



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE  
SERGIPE**

**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ALAINE FERREIRA SANTOS**

**ESTUDO PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TROCA  
DE TÍTULO ATRAVÉS DA REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP  
DE MÁQUINAS: Estudo de caso em uma Indústria Têxtil.**

**ARACAJU-SE**

**2012.2**

**ALAINE FERREIRA SANTOS**

**ESTUDO PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TROCA  
DE TÍTULO ATRAVÉS DA REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP  
DE MÁQUINAS: Estudo de caso em uma Indústria Têxtil.**

**Monografia apresentada ao curso de  
Engenharia de Produção da Faculdade  
e Administração de Negócios de  
Sergipe- FANESE, para a obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia de  
Produção.**

**Orientador: André Maciel Passos  
Gabillaud**

**Coordenador do Curso: Jerfferson  
Arlen Freitas**

**Aracaju-SE**

**2012.2**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Alaine Ferreira

Estudo para otimização do processo de troca de título através da redução de tempo setup de máquinas: estudo de caso em uma indústria têxtil/ Alaine Ferreira Santos. – 2012.

71f.

Monografia (Graduação) – Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe, 2012.

Orientação: Prof. Me. André Maciel Passos Gabillaud

1. Produtividade 2. Tempos e movimentos 3. Ferramenta  
I. Título

CDU 658.562(813.7)

**ALAINE FERREIRA SANTOS**

**ESTUDO PARA A OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE TROCA  
DE TÍTULO ATRAVÉS DA REDUÇÃO DE TEMPO DE SETUP  
DE MÁQUINAS: Estudo de caso em uma Indústria Têxtil.**

Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, como elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2012.2.

---

**Prof. MSc. André Maciel Passos Gabillaud  
(Orientador)**

---

**Prof. MSc. Mário Celso Neves de Andrade  
1º Examinador**

---

**Prof. Dr. Fábio de Melo Resende  
2º Examinador**

Aprovado (a) com média: \_\_\_\_\_

Aracaju (SE), \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

**À minha família e amigos que sempre me apoiaram e ajudaram quando sempre precisei.**

## **AGRADECIMENTOS**

Expresso os meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas, sem as quais o presente trabalho não poderia ser concretizado:

A Deus, por ter iluminado a minha mente e por me dar forças quando pensei que não conseguiria concluir este trabalho.

Aos meus pais, irmãos, noivo e toda minha família por sempre acreditarem no meu sucesso e apoiarem as minhas escolhas.

Ao professor André Gabillaud pelas orientações, amizade e inspiração durante a elaboração desta monografia.

Ao meu supervisor de estágio Yukio Satake por sempre ter paciência ao ensinar e acreditar em minha capacidade.

A todos os professores da instituição de ensino Fanese, em especial a Helenice Garcia, Mário Celso e Kleber Souza que foram tão importantes ao longo da minha graduação.

Aos amigos que me incentivaram a persistir em busca do sonho da graduação, que logo se concretizará.

Obrigado a todos pelo carinho e apoio que me deram.

**“A satisfação reside no esforço,  
não no resultado obtido. O esforço total é  
a plena vitória”.**

**Mohandas Gandhi**

## RESUMO

A busca pelo aumento da produtividade dos sistemas de produção surgiu após a revolução industrial e desde esse tempo muitos estudos foram realizados com o objetivo de aperfeiçoar os processos de fabricação. As análises dos tempos e movimentos como também a aplicação da troca rápida de ferramentas, são estudos essenciais para a conquista de sistemas mais produtivos e otimizados. O presente trabalho visa utilizar essas ferramentas para identificar possíveis atividades improdutivas realizadas durante o processo de troca de título e sugerir a organização maneiras para eliminar essas tarefas. Para a execução deste trabalho, foram realizadas pesquisas *in loco* através da observação do processo de troca de título das máquinas da seção de Autocoros com o intuito de identificar os principais problemas ocorridos durante o processo em estudo. O resultado do tempo padrão obtido (4,32 horas) foi atribuído ao excesso de movimentação e localização de material durante a troca de título, que torna a atividade mais longa. Como forma de solução para os problemas encontrados, foram sugeridas propostas relacionadas à transformação de tempos de *setups* internos em externos e a organização do local de trabalho. Estas sugestões objetivam a melhoria do processo analisado quanto ao tempo padrão de execução da atividade.

**Palavra-chave:** Produtividade. Tempos e movimentos. Troca rápida de ferramentas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Sistema de produção .....	18
Figura 02 - Processadores de transformações e as propriedades modificadas	19
Figura 03 - Características da maioria dos <i>outputs</i> .....	20
Figura 04 - Fluxograma da produção têxtil .....	22
Figura 05 - Tecnologias têxteis .....	23
Figura 06 - Autocoro 312 .....	24
Figura 07 - Influência da Produtividade.....	26
Figura 08 - Influência da qualidade na produtividade .....	27
Figura 09 - Benefícios da redução de desperdícios .....	36
Figura 10 - Etapas do tempo de <i>setup</i> .....	37
Figura 11 - Fluxograma da produção de fios .....	43
Figura 12 - Fluxograma do processo de troca de Ne .....	46
Figura 13 - Máquina Autocoro 312.....	49

**LISTA DE QUADROS**

<b>Quadro 01 - Simbologia das operações .....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 02 - Movimentação segundo os princípios da economia de movimentos .....</b>	<b>30</b>
<b>Quadro 03 - Valores determinados para a tolerância T .....</b>	<b>33</b>
<b>Quadro 04 - Benefícios adquiridos pelo uso da TRF .....</b>	<b>40</b>
<b>Quadro 05 - Diagrama do processo de troca de título .....</b>	<b>47</b>
<b>Quadro 06 - Material utilizado durante a troca de título.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01- Operações de <i>setup</i>.....</b>	<b>38</b>
<b>Tabela 02- Estágios da TRF.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabela 03 - Dados para o cálculo do número de ciclos .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabela 04 - Tempo padrão da operação de troca de título .....</b>	<b>51</b>
<b>Tabela 05 - Identificação dos tipos de <i>setups</i> do processo de troca de título ..</b>	<b>52</b>
<b>Tabela 06 - Percentual definido por Shingo versus percentual da realização da tarefa .....</b>	<b>52</b>
<b>Tabela 07 - Atividades realizadas com a máquina parada.....</b>	<b>53</b>
<b>Tabela 08 - Atividades realizadas com a máquina em funcionamento.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabela 09 - Atividades a serem executadas durante a finalização da produção anterior .....</b>	<b>58</b>
<b>Tabela 10 - Possível tempo padrão para atividade de troca de título .....</b>	<b>58</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 01 - Tarefas realizadas com a máquina parada versus tarefas realizadas com a máquina em funcionamento .....</b>	<b>54</b>
<b>Gráfico 02 - Número de dias previstos versus número de dias real.....</b>	<b>55</b>
<b>Gráfico 03- Tempo padrão versus possível tempo padrão depois das sugestões de melhorias .....</b>	<b>58</b>

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE QUADROS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1. Situação problema.....	15
1.2. Objetivo geral.....	15
1.3. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificativa.....	15
1.5. Caracterização da organização.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1. Sistemas de produção.....	18
2.1.1. Elementos de um sistema.....	18
2.1.2. Tipos de sistemas de produção.....	21
2.1.3. Sistema de produção têxtil.....	22
2.2. Produtividade.....	24
2.2.1. Tipos de produtividade.....	25
2.2.2. Administração da produtividade e seus benefícios.....	25
2.3. Diagrama do processo.....	27
2.4. Estudo do trabalho.....	28
2.4.1. Estudo de movimentos.....	29
2.4.1.1. Princípios de economia.....	29
2.4.2. Estudo de tempos.....	31
2.4.2.1. Classificação dos tempos.....	32
2.4.2.2. Determinações dos tempos.....	32
2.4.2.3. Número de ciclos a serem cronometrados.....	34
2.5. <i>Lean Manufacturing</i> .....	34
2.6. Tempo de <i>setup</i> .....	37
2.6.1. Tipos de <i>setups</i> .....	38
2.7. Troca rápida de ferramenta (TRF).....	38
3. METODOLOGIA.....	41
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	43
4.1. Etapas do sistema de produção de uma indústria têxtil.....	43
4.1.1. Depósito de matéria-prima.....	44
4.1.2. Linha de abertura.....	44

4.1.3. Cardagem.....	44
4.1.4. Passadores .....	44
4.1.5. Fiação .....	45
4.1.6. Retorção.....	45
4.1.7. Embalagem .....	45
4.1.8. Expedição .....	45
4.2. Processo de troca de título .....	46
4.2.1. Diagrama do processo de troca de título .....	47
4.3. Material e equipamentos utilizados no processo de troca de título .....	48
4.4. Obtenção do tempo padrão do processo de troca de título.....	49
4.5. Análise dos tempos de <i>setups</i> conforme Shingo .....	51
4.6. Análise da realização da troca de título .....	53
4.7. Entregas dos Produtos.....	54
4.8. Sugestões de melhorias .....	56
4.8.1. Eliminação de atividades que exigem a busca e movimentação de materiais .....	56
4.8.2. Conversão de <i>setups</i> internos em externos .....	57
4.8.3. Sensibilização da diretoria .....	59
5. CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	61
APÊNDICES .....	63
ANEXOS .....	69

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado da indústria têxtil encontra-se cada vez mais competitivo nos cenários nacional e internacional e, para a permanência neste quadro, as organizações buscam utilizar da forma mais produtiva os seus recursos. Diante desse contexto, as indústrias precisam adaptar seus processos para atender os desejos de seus clientes, que se tornam cada vez mais exigentes quanto a critérios de desempenho relacionados a prazo de entrega e à qualidade final dos produtos.

Para atender à grande variabilidade de produtos demandados pelo segmento têxtil, as indústrias precisam preparar o seu maquinário com ajustes de ferramentas e novos parâmetros de produção. O tempo de duração para a realização desses ajustes é denominado tempo de *setup* e, em muitos casos, é preciso minimizá-lo com o objetivo de evitar a perda de produtividade e reduzir os tamanhos dos lotes produzidos.

A necessidade de flexibilização dos processos produtivos atualmente é fator decisivo para a competitividade entre mercados e, por isso, as indústrias sempre estão à procura de projetos de trabalho que contribuam com o melhor método, o melhor movimento, a melhor alocação de materiais e a melhor área utilizada para garantir a gestão da produção e evitar perdas durante o processo.

Em busca dessa otimização, o estudo de tempos e movimentos e a metodologia da troca rápida de ferramentas apresentam-se como alternativas para a identificação de atividades que podem ser desenvolvidas durante o funcionamento da máquina (*setups* internos), o que evita a parada das mesmas para a realização dessas tarefas (*setups* externos), possibilitando a transformação de atividades improdutivas em produtivas.

Diante destes aspectos, o presente trabalho visa utilizar os conceitos dos estudos de tempos e movimentos e da troca rápida de ferramentas para avaliar o processo de troca de título das máquinas da seção de Autcoros e demonstrar que a prática de simples ações pode proporcionar melhoria aos processos produtivos que não acarretam custos para a organização.

### 1.1. Situação problema

Devido à alta concorrência apresentada no segmento têxtil as organizações precisam adaptar os seus processos em tempo hábil para atender as demandas por novos produtos e garantir a sua entrega com alta qualidade. Neste trabalho estas adaptações são chamadas de "troca de título" e de acordo com o cenário apresentado, a organização em análise possui a seguinte situação problematizadora: **Como otimizar o processo de troca de título utilizando práticas de gestão simples que não acarretam custos a atividade analisada?**

### 1.2. Objetivo geral

Analisar a aplicabilidade do estudo de tempos e movimentos e a troca rápida de ferramentas como alternativa para a otimização do processo de troca de título de uma indústria têxtil.

### 1.3. Objetivos específicos

- Mapear o processo de troca de título das máquinas da de Autocoro;
- Descrever os tempos de *setup* internos e externos durante todo o processo de troca de título;
- Propor melhorias ao processo de troca de título.

### 1.4. Justificativa

Devido à variação da demanda de fios e à alta concorrência no segmento têxtil, às empresas procuram alternativas para evitar perdas em seus sistemas produtivos e garantir retornos financeiros. Com o intuito de atender a essas perspectivas, as organizações buscam utilizar técnicas e ferramentas para a otimização dos seus processos produtivos. Assim, esse trabalho objetiva a utilização do estudo de tempos e movimentos e a troca rápida de ferramentas como meio para a análise da execução de tarefas e a redução de desperdício.

A elaboração deste trabalho também se justifica para suprir a necessidade identificada pela autora quanto à redução do tempo de *setup* do processo em estudo, devido o mesmo ser uma atividade necessária para produção de novos produtos e por em prática os conteúdos assimilados durante a graduação do curso de Engenharia de Produção, relacionados ao estudo de tempos e movimentos.

O trabalho também promove ao ramo têxtil conhecimento sobre a aplicação da troca rápida de ferramentas aos seus processos, pois, durante a etapa de fundamentação teórica deste trabalho, não foram encontrados estudos referentes à aplicação desta técnica às indústrias têxteis, fato que motivou a autora a prosseguir com o desenvolvimento desta pesquisa.

### **1.5. Caracterização da organização**

A indústria em estudo situa-se no estado de Sergipe e atua no ramo têxtil desde 2002. A organização tem como ideologia fornecer fios de boa qualidade para tecelagens e malharias de todo o Brasil e, para isso, ela possui um setor exclusivo para testes de qualidade, a fim de garantir que os produtos da empresa atendam aos requisitos exigidos pelos clientes.

Desde sua fundação, a empresa possui estrutura totalmente familiar e hoje passa por momentos de reestruturação, devido à quebra de sociedade entre as famílias que gerenciavam a organização. Para se manter no segmento têxtil, tornaram-se necessárias algumas mudanças e, devido a essa reestruturação, o quadro de operários foi reduzido para 70 funcionários e uma equipe de consultoria externa.

A organização sempre está em busca de tecnologias para fornecer os melhores fios têxteis e se preocupa com aspectos sociais, não contaminando o meio ambiente através de práticas de reciclagem e vendas dos subprodutos gerados durante o processo de fiação, além de respeitar as normas que regulamentam o ramo de atuação, quanto a níveis de ruídos e descarte de resíduos.

As vendas da empresa são realizadas por um grupo de representantes que atuam em todo o Brasil. A empresa também possui um setor comercial, que é responsável por passar a disponibilidade de vendas de fios para os representantes. Depois de realizar as vendas, esse setor faz a programação de fios que é passada

ao setor de planejamento e controle de produção para execução desse planejamento.

A empresa fornece produtos para vários tipos de confecção de tecidos, produzindo fios com títulos desde o número 6 até número 36 (o fio mais fino fabricado na indústria em análise), que variam entre fios de tecelagem e malharia.

