

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Centro de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia de Produção**

**ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS NO SETOR DE  
ESPUMAÇÃO DE UMA EMPRESA DE COLCHÕES  
MAGNÉTICOS**

*Henrique Gabriel Rovigatti Chiavelli*

**TCC-EP-2014**

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

**ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS NO SETOR DE  
ESPUMAÇÃO DE UMA EMPRESA DE COLCHÕES  
MAGNÉTICOS**

*Henrique Gabriel Rovigatti Chiavelli*

**TCC-EP-2014**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito de avaliação no curso de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Orientador(a): Prof.(º): Dr. Carlos Anotnio Pizo

**Maringá - Paraná  
2014**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus que me deu força e me iluminou nos momentos mais difíceis e aos meus pais por sempre me incentivarem a estudar, por sempre me encorajar e nunca me fazer desistir.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein (1879 – 1955)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por sempre estar presente em minha vida me guiando e orientando meu caminho a cada dia que passa, para que eu consiga atingir meus objetivos de vida e ser uma pessoa melhor.

Agradeço aos meus pais que sempre foram presentes em minha vida, me educando, me confortando em momentos difíceis da minha vida, sendo pacientes para comigo, à qual sempre me incentivaram a me dedicar aos estudos.

Agradeço ao meu irmão mais velho Lucas, o qual foi como um pai para mim na cidade de Maringá pois, sempre cuidou de mim e me fez companhia, orientou meu caminho e sempre esteve presente na minha vida me ajudando em tudo que precisei.

Agradeço a minha cunhada Cristina que, juntamente com meu irmão, me ajudou bastante em Maringá no que precisei e com seu grupo de amigos tornou minha vida em Maringá mais animada, fazendo esquecer as dificuldades do dia a dia.

Agradeço ao meu Professor orientador Carlos Antonio Pizo que aceitou ser meu orientador e com todo seu profissionalismo e conhecimento contribuiu muito para que este trabalho fosse realizado, além de se dedicar a me orientar, me informando, corrigindo e contribuindo de alguma de várias maneiras para este trabalho.

Agradeço a todos meus professores, desde os meus primeiros anos na escola que contribuíram de alguma forma para a minha formação.

Agradeço aos meus amigos, tanto os que tenho na cidade de Marília quanto os que fiz na minha graduação, principalmente meu grupo de amigos que juntos conseguimos chegar ao fim de mais um ciclo da vida e com eles a vida universitária foi muito melhor.

E por fim, não poderia deixar de agradecer a empresa onde foi realizado este trabalho, que permitiu que este fosse realizado, a todas as pessoas envolvidas neste trabalho, desde os colaboradores, que aceitaram tranquilamente o trabalho realizado em seu setor, até os coordenadores de produção que me orientaram na empresa contribuindo para a realização deste.

## RESUMO

Em um mercado cada vez mais competitivo, as empresas buscam cada vez mais reduzir custos, melhorar a qualidade do seu produto e aumentar a produtividade. Com isto buscam inovação, tecnologia e melhoria contínua de seus processos produtivos. O presente trabalho apresenta o estudo de tempos e métodos como ferramenta para buscar melhorias em um setor de espumação em uma empresa de colchões magnéticos, onde se fabrica 5 densidades diferentes. Com este estudo foi determinado um tempo padrão para cada densidade e a capacidade produtiva do setor, à qual por meio da cronoanálise foi possível verificar algumas melhorias, sendo estas aplicadas ao setor e determinando um novo tempo padrão para cada densidade de bloco de espuma e uma nova capacidade produtiva, resultando em um aumento de 25 blocos de espumas diários para 45, um aumento em 80% e reduziram-se as horas extras diárias.

