de movimentação, espaço para as operações, etc.

Scarpeta em seu artigo, "Flexografia: Como diminuir o *setup*?", publicado na edição nº 7 da revista Roto Flexo & Conversão (Scarpeta, 1999b), coloca que a flexografia cresceu muito nos últimos anos e enfrenta atualmente um impasse de produtividade que está relacionado com o *setup*. Num mercado onde a tendência é a diversificação de produtos pela redução do tamanho dos lotes, a TRF passa a ser um importante diferencial competitivo.

Segundo avaliação do autor, as técnicas disponíveis atualmente para a redução do tempo de *setup* são voltadas a metalurgia, e não atendem as particularidades da impressão flexográfica. Como resultado o *setup* em muitas empresas podem ser de 4 a 6 horas e estimativas revelam que cerca de 30 a 60% desse tempo pode ser reduzido com soluções que estão dentro da própria produção, a custos desprezíveis. Contudo, Scarpeta (1999) compartilha com a idéia citada no artigo anterior, de que primeiramente é necessário conhecer a situação atual, fazendo uma análise do processo produtivo (o uso de uma filmadora para analisar as ações que são executadas durante o *setup* é recomendado). Seguem algumas sugestões do autor para redução do *setup*:

1. Checar a situação atual: checar excesso de parafusos na impressora, as ferramentas usadas no *setup* estão distantes da impressora ou espalhadas pelo setor, falta de habilidade para usar ferramentas ou fazer ajustes na impressora, subjetividade ou contradição nas informações da OP (ordem de produção), espera de acessórios que estão sendo usados em outras máquinas, falta de mão de obra (auxiliares) para a execução das tarefas, demora no acerto de cores, ausência de procedimento padrão para troca de pedidos, espera para aprovação, etc.
2. Estabelecer metas e Planos de ação: estabelecer metas razoáveis e um plano de ação com o *que fazer, como fazer, quem fará e quando fará*;

em conjunto com os envolvidos do processo, compartilhando novamente com Edson Carmo autor do artigo anterior (Carmo, 2001).

3. Estudar e melhorar o *layout* do setor, deixar as ferramentas adequadas próximas à impressora, eliminar ao máximo os parafusos, usar mangueiras de engates rápidos, separar *setup* interno de externo, atenção especial aos acertos de cores, cuidados com o ambiente de trabalho como iluminação, qualidade do chão, limpeza e organização, eliminar o verbo “procurar” na execução do *setup*.

Uma visão de implantação mais voltada ao desenvolvimento de um ambiente favorável a implantação da TRF é proposto por Kannenberg e Antunes (1995) em seu artigo “Proposta de uma Sistemática de Implantação de TRF para Industrias de Forma no Brasil”. Segundo os autores, as diversas metodologias de implantação da TRF se dedicam aos aspectos mais técnicos e não se preocupam tanto em desenvolver um ambiente apropriado para a implantação, segundo os autores “negligenciando aspectos gerenciais e administrativos que permitem um planejamento a curto, médio e longo prazos”. Com base numa combinação de elementos coincidentes e complementares pesquisados em diversas literaturas, os autores propõem uma sistemática que visa suprir tais deficiências. Esta sistemática consiste basicamente em nove passos, divididos em três níveis que são: Nível Estratégico (passos 1, 2 e 3), Nível Tático (passos 4, 5 e 6) e Nível Operacional (passos 7, 8 e 9). Estes nove passos são:

1. Convencimento, conscientização e comprometimento da alta administração;
2. Estabelecimento de uma equipe estratégica;
3. Análise do futuro da planta produtiva;

4. Estabelecimento de políticas de médio e longo prazo;
5. Definição do equipamento / processo a ser estudado;
6. Escolha e treinamento das equipes de trabalho;
7. Separar preparação interna de externa;
8. Simplificação dos passos internos e externos;
9. Transferência de passos internos em externos.

Através da aplicação desses passos, os autores (Kannenber e Antunes, 1995) afirmam que a sistemática pode ser genérica, no entanto deve se adaptar às tecnologias e processos característicos de cada empresa. Concluem ainda que a proposta permite o planejamento e organização de forma lógica e sistematizada, desenvolvendo de fato um ambiente propício à implantação da TRF. Os autores lembram que o envolvimento da alta administração e a capacitação e cooperação das pessoas envolvidas com o processo são imprescindíveis ao processo de implantação.

De forma antagônica, Silva (1999) em seu artigo “A Importância da TRF na Organização Multibrás”, prefere focar seu sistema de implantação nos aspectos mais técnicos, segundo o autor, “sem se preocupar muito em desenvolver um ambiente propício à implantação, quanto aos aspectos gerenciais e administrativos”, visando resultados mais rápidos.

Neste sistema, cerca de 30 a 40% do tempo de *setup* puderam ser reduzidos sem, praticamente, nenhum investimento. Os operadores assumiram maiores responsabilidades e participaram decisivamente do processo. Neste artigo Silva (1999) sugere algumas orientações práticas como: conhecer a

situação atual, envolver e treinar operadores preparadores, identificar gargalos, usar gabaritos e fixadores rápidos, eliminar parafusos e porcas, manter local limpo e organizado, definir local para guardar ferramentas e acessórios, etc.

Por sua vez, Antunes e Rodrigues (1993) em seu trabalho chamado "A Teoria das Restrições como Balizadora das Ações visando a TRF" faz uma discussão sobre a visão da problemática macroeconômica e sua relação com aspectos microeconômicos da TRF, e propõe a TOC (*Theory of Constraints*), ou Teoria das Restrições, como uma balizadora das ações visando a TRF, a fim de que se permita um ataque lógico ao problema através de um procedimento de priorização. Segundo Antunes e Rodrigues (1993), os *setups* maiores não necessariamente se constituem nas principais restrições.

Para Antunes e Rodrigues (1993), a TOC é uma filosofia criada na metade da década de 80 pelo físico israelita Eliyahu M. Goldratt e "tem em seu cerne a visualização da empresa como uma corrente, formada por elos interdependentes, sendo que inevitavelmente a mesma apresentará elos mais fracos, os quais limitarão o rendimento do processo". Nesta linha de raciocínio, Dettmer (2000) afirma que "não interessa quão fortes os elos sejam. A corrente tem tanta capacidade quanto a do seu elo mais fraco". Antunes (1993) lembra ainda que Goldratt define 5 etapas que compõem a TOC:

1. Identificar a restrição do sistema;
2. Decida como explorar ao máximo, a restrição do sistema;
3. Ajustar os demais recursos à restrição do sistema, sincronizando-o;
4. Elevar ao máximo a capacidade da restrição;
5. Ao quebrar a restrição do sistema, uma nova surge e o processo começa

novamente.

Por fim o autor conclui que o uso adequado da TRF é o meio ideal para se chegar ao JIT, contudo os modelos propostos são insuficientes para abordar a questão da capacidade. Antunes e Rodrigues (1993) afirmam que “as metodologias existentes de TRF não indicam em que postos de trabalho devem ser feitos os primeiros esforços e, posteriormente, não indicam como realocar logicamente os esforços dos grupos de trabalho de TRF”.

Nos esportes, mais popularmente na formula 1, há também sistemas de TRF muito avançados e organizados. Este sistema ocorre no momento do *pit stop*, ou seja, na parada para troca de pneus, reabastecimento e outros reparos que ocorrem durante a corrida. Ao fazer uma analogia entre TRF e *pit stop*, é possível traçar alguns comentários e reforçar a importância da tecnologia e do treinamento para se atingir ótimos resultados em troca de serviços, contribuindo para revisão bibliográfica e desenvolvimento desta dissertação.

Scarpeta (1999a) coloca que na formula 1 quem consegue um *pit stop* mais rápido, possui melhores chances de ganhar a corrida, assim como nas empresas, quem consegue maior eficiência e produtividade têm melhores chances de “ganhar” o mercado; e é necessário treino para que as “paradas no *box*” sejam cada vez mais rápidas.

## **2.5 Considerações Finais**

Este capítulo teve por objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre os principais trabalhos realizados na área de troca rápida de ferramentas (TRF) e seus fundamentos teóricos. Inicialmente foram destacadas as características da indústria de embalagem, mais especificamente as embalagens plásticas flexíveis (EPF), onde será aplicado um modelo de TRF. Na sequência do capítulo foram revistos os conceitos associados à filosofia JIT e suas principais

técnicas, com foco especial nos fundamentos teóricos da TRF.

Dentro de uma revisão bibliográfica considerável foram listados vários trabalhos relacionados com a TRF e revelados artigos com diferentes níveis de abordagens. Pelo menos quatro abordagens distintas foram identificadas, quais sejam:

1. artigos que propõem modelos matemáticos ou heurísticos para resolução de determinados tipos de problemas;
2. artigos que defendem a importância do projeto de um equipamento para auxiliar o sistema de TRF;
3. artigos voltados à implantação e metodologias de TRF;
4. Artigos que ressaltam a importância da tecnologia e do treinamento no sucesso de um sistema de TRF.

Como pôde ser constatado, não foram encontrados trabalhos que tratassem especificamente da aplicação da TRF em processos de impressão flexográfica. Baseado na revisão bibliográfica realizada neste capítulo, adicionado a experiência profissional adquirida em quase dez anos de trabalho em empresas de renome nacional no mercado de EPF, propõe-se no próximo capítulo um modelo de TRF voltado para as particularidades do processo de impressão flexográfica.