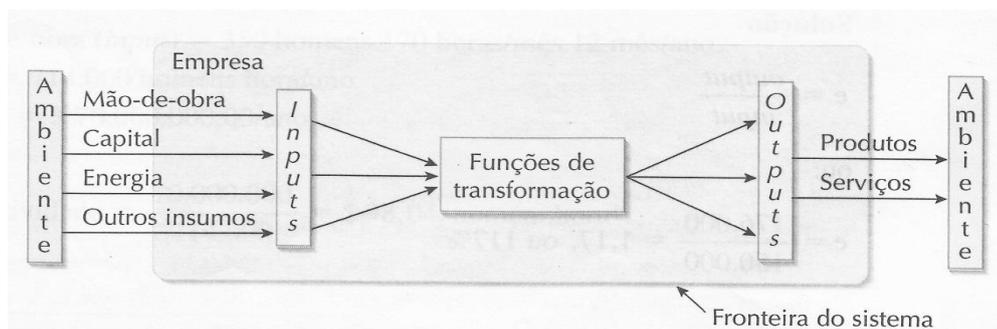
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com o propósito de analisar e aperfeiçoar uma operação do sistema produtivo de uma indústria têxtil para a produção de novos fios é indispensável o conceito teórico de temas relacionados à produção de produtos, produtividade, técnica de cronometragem e a troca rápida de ferramenta que visam reduzir o tempo de *setup* durante a mudança de processos.

### 2.1. Sistemas de produção

De acordo com Martins (2005, p. 11), sistema é a transformação de um conjunto de elementos inter-relacionados (*inputs*) em saídas (*outputs*), (Figura 01), e que se destina a atender um objetivo comum. O mesmo autor assegura que, para um sistema ser considerado como um sistema de produção o mesmo deve gerar como saída um bem manufaturado, a realização de um serviço ou um fluxo de informação.

**Figura 01 - Sistema de produção**



**Fonte: Martins (2005)**

#### 2.1.1. Elementos de um sistema

Analisando a Figura 01, percebe-se que um sistema é constituído de quatro elementos básicos: entradas, processos de transformação, ambientes (externo e interno) e saídas. Cada um desses elementos possui características distintas.

- a) Entradas ou insumos: são os recursos que serão transformados direta ou indiretamente.

Slack et al (2009, p. 37) afirma que os insumos utilizados em qualquer operação de transformação, inclusive a que se destina na produção de bens e serviços, podem ser divididos em recursos transformados e em recursos de transformação, e a diferença entre eles é que o primeiro sofre a mudança para ser convertido em *output*, e o segundo tipo é o agente da mudança para a geração de saídas que age sobre os recursos transformados.

- b) Processo de transformação: é o processamento dos insumos.

Sobre o processo de transformação, Slack et al (2009, 40) declara que os mesmos se relacionam ao tipo de saídas do sistema, e podem ser classificados em: processadores de material, processadores de informação ou processadores de consumidores. Muitos destes processos podem mudar as propriedades físicas, as propriedades informativas, a posse, a localização entre outras características dos insumos. A Figura 02 demonstra a relação entre os processadores de transformação e as características modificadas dos insumos.

**Figura 02- Processadores de transformações e as propriedades modificadas**

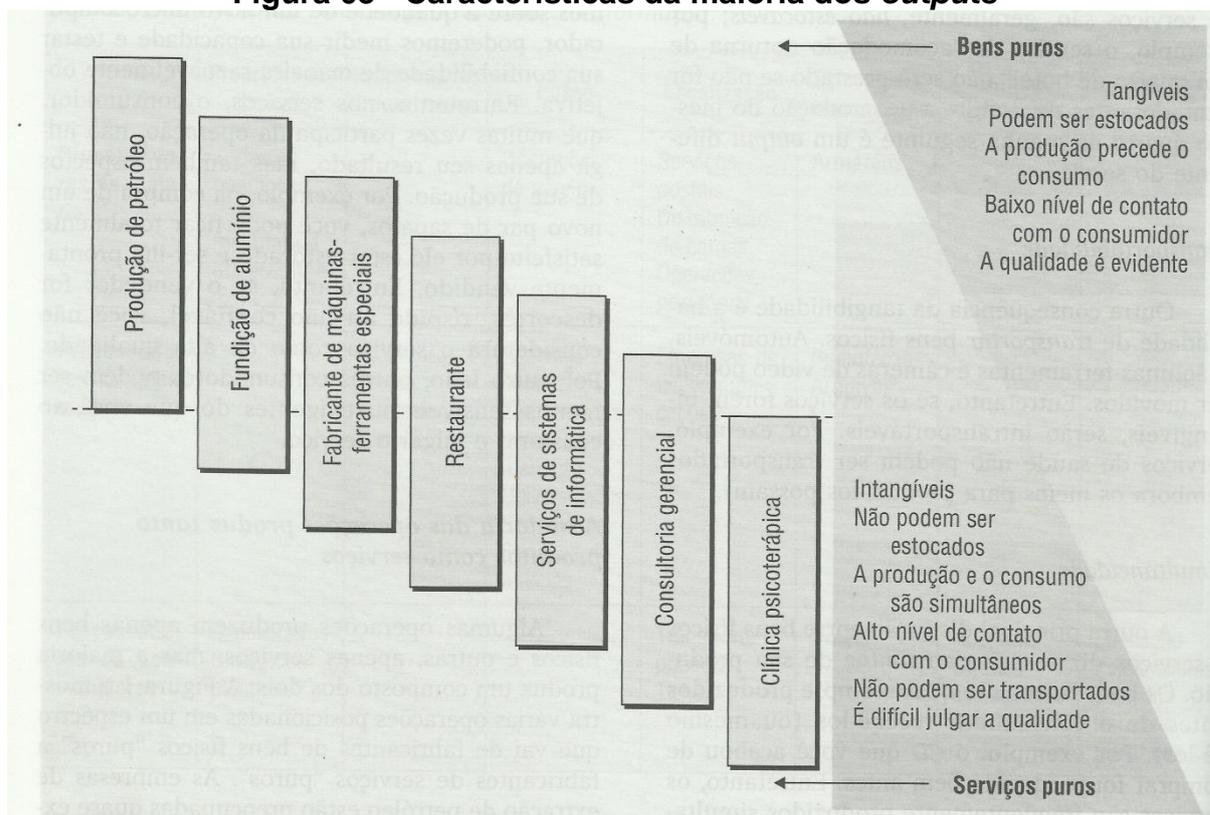
	Propriedades físicas	Propriedades informativas	Posse	Localização	Estocagem/acomodação	Estado fisiológico	Estado psicológico
<b>Processadores de materiais</b>	Todas as operações de manufatura Mineração e extração		Operações de varejo	Serviços postais Distribuição de cargas Operações portuárias	Armazéns		
<b>Processadores de informações</b>		Matriz de banco Contadores Arquitetos	Analistas financeiros Empresas de pesquisa de mercado Universidades Consultores Serviços de notícias	Empresas de telecomunicações	Bibliotecas Arquivos		
<b>Processadores de consumidores</b>	Cabeleireiros Cirurgias plásticas			Transporte público Táxis	Hotéis	Hospitais Outras assistências de saúde	Educação Psicanalistas Teatros Parques temáticos

**Fonte: Slack (2009, p. 40)**

- c) Saídas ou *outputs*: são os recursos transformados.

As saídas do sistema, para Slack et al (2009, p. 41), se resumem a bens e/ou serviços e possuem características importantes para o cliente (Figura 03), quanto à tangibilidade, estocabilidade, transportabilidade, qualidade, entre outras. Moreira (2009, p. 8), sobre os serviços, alega que não há uma transformação e sim uma criação, ele continua dizendo que os serviços dependem mais do conhecimento (*know-how*) e mão-de-obra, do que de equipamentos.

**Figura 03 - Características da maioria dos outputs**



Fonte: Slack (2009)

d) Ambiente: é a delimitação do sistema e suas influências.

Moreira (2009, p. 8) ainda afirma que o sistema produtivo sofre influências dos ambientes internos e externos. No ambiente interno, os setores da empresa como o de Marketing, o de Finanças, o de RH e outros, impactam o sistema, pois qualquer tomada de decisão nestas áreas afeta o seu desempenho, seja positiva ou negativamente. Como exemplos de fatores externos podem ser citados: o governo, outras empresas, a economia e o avanço tecnológico; os mesmos sempre influenciam o sistema produtivo, que deve ser adequado para atender aos novos desejos dessa esfera.

### 2.1.2. Tipos de sistemas de produção

Para Moreira (2009, p. 9-10), existem dois tipos de classificação de sistemas de produção: a tradicional e a cruzada de Schroeder, que possuem diferentes características. Na classificação tradicional, existem ainda três subdivisões: sistema de produção contínua, sistema de produção por fluxo intermitente e o sistema de produção para grandes projetos, sem repetição.

- a) Sistemas de produção contínuos: Também conhecidos como produção de fluxo em linha, se caracterizam pelos produtos altamente padronizados, pela alta eficiência do sistema produtivo (devido ao grande número de máquinas no sistema), alta inflexibilidade e grande volume de produção. Fazem parte desses sistemas a produção contínua propriamente dita e a produção em massa.
- b) Sistemas de fluxos intermitentes ou por lote: a produção é feita em lotes e por isso, há flexibilidade da produção, já que há mudança de produção. Nesses sistemas de produção, também é encontrada a produção por encomenda.
- c) Sistemas de produção por grandes projetos: não existe um fluxo do processo, devido às características dos projetos serem únicas e com tempo de finalização determinado. Esses sistemas de produção apresentam altos custos.

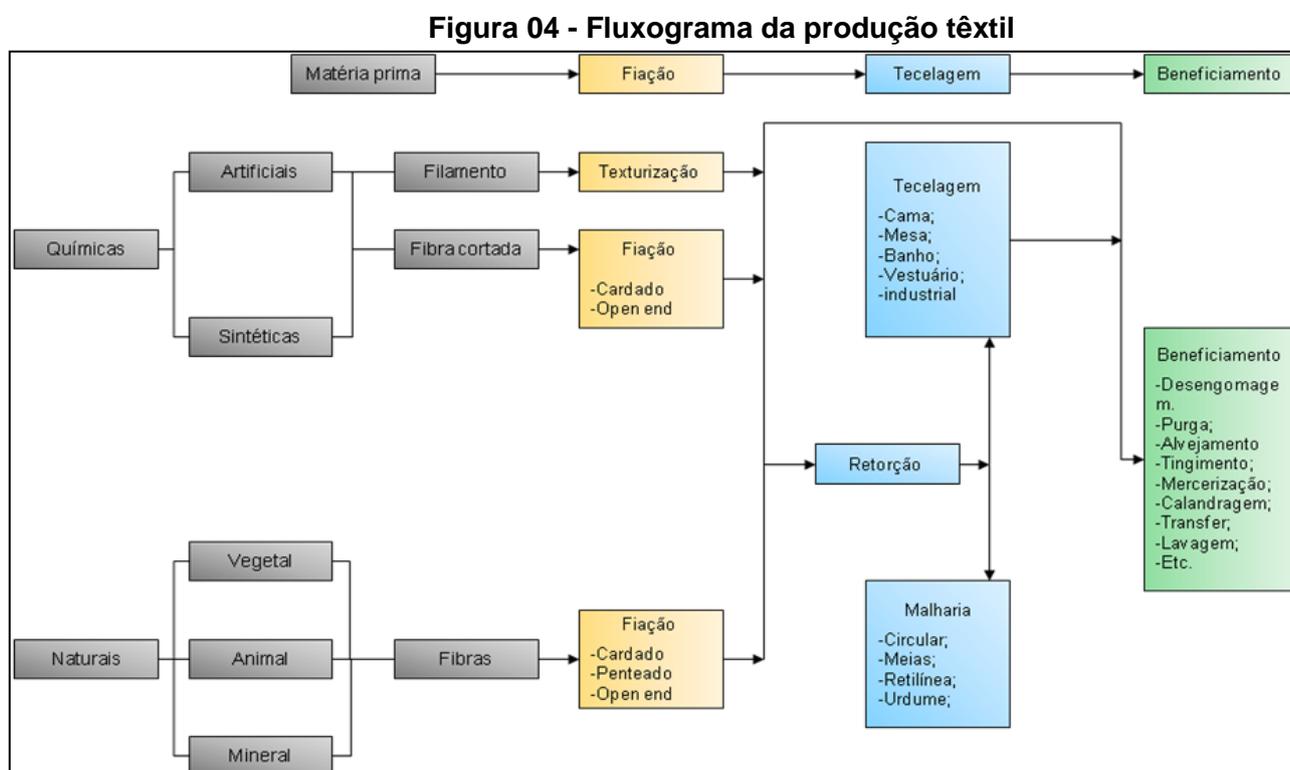
Sobre a classificação cruzada de Schroeder, Moreira (2009, p.11) declara que para este tipo de classificação são consideradas duas dimensões (diferentemente da classificação tradicional, que considera apenas o tipo de fluxo), associadas ao sistema de produção, sendo elas: o tipo de fluxo do produto e o tipo de atendimento ao cliente.

Quanto aos tipos de atendimentos, os sistemas são orientados para estoques ou para encomendas e possuem determinadas características. Os sistemas orientados para estoque são caracterizados pela estocagem da produção antes da demanda pelo produto; esses sistemas oferecem rápido atendimento e baixo custo,

porém a sua flexibilidade é reduzida. Já nos sistemas orientados para encomenda, a produção é ligada a um cliente em particular e os seus desejos como o preço e prazo de entrega são negociados.

### 2.1.3. Sistema de produção têxtil

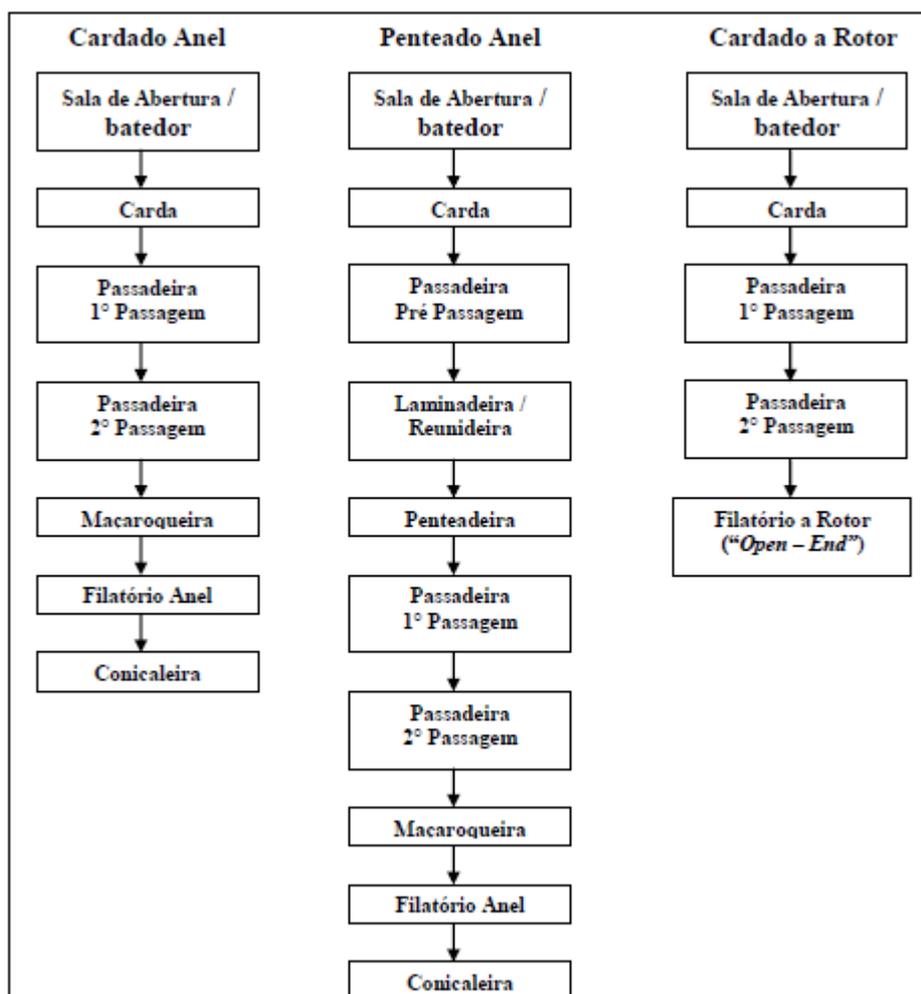
Segundo Iemi apud Neto e Gusmão (2008, p. 6), a indústria têxtil pode ser dividida em três segmentos: o de fibras, o de manufatura têxtil e o de confecção. A cadeia produtiva têxtil se inicia no segmento de fibras que se destina à produção da matéria prima que pode ser classificada em: química ou natural. Estas fibras serão utilizadas no processo de manufatura (fiação) para a produção dos fios têxteis. Após esse processo, os mesmos são encaminhados para as confecções (tecelagens e malharias) que irão transformar esses fios em malhas ou tecidos para a produção de vestuário. A última etapa da cadeia produtiva têxtil é o beneficiamento das malhas ou tecidos, que poderão receber tingimento, lavagem, entres outros. A Figura 04 demonstra a cadeia de produção têxtil.