**Palavras-chave:** Cronoanálise, tempo padrão, método e espumação.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. JUSTIFICATIVA.....	2
1.2. DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. <i>Objetivo geral</i> .....	2
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1. ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS .....	4
2.1.1. <i>Tempos Cronometrados (Cronoanálise)</i> .....	6
2.1.2. <i>Tempos Predeterminados (Tempos Sintéticos)</i> .....	15
2.1.2.1. Tempos sintéticos para operações de montagem .....	16
2.1.2.2. Sistema Basic Time Measurement (BTM) .....	17
2.1.2.3. Sistema Fator Trabalho .....	17
2.1.2.4. Sistema Methods Time Measurement (MTM) .....	17
2.1.3. <i>Amostragem do Trabalho</i> .....	19
2.2. ERGONOMIA E MÉTODO DE TRABALHO .....	22
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>26</b>
<b>4. DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>28</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA .....	28
4.2. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR DE ESPUMAÇÃO .....	30
4.3. CRONOANÁLISE.....	35
4.4. MELHORIAS E APLICAÇÃO DO NOVO MÉTODO .....	47
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>6. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO A – ORGANOGRAMA EMPRESARIAL .....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tolerâncias de trabalho .....	15
Figura 2: Estados onde a empresa possui filiais .....	28
Figura 3: Porcentagem dos destinos dos resíduos .....	29
Figura 4: Coletores seletivos coloridos .....	30
Figura 5: Estruturas de dois modelos de colchões magnéticos .....	31
Figura 6: Organograma do setor de espumação .....	32
Figura 7: Processo de fabricação do bloco de espuma de poliuretano. ....	32
Figura 8: Máquina para a fabricação de espuma .....	33
Figura 9: Capela para pesagem dos produtos .....	34
Figura 10: Fluxograma do processo de espumação .....	35
Figura 11: Folha de Cronometragem .....	36
Figura 12: Cronômetro calibrado .....	37
Figura 13: Croqui do setor de espumação .....	39
Figura 14: Folha de Cronometragem .....	42
Figura 15: Tempos da densidade D20 .....	43
Figura 16: Tempos da densidade D28 .....	44
Figura 17: Tempos da densidade D33 .....	44
Figura 18: Tempos da densidade D40 .....	45
Figura 19: Tempos da densidade D50 .....	45
Figura 20: Comparativo entre os tempos de cada densidade .....	46
Figura 21: Novo armário para armazenar os corantes .....	48
Figura 22: Croqui do novo <i>layout</i> do setor de espumação .....	48
Figura 23: Tempos da densidade D20 após as melhorias .....	51
Figura 24: Tempos da densidade D28 após as melhorias .....	51
Figura 25: Tempos da densidade D33 após as melhorias .....	52
Figura 26: Tempos da densidade D40 após as melhorias .....	52
Figura 27: Tempos da densidade D50 após as melhorias .....	53
Figura 28: Comparativo entre os tempos de cada densidade no novo método .....	53
Figura 30: Organograma geral da empresa.....	58



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Coeficiente z de distribuição normal .....	10
Tabela 2: Coeficiente <b>d2</b> de distribuição normal.....	11
Tabela 3: Sistema de avaliação do ritmo .....	13
Tabela 4: Tempos, média e amplitude da Densidade D20 .....	40
Tabela 5: Tempos, média e amplitude da Densidade D28 .....	40
Tabela 6: Tempos, média e amplitude da Densidade D33 .....	40
Tabela 7: Tempos, média e amplitude da Densidade D40 .....	40
Tabela 8: Tempos, média e amplitude da Densidade D50 .....	41
Tabela 9: Cálculo do número de cronometragens para cada densidade .....	41
Tabela 10: Comparação entre os tempos de antes e depois da cronoanálisee redução do tempo padrão .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Conversão do tempo sexagesimal para centesimal .....	8
Quadro 2: Principais usos dos sistemas de tempos sintéticos .....	16
Quadro 3: Movimentos Fundamentais do sistema MTM .....	19
Quadro 4: Vantagens e desvantagens da amostragem de trabalho em relação aos tempos cronometrados.....	22
Quadro 5: Elementos, descrição e imagens das atividades do processo de espumação .....	39
Quadro 6: Elementos, descrição e imagens após a cronoanálise .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BTM	Basic Time Measurement
CPV	Custo do Produto Vendido
FR	Fator de Ritmo
FT	Fator de Tolerância
MTM	Methods Time Measurement
PPCP	Planejamento, Programação e Controle da Produção
TC	Tempo Cronometrado
TMU	Time Measurement Unit
TN	Tempo Normal
TP	Tempo Padrão

## 1. INTRODUÇÃO

As indústrias sempre têm buscado novos métodos de trabalho para melhorar os processos produtivos e, conseqüentemente, aumentar a produção, como exemplo pode-se citar Henry Ford que contribuiu com seu modelo de produção em massa por meio da linha de montagem inspirada nos métodos de produção em fluxo contínuo.

De acordo com Barnes (2008), esta busca em determinar o método mais rápido e eficiente para execução de uma operação levaram Frederick W. Taylor, Frank Bunker Gilbreth e sua esposa Lillian Moller Gilbreth a desenvolverem no início do século XX o que hoje se denomina como estudo de tempos e métodos. O primeiro, Frederick Taylor introduziu o estudo de tempos e a determinação de tempos padrão para os processos. Ao casal Gilbreth é atribuído o desenvolvimento do estudo de movimentos e a melhoria nos métodos de trabalho.

Apesar do estudo de Tempos e Métodos ter se desenvolvido no início do século XX, esta técnica de melhoria dos processos só chegou ao Brasil na década de 1950 trazido pelas multinacionais. Foi implantada principalmente no ABC paulista em empresas metalúrgicas e montadoras de automóveis. De forma pioneira, a indústria da confecção e do calçado foram as primeiras a implementar esse estudo em seu processo.

Para Slack et al. (2009), o estudo do método é o registro sistemático e o exame crítico dos métodos existentes, como um meio de desenvolver e aplicar métodos finais mais fáceis e mais convincentes de reduzir os custos.