## CAPÍTULO 3      MODELO PROPOSTO

### 3.1 Introdução

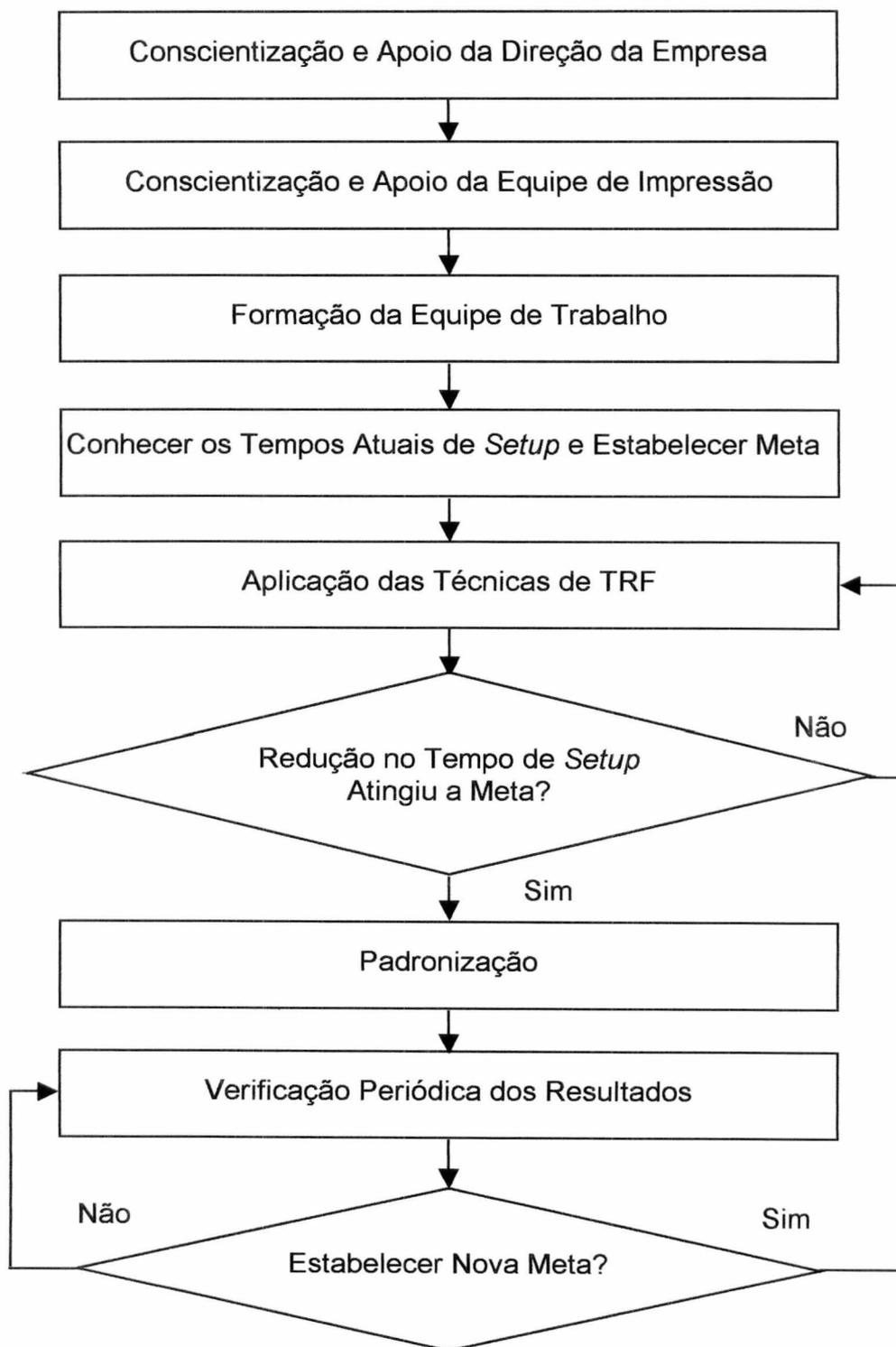
Neste capítulo pretende-se apresentar um modelo para a implantação da TRF numa empresa de embalagens plásticas flexíveis (EPF), mais especificamente no processo de impressão flexográfica. Este modelo e todas as suas etapas são aqui descritas.

Conforme constatado na fundamentação teórica, não foi encontrado nenhum modelo completo de TRF focado na implantação desta ferramenta no processo de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF. Embora se tenha conhecimento de que algumas empresas deste segmento possuam sistemas formais ou informais de TRF, sabe-se também que muitas outras não têm ciência deste conceito.

Num cenário de concorrência acirrada e a exigência de lotes de embalagens cada vez menores por parte dos clientes, sobrevivem as empresas mais velozes, flexíveis e que apresentam menos desperdícios (sejam de insumos ou de tempo) em seu processo produtivo. Tendo em vista que o gargalo num processo produtivo de EPF normalmente se encontra no processo de impressão flexográfica, torna-se fácil visualizar uma grande oportunidade competitiva que se apresenta às empresas que adotem tal conceito.

O modelo proposto, cujo fluxograma esquemático apresenta-se na Figura 3.1, se inicia com a etapa de *Conscientização e Apoio da Direção da Empresa*, onde são apresentadas as vantagens competitivas e retornos financeiros estimados com a implantação do sistema de TRF. Na etapa seguinte *Conscientização e Apoio da Equipe de Impressão*, onde se pretende em “primeira mão” deixá-la ciente do projeto que será realizado e das facilidades operacionais que este traz para os colaboradores que naquele setor trabalham.

Figura 3.1 Fluxograma esquemático do modelo proposto.



Uma vez conscientizada a direção da empresa e a equipe de impressão, a etapa seguinte será a *Formação da Equipe de Trabalho* que é responsável pela operacionalização e difusão dos conhecimentos gerados neste projeto.

Com a equipe formada, passa-se para etapa de *Conhecer os Tempos Atuais de Setup e Estabelecer Meta*, que como o próprio nome afirma, trata-se de um levantamento realizado pela equipe de trabalho que visa conhecer os tempos necessários para se efetuar um *setup*, e, a partir destes tempos, se definir a meta a ser atingida. Conhecido os números atuais e a meta a ser atingida, inicia-se a etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF*, onde a equipe de trabalho fará uso da sua experiência profissional e, principalmente, da revisão bibliográfica e das técnicas sobre TRF desenvolvidas por Shingo, presentes no capítulo 2.

Após a aplicação dos trabalhos desenvolvidos pela equipe, faz-se uma avaliação, conforme Figura 3.1, que questiona se a *Redução no tempo de setup atingiu a meta* estabelecida? Caso a resposta seja negativa, a equipe retorna à etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF*, caso a resposta seja positiva, segue-se para etapa de *Padronização* que tem o objetivo de padronizar todas as operações envolvidas no *setup*. Na etapa de *Verificação Periódica dos Resultados*, checa-se o tempo de execução do *setup* a fim de constatar se o mesmo se mantém regular e abaixo da meta estabelecida; além disto, esta etapa prevê o surgimento de novos *insights* que possibilitem o estabelecimento de uma nova meta e a retomada dos trabalhos a partir da etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF*.

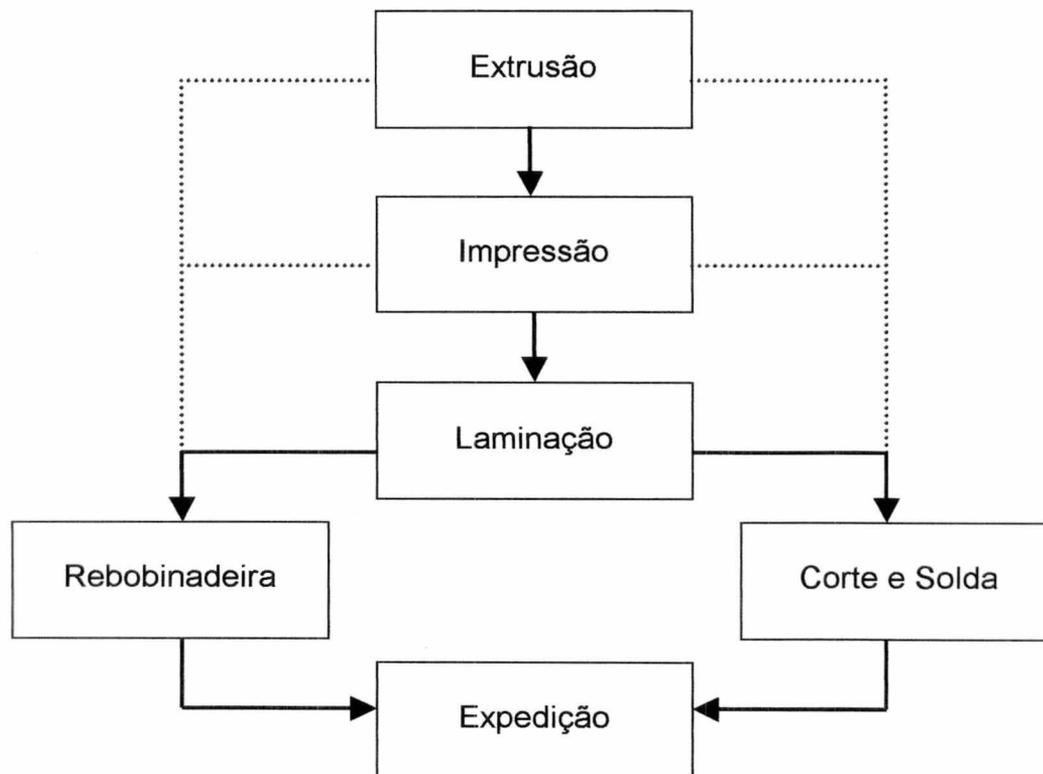
Antes de fazer a descrição propriamente dita das etapas que constituem o presente modelo, cabe fazer uma breve apresentação do sistema de produção de uma empresa produtora de EPF, especialmente do processo de impressão flexográfica, como segue.

### **3.2 O Sistema de Produção numa Empresa Produtora de EPF**

O sistema típico de produção de uma empresa produtora de EPF possui

basicamente cinco setores produtivos, como seguem: extrusão, impressão, laminação, rebobinadeira, e corte e solda, os mesmos serão descritos no capítulo 4. A Figura 3.2 mostra a seqüência de processos para a produção de uma EPF.

Figura 3.2 Fluxograma do sistema de produção de uma empresa de EPF.



O processo se inicia na *extrusão*, onde se concebe o filme em forma de bobinas, que na seqüência passa para o setor de impressão. Posteriormente, o filme já impresso pode ser laminado no setor de *laminação* ou seguir direto para o setor de acabamento (*rebobinadeira* ou *corte e solda*) de acordo com as especificações técnicas da embalagem.

Por fim, após passar pelo acabamento, a embalagem, seja na forma de bobinas técnicas ou sacos, seguem para expedição até serem entregues aos clientes. Existe também a possibilidade de se produzir embalagens “lisas” ou seja, sem impressão; neste caso, o filme sai da extrusão diretamente para o acabamento. O fluxo produtivo de uma EPF mais comum é representado no

fluxograma pela linha contínua. Esta dissertação se concentrará no processo de impressão flexográfica, ou simplesmente no setor de impressão.

O setor de impressão é composto por uma ou mais máquinas impressoras denominadas impressoras flexográficas. É onde os filmes obtidos no processo de extrusão são impressos, ou seja, onde algumas das principais características de uma embalagem são definidas, tais como ilustrações, cores, atratividade, dizeres e informações em geral. Os componentes básicos de uma impressora serão descritos e ilustrados nas Figuras 4.2 e 4.3 do capítulo 4.

Em síntese, o filme em forma de bobina sai do desbobinador e passa por toda a impressora através de uma série de roletes até chegar ao tambor central, onde o filme entra em contato com os grupos impressores recebendo a impressão no formato e cor contidos naquele conjunto. Na saída do tambor central, o filme passa pela estufa e é embobinado no fim do processo.

Todas as operações envolvidas no *setup* de uma impressora flexográfica serão detalhadas no próximo capítulo onde uma aplicação prática da metodologia será descrita.

### **3.3 Conscientização e Apoio da Direção da Empresa**

A conscientização da necessidade da implantação de um sistema de TRF no processo de impressão flexográfica deve ser realizada primeiramente junto à diretoria da empresa, a fim de se obter da mesma o apoio e o comprometimento necessários para o sucesso do projeto.

Todo este processo de conscientização deve estar focado no aumento da competitividade da empresa no mercado de EPF, através da conquista de algumas vantagens importantes para este setor produtivo, tais como:

- aumento da flexibilidade de mix na produção pela redução dos tamanhos dos lotes econômicos;
- aumento da capacidade produtiva pela redução do tempo parado de

máquina com *setups*;

- melhor utilização dos recursos produtivos associados ao processo em si, como homens e materiais;
- diminuição dos estoques de almoxarifado, produto acabado e expedição;
- diminuição do *lead-time* produtivo em função da redução do tamanho dos lotes, com melhor desempenho de entrega de produtos;
- aumento da garantia da qualidade pela padronização das tarefas de *setup*.