Fonte: Adaptado de Lobos apud Neto e Gusmão (2008, p. 7)

O processo de fiação, segundo Antonelli apud Souza (2009, p. 26), é a transformação de fibras individuais (geralmente algodão vegetal), com estado não ordenado, em fios têxteis (produto linear, ordenado e de comprimento grande). Essa transformação é obtida através de máquinas adequadas. O mesmo autor afirma que atualmente as tecnologias utilizadas nas indústrias têxteis são: a fiação *open-end* e a fiação convencional (cardado a anel ou penteado a anel). A escolha entre esses tipos de tecnologia está diretamente relacionada ao tipo e a qualidade do fio. A Figura 05 demonstra as diferenças entre esses tipos de tecnologia.

**Figura 05 - Tecnologias têxteis**



Fonte: Souza (2009, p. 27)

O que diferencia os sistemas cardado a anel do cardado a rotor é a presença da máquina conhecida como *Open-End* ou Autocoro, que transforma a fita recebida

das passadeiras, diretamente em fio, eliminando a necessidade de maçarqueira e conicaleiras do sistema produtivo (Figura 06).

**Figura 06 – Autocoro 312**



**Fonte: Cocamar Cooperativa Agroindustrial apud Souza (2009, p. 32)**

Existem vários tipos de sistemas de produção e para as organizações o melhor tipo de sistema é o que apresenta melhor índice de produtividade e que se adequa ao tipo de produção desejada.

## **2.2. Produtividade**

Martins (2005, p. 13) e Krajewski (2009) definem o termo produtividade como a relação entre o que foi produzido e os recursos necessários para esta produção. A produtividade está relacionada com o aproveitamento significativo ou não dos recursos durante o processo produtivo, pois dependendo da forma como estes processos são geridos, os mesmos podem atingir níveis satisfatórios ou não de produtividade (Moreira, 2009, p.606).

Segundo Corrêa (2008, p. 171), a eficiência de um sistema pode ser avaliada pela produtividade, porém Stenvenson (2001, p. 28) adverte que não se devem confundir essas duas medidas, devido ao conceito de eficiência ser mais limitado que o de produtividade. O mesmo autor ainda afirma que, a eficiência é a máxima

extração obtida de um conjunto de recursos e é dada em percentual; já a produtividade trata da utilização eficaz dos recursos globais do sistema em estudo.

### **2.2.1. Tipos de produtividade**

Martins (2005, p. 13-14) classifica a medida de produtividade em duas: parcial e total onde a primeira destina-se a mensurar a relação entre o que foi produzido e o consumido de um dos recursos utilizados, e a segunda relaciona o *output* total e todos os fatores de entradas. Assim, todos os impactos de todos os fatores de entrada serão divididos nos resultados.

A produtividade pode assumir vários significados, a depender de quem a esteja definindo, e segundo Contador (2004, p. 120-122), para os sistemas produtivos, a medida da produtividade pode ser expressa em três níveis: na operação, na fábrica e na empresa.

A produtividade na operação é medida em relação ao trabalho dos operários ou de máquinas; na fábrica a medida de produtividade se dá pela relação entre o resultado da produção e o total de cada recurso produtivo utilizado. Este tipo de produtividade pode ser influenciada pelos índices de resíduos e de retrabalho devido os mesmos não serem considerados como produção. Na empresa, entende-se como produtividade a razão entre o seu faturamento e os seus custos.

### **2.2.2. Administração da produtividade e seus benefícios**

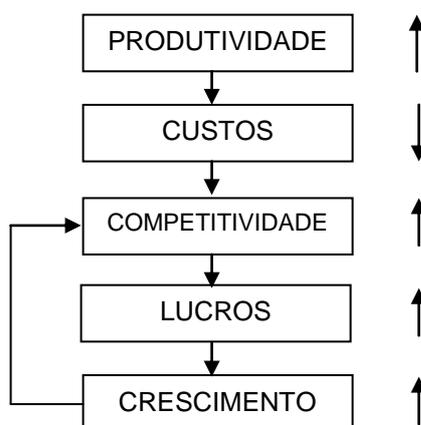
Alcançar níveis satisfatórios de produtividade é o desejo de qualquer organização e desde o início do século XIX iniciaram-se estudos para a correta administração dos recursos, com o intuito de alcançar esses níveis (Moreira, 2009, p. 605).

Stenvenson (2001, p. 27), afirma que o método, o capital, a qualidade, a tecnologia e a gestão são fatores importantes que influenciam a produtividade dos sistemas. E para Contador (2004, p. 123) existem duas formas de se aumentar a produtividade: através do capital (aquisição de máquinas e equipamentos) ou através do trabalho (por meio das técnicas de estudos de métodos de trabalho que aumentem a eficiência do operador).

O aumento da produtividade de acordo com Stevenson (2001, p. 28) pode ser adquirido a partir das seguintes práticas: criação de índices de produtividade para se ter uma gestão e controle; definição das operações mais críticas (atividades consideradas como *gargalos*<sup>1</sup> para a produção); desenvolvimento de novos métodos de trabalho; estabelecimentos de metas razoáveis de melhoria; definição de incentivos para o aumento da produtividade e a medição e divulgação das melhorias, para sensibilização.

Ainda para Contador (2004, p. 129), a produtividade é a chave do sucesso, pois a mesma permite que a organização seja competitiva e cita alguns benefícios para o sistema, advindos do aumento da produtividade: redução de preços devido à redução de custos; geração de emprego através do aumento da produção; e o aumento da lucratividade, entre outros (Figura 07).

**Figura 07 - Influência da Produtividade**



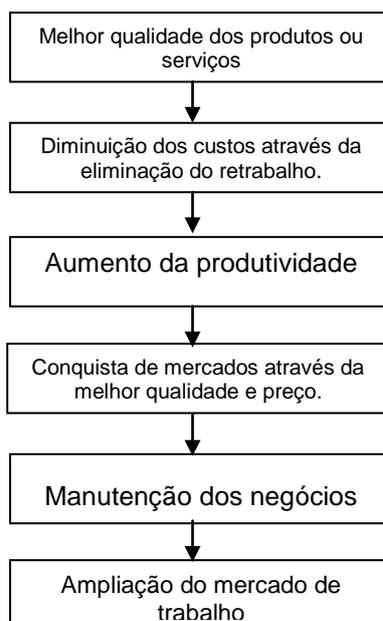
**Fonte: Adaptado de Moreira (2009, p. 606)**

Além dos benefícios citados acima, Moreira (2009, p. 607) afirma que não só a empresa ganha com o aumento da produtividade, como também dois outros beneficiários clássicos: a sociedade e os trabalhadores. De acordo com o mesmo autor, a sociedade ganha através da oferta de novos produtos e/ou serviços, já o trabalhador, através da melhoria das condições de trabalho.

<sup>1</sup> Segundo Martins (2005), gargalos são atividades ou equipamentos que limitam a capacidade de produção.

A produtividade também é afetada pela qualidade, formando o que Contador (2004) chama de binômio da qualidade e produtividade (Figura 08). Segundo o mesmo autor, é possível aumentar a qualidade e a produtividade de um sistema, sem aumentar diretamente os custos.

**Figura 08 - Influência da qualidade na produtividade**



**Fonte: Adaptado de Contador (2004)**

Para Moreira (2009, p. 609) a importância fundamental para se administrar a produtividade é porque a mesma pode ser utilizada como ferramenta para a tomada de decisão, para se detectar problemas, para motivar e para comparar o desempenho entre unidades de uma mesma empresa.

Por apresentar grande importância para as organizações, existem várias ferramentas para o gerenciamento dos sistemas de produção, que são utilizadas com o intuito da maximização da produtividade. O fluxograma do processo é uma delas, pois a sua utilização permite a melhoria dos sistemas produtivos, através da identificação dos tipos de eventos envolvidos durante a execução da tarefa.

### **2.3. Diagrama do processo**

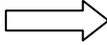
Esse diagrama é definido da seguinte maneira:

“Um diagrama de processo é um modo organizado de documentar todas as atividades executadas por uma pessoa ou grupo de pessoas em uma estação de trabalho, envolvendo clientes ou materiais” (KRAJEWSKI, 2009, p. 131).

Para Moreira (2009, p. 267) os diagramas de processos representam graficamente o que ocorre com o material ou conjunto de materiais e inclusive com as peças e subconjuntos de montagem durante o processo produtivo e, por isso, muitas vezes esses diagramas são denominados de fluxograma do material em processo ou diagrama de montagem.

Martins (2005, p. 99) classifica as principais atividades realizadas em processo industrial em: operação, inspeção, demora, transporte, armazenamento ou a combinação dessas atividades. Essas atividades são representadas por símbolos (Quadro 01).

**Quadro 01- Simbologia das operações**

Símbolo	Atividade	Definição
	Operação	Qualquer transformação realizada sobre o material.
	Inspeção	Verificação de uma variável ou atributo do material.
	Demora	Retenção não intencional do material dentro do processo produtivo, seja para aguardar um transporte ou a operação seguinte.
	Transporte	Movimentação de material.
	Armazenamento	Retenção intencional do material para uso posterior

**Fonte: Adaptado de Martins (2005, p. 99)**

## 2.4. Estudo do trabalho

A busca pela melhor forma de realização do trabalho se iniciou após a revolução industrial, com o surgimento da administração científica, através dos estudos de Taylor, que visavam determinar procedimentos que permitissem aos operários maior produtividade e eliminação de movimentos desnecessários durante a realização da tarefa.

Dos estudos de Taylor surgiram dois campos, o primeiro chamado de método do trabalho, preocupa-se com a identificação de métodos e atividades do trabalho; o segundo, conhecido como medida do trabalho, preocupa-se com a medição do tempo para a execução do trabalho (Slack, 2009, p. 280).

#### **2.4.1. Estudo de movimentos**

Estudo iniciado por Frank Gilbreth, que tem o objetivo de estudar a movimentação do corpo humano durante a realização de uma tarefa (Moreira, 2009, p. 270). Peinado e Graeml (2007) afirma que a melhor forma de se otimizar o local de trabalho se dá através da melhoria e desenvolvimento de equipamentos que tornem o trabalho mais preciso em relação ao ajuste de máquinas, manuseio e movimentação de materiais.

Segundo Moreira (2009, p. 270), os objetivos de se realizar o estudo de movimentos são: eliminar movimentos desnecessários e estabelecer a melhor sequência de movimentos para que o funcionário possa atingir maior produtividade. Existem três técnicas que são utilizadas para a racionalização da movimentação, a saber: os princípios de economia dos movimentos; a análise de operações utilizando *therbligs*<sup>2</sup> e os diagramas do operador, porém o princípio de economia dos movimentos é a técnica mais utilizada.

##### **2.4.1.1. Princípios de economia**

Conforme Moreira (2009, p. 270-271), esses princípios visam à eliminação de movimentos desnecessários, reduzir a fadiga do operador, melhorar o arranjo físico do local e buscar o melhor desenho para ferramentas e equipamentos. Eles servem como uma lista de sugestão que ajuda a tornar os movimentos mais eficientes e são divididos em três categorias: uso do corpo humano; organização do local de trabalho e desenho de ferramentas, dispositivos e equipamentos (Quadro 02).

---

<sup>2</sup> Segundo Moreira (2009), *Therbligs* são movimentos elementares, pequenos e breves que são comuns a maioria das atividades.

**Quadro 02 - Movimentação segundo os princípios da economia de movimentos**

<b>Uso do corpo humano</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Ambas as mãos devem começar e terminar os movimentos ao mesmo tempo;</li> <li>2- Ambas as mãos não devem ficar ociosas ao mesmo tempo, exceto em períodos de descanso;</li> <li>3- Os movimentos dos braços devem ser feitos em direções simétricas e opostas ao mesmo tempo;</li> <li>4- Deixe para as mãos e o corpo os movimentos mais simples com os quais seja possível fazer o trabalho;</li> <li>5- Use a cinética onde for possível para ajudar o operador, mas reduza-a a um mínimo se ela exigir esforço muscular;</li> <li>6- Use movimentos contínuos e suaves das mãos em vez de movimentos em linha reta que envolvam mudanças bruscas de direção;</li> <li>7- Lembre que os movimentos balísticos são mais rápidos, mais fáceis e mais precisos que os movimentos controlados;</li> <li>8- Arranje o trabalho de forma a permitir o uso do ritmo natural tanto quanto possível;</li> <li>9- Conserve as fixações dos olhos tão próximas e tão poucas vezes quanto possível.</li> </ol>
<b>Organização do trabalho</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Conserve todas as ferramentas em um local fixo e definido;</li> <li>2- Conserve ferramentas, materiais e controle próximos do local de uso;</li> <li>3- Use alimentação de material por gravidade próxima ao ponto de uso;</li> <li>4- Use entregas por queda sempre que possível;</li> <li>5- Localize os materiais e as ferramentas de forma a melhor sequência de movimentos;</li> <li>6- Providencie boa iluminação, aquecimento e ventilação;</li> <li>7- Providencie um assento que permita boa postura para o operador.</li> </ol>
<b>Desenho de ferramentas, dispositivos e equipamentos</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1- Libere as mãos de todo o trabalho que possa ser feito com vantagem por algum acessório comandado pelo pé;</li> <li>2- Combine duas ou mais ferramentas sempre que possível;</li> <li>3- Preposicione ferramentas e materiais para reduzir os movimentos de busca, encontro e seleção tanto quando possível;</li> <li>4- Distribua a carga em cada dedo de acordo com a capacidade inerente dos dedos;</li> <li>5- Localize alavancas, barras, volantes manuais, de forma que o operador possa manipulá-los com mudanças mínimas na posição do corpo e com a máxima vantagem mecânica.</li> </ol>

**Fonte: Moreira (2009, p. 271)**

### 2.4.2. Estudo de tempos

De acordo com Côrrea (2008, p. 365), o estudo de tempos é um método que se destina à obtenção do tempo padrão de trabalho, através da cronometragem do trabalho de indivíduos devidamente treinados e em condições normais. Para Martins (2005, p. 84) e Barnes (1977, p. 272), as medidas de tempos padrões são importantes porque possibilitam a programação da produção, o fornecimento de dados para a determinação de custos padrões (custo estimado de uma unidade) e a análise do planejamento da capacidade.