Outro ponto muito importante a ser esclarecido junto à diretoria da empresa é o baixo custo de investimento, pois as maiores reduções nos tempos de *setup* ocorrem por conta de soluções que estão disponíveis dentro da própria produção. Normalmente os custos dos investimentos realizados são superados rapidamente pelos retornos adquiridos no processo de implantação do sistema de TRF. A medida em que os trabalhos de redução de tempo de *setup* avançam, é possível que os investimentos necessários possam ser maiores, no entanto, deve-se realizar uma análise de custo-benefício para decidir se a redução “daquele” tempo específico é viável ou não.

Por fim, espera-se que a diretoria da empresa esteja convencida dos benefícios competitivos que a implantação de um sistema de TRF traria para sua empresa, e que a mesma dê o apoio e as condições necessárias para a seqüência do projeto.

### **3.4 Conscientização e Apoio da Equipe de Impressão**

Num segundo momento, a conscientização da necessidade da implantação de um sistema de TRF no processo de impressão deve ser realizada também junto à equipe de impressão. O intuito maior nesta etapa do processo é deixar toda equipe ciente dos trabalhos que estão sendo realizados a sua volta.

É comum que os impressores fiquem inseguros, temerosos ou desconfiados quando em meio a questionamentos, filmagens ou tomadas de tempos, caso não saibam exatamente o que esta acontecendo. Tal fato pode prejudicar o bom andamento dos trabalhos.

Outro ponto importante nesta conversa é expor as vantagens que serão adquiridas pela empresa em que eles trabalham, já citadas anteriormente, assim como algumas outras vantagens que diz respeito diretamente a sua rotina de trabalho, como seguem:

- aprendizado de um novo conceito de trabalho;
- maior facilidade na execução das operações de *setup*;
- aumento da produtividade que pode reverter-se em incentivos salariais;
- melhor ambiente de trabalho;
- menor desgaste físico;
- melhor qualidade de vida.

Desta forma, pretende-se que, esclarecendo os objetivos e as vantagens deste trabalho, obtenha-se a maior cooperação possível da equipe de impressão.

### **3.5 Formação da Equipe de Trabalho**

Uma vez que a diretoria e a equipe do processo de impressão flexográfica estejam conscientes das mudanças pretendidas, pode-se passar para a formação da equipe de trabalho que irá tocar o processo. Esta equipe deve reunir pessoas de reconhecida competência, habilidade e ser respeitada pelos colegas provenientes das áreas de maior interação com o setor de impressão. Esta equipe multifuncional tem o objetivo de operacionalizar e difundir todos os conhecimentos e técnicas desenvolvidas na implantação do sistema de TRF, bem com ditar o ritmo da seqüência das etapas desta implantação.

A formação básica da equipe de trabalho para implantação da TRF no processo de impressão flexográfica deve apresentar um gerente de produção, ou outra pessoa com função similar, que tenha noções sobre TRF como líder da equipe; um colaborador do PCP, um colaborador da manutenção; um colaborador da área de tintas; um colaborador da área de pré-impressão (setor responsável pela produção e colagem de clichês) e pelo menos um impressor ou encarregado de turno, caso houver. Uma das primeiras providências do líder é dar a equipe uma idéia geral sobre o sistema de TRF.

Após a escolha da equipe, a mesma deve avançar sistematicamente pelas etapas do fluxograma proposto como metodologia (Figura 3.1) usando a experiência profissional de cada um dos seus membros e adotando técnicas como *brainstorming* e *3W e 1H* (*What? Who? When? e How?*), a fim de produzir *insights* e definir através do líder o quê fazer? Quem fará? Quando será feito? E como fazer?

### **3.6 Conhecer os Tempos Atuais de Setup e Estabelecer Meta**

A equipe de trabalho depois de formada deve fazer um levantamento geral em relação às atividades e seus tempos necessários atualmente para se executar o *setup* do processo. O recurso da filmagem pode ser usado neste momento. Além de passar a conhecer detalhadamente as atividades e os tempos do *setup* atual, a equipe deve posteriormente definir a meta em termos de tempo total de *setup* a ser alcançada com o desenvolvimento dos trabalhos.

Em resumo pretende-se, antes de aplicar as técnicas de TRF propriamente ditas, responder a duas questões:

- Onde estamos?
- Onde queremos chegar?

### 3.7 Aplicação das Técnicas de TRF

Esta etapa ocorrerá mediante a reuniões periódicas do grupo de trabalho. Sob orientação do líder a reunião inaugural deve avaliar as respostas obtidas nas questões colocadas na etapa anterior e realizar alguns estudos a fim de determinar dados a serem relatados a diretoria da empresa. Este relatório, além de trazer um plano de ação inicial a ser seguido pela equipe, traz também importantes informações sobre o panorama atual do setor de impressão da empresa. Sua estrutura deve trazer:

- O conceito de *setup* para a equipe;
- O tempo de máquina parada na empresa;
- Custo da hora máquina parada;
- A meta para o *setup* de uma impressora;
- O plano de ação inicial.

As informações referentes ao custo da máquina parada vinculada ao tempo de *setup* atual da empresa são extremamente importantes para justificar, sob a ótica da relação *custo/benefício*, os investimentos necessários no processo de redução de tempo de *setup*, bem como mostrar os ganhos da empresa com a evolução do trabalho.

As reuniões seguintes visam, dentro de um processo baseado em sugestões espontâneas, tipo *brainstorming*, passar pelos quatro estágios conceituados por Shingo, detalhados no capítulo anterior, envolvidos na melhoria do *setup*, como segue:

- Estágio Inicial: o *setup* interno e o externo se confundem;
- Estágio 1: separar *setup* interno e *setup* externo;
- Estágio 2: converter *setup* interno em *setup* externo;

- Estágio 3: racionalizar as operações de *setup* interno e *setup* externo.

É muito importante que a equipe esteja preparada em relação aos paradigmas existentes na empresa, pois é comum que algumas pessoas em trabalhos desta natureza acreditem que muito pouco poderá ser feito. A equipe deve ser persistente e persuasiva, e, a medida que as primeiras reduções de tempo são conquistadas, os antigos paradigmas vão se desfazendo.

Após esta etapa espera-se que a meta de redução no tempo de *setup* tenha sido alcançada. Neste caso segue-se para etapa seguinte de padronização, caso contrário, conforme proposto na metodologia da Figura 3.1, retorna-se a etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF* para novas reduções.

### **3.8 Padronização**

Nesta etapa a equipe fará a padronização do processo de *setup*, que ocorre de duas formas: padronização de peças, acessórios ou partes da impressora em relação a tipos de materiais ou *design*, ou padronização das operações que ocorrem no *setup*.

É fato que, neste modelo proposto, a parte que diz respeito à padronização de peças, acessórios ou partes de uma impressora não ocorrem necessariamente no final do processo. Entende-se que, qualquer alteração em componentes do processo de *setup* proposta pela equipe e que comprovadamente apresente resultados de redução de tempo, pode e deve ocorrer em qualquer etapa do processo. Faz-se necessário apenas a realização de registros a fim de que o aprendizado se estenda para os demais equipamentos, ou até se transforme em item de especificação técnica na aquisição de novas impressoras.

No que diz respeito à padronização das operações envolvidas no *setup*, trata-se de transformar em procedimento a seqüência ideal de operações, levando em conta todos os testes e combinações de operações, assim como os aprendizados adquiridos nas reuniões periódicas da equipe.

Com a etapa de *Padronização* pretende-se por fim garantir que as operações ideais definidas pela equipe, e de uma certa forma pelos próprios impressores, não se percam na rotina do dia-a-dia do processo de impressão.

### **3.9 Verificação Periódica dos Resultados**

Após atingir esta etapa é mais difícil sustentar a existência da equipe, pois a partir deste ponto as conquistas em termos de redução de tempo são cada vez menores, e a participação de cada membro da equipe em sua área específica dentro da empresa traz maiores retornos.

Pensando nesta realidade, o presente modelo propõe uma espécie de *check-list* a ser realizado pela equipe, numa frequência bem menor do que a das reuniões periódicas inicialmente propostas.

Os principais objetivos da etapa de *Verificação Periódica dos Resultados* são:

- fazer tomadas de tempo a fim de constatar se os resultados conquistados estão sendo praticados normalmente no processo de *setup*;
- produzir *insights* que possibilitem uma redução de tempo significativa e o estabelecimento de uma nova meta.

Caso se visualize a possibilidade de estabelecer uma nova meta, retorna-se a etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF*, em contrapartida mantém-se a etapa de *Verificação Periódica dos Resultados*.

### **3.10 Considerações Finais**

Como pôde ser constatado neste capítulo, o processo de implantação de um sistema de TRF no setor de impressão flexográfico numa empresa de EPF passa por várias etapas envolvendo profissionais de vários níveis hierárquicos e que atuam em diversas áreas da empresa.

O conceito de TRF embora simples é também abrangente quando se fala em impressão flexográfica. Áreas como PCP, manutenção, tintas e pré-impressão, por exemplo, têm uma grande interação com este processo e são elementos fundamentais na compreensão do mesmo. Por tal motivo, estas áreas, assim como os impressores, são indispensáveis na formação da equipe que gerenciará este trabalho, pois sem esse envolvimento a implantação de um sistema de TRF não responderá a tempo às necessidades impostas pela alta concorrência.

O presente modelo visa sobretudo, racionalizar as atividades de *setup* no processo de impressão de forma objetiva e com baixo custo. Assim sendo, no próximo capítulo será descrita e discutida a aplicação prática deste modelo no setor de impressão de uma conceituada empresa da região sul de Santa Catarina.

## CAPÍTULO 4    APLICAÇÃO PRÁTICA DO MODELO

### 4.1 Introdução

O presente capítulo descreve a aplicação prática do modelo proposto no capítulo anterior em uma conceituada empresa produtora de EPF da região sul de Santa Catarina, que no segundo semestre de 1999 passava por um processo de reformulação visando principalmente mudar seu *mix* de produtos e migrar para mercados que consumiam embalagens de maior valor agregado.

Antes desta reformulação, a empresa atuava apenas nos mercados de embalagens para construção civil, descartáveis e, principalmente, de cereais e farináceos onde sustentava a posição de tradicional fornecedor neste segmento, que possuem algumas características como:

- produção de lotes com grandes volumes;
- produtos de menor valor agregado;
- em sua maioria, produtos simples e de fácil processamento;
- alta concorrência com inúmeras empresas convertedoras.

Aos poucos a empresa iniciou o processo de mudança, contratando profissionais qualificados para as áreas técnica e produtiva, realizando treinamentos motivacionais e de liderança com os funcionários, adquirindo novos equipamentos e direcionando sua área comercial para novos mercados, como o de *pet food* (alimento para cães e gatos) por exemplo, que apresenta características como:

- produção de lotes com volumes menores (na verdade esta característica passa ser atualmente, de várias empresas de mercados diversos, pois as mesmas evitam grandes estoques em seus almoxarifados);
- produto de grande valor agregado;

- em geral, produto com maior nível técnico e com processamento pouco mais elaborado;
- concorrência seletiva;
- *mix* diversificado;
- mercado com grandes perspectivas de crescimento, conforme pesquisas daquele ano, e que se confirmam em pesquisas mais recentes, como a divulgada no boletim de mercado OPP, presente no site: <http://www.opp.com.br>, onde afirma que “apenas um terço dos 27 milhões de cães e 11 milhões de gatos brasileiros se alimentam de ração”, enquanto que em países como Reino Unido e França este percentual chega a 60 e 80% respectivamente.