A execução desse método se dá através dos cinco passos listados abaixo, (Côrrea, 2008, p. 365):

- a) Definição da tarefa a ser estudada, identificando o seu início e fim;
- b) Divisão da tarefa em elementos, que também deverão possuir início e fim bem determinados, para tornar a cronometragem possível;
- c) Cronometrar os elementos realizados por um trabalhador treinado, e caso haja evento especial durante a cronometragem (como falha, quebra de ferramentas, etc.), este deverá ser descontado;
- d) Determinar o tamanho da amostra para que se tenha um valor de tempo o mais real possível, afim de o mesmo ser o mais próximo da média dos valores de tempos;
- e) Estabelecer padrões fazendo correções nos valores através do fator de ritmo.

Conforme Moreira (2009, p. 272) existem quatro maneiras de se determinar o tempo padrão de uma operação: realização da cronometragem, através de tempos históricos, através de dados padrões-predeterminados e através da amostragem do trabalho. Todas elas possuem vantagens e desvantagens na sua aplicação, mas dentre elas, a cronometragem é a mais utilizada.

Contador (2004, p. 139) declara que a cronometragem e a amostragem do trabalho são consideradas técnicas de observações diretas. Já os tempos predeterminados se referem à categoria de medida indireta do trabalho.

#### **2.4.2.1. Classificação dos tempos**

O tempo padrão (TP) é a referência para a medida do trabalho, porém, para a sua determinação é necessária à definição de outros dois tipos de tempos: o tempo normal (TN) e o tempo real (TR). Para Moreira (2009, p. 273), o tempo real é obtido através de cronometragem direta do operador em seu posto de trabalho e pode variar de operador para operador, e também para o mesmo operador em ocasiões distintas. É necessário um número de medidas suficientes para se obter um valor médio do tempo real, com certo grau de confiança.

Ainda de acordo com o mesmo autor, o tempo normal é o tempo que o operador leva para executar determinada tarefa, à velocidade normal. Essa velocidade normal é considerada como a velocidade obtida e mantida por um operador de eficiência média em um dia normal de trabalho que não possui fadiga indevida.

Moreira (2009, p. 273) ressalta que devido a essa velocidade normal ser considerada para trabalhadores com eficiência mediana e corresponder a 100%, os trabalhadores com eficiência acima da média terão velocidades normais acima de 100% e, conseqüentemente, os trabalhadores com eficiência abaixo da média terão velocidades normais abaixo de 100%.

Depois da definição destes dois tempos, define-se o tempo padrão como o tempo para a realização de uma operação, descontando-se as interrupções e as condições especiais, ou seja, o tempo padrão equivale ao tempo normal acrescentado de um percentual que corresponde à fadiga e às demoras inevitáveis que não dependem do operador (FT) (Moreira, 2009, p. 274).

#### **2.4.2.2. Determinações dos tempos**

Depois de coletar o tempo de realização da operação (TR) e definir a velocidade ou eficiência (EF) do operador, o próximo passo é definir o tempo normal

(TN) (Equação 01), após a obtenção desse tempo deve-se encontrar o fator de tolerância (FT) (Equação 02), que é utilizado para levar em conta as condições particulares (T) em que a operação é realizada (como iluminação do ambiente, ruídos, atividade monótona e etc.), os valores destas condições são apresentados no quadro 03. Depois que são adicionados esses fatores ao tempo normal o mesmo passará a ser denominado de tempo padrão (TP) (Equação 03).

$$TN = TR * EF/100 \quad \text{Equação (01)}$$

$$FT = 100 + T \quad \text{Equação (02)}$$

$$TP = TN * FT/100 \quad \text{Equação (03)}$$

**Quadro 03 - Valores determinados para a tolerância T**

<b>I. Tolerâncias Constantes</b>	<b>Porcentagem</b>
1. Tempo Pessoal	5
2. Fadiga Básica	4
<b>II. Tolerâncias Variáveis</b>	
1. Posição anormal de trabalho	
a. Curvado	2
b. Deitado, esticado	7
2. Uso de força muscular (erguer,empurrar,puxar)	
Peso erguido em libras	
5	0
10	1
15	2
20	3
25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
3. Iluminação	
a. Abaixo do recomendado	2
b. Bastante Inadequada	5
4. Nível de Ruído	
a. Intermitente e alto	2
b. Intermitente e muito alto	5
5. Monotonia	
a. Pequena	0
b. Média	1
c. Alta	4

Fonte: Moreira (2009, p. 275)

### 2.4.2.3. Número de ciclos a serem cronometrados

Para Moreira (2009, p. 276), ciclo é o conjunto de elementos que constituem uma tarefa e a sua medida depende de três fatores: a variabilidade dos tempos, a precisão desejada e o nível de confiança sobre a medida. O mesmo autor ainda confirma que, quanto maiores forem isoladamente ou em conjunto o nível de confiança, a precisão desejada e a variabilidade das medidas, maior será o número de medidas necessárias para compor a amostra.

Moreira (2009, p. 276) afirma que o número de ciclos pode ser obtido através de duas maneiras: pelo grau de segurança do analista em determinar se o número de coleta é suficiente e através de fórmula matemática (Equação 04).

$$N = [(100 \cdot z \cdot s) / (a \cdot x)]^2 \quad \text{Equação (04)}$$

Onde: **N** corresponde ao número de ciclos; **z** corresponde ao nível de confiança determinado diretamente da tabela de curva normal padronizada; **s** é o desvio padrão da amostra de medidas; **a** corresponde à precisão final desejada e **x** é a média da amostra de medidas.

Depois de calculada a média e o desvio padrão deve-se calcular o coeficiente de variação (**s/x**) e o elemento que apresentar o maior coeficiente será utilizado para determinar o número de ciclos, Moreira (2009, p. 277).

## 2.5. *Lean Manufacturing*

De acordo com Dennis (2008), o *Lean Manufacturing*, também conhecido como Sistema Toyota de Produção, é um sistema que foi desenvolvido por Taiichi Ohno na década de 50, que visa identificar e eliminar os desperdícios ao longo do processo produtivo, a fim de reduzir os custos, aumentar a qualidade dos produtos e garantir a sua entrega dentro do prazo estabelecido. A base do sistema *lean* é a exclusão de *mudas* (desperdícios) que não agregam valor ao produto e que não possuem valor para o cliente, afirma Werkema (2006).

O sistema *lean* se diferencia de outros sistemas por apresentar a seguinte característica: equipes de trabalho flexíveis e motivadas, que estão sempre à

procura de um “jeito melhor”, (Dennis, 2008). O mesmo autor classifica os principais tipos de desperdícios que afetam os sistemas produtivos em: movimento, espera, transporte, correção, excesso de processamento, excesso de produção e conhecimento sem ligação.

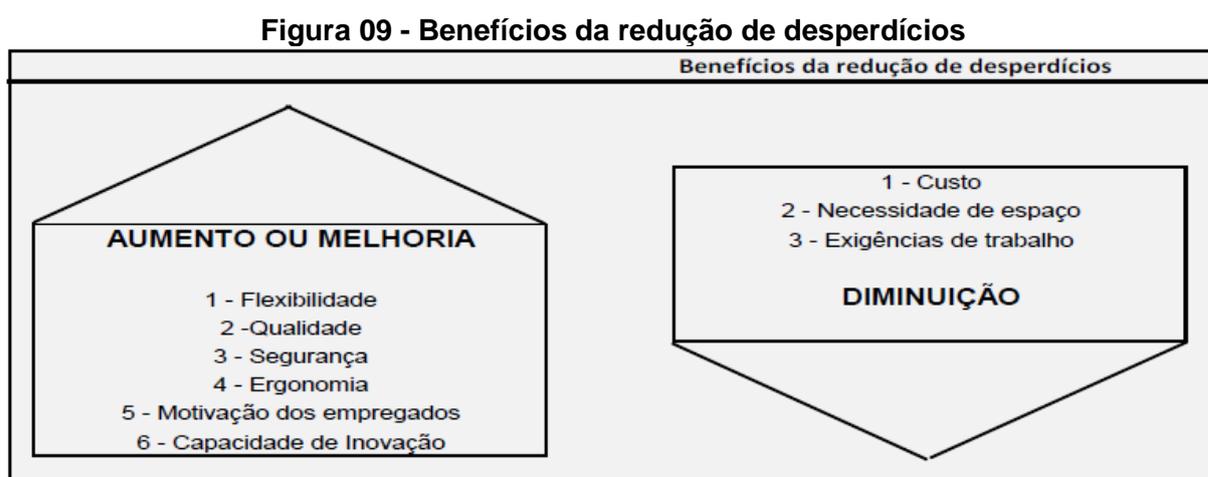
- a) Movimento: é a atividade de buscar, caminhar ou alcançar algo necessário para dar continuidade ao processo e é dividido em dois tipos de movimentos: humano ou mecânico. O movimento humano se relaciona à ergonomia do local e sempre afeta a produtividade do trabalhador; já o mecânico está relacionado com a busca de componentes mecânicos.
- b) Espera: esse desperdício ocorre quando o trabalhador precisa esperar a entrega do material ou o processamento de uma peça, e sempre aumenta o *lead time* (tempo entre o pedido do cliente e a sua entrega) do processo.
- c) Transporte: ocorre toda vez que é necessário deslocar objetos de um local para outro. Este desperdício é agravado devido ao *layout*<sup>3</sup> ineficiente, equipamentos grandes ou pela produção de lotes grandes.
- d) Correção: acontece quando é necessário o conserto de produtos com defeitos. Este desperdício está relacionado a todo material, tempo e energia envolvidos na produção e conserto.
- e) Excesso de processamento: esse tipo de desperdício é ocasionado toda vez que se produz mais do que o cliente pede. Um dos fatores geradores dessa muda é a necessidade de se atingir metas de produção; a empresa acaba esquecendo-se do desejo do cliente.
- f) Estoque: relacionado à manutenção de matéria-prima e peças, desnecessariamente. Sempre ocorre quando a organização não está ligada a um sistema de produção puxado.

---

<sup>3</sup> “Termo em inglês que significa desenho da distribuição física de equipamentos, estoques, escritórios entre outros”. (MARTINS, 2005, p. 136)

- g) Excesso de produção: para Taiichi Ohno, o excesso de produção é o mal de toda manufatura e significa produzir coisas que não serão vendidas. Esta muda se relaciona a outros tipos de desperdícios como movimento, espera, transporte, correção e estoque. Ele também relaciona os principais custos desse tipo de muda: aumento do número de trabalhadores e máquinas, aumento de produtos, excesso do uso de recursos naturais, etc.
- h) Conhecimento sem ligação: ocorre pela falta de comunicação entre os setores de uma empresa ou entre a empresa e seus clientes e fornecedores. Esse desperdício inibe o fluxo de conhecimento, ideias e criatividade, e pode resultar na produção de produtos que não satisfazem os desejos dos clientes.

Werkema (2006) lista os principais benefícios oriundos da eliminação de desperdícios (Figura 9). Porém a eliminação desses desperdícios não é uma tarefa fácil e é necessária a utilização das várias ferramentas do *Lean Manufacturing* como: *Kanban*, sistema 5S, TPM (*Total Productive Maintenance*), fluxo contínuo, *Jidoka*<sup>4</sup> e TRF (Troca Rápida de Ferramenta) (Dennis, 2008).



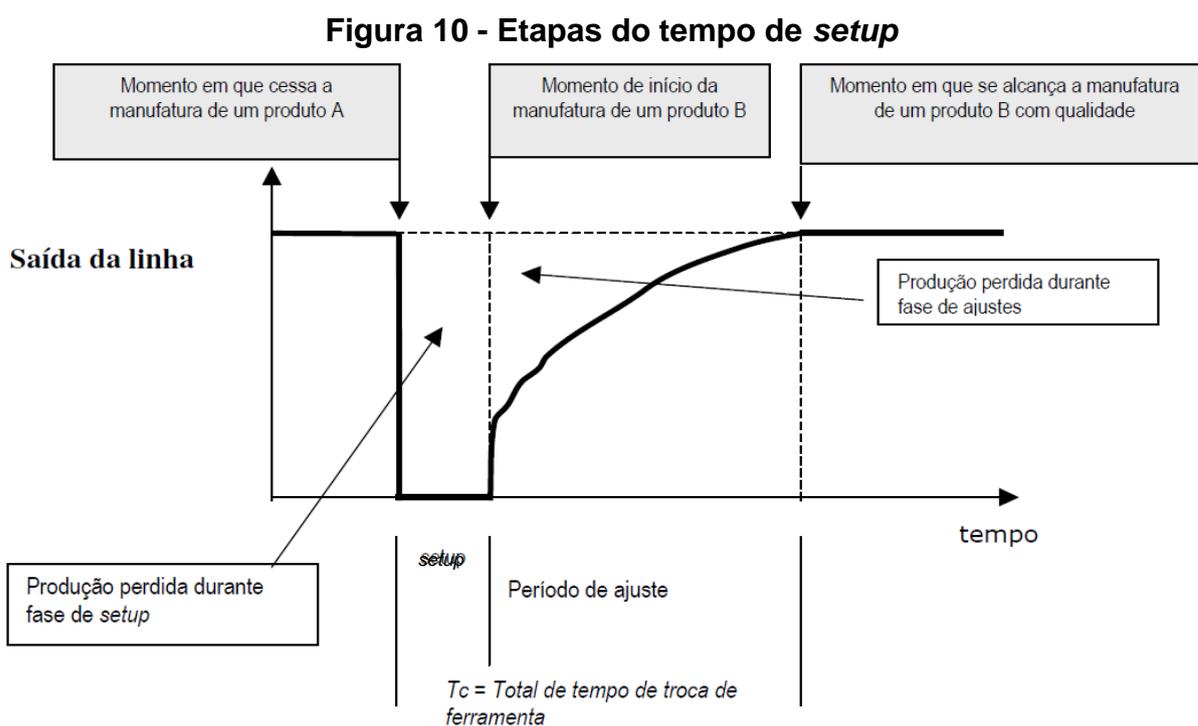
**Fonte: Werkema apud Ribeiro (2010, p. 16)**

<sup>4</sup> Segundo Baudin apud Martins (2009, p.13) *Jidoka* é um termo japonês que é traduzido como autonomia e significa automação com um toque humano. Para Slack et al (2002, p. 498) o termo *Jidoka* se refere a interface entre o operador e a máquina, ou seja, permite a operacionalização de máquinas por meio de mecanismos a prova de falhas.

## 2.6. Tempo de *setup*

Define-se como tempo de *setup* ou preparação a duração da troca de processo do final de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote (Slack, 2009).

Martins (2005, p. 88), identifica como tempo de *setup* o tempo gasto para a nova preparação dos equipamentos (ajustes, localização de material e ferramentas, entre outros) até a liberação da máquina. Neste tempo de espera, está incluso o *try-out*, (Figura 10), que é o tempo de produção das primeiras peças que irão definir se o equipamento pode ou não ser liberado e iniciar a produção. O mesmo autor ainda afirma que o *setup* pode ser observado como uma atividade acíclica, pois, essas atividades ocorrem toda vez que se inicia um novo lote de produtos.