Anteriormente, como os lotes de embalagens eram produzidos em grandes volumes e distribuídos em alguns itens, o tempo de *setup* era pouco percebido, contudo, neste novo cenário, o *setup* do setor de impressão (gargalo produtivo) ganhou grande importância para os negócios da empresa. Desta forma, a fim de aumentar a competitividade da empresa em questão nestes novos mercados, iniciou-se em outubro de 1999 a implantação do sistema de TRF ou simplesmente *setup*, como era comumente chamado pelos impressores da empresa.

## 4.2 O Processo Produtivo

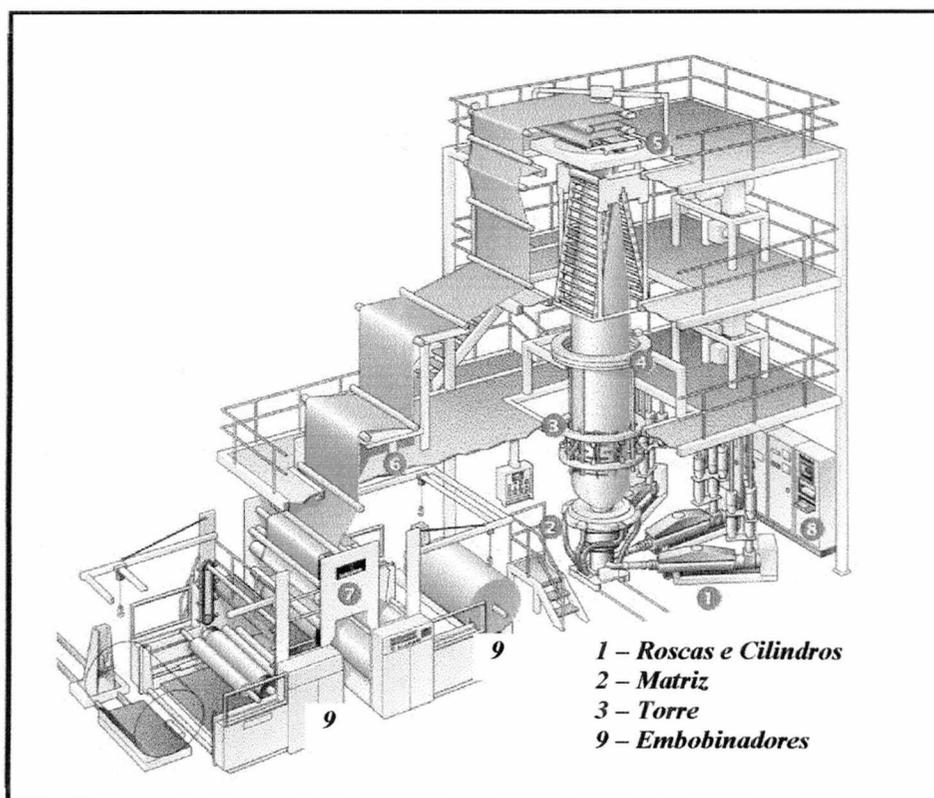
O processo produtivo desta empresa constitui-se basicamente de cinco setores produtivos: extrusão, impressão, laminação, corte-e-solda e rebobinadeira, que obedece a seqüência de processamento ilustrada na Figura 3.2 do capítulo anterior. Cada setor produtivo é descrito a seguir.

### 4.2.1 Extrusão

Em linhas gerais, o setor de extrusão é o setor responsável por converter

resina plástica em filmes plásticos. Esta conversão é realizada através de um equipamento chamado extrusora, uma máquina constituída basicamente por uma rosca, um cilindro, matriz, torre e embobinador, conforme se pode ver na Figura 4.1.

Figura 4.1 Ilustração de uma coextrusora de 3 camadas tipo *blow*.



A resina entra na extrusora através de um funil e é levada até a rosca (1), que por sua vez trabalha dentro de um cilindro aquecido por resistências elétricas. O calor gerado por estas resistências, e pelo atrito resina/resina, rosca/resina e cilindro/resina, transformam a mesma em uma espécie de massa polimérica fundida que é transportada através do cilindro até a matriz cilíndrica (2), onde é expelida em forma de balão por uma abertura.

Em seguida este balão é resfriado à medida que avança pela torre da máquina (3), até ser embobinado na forma de filme por meio de embobinadores (9). Através de misturas de resinas, aditivos e pigmentos, somados às condições da extrusora, confere-se a embalagem características como barreiras, propriedades físicas e mecânicas, cor, maquinabilidade, etc.

## 4.2.2 Impressão

O setor de impressão é o setor onde os filmes obtidos no processo anterior são impressos, ou seja, onde algumas das principais características de uma embalagem são definidas, tais como ilustrações, cores, atratividade, dizeres e informações em geral. Existem atualmente dois sistemas de impressão para EPF:

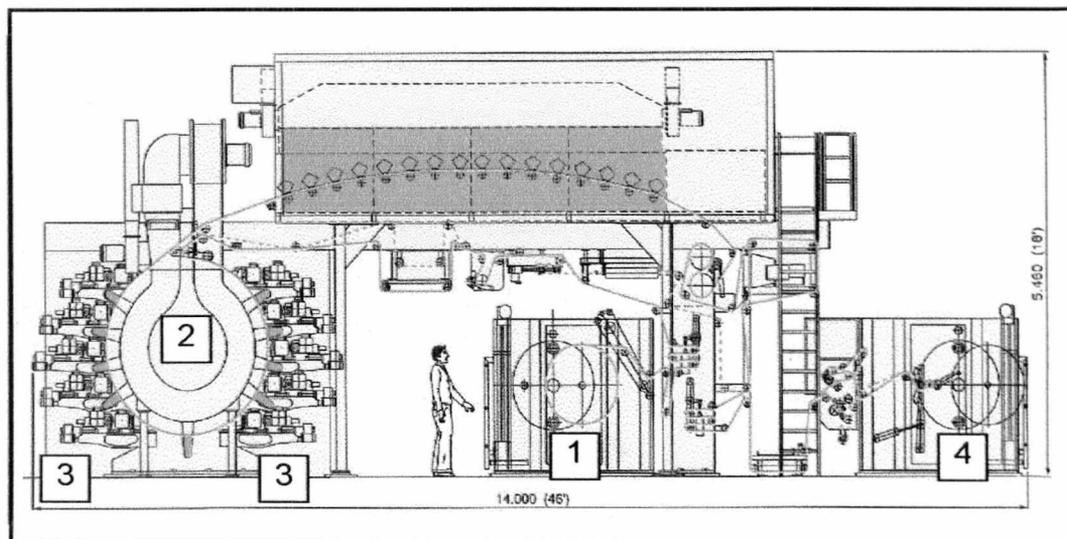
1. Rotogravura: processo de impressão rotativa direta com matriz metálica com grafismo em baixo relevo;
2. Flexografia: processo de impressão rotativo direto que usa placas de polímeros (clichês) com grafismo em alto relevo.

Como neste trabalho tem-se como proposta a aplicação de um modelo de TRF no setor de impressão flexográfica em uma empresa de EPF, o sistema de rotogravura será desconsiderado. Logo, para melhor compreensão do sistema de impressão flexográfica, apresenta-se na Figura 4.2 a ilustração de uma impressora flexográfica de 8 cores com seus cinco componentes básicos numerados:

1. Desbobinador: sua função é acoplar a bobina de filme à máquina e promover o desbobinamento do filme;
2. Tambor central: é uma espécie de suporte para manter o filme devidamente ajustado para receber a impressão dos grupos impressores;
3. Grupos Impressores: o exemplo citado possui 8 grupos, contudo, existem no mercado impressoras com 4, 6 e 10 grupos impressores;
4. Rebobinador: tem a função de rebobinar o material já impresso no final do processo;
5. Estufa (parte vermelha): é responsável pela secagem da tinta, embora a Figura 4.2 mostre apenas a estufa para secagem final,

existem também as estufas de secagem “entre cores” que ficam na seqüência de cada grupo impressor.

Figura 4.2 Ilustração de uma impressora flexográfica de 8 cores.



O processo de impressão flexográfica se dá então da seguinte forma: o filme (linha azul) é desbobinado e passa por toda a impressora conforme a Figura 4.2. A medida em que o filme está passando no tambor central, recebe a impressão no formato (grafismo) e cor contidos em cada grupo impressor que estiver ativado. Por fim, o filme passa pelas estufas e é embobinado no fim do processo.

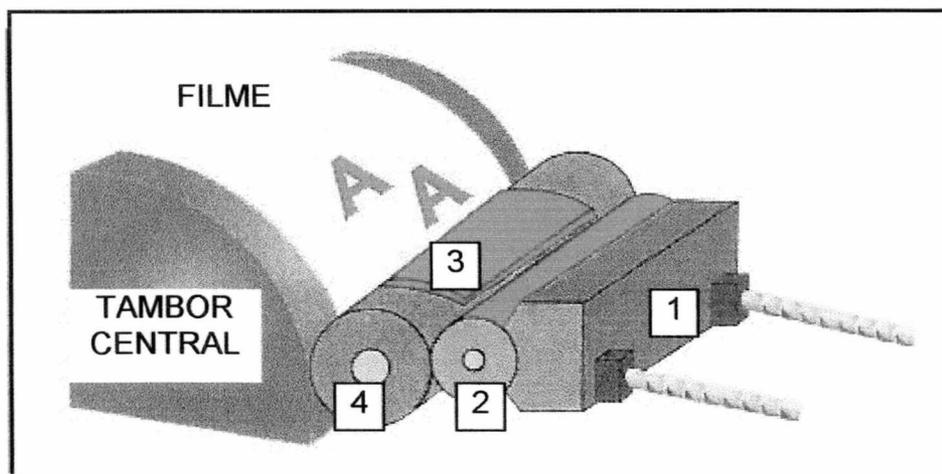
A Figura 4.3 mostra no detalhe um grupo impressor. Cada um deles é responsável pela impressão de um grafismo em uma determinada cor. O grupo impressor é composto pela câmara *doctor-blade*, anilox, clichê e cilindro porta-clichê.

A câmara *doctor-blade* (1) é uma espécie de estojo que contém um par de lâminas. Esta câmara acomoda e distribui a tinta em toda extensão do anilox, enquanto as lâminas raspam o excesso de tinta, que retorna a um recipiente próprio, fazendo circular no sistema.

O anilox (2) trata-se de um cilindro cerâmico, cuja superfície é constituída de células gravadas a laser numa profundidade e quantidade pré-determinada.

Estas células são responsáveis por captar a tinta das câmaras dos grupos impressores e transferi-la para o clichê.

Figura 4.3 Detalhe do grupo impressor.



Já o clichê (3) é um fotopolímero flexível onde são gravadas, através de equipamentos específicos, as formas que se quer imprimir, ou seja, o grafismo. O clichê é colado com fita dupla-face no cilindro porta-clichê (4), que por sua vez, é um cilindro metálico ou tipo camisa com material polimérico que serve de suporte para o clichê.