Fonte: Culley et al apud Sugai (2005, p. 4)

Para Van Goubergen apud Conceição et al (2006, p. 2), a redução de tempos de *setups* promove melhorias ao sistema e, entre elas, são citadas: a flexibilidade, pois, através da redução de estoques reduz-se também o tamanho do lote produzido, permitindo a oferta de vários produtos; o aumento da capacidade

produtiva através da redução ou eliminação de *gargalos*; a redução de custos e o aumento da produtividade através da eliminação de tempo ocioso.

### 2.6.1. Tipos de *setups*

O tempo de *setup* pode ser classificado em *setup* interno e externo (Slack, 2009). A duração das atividades realizadas com a máquina em funcionamento é classificada como *setup* externo; já o tempo de realização de atividades enquanto a máquina está parada é classificado como *setup* interno.

Além dessas duas classificações os *setups* também podem ser divididos em quatro tipos, que possuem percentuais de duração definidos em relação ao tempo total de *setup* (Tabela 01).

**Tabela 01 - Operações de *setup***

<b>Operação</b>	<b>Proporção de Tempo</b>
Preparação, ajustes pós-processamento e verificação de matéria-prima, matrizes, guias, etc.	30%
Montagem e remoção das matrizes, etc.	05%
Centragem, dimensionamento e estabelecimento de outras condições.	15%
Corridas de testes e Ajustes	50%

**Fonte: Shingo apud Rangel et al (2010, p. 3)**

Após a definição dos tempos de *setup*, o próximo passo será a busca e implantação de métodos que permitam a redução desses tempos. A troca rápida de ferramentas surge como forma de otimização de processos que visa à eliminação ou conversão de atividades improdutivas, proporcionando aos sistemas de produção rápidas respostas às mudanças do mercado.

### 2.7. Troca rápida de ferramenta (TRF)

Através do pensamento *lean*, que visa produzir mais em menos tempo, utilizando menos recursos, menos espaço e o mínimo de esforços humanos, vários estudos foram desenvolvidos, sendo a TRF um deles (Dennis, 2008). A TRF é uma

teoria que foi desenvolvida por Shigeo Shingo na década de 70, cujo objetivo é a redução de tempos improdutivos através da otimização do tempo de *setup* (Tubino, 2009).

Shingo (2008) afirma que a aplicação da TRF é a melhor técnica para a redução desses tempos. Fagundes e Fogliatto apud Rangel et al (2010, p. 4), definem a TRF como uma metodologia que visa à redução dos tempos de preparação e o aumento da agilidade na realização de ajustes em equipamentos.

Durante seus estudos, Shingo concluiu que tempos de *setups* aceitáveis não poderiam ter mais do que um dígito de minuto e para que isso se tornasse realidade estabeleceu quatro estágios (Tabela 02). Esta metodologia, que ele nomeou de *Single Minute Exchange of Die (SMED)*, significa troca de ferramentas em apenas um minuto (Shingo apud Dionysio (2009, p. 5)).

**Tabela 02- Estágios da TRF**

<b>ESTÁGIOS</b>	<b>CONCEITO</b>
Estágio Inicial	Estudam-se detalhadamente as condições atuais de chão de fábrica através da cronometragem, amostragem, etc.
Estágio 1: Separando <i>Setup</i> Interno e Externo	Classificação das operações de <i>setup</i> em <i>setup</i> interno ou <i>setup</i> externo, ou seja, definem-se as atividades que são realizadas com a máquina parada ou com a máquina em funcionamento.
Estágio 2: Convertendo <i>Setup</i> Interno em Externo	Análise das atividades classificadas visando a conversão, se possível, das atividades de <i>setup</i> interno em atividades <i>setup</i> externo.
Estágio 3: Racionalizando todos os aspectos da operação de <i>setup</i>	Realizar esforços para a racionalização das operações de <i>setup</i> com o objetivo de reduzir o tempo de <i>setup</i> interno e de reduzir as falhas de <i>setup</i> externo.

**Fonte: Shingo apud Rangel et al (2010, p. 5)**

De acordo Shingo (2008) a aplicação da TRF promove outros benefícios além da redução do tempo de *setup* (Quadro 04).

**Quadro 04 - Benefícios adquiridos pelo uso da TRF**

Produção sem estoque	Pedidos de baixo volume e alta diversificação podem ser realizados em pequenos lotes devido ao tempo reduzido de <i>setup</i> , não gerando estoques.
Aumento das taxas de utilização de máquina e capacidade produtiva	Com a redução do tempo de <i>setup</i> , os índices de utilização da máquina e a produtividade aumentam.
Eliminação dos erros de <i>setup</i>	Com a eliminação de operações experimentais é reduzida a incidência de defeitos.
Qualidade melhorada	As condições operacionais são reguladas com antecedência melhorando a qualidade.
Maior segurança	Operações se tornam mais seguras devido à sua simplicidade.
<i>Housekeeping</i> <sup>5</sup> simplificado	O número de ferramentas necessárias é reduzido devido à padronização do <i>setup</i> .
Menores despesas	Aumenta a produtividade diminuindo o custo.
Preferência do operador	Devido à simplicidade e rapidez do <i>setup</i> , não há razões para evitá-la.
Menor exigência de qualificação	A simplicidade das operações de <i>setup</i> elimina a necessidade de mão-de-obra qualificada
Tempo de produção reduzido	Com a redução de tamanho do lote, reduz também o tempo que um lote inteiro espera para ser processado e o tempo que cada peça do lote espera para a conclusão do restante das peças do mesmo lote.
Aumento da flexibilidade de produção	Permite responder rapidamente a mudanças da demanda.
Eliminação de paradigmas conceituais	O aumento do número de <i>setup</i> não significa menor produtividade.

**Fonte: Shingo (apud Rangel et al, 2010, p.4)**

<sup>5</sup> “Termo em inglês que significa o próprio funcionário manter limpo e organizado o local de trabalho, a fim de que a produção não seja prejudicada pela falta de asseio, desorganização ou interrupção do trabalho à procura de objetos”. (MARTINS, 2005, p. 7)

### 3. METODOLOGIA

Nesta seção encontra-se a apresentação da metodologia adotada para a execução deste trabalho, ou seja, os métodos e procedimentos utilizados durante a pesquisa para a obtenção dos resultados desejados.

Este trabalho é um estudo de caso, aplicado a uma fábrica do ramo têxtil situada no estado de Sergipe, que visa à otimização da operação de troca de título<sup>6</sup> das máquinas da seção de Autocoros. Segundo Lakatos e Marconi (2008, p. 274), estudo de caso refere-se a uma técnica de coleta de dados sobre determinado caso ou grupo humano, sob todos os seus aspectos com maior profundidade, que geralmente é aplicado em pesquisas.

Esta pesquisa é de caráter exploratório e descritivo, pois ela objetiva a exploração dos conceitos e ideias referentes à aplicação da TRF e dos estudos de tempos e movimentos, para a identificação de fatores que influenciam no índice de aproveitamento do tempo de trabalho de máquinas; e descritiva por que expõe o funcionamento do processo de troca de título para a produção de novos fios.

Este estudo descreve o método utilizado para a obtenção de dados que definirão o percentual de *setups* internos e externo durante a realização da troca de título e foi realizado através da observação da execução da tarefa no local onde a mesma se realiza.

A coleta de dados para este trabalho se deu através da observação feita pela autora do trabalho dos funcionários durante a realização da tarefa. As observações foram anotadas em um formulário também elaborado pela autora da pesquisa (ver Apêndice A).

Esta pesquisa é classificada também como qualiquantitativa, pois, segundo Ubirajara (2011, p.43), pesquisa qualiquantitativa ou quantiquantitativa é a pesquisa que além do levantamento quantitativo, há a interpretação dos resultados para a compreensão dos mesmos e as consequências, seja pela fundamentação teórica, seja pelos novos questionamentos feitos junto aos pesquisados. Estes dados

---

<sup>6</sup> Título ou “Ne” é a razão entre a massa e o comprimento do fio. O processo de troca de título se resume a mudança de componentes da máquina de autocoro que permitem mudar a gramatura do fio para adquirir maior ou menor diâmetro, formando assim, fios de vários títulos.

contribuíram para a formulação de ações de melhoria ao processo de troca de título nas máquinas da seção de Autocoros para a produção de novos produtos.

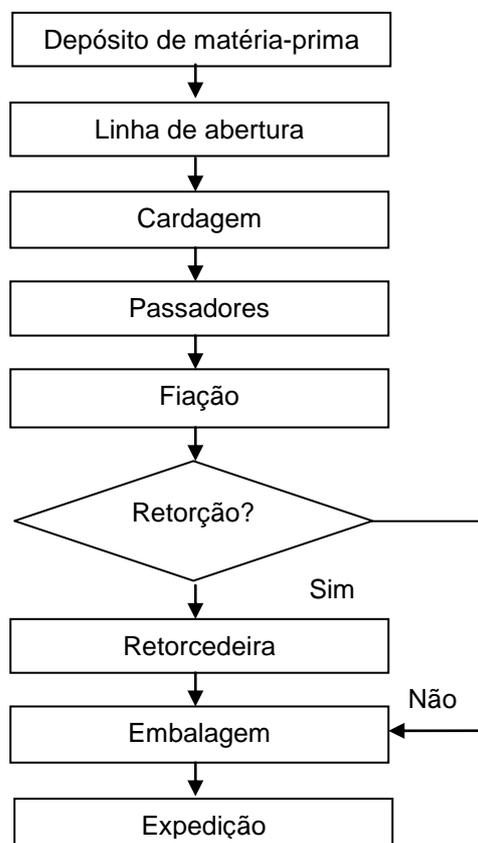
## 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Antes da definição dos tempos de *setups* e da identificação das atividades mais improdutivas que afetam a troca de título das Autocoros ou máquinas 312, é de fundamental importância a apresentação dos componentes do sistema produtivo da empresa em análise e o fluxograma do processo em estudo.

### 4.1. Etapas do sistema de produção de uma indústria têxtil

O sistema de produção da organização em estudo é dividido em oito sessões: Depósito de matéria-prima; Linha de abertura; Cardagem; Passadores; Fiação; Retorção; Embalagem e Expedição (Figura 11).

**Figura 11 - Fluxograma da produção de fios**



**Fonte: Autora da pesquisa (2012).**

#### **4.1.1. Depósito de matéria-prima**

No depósito de matéria prima, os fardos de algodão são alocados em fileiras e assim são recolhidas amostras de cada fardo para o teste de HVI (teste que verifica as características que são importantes para o algodão, como comprimento da fibra, finura (*micronaire*), resistência, elasticidade, maturidade, cor, brilho, maciez, alongamento, quantidade de açúcar (*honeydew*), quantidade de neps (pequena massa de fibras emaranhadas) e grau de limpeza).

#### **4.1.2. Linha de abertura**

Nesta fase, os fardos de algodão são abertos, distribuídos em linhas para formar a pista e iniciar o processo de limpeza do algodão, reduzindo o tamanho do floco ao mínimo possível e há a paralelização das fibras. Depois esses flocos irão passar por todas as máquinas da linha de abertura.

#### **4.1.3. Cardagem**

A carda tem a função de separar as fibras quase que individualmente, eliminando as impurezas ainda existentes, como as fibras curtas que prejudicam a resistência do fio. Ao mesmo tempo em que executa esta ação de limpeza, ela também separa e paraleliza as fibras individualmente, reduz a massa (peso/metro) transformando a manta em mecha (chamada de fita), preparando-a para a ação de estiragem.

#### **4.1.4. Passadores**

Os passadores regularizam o peso do material por unidade de comprimento, corrigindo as irregularidades das mechas vindas das cardas. Essa regularidade se dá pela dublagem. A dublagem acontece através do encontro de fitas vindas da carda, que pode variar de quatro a oito, para obter uma fita na saída, com maior regularidade. Isso é possível devido ao processo de estiragem, que aumenta o paralelismo das fibras.

#### **4.1.5. Fiação**

Neste processo, as fitas recebidas do passador são introduzidas nos fusos das máquinas da seção de autocoros, para a formação da bobina de fios de acordo com o título ou Ne (diâmetro) a ser produzido (no caso da fábrica, há produção de fios com Ne de 6 a 36). Quando a bobina é completada, um dos robôs ou CRM retira-a e a coloca na esteira que fica na parte superior da máquina. Quando é formado um palete com 84 bobinas, o mesmo é levado para uma das seguintes áreas: de embalagem ou de retorção. Nesta seção é onde ocorre o processo em estudo.

#### **4.1.6. Retorção**

A bobina irá para a binadeira, que junta o fio de duas bobinas, formando uma única bobina de fio duplo. Finalmente esta é levada para a retorcedeira, que transforma o novo fio em um fio duplo retorcido com maior resistência.

#### **4.1.7. Embalagem**

O setor de embalagem recebe os paletes com bobinas das autocoros ou retorcedeiras para vaporizá-las (fornecer umidade para o fio), embalar e colocá-las em caixas.

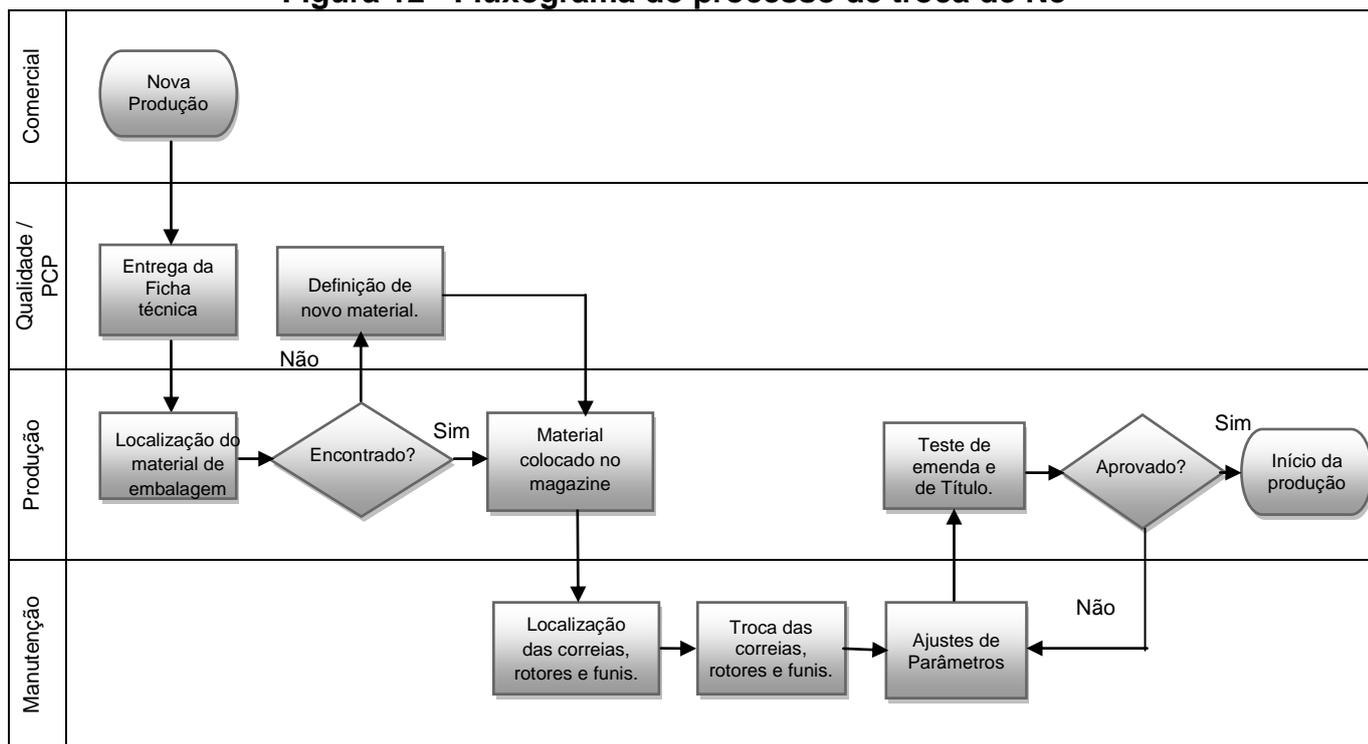
#### **4.1.8. Expedição**

As caixas são separadas por títulos na expedição e aguardam a chegada dos caminhões para serem despachadas para os clientes.

## 4.2. Processo de troca de título

O processo de troca de Ne inicia-se quando o setor comercial vende um título que a fábrica não tem em estoque ou nunca produziu. A partir desta etapa é realizada uma sequência de atividades como: confecção da ficha técnica, localização e troca de material de embalagem e componentes mecânicos, testes de emendas (verificação da emenda do fio nas bobinas realizadas pelos robôs da máquina de Autocoro) e de título (confirmação da produção do título correto através da pesagem de uma mecha obtida através de 100 rotações do fio, a balança dá o valor em título que pode ter uma tolerância de  $\pm 0,993\%$  do título desejado) e por último o início da nova produção. O fluxograma desta atividade pode ser visto na Figura 12.

**Figura 12 - Fluxograma do processo de troca de Ne**



Fonte: Autora da pesquisa, 2012.

#### 4.2.1. Diagrama do processo de troca de título

Para conhecer o processo de troca de título, foi elaborado o diagrama de processo, pois, esse diagrama permite demonstrar as atividades de operação, transporte, inspeção e armazenagem durante a realização da atividade (Quadro 05).

**Quadro 05 - Diagrama do processo de troca de título**

Evento	Descrição do Evento	Símbolo de processo	Tipo
Finalizar a produção	Retirada das bobinas da produção anterior que ficaram em cima da máquina e nos fusos.		
Elaboração da Ficha Técnica	O setor de qualidade recebe os dados do novo fio a ser produzido como: título, metragem da bobina, quantidade de quilos vendidos, o tipo de fio (singelo ou malharia), e define através da rotação as novas correias e engrenagens a serem utilizadas, verifica a cor do tubete que será usado na máquina, os rotores e funis e outros parâmetros de ajustes para o equipamento.		Manual
Entrega da ficha técnica	O laboratório de qualidade entrega a ficha para o encarregado de produção na sala dos líderes ou na frente na máquina que irá mudar de título.		Manual
Localização de material de embalagem	De posse da ficha técnica, o encarregado de produção pede ao operador que se direcione à expedição e busque as caixas de tubetes para a produção do novo fio.		Manual
Troca de material de embalagem	Após trazer as caixas da expedição, o operador retira o material antigo do magazine das máquinas e coloca o novo material de embalagem.		Manual
Localização de correias e engrenagens	Com a ficha técnica em mãos, o encarregado de manutenção confirma o tipo de correia e engrenagens a ser utilizada na máquina para a produção do novo fio e se dirige até a sala dos líderes para a requisição dos produtos no Textsystem. Após a requisição, o mesmo se dirige até a sala da gerência de produção para pedir ao gerente ou PCM que libere a requisição do produto. Depois da liberação, o encarregado se dirige até o almoxarifado para receber os itens requisitados.		Manual
Troca de correias e engrenagens	O encarregado de manutenção ou o mecânico se dirige até a cabeceira da máquina, abre-a, retira as correias e engrenagens antigas, coloca as novas e realiza os ajustes necessários.		Manual
Localização de rotores e funis	O encarregado ou o mecânico se dirige para a sala dos líderes para requisitar os funis e rotores no programa Textsystem. Depois ele vai à sala da gerência de produção para que a sua requisição seja liberada. Com a requisição liberada o mesmo se dirige até o almoxarifado para receber os itens solicitados.		Manual

Troca de rotores e funis	Com os funis e rotores, o encarregado de manutenção ou o mecânico se dirige até a máquina para a realização da troca destes componentes. O mecânico ou encarregado de produção percorre todos os 312 fusos da máquina e retira os rotores e funis antigos e coloca os componentes novos.	<input type="radio"/>	Manual
Ajustes de parâmetros	Os ajustes podem ser realizados pelos encarregados de produção e manutenção ou por um mecânico. O responsável se movimenta até a cabeceira da máquina e reproduz os dados da ficha técnica nas configurações da mesma. Caso os parâmetros não estejam adequados, será realizado novo ajuste, até que a configuração proporcione a produção do fio desejado.	<input type="radio"/>	Manual
Coleta das amostras de emendas	O mecânico recolhe 3 amostras das emendas dos fios realizadas pelos robôs da máquina e leva-as para o setor de qualidade, onde serão realizados testes de resistência das emendas. Caso elas sejam reprovadas é necessária a realização de novas emendas para o teste.	<input type="radio"/>	Manual
Teste de título	Os operadores ou o coordenador da equipe de produção recolhe seis amostras de bobinas (três de cada lado da máquina) e leva-as para a sala da qualidade para o teste de título. Este teste consiste na passagem das mechas de fio, feita através de cem rotações do fio (são dezoito mechas, sendo três de cada bobina). Depois essas amostras são pesadas e o seu título é anotado em um formulário. Caso as amostras estejam fora de título, novos ajustes de parâmetros serão realizados.	<input type="radio"/>	Manual
Início da nova produção	Após a conferência do título é iniciada a produção dos fios, com a liberação da máquina.	<input type="radio"/>	

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

### 4.3. Material e equipamentos utilizados no processo de troca de título

Neste item são apresentados os materiais e equipamentos necessários para a troca de título das máquinas Autocoros 312 (Quadro 06).

**Quadro 06- Material utilizado durante a troca de título**

<b>Tubetes</b>	Os tubetes são utilizados nas máquinas da sessão de Autocoro para a formação da bobina de fio.
<b>Funil</b>	Os funis servem para obtenção do título final para a formação da bobina. As fitas que saem dos passadores vão para as máquinas Autocoros e passam pela caixa de fiação e em seguida passam nos funis, que dão o aspecto de liso ou rugoso ao fio.

<b>Rotores</b>	São componentes utilizados nas caixas de fiação e são responsáveis pela alta velocidade de torções e baixas velocidades no enrolamento das fitas, permitindo a menor agressão das fibras do algodão, gerando um fio de boa qualidade.
<b>Paleteiras</b>	Utilizadas para o transporte das caixas de tubetes até a sessão das Autocoros.
<b>Autocoro 312</b>	Máquina responsável pela produção da bobina de fio têxtil, ela possui 312 fusos (Figura 13).

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

**Figura 13 – Máquina Autocoro 312**



**Fonte: Cocamar Cooperativa Agroindustrial apud Souza (2009)**

#### **4.4. Obtenção do tempo padrão do processo de troca de título**

Para a determinação do tempo padrão do processo de troca de título (Ne), foi utilizado um formulário, Apêndice A, com o objetivo de identificar todas as etapas envolvidas na realização da troca de título das máquinas e posteriormente definir o tempo de duração de atividades identificadas como *setups* externos e internos.

Inicialmente foram coletadas 26 medidas, observando a troca de títulos das três máquinas Autocoro 312 do lado Trutzschler da fábrica em estudo. O parâmetro

utilizado para a avaliação foi a troca de título fino para fio grosso ou de maneira contrária (30/1, fio mais fino produzido na fábrica e 6/1, o fio mais grosso), devido à necessidade de mudança de correias, engrenagens, rotores e funis.

Depois da coleta dos dados, partiu-se para o cálculo do número de ciclos da amostra. Para a obtenção desse resultado são necessários os valores das médias dos tempos dos eventos observados e dos desvios padrões desses tempos (Tabela 03). O número de ciclos é igual a 53 medidas (memória de cálculo) e são necessárias mais 27 medidas (subtração entre o número de ciclos e a quantidade de observações realizadas (53-26 = 27 medidas)). Contudo, para a realização deste trabalho foram consideradas apenas as 26 observações, devido à falta de tempo para coletar mais amostras.

**Tabela 03 – Dados para o cálculo do número de ciclos**

<b>Evento</b>	<b>Média (X)</b>	<b>Desvio padrão (S)</b>	<b>Coefficiente de Variação (S/X)</b>
Finalizar a produção	33,69	3,41	0,10
Elaboração da ficha técnica	5,49	0,48	0,09
Entrega da ficha técnica	3,13	0,39	0,13
Localização de material de embalagem	5,84	0,41	0,07
Troca de material de embalagem	7,56	1,04	0,14
Localização de correias e engrenagens	6,28	2,32	0,37
Troca de correias e engrenagens	29,90	3,97	0,13
Localização de rotores e funis	9,26	2,16	0,23
Troca de rotores e funis	66,06	8,18	0,12
Ajustes de parâmetros	5,52	0,82	0,15
Coleta das amostras de emendas	17,52	1,91	0,11
Teste de título	15,37	1,09	0,07
Início da nova produção	30,43	6,93	0,23

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

*Memória de Cálculo:*

Z = 1,96 (grau de confiança para 95%)

a = 10% (precisão final desejada)

S = 2,32 (desvio padrão referente ao maior coeficiente de variação)

X = 6,28 (média referente ao maior coeficiente de variação)

N = (número de ciclos)

Conforme Moreira (2009)

$$N = [(100 \cdot z \cdot s) / (a \cdot x)]^2$$

$$N = [(100 \cdot 1,96 \cdot 2,32) / (10 \cdot 6,28)]^2$$

$$N \cong 53 \text{ medidas}$$

Após a obtenção desses dados, foi iniciada a determinação do tempo padrão para as atividades observadas (Tabela 04). Os dados e os resultados para os valores de tempos padrões obtidos podem ser visualizados no Apêndice A e B, onde são mostrados os valores dos tempos médios, normal, padrão e a memória de cálculo.

**Tabela 04 – Tempo padrão da operação de troca de título**

<b>Evento</b>	<b>Tempo Padrão</b>
Finalizar a produção	39,49
Elaboração da ficha técnica	6,45
Entrega da ficha técnica	3,60
Localização de material de embalagem	6,78
Troca de material de embalagem	7,91
Localização de correias e engrenagens	6,54
Troca de correias e engrenagens	33,81
Localização de rotores e funis	9,84
Troca de rotores e funis	70,11
Ajustes de parâmetros	6,33
Coleta das amostras de emendas	19,56
Teste de título	17,87
Início da nova produção	30,86
<b>Total</b>	<b>259,15 minutos <math>\cong</math> 4,32 horas</b>

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

#### **4.5. Análise dos tempos de *setups* conforme Shingo**

A identificação dos tempos de *setup* se deu através da observação da troca de título, e foram separados conforme a divisão de Shingo (Tabela 01, p. 38) e ver Tabela 05 deste trabalho.

**Tabela 05 – Identificação dos tipos de setups do processo de troca de título**

<b>Preparação, ajustes pós-processamento e verificação de matéria prima, matrizes, guias e etc.</b>	<b>Duração (minuto)</b>	<b>Percentual</b>
Elaboração da ficha técnica	6,45	13%
Entrega da ficha técnica	3,6	
Localização de material de embalagem	6,78	
Localização de correias e engrenagens	6,54	
Localização de rotores e funis	9,84	
Total	33,21	
<b>Montagem e remoção das matrizes e etc.</b>	<b>Duração (minuto)</b>	<b>Percentual</b>
Troca de material de embalagem	7,91	43%
Troca de correias e engrenagens	33,81	
Troca de rotores e funis	70,11	
Total	111,83	
<b>Centragem, dimensionamento e estabelecimento de outras condições.</b>	<b>Duração (minuto)</b>	<b>Percentual</b>
Finalizar a produção	39,49	27%
Início da nova produção	30,86	
Total	70,35	
<b>Corridas de testes e ajustes</b>	<b>Duração (minuto)</b>	<b>Percentual</b>
Ajustes de parâmetros	6,33	17%
Coleta das amostras de emendas	19,56	
Teste de título	17,87	
Total	43,76	
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>259,15</b>	

Fonte: Autora da Pesquisa (2012)

Analisando a Tabela 05 e a Tabela 01 (pg. 38), percebe-se que os percentuais de tempo de realização das tarefas determinadas por Shingo não são iguais aos percentuais da tarefa observada (Tabela 06).

**Tabela 06 - Percentual definido por Shingo versus percentual da realização da tarefa**

<b>Tarefas</b>	<b>Percentual de tempo definido por Shingo</b>	<b>Percentual de tempo definido para a troca de Ne</b>
Preparação, ajustes pós-processamento e verificação de matéria prima, matrizes, guias e etc.	30%	13%

Montagem e remoção das matrizes, etc.	5%	43%
Centragem, dimensionamento e estabelecimento de outras condições.	15%	27%
Corridas de testes e ajustes	50%	17%

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

A tarefa em observação não possui os percentuais ideais conforme determinado por Shingo. Analisando a Tabela 06, percebe-se que para as tarefas de montagem e remoção de matrizes o percentual de tempo da tarefa observada é aproximadamente 9 vezes maior que a determinada por Shingo, devido à falta de planejamento para a execução do processo, à falta de capacitação da equipe que realiza a troca de título, ao excesso de movimentação e à localização de materiais.

#### **4.6. Análise da realização da troca de título**

Durante o processo de troca de título, foram observadas as atividades que eram realizadas enquanto a máquina estava em funcionamento e as atividades desempenhadas durante a parada da máquina (Tabelas 07 e 08 e Gráfico 01).