#### 4.2.3 Laminação

É o processo pelo qual dois ou mais filmes são unidos através de um adesivo. Existem vários tipos de adesivos e suas respectivas laminadoras como seguem: adesivo *solvent less* (sem solvente), base água, base álcool, base acetato de etila, entre outros. Na Figura 4.4 segue o desenho de uma laminadora sem solvente. A laminação proporciona a embalagem o acréscimo de uma série de propriedades, através da união de filmes com características diferentes.

#### 4.2.4 Corte e Solda

Tem a função de receber o filme impresso e transformá-lo em sacos. O

formato, acessórios e tamanhos destes sacos dependem exclusivamente do tipo de máquina de corte-e-solda. Segue na Figura 4.5 a ilustração de uma máquina de corte-e-solda do tipo *stand-up pouch*.

Figura 4.4 Laminadora *Solvent Less*.

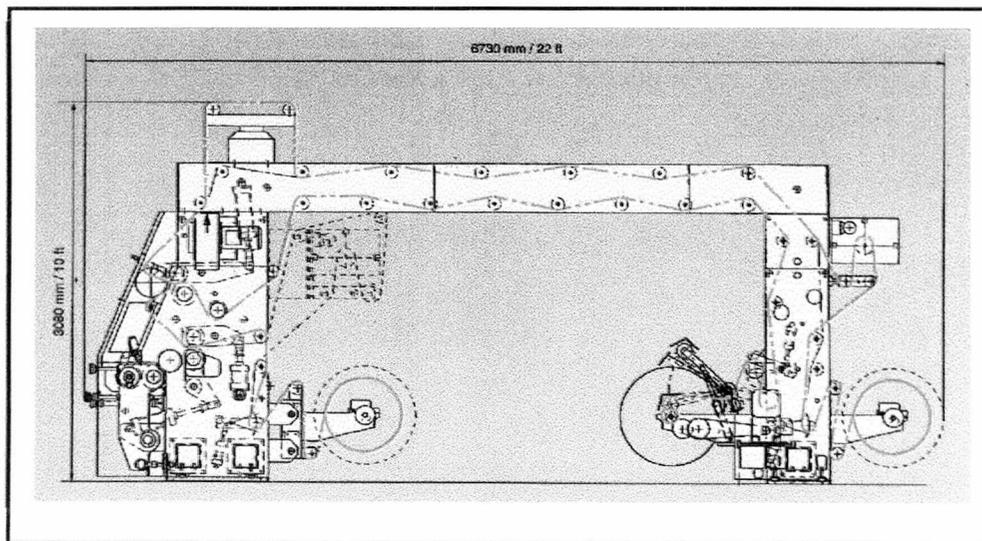


Figura 4.5 Máquina de corte e solda *Stand-up pouch*.

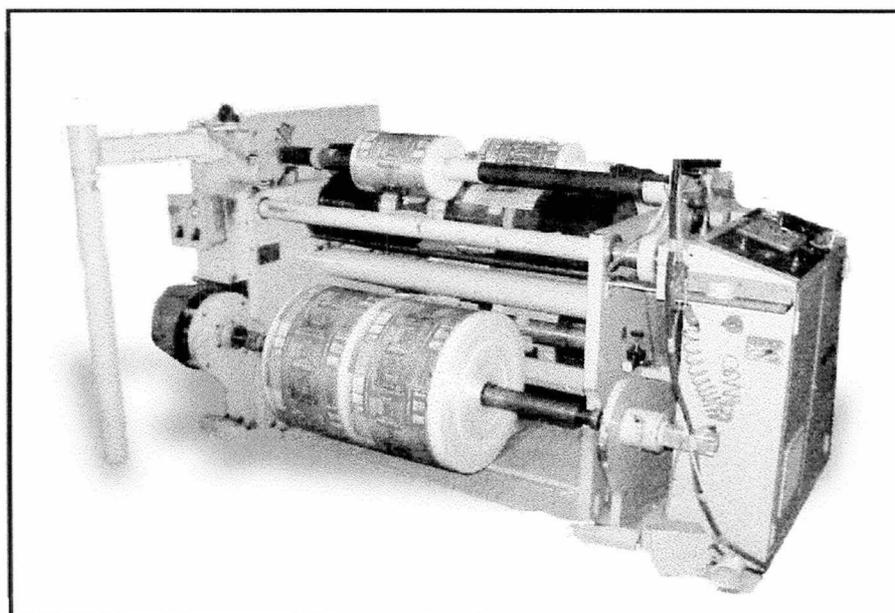


#### 4.2.5 Rebobinadeira

É um dos processos mais simples numa fábrica de EPF, e consiste em desmembrar bobinas “mães” (bobinas com grandes diâmetros e com duas ou mais pistas de embalagens) em bobinas “filhas” (bobinas com diâmetro menor), de acordo com as especificações do cliente. As bobinas filhas, também

chamadas de filme técnico, são amplamente usadas em clientes que possuem máquinas de empacotamento automático como por exemplo: arroz, feijão, farináceos, alimento para cães, leite em pó, café, etc. A Figura 4.6 mostra uma rebobinadeira.

Figura 4.6 Rebobinadeira.



### 4.3 Aplicação Prática do Modelo

Conforme foi citado anteriormente, a aplicação prática da metodologia proposta ocorreu especificamente no setor de impressão, em função deste ser considerado o gargalo da empresa, seguindo as etapas do fluxograma apresentado na Figura 3.1 do capítulo anterior. Na seqüência, cada uma das etapas será descrita.

#### 4.3.1 Conscientização e Apoio da Direção da Empresa

De acordo com o primeiro passo da metodologia proposta, foi necessário primeiramente conscientizar a diretoria da empresa sobre a importância da implantação de um sistema de TRF no setor de impressão, a fim de obter da mesma total apoio para desenvolver o trabalho.

Naquele momento, a empresa vislumbrava atender novos mercados com perfis diferenciados, ao mesmo tempo em que seus clientes tradicionais estavam diminuindo o tamanho dos pedidos de embalagem e em alguns casos diversificando seu *mix* de produto. Em contrapartida a esta realidade, a empresa contava com altos tempos de *setup* na impressão e por conseqüência altos *lead-time*, atraso em parte das entregas, expediente extra nos finais de semana para aumentar a capacidade produtiva, entre outros problemas decorrentes dos grandes lotes de produção.

Todo esse panorama favoreceu, embora na prática não tenha sido preciso citar tantos motivos, para convencer a diretoria que a necessidade da implantação de um sistema de TRF na impressão era uma questão irreversível, tendo em vista que a mesma:

- diminuiria estoques em geral;
- diminuiria o tempo de *setup*, e por conseqüência o *lead-time*;
- aumentaria a capacidade produtiva do setor;
- melhoraria o desempenho de entrega;
- aumentaria a flexibilidade;
- aumentaria a garantia de qualidade através da padronização de tarefas.

A partir da expectativa formada em torno das possibilidades de melhoria e do aumento de competitividade, obteve-se apoio total da diretoria para dar seqüência à implantação do sistema.

#### 4.3.2 Conscientização e Apoio da Equipe de Impressão

A segunda etapa da metodologia proposta ocorreu na forma de reuniões de turno, estendendo a etapa anterior para o chão de fábrica onde ocorreria de fato o desenvolvimento maior daquela implantação.

Duas reuniões envolvendo os três turnos do setor de impressão da empresa foram realizadas a fim de levar ao conhecimento de todos, os motivos pelos quais a empresa necessitava implantar o sistema de TRF, bem como um resumo geral de como ocorreriam as etapas seguintes deste trabalho, deixando bem claro que o sistema não visava avaliar um turno ou um impressor em específico, mas sim fazer ajustes no processo de *setup* a fim de diminuir seu tempo.

Por fim, além de prepará-los de maneira geral, foi comentado sobre alguns benefícios próprios que seriam conquistados com o andamento da implantação do sistema como:

- aprendizado de um novo conceito de trabalho;
- maior facilidade na execução das operações de *setup*;
- aumento da produtividade que poderia reverter-se em incentivos salariais;
- melhor ambiente de trabalho;
- menor desgaste físico;
- melhor qualidade de vida.

Apesar da explanação da proposta daquela reunião ter ocorrido da forma mais clara possível, ainda assim se percebeu alguns sinais de resistência por parte de alguns impressores, ou mesmo comentários céticos em relação à possibilidade de se “baixar ainda mais” o tempo de *setup* atual, contudo optou-se em deixar com que os resultados convencessem os menos entusiasmados com a proposta.

#### 4.3.3 Formação da Equipe de Trabalho

A etapa de *Formação da Equipe de Trabalho* ocorreu rapidamente, pois de certa forma já se tinha em mente as pessoas que fariam parte desta equipe

multifuncional que foi formada por pessoas do próprio setor e de setores correlatos. Evidentemente, foram feitos esclarecimentos gerais sobre porque seria implantado este sistema, porque aquelas pessoas haviam sido escolhidas e como se desenvolveria o trabalho. A equipe apresentou a seguinte constituição:

- um gerente de produção (líder);
- dois impressores;
- três encarregados de impressão (um de cada turno);
- um colaborador do PCP;
- um colaborador da manutenção;
- um colaborador da área de tintas;
- um colaborador da área de pré-impressão.

#### 4.3.4 Conhecer os Tempos Atuais de *Setup* e Estabelecer Meta

Assim como nas três etapas anteriores, *Conhecer os Tempos Atuais e Estabelecer Metas* também foi uma etapa relativamente fácil de ser executada. A equipe, através do líder e de um impressor, que fez o papel de cronometrista, fez uma avaliação do histórico de algumas trocas de pedidos, bem como avaliações *in loco*, que proporcionou a equipe:

- conhecer os tempos atuais de *setup*;
- obter uma referência para estabelecer uma meta inicial de tempo;
- familiarização com as operações envolvidas na troca de pedidos numa impressora flexográfica.

Com isso, apresenta-se na Tabela 4.1 os dados obtidos numa determinada impressora e a meta que foi estabelecida pela equipe.

Tabela 4.1 Tempos de *setup* e meta inicial.

| Data                  | Item | Tempo de <i>Setup</i> (h) |
|-----------------------|------|---------------------------|
| 14/07/1999            | 1    | 5:44                      |
| 21/07/1999            | 2    | 11:20                     |
| 05/08/1999            | 3    | 12:25                     |
| 18/08/1999            | 4    | 5:25                      |
| 19/08/1999            | 5    | 10:20                     |
| 21/08/1999            | 6    | 6:10                      |
| 22/08/1999            | 7    | 6:40                      |
| 27/08/1999            | 8    | 8:00                      |
| 30/08/1999            | 9    | 7:30                      |
| 01/09/1999            | 10   | 8:40                      |
| 21/09/1999            | 11   | 8:50                      |
| 22/09/1999            | 12   | 3:30                      |
| 22/09/1999            | 13   | 3:46                      |
| 22/09/1999            | 14   | 6:16                      |
| 22/09/1999            | 15   | 4:06                      |
| 23/09/1999            | 16   | 3:46                      |
| 23/09/1999            | 17   | 6:20                      |
| 23/09/1999            | 18   | 6:15                      |
| Média do <i>Setup</i> |      | $\cong 7:00$ h            |
| Meta de <i>Setup</i>  |      | 3:30 h                    |

De maneira geral, percebeu-se nestas trocas de pedidos uma série de problemas que comprometiam o desempenho do *setup* como um todo, tais como:

- falta de organização no setor;
- falta de ferramentas no local;
- falta de acessórios limpos para reposição;
- falta de informação;
- falta de sincronismo entre impressor e auxiliar;
- atropelos, etc.

Contudo, ao contrário do que poderia se pensar, a equipe ficou muito otimista, pois percebeu inúmeras oportunidades de melhorias que poderiam ser alcançadas através do ajuste de pequenos detalhes e com um bom trabalho de 5'S por exemplo.

No que diz respeito a definição da meta, foi um consenso da equipe estabelecer o tempo de 3:30h, tendo em vista que este não se tratava de um número final, e sim um degrau com plenas possibilidades de ser alcançado e posteriormente revisado.

#### 4.3.5 Aplicação das Técnicas de TRF

Esta etapa foi sem dúvida a mais importante para o sucesso da implantação do sistema de TRF no setor de impressão da referida empresa, e se desenvolveu através de reuniões semanais, ou quinzenais em algumas vezes, realizadas pela equipe de trabalho e conduzidas pelo seu líder.

A primeira reunião tratou de passar uma idéia geral sobre o conceito de *setup* e as técnicas desenvolvidas por Shingo aos demais membros da equipe. Além disso, baseado em números obtidos na etapa anterior, a equipe gerou e discutiu algumas informações que foram reportadas num relatório entregue posteriormente à diretoria da empresa.

O objetivo maior deste relatório era passar a diretoria o *status quo* do setor

de impressão, bem como trazer dados mais consistentes em relação aos prejuízos causados pelos desperdícios de tempo. Desta forma, sob a ótica da relação custo/benefício, foi mais fácil justificar e obter os investimentos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

A estrutura básica do relatório trazia algumas informações como:

1. o conceito de *setup* adotado pela equipe: "o tempo total desde o último produto bom de um lote até o primeiro produto bom de outro lote" conforme Scarpeta (1999a, p.1);
2. o tempo médio de *setup* e a meta estabelecida, conforme Figura 4.7 mostrada anteriormente;
3. o custo da hora/máquina parada e os prejuízos com os desperdícios de tempo, conforme Tabela 4.2 e 4.3 a seguir;

Tabela 4.2 Custo hora/máquina parada.

| Média de Produção da Impressora em Kg (*) | Kg/h (**) da Impressora | Custo (***) em R\$ da hora/máquina | Custo (***) em R\$ do minuto/máquina |
|---|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 100.000                                   | 189                     | 99,22                              | 1,65                                 |

Sendo que:

(\*) a média foi obtida no período entre janeiro a setembro de 1999.

(\*\*) considerou-se que o setor de impressão trabalharia num regime de 44h semanais por turno, desta forma o mês teria 22 dias ou 528h disponíveis. Portanto, dividiu-se a produção mensal pela quantia de horas no mês.

(\*\*\*) o preço médio da embalagem praticado pela empresa na época ficava em torno de R\$ 3,50/Kg, e um lucro próximo de 15%, com isso o lucro estimado a ser obtido pela empresa era de R\$ 0,525/Kg, que multiplicado pelo Kg/h da impressora, obtinha-se o custo da hora e minuto máquina.

Nota-se que não foi usado uma formula mais elaborada de custos envolvendo diretamente fatores como: custo-fixo, variável, depreciação,

encargos, etc. para determinar o custo da hora/máquina parada, pois na época estes dados não eram considerados precisos e preferiu-se gerar valores estimados para não retardar o processo que começava. Baseado na Tabela 4.2 gerou-se novos dados apresentados na Tabela 4.3 que evidenciam o quanto a empresa estava deixando de lucrar em função dos *setup*, ou simplesmente os custos com o *setup*.

Tabela 4.3 Custos com o *setup*.

| Média de Setup (h) | Nº de Setup no mês (*) | Hora/máquina parada (R\$/h) | Custo Mensal (R\$) | Custo Anual (R\$) |
|--------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|
| 7:00               | 40                     | 99,22                       | 27.781,60          | 333.379,20        |

Sendo que:

(\*) a média foi obtida no período entre janeiro a setembro de 1999.

- um plano de ação inicial que apresentava as primeiras ações a serem realizadas, tais como: algumas mudanças de *layout* no setor; limpeza e organização do setor de impressão através das técnicas do 5'S; aproximação às impressoras de: acessórios e materiais envolvidos no *setup* como anilox, porta-clichês, câmaras *doctor-blade*, mesa para montagem de engrenagens, ferramentas em geral, pastas e vernizes básicas para acerto de cores; treinamento sobre diminuição do tempo de *setup* realizado por empresa consultora e definição do prazo de seis meses para reavaliação dos tempos de *setup*.

Nas reuniões seguintes, a equipe manteve os trabalhos visando passar pelos quatro estágios de Shingo, dentro de um processo de sugestões espontâneas que, uma vez aprovadas pelos membros da equipe, eram convertidas em ações, semelhante ao processo de *brainstorming*. Na seqüência são citadas algumas das ações que obtiveram destaque maior no desenvolvimento deste trabalho, cada qual dentro do estágio conceitual que a concedeu, contudo, por se tratar de informações sigilosas algumas destas ações são apresentadas com um nível menor de detalhes, como seguem.

*Estágio Inicial: O setup interno e externo se confundem.*

- Conheceu-se detalhadamente as operações envolvidas no processo de *setup*, que naquele momento não apresentava distinção alguma entre operações internas e externas, ou seja, todas as operações eram executadas como sendo operações internas e com a impressora parada.

*Estágio 1: Separar o setup interno e setup externo.*

- Através de sucessivos acompanhamentos de *setup in loco*, foram separadas as operações internas das externas.
- Foram realizadas melhorias consideráveis no transporte de acessórios, como o “carrinho” que transportava de uma só vez um jogo de até oito camisas porta-clichê, desenvolvido para esta finalidade específica; substituindo o método até então usado, que consistia no transporte manual e individual de cada peça até a impressora.
- Dois colaboradores por turno do setor de impressão foram remanejados para uma nova função, formando a equipe de *setup*, o principal objetivo desta equipe era auxiliar na execução das operações externas, e posicionar próximo à impressora materiais como OP, cartelas de cores, *layout* de embalagem, amostras de referência, anilox, porta-clichês para o próximo pedido, tinteiros, mangueiras, câmaras limpas; antes mesmo que o *setup* se iniciasse. Para tanto faziam uso de um *check-list* apresentado a seguir.
- Adaptação de um *check-list* usado no mercado, à realidade da empresa e apresentado na Figura 4.7 na seqüência deste trabalho. De posse deste *check-list*, o pessoal da equipe de *setup* fazia a avaliação dos acessórios que estavam em máquina e poderiam ser usados no próximo *setup* das peças e outros materiais que tinham de ser trazidos até a impressora, o número de peças faltantes, etc. Este *check-list* foi o instrumento básico de trabalho para os membros da equipe de impressão, e praticamente eliminou a ausência de peças, acessórios e

outros materiais no início da execução do *setup*.

*Estágio 2: Converter setup interno em setup externo.*

- Após a separação das operações internas e externas realizadas no estágio anterior, as operações externas, como não poderia deixar de ser, passaram a ser executadas rigorosamente antes do *setup* ser iniciado.
- Neste estágio um grande número de peças, acessórios e ferramentas foram adquiridos pela empresa a fim de servirem como peças reservas nas troca de pedidos. Esta ação resultou num grande número de conversões de operações internas em externas, pois antes desta, peças como: mangueiras, bombas de tintas, tinteiros, câmaras e outros acessórios eram sacados da impressora após o termino de um pedido e encaminhados para o departamento de limpeza de peças, para após a limpeza, retornar à impressora no próximo *setup*. Era muito comum a impressora aguardar parada o retorno de algumas destas peças. Atualmente, antes mesmo de iniciar a próxima troca de pedido, todas estas peças já estão posicionadas ao “pé-de-máquina” pela equipe de *setup*, devidamente limpas e montadas.
- Outras conversões de impacto menor que a utilização de peças reservas foram realizadas, e não serão apresentados aqui por se tratarem de informações sigilosas. Porém, vale lembrar que com observação, paciência e principalmente criatividade, é possível gerar boas alternativas de conversão de operações.

*Estágio 3: Racionalização das operações de setup.*

Basicamente, as ações de racionalização de operações se basearam na eliminação de alguns parafusos, diminuição do seu comprimento ou na substituição dos mesmos por manoplas. Outra face deste processo de racionalização atuou sobre a rotina de troca num *setup*, envolvendo a coordenação de operações paralelas. Contudo, por se tratarem de informações sigilosas, estas ações não serão apresentadas neste trabalho.

Figura 4.7 Check-list de impressão para setup.

**SETUP - IMPRESSÃO**

Nº do Pedido em Máquina: 57333 Nº do Próximo Pedido: 58333  
 Cód. do Produto / Produto: 5000-456 100g X Cód. do Produto / Produto: 5000-456 100g X  
 Fim do Pedido: 7:30h Início do Pedido: 5:50h

Anilox: 150 Cor: Preto (1) Anilox: 150 Cor: Preto (8)  
 Anilox: 150 Cor: Verde (2) Anilox: 150 Cor: Verde (7)  
 Anilox: 300 Cor: Amarelo (3) Anilox: 300 Cor: Amarelo (6)  
 Anilox: 300 Cor: Vermelho (4) Anilox: 300 Cor: Vermelho (5)

Impressora Nº 01

Anilox: 150 Cor: Preto (1) Anilox: 150 Cor: Preto (8)  
 Anilox: 150 Cor: Verde (2) Anilox: 150 Cor: Verde (7)  
 Anilox: 300 Cor: Amarelo (3) Anilox: 300 Cor: Amarelo (6)  
 Anilox: 300 Cor: Vermelho (4) Anilox: 300 Cor: Vermelho (5)

|  |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5   | 6   | 7 | 8 |
|--|---|---|---|---|---|-----|-----|---|---|
|   | ⇒ |   | T | - | T | -   | -   | - | - |
|   | ⇒ |   | T | - | - | T   | -   | - | - |
|   | ⇒ |   | - | - | - | 140 | 170 | - | - |
|   | ⇒ |   | T | - | - | T   | -   | - | - |
|  | ⇒ |   | T | - | - | T   | -   | - | - |

Check list de Setup

- ORDEM DE IMPRESSÃO
- CARTELAS DE CORES
- TINTAS
- BOBINA DE ACERTO NA MÁQUINA
- PORTAS CLICHES COLADOS
- ANILOX
- TINTEIROS / FACAS / MANGUEIRAS / BOMBAS
- ESPÁTULAS LIMPAS

L = Limpeza - T = Trocar

Data: 12/05/2007 Total Setup (horas) 1,56h Encarregado Rozario Setup 1,56

Entretanto, a maior contribuição obtida pela empresa ao se trabalhar o estágio de racionalização de operações não foram as ações citadas anteriormente de forma resumida. A contribuição maior ocorreu no momento de decidir sobre a aquisição de novas impressoras, quando a diretoria optou por fazer um investimento maior e adquirir um equipamento que vinha de encontro com o conceito de TRF recém assimilado pela empresa. Entre outras novidades, o novo equipamento apresentava características como:

- eletrônica bem desenvolvida, proporcionando ajustes e operações mais rápidas e precisas;
- uso de engates rápidos;
- aplicação considerável de manoplas de meia-volta em substituição aos parafusos;

- eliminação da necessidade do uso de ferramentas.