**Tabela 07 - Atividades realizadas com a máquina parada**

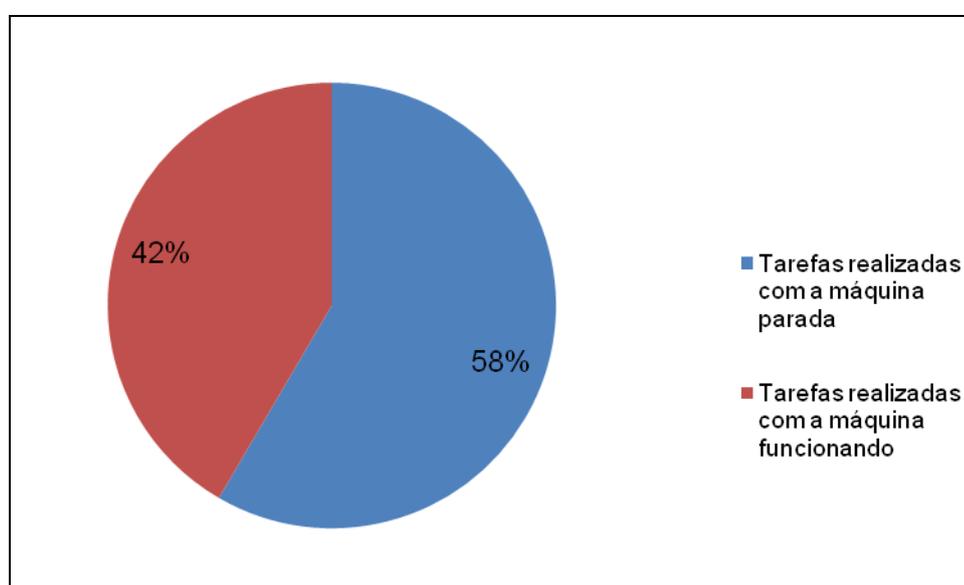
<b>Atividade</b>	<b>Tempo (minuto)</b>
Elaboração da ficha técnica	6,45
Entrega da ficha técnica	3,6
Localização de material de embalagem	6,78
Troca de material de embalagem	7,91
Localização de correias e engrenagens	6,54
Troca de correias e engrenagens	33,81
Localização de rotores e funis	9,84
Troca de rotores e funis	70,11
Ajustes de parâmetros	6,33
<b>Tempo total</b>	<b>151,37</b>

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

**Tabela 08 - Atividades realizadas com a máquina em funcionamento**

Atividade	Tempo (minuto)
Finalizar a produção	39,49
Coleta das amostras de emendas	19,56
Teste de título	17,87
Início da nova produção	30,86
<b>Tempo total</b>	<b>107,78</b>

Fonte: Autora da Pesquisa (2012)

**Gráfico 01 – Tarefas realizadas com a máquina parada versus tarefas realizadas com a máquina em funcionamento**

Fonte: Autora da Pesquisa (2012)

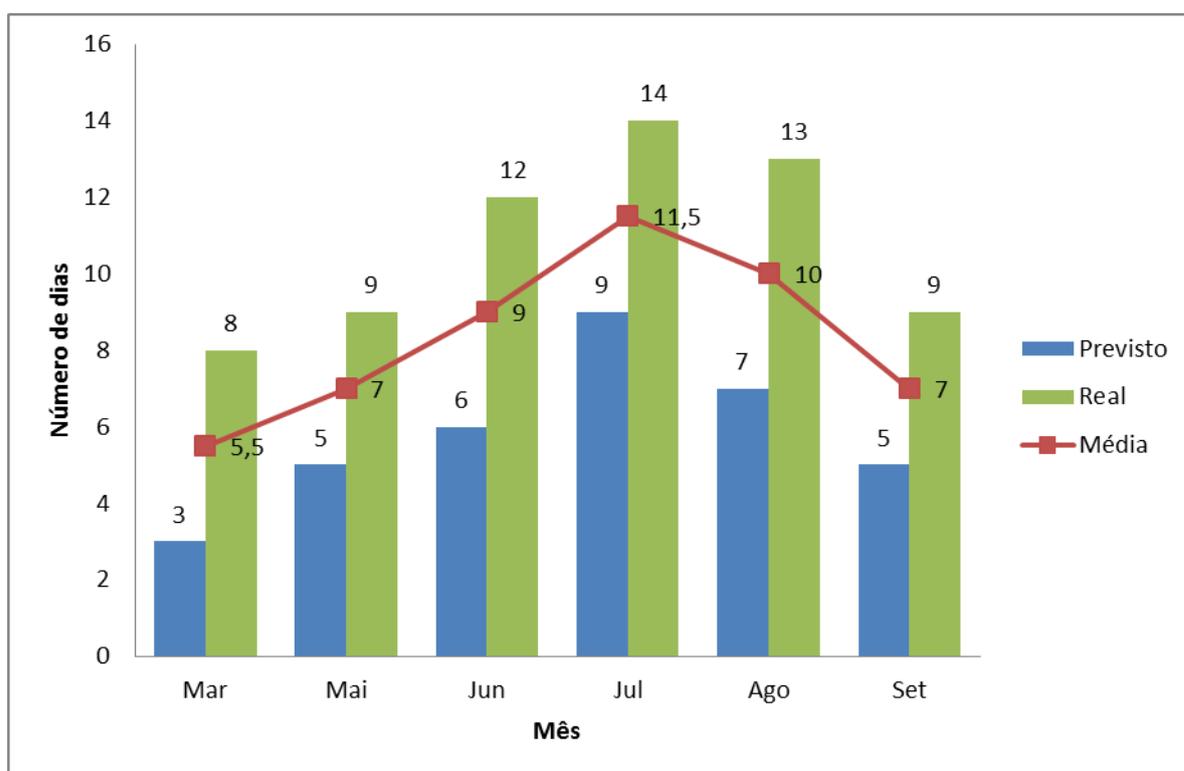
Com a análise dos dados acima, pode se concluir que 58% do tempo da troca de título (151,37 minutos  $\cong$  2,52 horas) é gasto com atividades em que a máquina está parada.

#### 4.7. Entregas dos Produtos

Depois de conhecer o processo de troca de título e identificar as atividades de *setups* desse processo, é importante determinar os tempos de entrega dos produtos da empresa em análise (Gráfico 02), para visualizar o impacto que o mau

planejamento das operações causam aos clientes. A elaboração do gráfico abaixo foi realizada através da obtenção das datas de entrega previstas e das datas de entregas realizadas pelo setor comercial. Entre os principais fatores responsáveis pelo atraso da entrega dos produtos estão: a mudança da demanda de fios, a demora na troca de título e a comunicação ineficiente entre o setor comercial e o setor de qualidade.

**Gráfico 02 - Número de dias previstos versus número de dias real**



**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

O Gráfico 01 demonstra que em todo o período observado houve atraso na entrega dos pedidos, durante esse intervalo de tempo vários clientes entraram em contato com o setor comercial para reclamar e cancelar a compra dos produtos, ocasionando aumento de estoque de fios especiais na fábrica (determinados títulos que somente são produzidos por encomenda) e, conseqüentemente, diminuição dos lucros da empresa.

## **4.8. Sugestões de melhorias**

### **4.8.1. Eliminação de atividades que exigem a busca e movimentação de materiais**

Após a obtenção dos resultados, verificou-se que o número de atividades executadas com a máquina parada corresponde a 58% do tempo total e que 42% corresponde ao percentual das tarefas realizadas com a máquina em funcionamento (Gráfico 01, pg. 54). Porém, esse tempo pode ser reduzido com a eliminação ou otimização das atividades citadas abaixo.

As atividades relacionadas à movimentação e localização (entrega da ficha técnica, a localização de material de embalagem, correias, engrenagens, rotores e funis), além de atrasar a realização do processo em estudo, causam fadiga e desconforto aos colaboradores responsáveis pela execução do processo (operadores, mecânicos e encarregados), pois os mesmos se deslocam para a expedição onde são armazenadas as caixas de tubetes, até o almoxarifado onde são armazenadas as peças e para os setores de qualidade e gerência de produção com o objetivo de esclarecer as dúvidas relacionadas à fabricação do novo produto.

Sugere-se como forma de eliminação dessas atividades, a alocação dos materiais junto à área onde é feita a troca de título das máquinas: os tubetes podem ser alocados próximos à seção de Autocoros (Anexos A e B). Atualmente existe uma área próxima às máquinas que serve como depósito de produtos não conformes, que serão descartados ou vendidos como resíduos. Assim, os colaboradores não precisam ir até a expedição localizar o material de embalagem.

Durante as observações da realização da tarefa foi presenciado o retorno dos operadores sem o material de embalagem, devido à desorganização da área. Os mesmos relataram que não era possível a localização das caixas e se dirigiam até o setor de qualidade para a definição de novo material de embalagem.

Também é sugerido que as ferramentas e peças necessárias para a troca de título sejam guardadas na sala dos encarregados de produção, pois apesar de possuir um almoxarifado, a empresa não tem controle da guarda das peças essenciais para a troca de título, e a falta de domínio do almoxarife retarda a realização do trabalho, conseqüentemente ocasionando o atraso da tarefa.

Outra sugestão para otimização da troca de título é a utilização de bancadas móveis para levar as correias, engrenagens, funis e rotores ao longo de toda a máquina. As máquinas da seção analisada possuem 312 fusos e cada fuso produz uma bobina de fio, por isso a necessidade de movimentação. Para troca dos rotores e funis, os mecânicos deixavam o material em uma das pontas das máquinas e a percorriam para a troca das ferramentas. Quando acabavam os componentes que possuíam, os mesmos retornavam para a cabeceira da máquina com o intuito de buscar mais componentes para finalizar a troca.

#### **4.8.2. Conversão de *setups* internos em externos**

Outro problema identificado durante a observação do processo em estudo foi o excesso de tempos de *setups* internos (atividades realizadas com a máquina parada (Gráfico 01 p. 54). Como alternativa para a otimização da troca de Ne, sugere-se que as atividades listadas na Tabela 07 (p. 53) sejam executadas durante a finalização da produção anterior.

Na maioria das observações, notou-se que, a troca de título não tinha data definida para ser realizada, ocorrendo devido à demanda pelo produto e, por isso, não havia planejamento para a concretização da tarefa. A comunicação entre o setor Comercial e o setor da Qualidade não é eficiente, fator que ocasionou a falta ou o aumento do estoque de fios.

No momento em que se passava a informação da venda do novo título, a produção da máquina era cessada imediatamente ou a deixavam produzindo devido à espera da tomada de decisão. Em ambos os casos, nenhuma ação foi tomada para a preparação do material para troca de título.

As Tabelas 09 e 10 e o Gráfico 03 demonstram respectivamente as atividades que podem ser eliminadas através da organização da tarefa, o novo tempo padrão para as sugestões e a redução do tempo padrão para o processo em estudo.

**Tabela 09- Atividades a serem executadas durante a finalização da produção anterior**

<b>Atividade</b>	<b>Tempo (minuto)</b>
Finalizar a produção	39,49
Elaboração da Ficha Técnica	6,45
Entrega da ficha técnica	3,6
Localização de material de embalagem	6,78
Localização de correias e engrenagens	6,54
Localização de rotores e funis	9,84
Ajustes de parâmetros	6,33
Coleta das amostras de emendas	19,56
Teste de título	17,87
Início da nova produção	30,86
<b>Total</b>	<b>147,32 minutos <math>\cong</math> 2,46 horas</b>

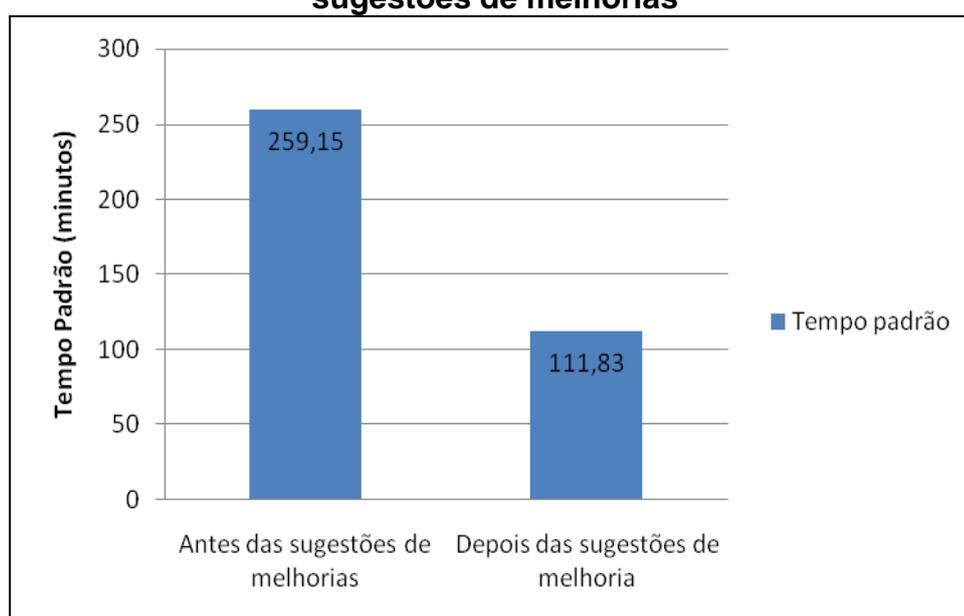
**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

**Tabela 10 - Possível tempo padrão para atividade de troca de título**

<b>Máquina parada</b>	<b>Tempo (minuto)</b>
Troca de material de embalagem	7,91
Troca de correias e engrenagens	33,81
Troca de rotores e funis	70,11
<b>Tempo total</b>	<b>111,83 minutos <math>\cong</math> 1,86 horas</b>

**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

**Gráfico 03 – Tempo padrão versus possível tempo padrão depois das sugestões de melhorias**



**Fonte: Autora da Pesquisa (2012)**

Com a aplicação das sugestões de melhoria é possível que o tempo para a realização do processo de troca de título seja reduzido em 57%, ou seja, o tempo de execução da troca de título pode passar de 4,32 horas para apenas 1,86 horas.

#### **4.8.3. Sensibilização da diretoria**

A sensibilização da diretoria quanto ao esforço necessário para a realização da troca de título das máquinas da seção em estudo é um fator crucial para a otimização do processo analisado. As observações mostram que a falta de padronização para o método da troca de título acarreta na realização de atividades improdutivas e na perda de produção, diminuindo assim a produtividade do maquinário e aumentando o período de entrega dos pedidos. Mesmo tendo que realizar a troca de título sem data determinada, um padrão pode ajudar a evitar a realização de atividades desnecessárias ou na realização de atividades em tempo hábil.

Sugere-se à alta administração a padronização para o procedimento de troca de título, que pode eliminar a execução de atividades improdutivas como: localização de material, perda de produção, uso inadequado de recursos, entre outros. Também é sugerida a formação de equipes de troca de título, pois essa formação poderá possibilitar a rápida execução e qualidade da tarefa.

Como a falta de padronização é um dos fatores que acarreta demora durante a troca de título, a autora do trabalho confeccionou um procedimento para as realizações da tarefa (Apêndice C).

## 5. CONCLUSÕES

O uso dos estudos de tempos e movimentos e da metodologia da troca rápida de ferramentas proporcionam às organizações diversos benefícios, entre eles a redução de atividades improdutivas durante a realização do processo observado.

Com a análise dos dados e da pesquisa bibliográfica, pode-se concluir que a metodologia da troca rápida de ferramentas afeta positivamente a produtividade das máquinas e dos recursos humanos na empresa observada, pois ela permite a identificação e a eliminação de tarefas que não agregam valor ao produto.

Esta pesquisa foi baseada na observação da execução da troca de título das máquinas Aucoros 312 de uma indústria têxtil, para identificar as principais causas que ocasionavam a longa duração do processo observado e a baixa produtividade das máquinas. Essa investigação foi realizada através da identificação dos *setups* internos e externos, como também da coleta do tempo padrão da tarefa.

Com a divisão dos *setups* internos e externos do processo de troca de título, pode-se verificar que atividades simples como a localização de materiais, quando não planejadas, tornam o processo demorado. Durante a observação, pode-se entender que a organização de atividades possibilita a rápida execução de tarefas.

Também foi possível perceber que a ausência de procedimentos operacionais comprometem as atividades realizadas e que é necessário que todas as pessoas saibam por que estão executando determinada tarefa. As sugestões proporcionadas pela ferramenta podem ser alcançadas desde que haja envolvimento da Direção e de toda a empresa.

Esta pesquisa proporcionou à autora a oportunidade de aplicar os conhecimentos assimilados durante o curso de Engenharia de Produção, bem como a possibilidade de aprimorar as habilidades profissionais através da troca de experiências durante a realização do estágio obrigatório.

## REFERÊNCIAS

BARNES, Ralph M. **Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho**; 6 ed. São Paulo: Blucher, 1977.