Vale advertir que, mesmo adquirindo equipamentos modernos voltados para trocas rápidas, toda a empresa deve desenvolver uma filosofia de trabalho baseado no conceito da TRF, sob pena da mesma não se beneficiar de toda a capacidade produtiva desta impressora e assim, não justificando o investimento realizado.

Apesar de terem sido realizadas tomadas de tempo de *setup* durante a etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF*, foi no final de sete meses, um mês além do prazo estipulado pela equipe no início deste trabalho, que se realizou uma tomada de tempo com os mesmos critérios da etapa de *Conhecer os Tempos Atuais de Setup e Estabelecer Meta*, a fim de conhecer o tempo médio de *setup* que havia sido conquistado.

Para satisfação e realização profissional de todos os envolvidos neste trabalho, o tempo de *setup* atingiu a meta pré-estabelecida, atingindo um tempo médio de 2:40h, possibilitando que a equipe seguisse para a etapa seguinte.

#### 4.3.6 Padronização

Esta etapa foi realizada com certa facilidade pela equipe e constituiu-se basicamente de duas formas, uma delas trabalhou a padronização de peças, acessórios e partes do equipamento, a outra trabalhou a padronização das operações envolvidas no *setup*.

A padronização de peças, acessórios ou partes da impressora, ocorreu principalmente durante o estágio da *racionalização de operações*. A medida em que as peças eram modificadas e atingiam seu objetivo em máquina de diminuir o tempo de uma operação, ou mesmo elimina-la, as mesmas eram padronizadas e estendidas às outras impressoras.

Já a padronização das operações aconteceu de forma completa somente

nesta etapa, e tratou de transformar em procedimento a seqüência ideal de operações a serem executadas pelo impressor e seu auxiliar. Embora a equipe de trabalho tenha elaborado boa parte do procedimento, a aprovação final do mesmo foi feita pelos próprios usuários, ou seja, pela equipe de impressão, que por fim tinha fixado em cada uma de suas impressoras, o procedimento padrão para *setup*. Novamente, por se tratar de informação sigilosa, o procedimento padrão para *setup*, não poderá ser apresentado neste trabalho.

#### 4.3.7 Verificação Periódica dos Resultados

Como recentemente haviam sido realizadas tomadas de tempos que revelaram o tempo médio de *setup* atual como sendo o de 2:40h, restou a equipe apenas estabelecer uma nova meta, e de acordo com o fluxograma da metodologia proposta, retornar a etapa de *Aplicação das Técnicas de TRF*.

A nova meta escolhida pela equipe para o tempo de *setup* médio foi de 2:00h, e um prazo de seis meses foi novamente estipulado, contudo as reuniões passaram a ser mensais. Após seis meses de trabalho, resumindo o ocorrido, a equipe constatou que várias trocas de pedidos atingiam a nova meta, porém estas performances não eram constantes, fazendo com que a equipe voltasse seus esforços para os casos pontuais que ultrapassavam a meta. É fato que a partir deste momento, a equipe, por várias razões, perdeu um pouco do vigor inicial e acabou se desfazendo a fim de que seus membros se dedicassem a outras prioridades da empresa. O tempo de *setup* médio alcançado foi de então 2:10h, gerando para a empresa uma economia considerável como pode ser constatado na Tabela 4.4 a seguir.

Tabela 4.4 Lucro obtido pela empresa com a redução do tempo de *setup*.

| Média de Setup (h) <sup>(*)</sup> | Nº de Setup no mês <sup>(**)</sup> | Hora/máquina parada (R\$/h) | Custo Mensal (R\$) <sup>(***)</sup> | Custo Anual (R\$) <sup>(***)</sup> |
|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 4:50                              | 40                                 | 99,22                       | 19.182,53                           | 230.190,39                         |

Sendo que:

(\*) redução média do tempo de *setup*, após aplicação do modelo proposto;

(\*\*) a média foi obtida no período entre janeiro a setembro de 1999;

(\*\*\*) Lucro mensal e anual obtido pela empresa com a redução do tempo médio de *setup*, após aplicação da metodologia proposta.

Como a empresa estava migrando para um mercado de maior valor agregado, o preço médio aumentou nos meses seguintes, aumentando também o custo da hora / máquina parada. Da mesma forma, como o setor de impressão ficou mais produtivo e passou a realizar um número maior de *setup*, estima-se que a economia gerada nesta experiência tenha sido o dobro ou o triplo dos valores apresentados na figura anterior.

#### **4.4 Considerações Finais**

O modelo proposto no capítulo 3 quando aplicada no setor de impressão em empresas produtoras de EPF confirmou boa parte das expectativas quanto à aceitação dos envolvidos, desde a diretoria da empresa até os funcionários do setor de impressão. Esta etapa, embora não se tenha dado ênfase maior no presente capítulo, confirma também uma certa resistência às mudanças por parte de algumas pessoas, mesmo sem saber ao certo o que estas mudanças representarão no dia-a-dia delas.

Contudo, a maior conquista realizada pela empresa através da implantação do sistema de TRF baseado no modelo proposto foi o aumento da competitividade e versatilidade da empresa, pois além da considerável economia adquirida pela empresa, apresentada anteriormente, outros efeitos decorrentes da referida implantação, e importantes para a sobrevivência de qualquer negócio, contribuíram para tal conquista e são apresentadas a seguir:

- Redução de custos por conta da economia de insumos envolvidos na troca de pedidos numa impressora, pois num *setup* demorado, mais filmes plásticos, tintas, solventes são consumidos;

- Aumento da capacidade produtiva em oito dias, pois foi considerado que o mês possui 22 dias, ou 528h, desta forma o tempo médio de *setup* anterior a esta implantação multiplicado pelo número médio de *setup* no mês vinha representando 11 dias, ou 280h de máquina parada, enquanto que após a implantação, fazendo a mesma análise tem-se quase 4 dias, ou 87h de máquina parada, apresentando o saldo de pouco mais de 8 dias disponíveis a produção;
- Aumento da produtividade em função de que alguns dias disponíveis apresentados anteriormente foram consumidos pelo incremento de produção. Vale lembrar porém, que este aumento de produção não foi proporcional ao ganho de dias disponíveis, pois este incremento foi composto por lotes menores de produtos já fabricados pela empresa, assim como produtos da linha de *pet food* que apresentavam características como *mix* diversificado, processamento mais elaborado, e em alguns casos, lotes menores;
- Contribuição à empresa na sua entrada em novos mercados. O aumento da capacidade produtiva auxiliou a empresa a fazer os primeiros desenvolvimentos e lotes em mercados que a mesma estava desenvolvendo, na oportunidade o de *pet food*, sem investir em impressoras num primeiro momento;
- Aumento do faturamento da empresa em função do aumento de produtividade e pela recém atuação em mercados de maior valor agregado;
- Aumento da versatilidade da empresa e melhoria no cumprimento do prazo de entrega;
- Diminuição do *lead time* produtivo;
- Melhorias de qualidade do produto em função da padronização de operações de *setup*;

- Melhoria do conceito de produtividade pelos funcionários de impressão. Antes da implantação deste trabalho, a maioria dos funcionários daquele setor olhava uma impressora parada por quase um turno como uma coisa normal. Após os conhecimentos adquiridos destes funcionários na participação da implantação do sistema de TRF no setor de impressão, estes colaboradores melhoraram a visão sobre a necessidade de produzir com qualidade e agilidade, modificando, ainda que de forma sensível, a cultura da empresa.

Apesar do modelo proposto ter proporcionado a esta empresa todos os benefícios citados anteriormente, é preciso ter consciência que em não raras vezes, estas mesmas técnicas precisam de pequenas lapidações, sejam estas em relação a parte teórica ou mesmo em sua aplicação, para atender as peculiaridades de cada empresa.

Após a apresentação da aplicação prática do modelo proposto numa empresa de EPF, apresentam-se no próximo capítulo as conclusões referentes aos objetivos e resultados alcançados na presente pesquisa, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

## **CAPÍTULO 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Com o propósito de aumentar a competitividade de uma conceituada empresa produtora de EPF do sul de Santa Catarina, buscou-se desenvolver um modelo baseado no conceito de TRF e focado no setor de impressão flexográfica, o qual é normalmente considerado pelas empresas deste segmento como gargalo do seu processo produtivo, e, portanto um setor estratégico.

A experiência acumulada através da participação em outros trabalhos, e, principalmente, a fundamentação teórica e os diversos trabalhos realizados de diferentes formas e em diversos segmentos produtivos conhecidos através da revisão da literatura presente no capítulo 2 deste trabalho, deu a segurança necessária ao pesquisador de que um modelo abordando os conceitos de TRF poderia ser aplicado não só em empresas produtoras de EPF, mas também em outras empresas de outros segmentos.

Assim sendo, após a elaboração do modelo proposto e sua efetiva implantação, boa parte das expectativas foram superadas, reafirmando a resposta provisória levantada no capítulo 1, de que *é possível implantar o conceito de TRF no setor de impressão flexográfica em empresas produtoras de EPF.*

A partir desta confirmação foi possível também levantar algumas conclusões sobre este trabalho, bem como algumas recomendações para trabalhos futuros que serão apresentados no decorrer deste capítulo.

### **5.1 Conclusões**

A seguir são apresentadas as conclusões a que se chegou ao final deste trabalho, no que se refere ao desenvolvimento de um modelo para a implantação do conceito de TRF para empresas produtoras de EPF.

Em relação ao primeiro objetivo específico citado no capítulo 1, o de analisar via revisão da bibliografia na área de TRF as técnicas passíveis de serem empregadas na montagem do modelo, pode-se a princípio considerá-lo alcançado, pois, apesar de não ser constatado nenhum modelo específico voltado para a aplicação do conceito de TRF em impressão flexográfica, vários outros trabalhos trouxeram consigo técnicas, sugestões ou mesmo *insights*, que incrementaram de forma indispensável a estrutura do modelo proposto.

Já o segundo objetivo específico, que pretendia estudar a inserção das técnicas de TRF na estrutura produtiva da impressão flexográfica, também ocorreu de forma positiva e decisiva, pois a inserção destas técnicas se constituíram na etapa mais importante do modelo, ou seja, a *Aplicação das Técnicas de TRF*, como pôde ser constatado no fluxograma do modelo presente na Figura 3.1 do capítulo 3.

Por fim, o terceiro e talvez o mais importante entre os três objetivos específicos, por se constituir na razão do desenvolvimento deste trabalho, esperava confirmar a adaptabilidade e eficiência do modelo desenvolvido no setor de impressão flexográfica numa empresa produtora de EPF pela aplicação prática. Este objetivo foi sem dúvida alcançado, pois através da revisão da literatura e da própria aplicação prática, percebeu-se que com os devidos arredondamentos, este modelo pode se adaptar bem não só em empresas produtoras de EPF, mas também em qualquer outra empresa. Outro ponto que contribui com a afirmação é que a etapa principal do modelo esta focada nos quatro estágios conceituais desenvolvido por Shingo e apresentados no capítulo 2. Estes estágios conceituais formam a base do conceito de TRF e são, sobretudo simples e de fácil compreensão e aplicação.

No que diz respeito à eficiência do modelo, pode-se citar vários indicadores que confirmam a boa performance do trabalho, como aqueles que foram listados nas considerações finais do capítulo 4 e assim resumidos:

- Redução de custos;

- Aumento da capacidade produtiva do setor de impressão;
- Aumento da produtividade da empresa;
- Auxílio à empresa na entrada em novos mercados;
- Aumento do faturamento da empresa;
- Aumento da versatilidade e melhoria no cumprimento do prazo de entrega;
- Diminuição do *lead-time* produtivo;
- Melhorias de qualidade no produto;
- Mudança de cultura da empresa.

Ao final destas conclusões, cabe ressaltar que apesar dos bons resultados alcançados nesta empresa, alguns contratempos e limitações também fizeram parte do desenvolvimento deste trabalho, como:

- Os paradigmas enraizados em algumas pessoas com relação a uma nova proposta de trabalho, ou seja, a resistência inexplicável à mudança;
- A tendência natural de alguns membros do processo em voltar a trabalhar da forma “antiga”, contrapondo-se ao modelo proposto e aumentando em alguns casos o tempo médio de *setup*. Este fato começou a ocorrer de forma perigosa durante a etapa de *Verificação Periódica dos Resultados*, onde a equipe diminuiu consideravelmente a presença efetiva ao pé-de-máquina;
- A descontinuidade dos trabalhos após um determinado período de atuação da equipe, onde foram alcançados bons resultados.

Apesar destas limitações não terem apresentado maiores prejuízos ao tempo médio de *setup* conquistado, elas contribuíram em parte para a

descontinuidade do trabalho e, por conseqüência, pela suspensão da busca por tempos menores que os já alcançados, como relatado no capítulo 4.

## 5.2 Recomendações para Trabalhos Futuros

Apesar do expressivo aumento da competitividade conquistado pela referida empresa, através dos inúmeros benefícios gerados a partir da implantação do conceito de TRF, constatou-se também algumas limitações no decorrer dos trabalhos, que devem ser encaradas como oportunidades de melhorias e de novas pesquisas.

Levando-se em conta a experiência adquirida na realização deste trabalho e na efetiva participação em cada etapa do mesmo, pode-se citar algumas recomendações que poderiam contribuir no desenvolvimento de trabalhos futuros, como seguem:

- Ao invés de estabelecer somente uma meta ou tempo padrão para o *setup* total, pode-se também estabelecer metas ou tempos padrões individuais por operações, que compõem o *setup*, a fim de aumentar o domínio e a atuação sobre as mesmas;
- Por motivos de segredo industrial, as operações envolvidas num *setup* de impressão flexográfica não foram divulgadas. Contudo, uma destas etapas se refere ao acerto de tonalidades das tintas (que resultarão no impresso em si) e normalmente são executadas por coloristas e não pelo impressor. Este acerto de cores, na maioria das vezes é realizado na forma de “tentativa-e-erro” e depende fundamentalmente da habilidade do colorista que está fazendo este trabalho, por isso, faz-se duas recomendações: analisar separadamente o acerto de cores do *setup* (fato que não ocorreu neste trabalho), e o uso de densitômetros ou espectrofotômetros, ferramentas que vêm sendo muito utilizadas nas avaliações de tonalidades, substituindo em parte a habilidade humana por equações matemáticas que “medem” a tonalidade da tinta;

- Estender o trabalho de TRF aplicado no setor de impressão, para os demais setores da empresa produtora de EPF. Além de aumentar os ganhos da empresa, proporciona um estudo mais amplo sobre os benefícios que a mesma pode adquirir com o sistema de TRF operando em todos os setores;
- Criar paralelamente ao processo de implantação do conceito de TRF, uma política de participação nos resultados da empresa, gerenciados através de indicadores tradicionais como produtividade, diminuição de perdas, entregas no prazo, faturamento, etc. A adoção de uma política de participação bem elaborada, certamente evitaria a descontinuidade do trabalho, pois a TRF é comprovadamente uma excelente ferramenta para superar os indicadores citados, e certamente seria explorada ao máximo pelos impressores, trazendo resultados ainda mais interessantes e uma nova oportunidade de pesquisa;
- A possibilidade de adaptação do modelo de TRF na área de serviços pode ser outra oportunidade de pesquisa, pois o sucesso deste negócio depende muito de fatores como: atendimento, agilidade, qualidade, comodidade, os quais podem ser consideravelmente melhorados por meio da TRF, especialmente no que se refere a agilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFISCO, John; PAKNEJAD, M. Javad; NASRI, Farrokh. Quality improvement and setup reduction in the joint economic lot size model. **European Journal of Operational Research**. p. 1-12, 2001.

ANTUNES JUNIOR, José Antônio Valle; RODRIGUES, Luís Henrique. A Teoria das Restrições como Balizadora das Ações Visando a Troca Rápida de Ferramentas. **Revista Produção**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 73-85, nov. 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS. **Dados Estatísticos Fevereiro / 2001**. São Paulo, p. 1-2, 2001b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS. **Embalagens Flexíveis - Definições**. São Paulo, p. 1, 2001a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Histórico**. (on line). Disponível em: < <http://www.abre.com.br/historia/htm> >. Acesso em: 30 jan. 2002.

BANERJEE, Avijit; PYREDDY, Vijay; KIM, Seung Lae. Investment policy for multiple product setup reduction under budgetary and capacity constraints. **International Journal of Production Economics**. p. 321-327, 1996.

BELLO, Douglas Rodrigues. **O Plástico na Embalagem Alimentícia**. Uma contribuição à identificação dos fatores que influenciariam o seu desenvolvimento. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) – Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 1999.

BOLETIM DE MERCADO OPP – NEWSLETTER MERCADO. **O mercado promissor de pet foods**. (on line). Disponível em: < <http://www.opp.com.br> >. Acesso em: 20 maio 2002.

BORGES, Cecília. Indústria de embalagens ganha versatilidade com Troca rápida. **Pack**, São Paulo, n. 45, p. 12-13, maio, 2001.

CARMO, Edson Rabelo do. Dicas de Setup de Impressão. **Inforflexo**, São Paulo, n. 51, p. 14, mar./abr. 2001.

CHANDRASHEKAR, Ashok; CALLARMAN, Thomas E. A modelling study of the effects of continuous incremental improvement in the case of a process shop. **European Journal of Operational Research**. p. 111-121, 1998.

CHENG, T.C. Edwin; JANIAC, Adam; KOVALYOV, Mikhail. Single machine batch scheduling with resource dependent setup and processing times. **European Journal of Operational Research**. p. 177-183, 2001.

DETTMER, William. Teoria das Restrições Maximiza os Negócios. Entrevistado por Eduardo C. Moura. Tradução de Marisa Souza. **Banas Qualidade**, São Paulo, n. 95, p. 08-13, abr. 2000.

DIABY, Moustapha. Integrated batch size and setup reduction decisions in multi-product, dynamic manufacturing environments. **International Journal of Production Economics**. p. 219-233, 2000.

DU PONT PACKAGING – AMÉRICA LATINA. **História da embalagem** (on line). Disponível em: <<http://www.pack.dupont.com.br/historia/htm>>. Acesso em: 05 fev. 2002.

GOUBERGEN, Dirk Van; LANDEGHEM, Hendrik Van. Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**. p. 1-10, 2002.

HONG, Jae-Dong; KIM, Seung-Lae; HAYYA, Jack C. Dynamic setup reduction in production lot sizing with nonconstant deterministic demand. **European Journal of Operational Research**. p. 182-196, 1996.

HONG, Jae-Dong. Optimal production cycles, procurement schedules, and joint investment in an imperfect production system. **European Journal of Operational Research**. p. 413-428, 1997.

JORDAN TEAM – SITE OFICIAL. **Pitstop practice makes perfect**. (on line). Disponível em: <<http://www.f1jordan.com/html/news>>. Acesso em: 15 jul. 2002.

KANNENBERG, Gustavo; ANTUNES JUNIOR, José Antônio Valle. Proposta de uma Sistemática de Implantação de Troca Rápida de Ferramentas para Indústrias de Forma no Brasil. **Revista Produção**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 23-43, jul. 1995.

LUCAS FILHO, Fernando Cardoso. **Utilização de Algoritmos e Heurísticos para Resolução de Problemas de Setup na Programação da Produção**. Trabalho apresentado a Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, p. 1-7, abr. 2001.

MADI, Luis. A Embalagem no Século XXI – Perspectivas e Tendências. In: FISPAL 2000. **Resumos Brasil Pack Trends 2005**: Embalagem, distribuição e consumo. Campinas. p. 1-18, 2000.

NYE, T.J.; JEWKES, E.M.; DILTS, D.M. Optimal investment in setup reduction in manufacturing systems with WIP inventories. **European Journal of Operational Research**. p. 128-141, 2001.

PLÁSTICOS EM REVISTA - EDITORIAL. **Plástica no mapa**, São Paulo, n. 471, p. 3, maio, 2002.

RACHAMADUGU, Ram; SCHRIBER, Thomas. Optimal and Heuristic policies for lot sizing with learning in setups. **Journal of Operations Management**. p. 229-245, 1995.

RENAULT TEAM – SITE OFICIAL. **Pitstop, or how to overtake at Monaco!** (on line). Disponível em: < <http://www.renaultf1.com/news> >. Acesso em: 15 jul. 2002.

SCARPETA, Eudes. **Diminuição do setup na impressão**. Treinamento realizado pela DRUCK WERK – Treinamentos em áreas gráficas. São Paulo, p. 1-5, 1999a.

SCARPETA, Eudes. Flexografia: Como diminuir o setup de impressão? **Roto Flexo & Conversão**, São Paulo, n. 7, p. 01-02, jan./fev./mar. 1999b.

SILVA, José Oliveira da. **A Importância da Troca Rápida de Ferramentas na Organização Multibrás**. Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, p. 1-9, mar. 1999.

SINO, Maria Aparecida de. Impressoras: Mercado lança boas novidades. **Plástico Moderno**, São Paulo, n. 328, p. 6-14, fev. 2002.

SINO, Maria Aparecida de. Troca Rápida Acelera Produção Flexográfica. **Plástico Moderno**, São Paulo, n. 284, p. 8-21, fev. 1998.

SOUZA, José Carlos. **A Manutenção Produtiva Total na Indústria Extrativa Mineral: A Metodologia TPM como Suporte de Mudanças**. Florianópolis, 2001. 137p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.

WEST MCLAREN MERCEDES – SITE OFICIAL. **Racing Line, september 2001**. (on line). Disponível em: <<http://www.mclaren.com/uk>>. Acesso em: 15 jul. 2002.

## BIBLIOGRAFIA

BAER, Lorenzo. **Produção Gráfica**. São Paulo: Editora SENAC, São Paulo, 1999. 280p.

BOCKERTETTE, Joseph; MOURA, Reinaldo A. **Guia para Redução do Tempo de Ciclo**. São Paulo: IMAM, 1995. 70p.

HARMON, Roy L.; PETERSON, Leroy D. **Reinventando a Fábrica**: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, Eduardo. **JIT – Jeito Inteligente de Trabalhar**: A reengenharia dos processos de fabricação. São Paulo: IMAM, 1994. 82p.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, Eduardo. **Redução do Tempo de Setup**: troca de ferramentas e ajustes de máquinas. São Paulo: IMAM, 1996. 110p.

SHINGO, Shingeo. **Sistemas de Troca Rápida de Ferramentas**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000. 327p.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de Produção**: A produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999. 180p.