CONCEIÇÃO, Samuel Vieira et al. **Desenvolvimento e implementação de um método de redução de tempo de preparação de máquina em ambientes de manufatura contratada**; 2006; disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR450301\\_8414.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR450301_8414.pdf). Acesso em 22 de setembro de 2012.

CONTADOR, José Celso et al. **Gestão de operações**; 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

CÔRREA, Henrique L. **Administração de produção e operações**; 2 ed. 3 reimp. São Paulo: Atlas, 2008.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**; 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

DIONYSIO, André Fabiano; DIONYSIO, Rosana C.C. **Troca rápida de ferramentas (TRF): sua aplicação na redução de setup**. 2009; disponível em: <http://www.fan.edu.br/efazine/documentos/89.pdf>. Acesso em 19 de setembro de 2012.

KRAJEWSKI, Lee J et al. **Administração de Produção e Operações**. 8 ed. São Paulo: Pearson, 2009.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

MARTINS, Petrônio G; LAUGEN, Fernando P. **Administração da produção**. 2 ed. Ver e aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARTINS, Heitor de Araújo. **Estudo sobre os conceitos da automação e aplicação de PFMEA para auxílio na implementação de sistemas à prova de erro**. 2009; disponível em: [http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses\\_artigos/TCC\\_Heitor\\_Martins\\_Autonomacao\\_PFMEA\\_Poka-Yoke.pdf](http://www.hominiss.com.br/sites/default/files/teses_artigos/TCC_Heitor_Martins_Autonomacao_PFMEA_Poka-Yoke.pdf). Acesso em 29 de novembro de 2012.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

NETO, Pedro Luiz Costa; GUSMÃO, Nilzeth Neres. **Uma visão da qualidade na cadeia têxtil em empresas de pequeno e médio porte**; 2008; disponível em: [http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg4/anais/T7\\_0013\\_012\\_3.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg4/anais/T7_0013_012_3.pdf). Acesso em 28 de outubro de 2012.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da produção - Operações industriais e serviços**. Curitiba: Unicem 2007.

SHINGO, Shigeo. **O sistema de produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhoria contínua**. Porto Alegre: Bookman 2008.

SLACK, Nigel. et al; **Administração da Produção**; 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Flávio Avanci de; **Gestão de estoques em indústrias de fios têxteis**; Dissertação. Paraná: UTFPR; 2009.

SUGAI, Miguel et al. **Redução de tempo de preparação e gestão de estoques no âmbito da gestão da cadeia de suprimentos: estudo de caso em uma empresa de derivados de petróleo**; 2005; disponível em: [http://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep\\_aux.php?e=12](http://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep_aux.php?e=12). Acesso em 22 de setembro de 2012.

STEVENSON, W. J. **Administração de Operações de Produção**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

RANGEL, Djalma Araújo et al. **Aumento da eficiência produtiva através da redução do tempo de setup: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas**; 2010; disponível em: [http://ufpb.academia.edu/OnildoRibeiro/Papers/666070/Aumento\\_da\\_eficiencia\\_produtiva\\_atraves\\_da\\_reducao\\_do\\_tempo\\_de\\_Setup\\_aplicando\\_a\\_Troca\\_Rapida\\_de\\_Ferramentas\\_em\\_uma\\_empresa\\_do\\_setor\\_de\\_bebidas](http://ufpb.academia.edu/OnildoRibeiro/Papers/666070/Aumento_da_eficiencia_produtiva_atraves_da_reducao_do_tempo_de_Setup_aplicando_a_Troca_Rapida_de_Ferramentas_em_uma_empresa_do_setor_de_bebidas). Acesso em 19 de setembro de 2012.

RIBERIO, Mayara Cristina Góes. **Uso do lean manufacturing na melhoria do processo de movimentação e armazenagem de produtos. Estudo de Caso no Setor de Embalagem da SERGIFIL**: Monografia. Aracaju: FANESE, 2010.

TUBINO, Dalvio Ferrari, **Planejamento e controle da produção– teoria e prática**, 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

UBIRAJARA, Eduardo. **Guia de orientação para trabalhos de conclusão de curso**: relatórios, artigos e monografias. Aracaju: FANESE, 2011. (Caderno).

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigmas: introdução as ferramentas do lean manufacturing**; Belo Horizonte: Werkema editora, 2006.

## **APÉNDICES**

### APÊNDICE A: Determinação do Tempo padrão da operação de troca de título

	OBS.	Finalizar produção	Confeção da ficha técnica	Entrega da ficha técnica	Localização de Tubetes	Troca de Tubetes	Localização de engrenagens e correias	Troca das engrenagens e correias	Localização de Rotores e funis	Troca de rotores e funis	Ajustes de parametros	Coletas das amostras de emendas	Testes de título	Iniciar produção
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1	29,53	5,57	3,02	6,21	7,02	5,57	28,53	8,59	60,56	5,26	16,58	15,29	26,52
	2	33,45	5,46	3,11	5,55	6,55	6,02	25,14	8,43	82,06	5,41	16,47	15,47	25,03
	3	28,58	6,21	2,53	5,59	7,02	5,06	29,45	15,28	80,45	5,39	16,59	15,53	50,16
	4	33,42	4,34	2,48	6,06	9,12	5,48	28,58	8,45	72,49	5,59	17,46	14,01	28,54
	5	34,56	5,58	3,15	6,14	7,06	6,15	29,08	9,09	71,29	4,41	17,04	15,09	27,06
	6	27,59	5,53	3,18	6,08	7,14	5,53	40,15	8,51	61,05	5,09	18,15	15,54	36,41
	7	33,57	6,03	3,21	5,48	9,53	5,01	28,55	8,43	61,01	3,56	17,01	16,49	26,52
	8	33,38	4,57	2,58	6,03	6,48	7,32	29,03	8,28	60,58	5,44	19,26	18,21	28,23
	9	33,59	5,23	3,16	6,1	7,03	5,46	28,47	8,54	61,07	6,37	16,51	17,26	27,01
	10	35,11	5,46	3,04	5,54	8,16	5,57	28,36	8,37	67,59	5,53	16,43	15,39	39,46
	11	26,02	6,08	3,07	6,06	7,07	5,59	29,13	12,42	72,24	5,58	20,16	15,21	26,53
	12	35,06	5,35	3,11	6,13	9,55	5,38	35,09	7,05	60,46	8,41	17,09	15	26,57
	13	34,41	5,49	2,36	6,09	8,59	6,04	28,34	9,58	66,47	5,46	17,15	16,09	45,46
	14	33,59	5,47	3,03	6,15	6,54	5,58	29,09	8,56	61,03	5,45	16,46	15,45	25,12
	15	35	5,56	3,19	6,07	6,58	5,33	29,17	8,47	80,44	5,56	18,06	14,08	27,1
	16	34,58	6,12	3,13	5,59	7,15	5,59	28,55	8,53	60,39	5,37	18,49	15,35	26,49
	17	45,36	4,37	3,59	5,23	7,09	6,04	29,22	8,42	60,48	6,29	16,42	15,49	27,11
	18	34,55	5,37	3,09	5,27	7,01	10,47	27,41	9,59	61,08	5,4	16,51	15,43	26,58
	19	35,06	5,45	3,12	6,02	8,25	6,02	28,43	8,15	59,57	4,52	16,57	12,05	26,56
	20	33,57	5,53	3,17	5,57	7,15	5,52	29,12	8,44	60,53	5,59	16,48	16,08	27,02
	21	34,18	5,56	3,38	5,49	7,13	5,46	29,04	16,57	64,59	5,54	18,52	15,26	38,42
	22	33,59	6,01	3,18	4,58	7,04	5,54	44,28	8,56	61,08	6,22	16,55	15,51	42,01
	23	35,16	5,14	3,23	6,05	9,21	5,02	28,29	8,44	62,54	5,18	25,53	14,53	27,06
	24	35,23	5,54	4,05	6,38	9,43	6,11	28,47	9,09	60,41	5,47	16,46	15,43	26,5
	25	33,49	6,02	3,04	6,16	7,01	16,45	29,06	8,45	61,09	6,02	16,49	15,37	26,59
	26	34,34	5,59	4,14	6,09	6,53	6,01	29,44	8,52	87,12	5,53	17,09	15,04	31,06
	TOTAL TEMPO	718,89	111,88	56,23	129,31	96,03	119,01	575,95	162,04	850,82	98,77	299,9	247,89	401,22
	N° DE OBS	21,00	20,00	18,00	22,00	14,00	21,00	20	19	14	18	18	16	15
	TEMPO MÉDIO	34,23	5,59	3,12	5,88	6,86	5,67	28,80	8,53	60,77	5,49	16,66	15,49	26,75
	FATOR EFIC	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
	TEMPO NORMAL	35,26	5,76	3,22	6,05	7,07	5,84	29,66	8,78	62,60	5,65	17,16	15,96	27,55
	% FADIGA + TOL	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%
	% TROCA E AJUST FERRAMENTA							2%						2%
	TEMPO PADRÃO (T. NORMAL + TOL)	39,49	6,45	3,60	6,78	7,91	6,54	33,81	9,84	70,11	6,33	19,56	17,87	30,86
	FREQUÊNCIA	1	1	1	1	312	1	4	24	624	1	6	6	1
	TEMPO PADRÃO UNITÁRIO	39,49	6,45	3,60	6,78	0,03	6,54	8,45	0,41	0,11	6,33	3,26	2,98	30,86

**APÊNDICE B: Memória de cálculo da obtenção dos tempos padrões citados no Apêndice A e Tabela 04 (p. 50)**

TR, TN e TP para a atividade finalizar a produção:

- Tempo real ou médio (TR):

TR = tempo total / nº de observações (depois da normatização dos dados)

$$TR = 718,89 / 21$$

$$TR \cong 34,23 \text{ minutos}$$

- Tempo normal

$$TN = TR \times EF / 100$$

$$TN = 34,23 \times 1,03$$

$$TN \cong 35,26 \text{ minutos}$$

- Fator de Tolerância (FT)

$$FT = 100 + T$$

Para o cálculo de FT, foram considerados os seguintes valores típicos de T conforme Quadro 03 (p. 32)

Tempo pessoa – 5%

Fadiga básica – 4%

Monotonia média – 1%

Iluminação abaixo do recomendado – 2%

$$FT = 100 + (5+4+1+2)$$

$$FT = 112$$

- Tempo Padrão (TP)

$$TP = TN \times FT / 100$$

$$TP = 35,26 \times (112 / 100)$$

$$TP \cong 39,49 \text{ minutos}$$

Os demais cálculos dos tempos (TR, TN e TP) para as outras atividades componentes do processo de troca de título, foram realizados da mesma maneira da atividade finalizar a produção.

## APÊNDICE C: Procedimento para a troca de título

Logomarca da empresa	<b>TROCA DE TÍTULO DAS AUTOCOROS</b>	Código: POP001-00
		Data: 23/10/2012

### 1. Objetivo

Definir sistemática para a realização da troca de título das máquinas da sessão de Autocoro.

### 2. Abrangência

Gerência de Produção.

### 3. Descrição:

**Troca de título:** atividade programada ou não que visa mudar o título (diâmetro) do fio a ser produzido nas máquina através da troca de componentes como:

Engrenagens;

Correias;

Rotores;

Funis e;

Material de embalagem

Elaborado por: Alaine Ferreira	Autorizado por: Gerente de Produção	Data da elaboração: 23/10/2012	Páginas: 1 de 3
-----------------------------------	--	-----------------------------------	--------------------

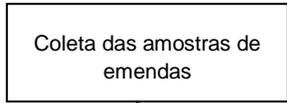
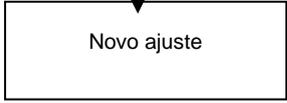
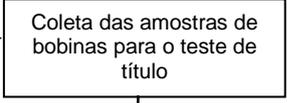
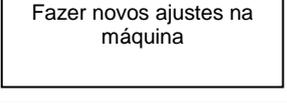
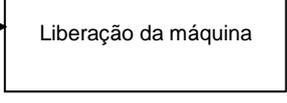
Logomarca da empresa	<b>TROCA DE TÍTULO DAS AUTOCOROS</b>	Código: POP001-00
		Data: 23/10/2012

#### 4. Fluxograma do processo

Fluxo	Responsável	Método	Freq.	Registro
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Informação da mudança de título</div>	Comercial	Informar a gerência de produção e ao setor de qualidade a necessidade da mudança de título, através de e-mail com todas as informações necessárias: título, torções dos fios, quantidades em quilos, metragem, a máquina que irá produzir (quando for necessário).	Toda troca de título	--
<div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Mudança de componentes</div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <span><b>Não</b></span> <span><b>Sim</b></span> </div> </div>	Qualidade	Analisar os dados passados pelo setor comercial e definir se é preciso a mudança de componentes das máquinas.	Toda troca de título	--
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Localização do material desejado</div>	Qualidade, Produção e Manutenção	Localizar o material necessário para a realização da troca de título da máquina.	Toda mudança de component e	--
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Finalização da produção anterior</div>	Produção	Retirar as bobinas que estão na parte superior da máquina e nos fusos, retirar as latas de algodão que estão embaixo da máquina (quando necessário).	Toda finalização de produção	--
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Mudança de componente</div>	Produção e Manutenção	<b>Manutenção:</b> efetuar a troca de correias, engrenagens, rotores e funis. <b>Produção:</b> trocar o material de embalagem, rotores e funis.	Toda mudança de component e	--
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">Ajuste de parâmetros</div>	Manutenção	Configurar os parâmetros da máquina e robô. <b>Somente a equipe de manutenção poderá alterar ou ajustar os parâmetros.</b>	Toda ajuste de parâmetro	--

Elaborado por: Alaine Ferreira	Autorizado por: Gerente de Produção	Data da elaboração: 23/10/2012	Páginas: 2 de 3
-----------------------------------	--	-----------------------------------	--------------------

Logomarca da empresa	<b>TROCA DE TÍTULO DAS AUTOCOROS</b>	Código: POP001-00
		Data: 23/10/2012

	Manutenção	Acompanhar a realização do trabalho dos robôs, depois de obter as 3 amostras de emendas, elas deverão ser levadas para o setor de qualidade para verificar a resistência do fio.	Toda coleta de emendas	--
	Qualidade	Verificar se as emendas estão resistentes.	Toda teste de emendas	--
	Manutenção	realizar mudança de parâmetro nos robôs.	Todo novo ajuste	--
	Produção	Coletar seis amostras de bobinas e levá-las ao setor de qualidade.	Toda teste de título	--
	Qualidade	Realizar os testes de título com as seis amostras e verificar se o mesmo está entre a tolerância de $\pm 0,993\%$ do título desejado.	Todo teste de título	--
	Manutenção	Realizar alterações dos parâmetros da máquina.	Toda título reprovado	--
	Qualidade	Liberar a máquina para a nova produção.	Toda liberação de máquina	--

## 5. Registros

## 6. Alterações

Elaborado por: Alaine Ferreira	Autorizado por: Gerente de Produção	Data da elaboração: 23/10/2012	Páginas: 3 de 3
-----------------------------------	--	-----------------------------------	--------------------

## **ANEXOS**

## **ANEXO A – Movimentação de funcionários antes das propostas sugeridas**

**Fonte: Empresa em análise**

## **ANEXO B – Movimentação de funcionários depois das propostas sugeridas**

**Fonte: Empresa em análise**