A busca por melhorias, o avanço da tecnologia e a acirrada concorrência são cada vez mais constantes neste mundo globalizado onde as empresas querem otimizar seus processos, seja com ênfase na melhoria do tempo de produção, como tornar cada vez mais limpos, por meio do acompanhamento e análises de resultados indesejados como desperdícios de matéria prima, não cumprimento do prazo de entrega, produção abaixo da meta, produto não atendendo as necessidades dos clientes, entre outros. Nesse contexto, produzir bens em maior escala com o objetivo de reduzir os custos produtivos e em contrapartida diminuir o tempo dos processos produtivos, conseqüentemente, aumenta o volume a ser produzido, afim de garantir a entrega aos clientes, o que é essencial no que se refere à confiabilidade e ao tempo de entrega. Com isso o estudo de tempos e métodos está cada vez mais sendo utilizado pelas empresas.

A realização deste trabalho teve como objetivo utilizar o estudo de tempos e métodos para melhorar o método de trabalho do setor de espumação de uma empresa de colchões magnéticos com vistas a eliminar as horas extras e aumentar a produção diária, fazendo com que este setor consiga atender a demanda.

### **1.1. Justificativa**

A realização deste trabalho foi em um setor de espumação em uma empresa de colchões magnéticos localizada na cidade de Maringá-PR.

A escolha deste tema foi devido ao autor realizar estágio nesta área e a necessidade do setor de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) definir sua capacidade real diária de produção dos blocos de espuma, pois são produzidas 5 densidades diferentes em função da montagem do colchão necessitar várias camadas laminadas de espuma, para que a programação possa ser realizada se baseando nos tempos padrões de cada densidade.

Outro fator para a realização deste estudo, foi aumentar a produção dos blocos de espuma e eliminar as horas extras diárias praticadas pelos operadores para cumprirem a demanda exigida pela programação.

### **1.2. Definição e delimitação do problema**

O problema a ser analisado são as horas extras diárias no setor de espumação, em função deste setor não conseguir atender a demanda diária e, conseqüentemente, impactar diretamente a produção.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo de tempos e métodos, para determinar a capacidade produtiva e aumentar a produção no setor de espumação.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Analisar os métodos produtivos;

- Determinar o tempo padrão para cada densidade de bloco de espuma;
- Calcular a capacidade produtiva;
- Eliminar as horas extras;
- Aumentar a produção.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo serão abordados temas que contribuem para o desenvolvimento do trabalho. Serão apresentados os conceitos de estudo de tempos e métodos, as definições de tempos cronometrados, tempos sintéticos, amostragem de trabalho e a importância da ergonomia e do método de trabalho para o estudo de tempos e métodos.

### **2.1. Estudo de Tempos e Métodos**

O estudo de tempos e movimentos tornou-se uma das ferramentas mais eficazes no campo da Engenharia quando se trata de determinar a eficiência no trabalho por meio da determinação de parâmetros para os programas de produção e redução de custos industriais. Dentre esses custos industriais estão os com a mão de obra que necessitam ser trabalhados com o objetivo de reduzir o custo da empresa.

Conforme Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos é a determinação do tempo necessário para realizar uma tarefa, utilizando-se um cronômetro, com o objetivo de determinar a melhor e mais eficiente forma de desenvolver uma tarefa específica e também para encontrar um padrão de referência que servirá para:

- Determinar a capacidade produtiva da empresa;
- Elaborar os programas de produção;
- Determinar o custo da mão de obra direta no cálculo do custo do produto vendido (CPV);
- Estimativa do custo de um novo produto durante seu projeto e criação;
- Balancear as linhas de produção e montagem.

Segundo Barnes (2008), o estudo de tempos teve seu início em 1881, na usina de Midvale Steel Company com os trabalhos realizados por Frederick Taylor. Ele realizou estudos de otimizar a movimentação de materiais buscando métodos de aprimoramento das técnicas utilizadas pela empresa para o aumento da produção por operário. Sendo assim, o operário passou a executar suas tarefas de forma mais econômica eliminando tempos desnecessários. Já o estudo de movimentos teve sua origem em 1885 e foi introduzido pelo casal Frank B. Gilbreth e sua esposa Lillian M. Gilbreth. Ele engenheiro e ela psicóloga se completavam em

conhecimentos e fez com que levassem adiante um trabalho que envolvia a compreensão do fator humano, bem como os conhecimentos de materiais, ferramentas e equipamentos. Barnes (2008) explica que durante vários anos o principal objetivo do campo do estudo de movimentos e de tempos foi dado ao estabelecimento de tempos-padrão para serem usados em planos de incentivo salarial. Apesar disso, chegou-se a conclusão de que o estudo de movimentos é também uma ferramenta poderosa na redução de custos, devido a diminuir o tempo de execução de uma determinada atividade .

Segundo Barreto (1997), toda operação numa fábrica demanda tempo, desde a mais insignificante até a mais complexa das operações, logo o objetivo de estudar o tempo e método é proporcionar à direção da empresa um conhecimento real do tempo necessário para produzir algo, tendo, então, um maior controle sobre os processos produtivos.

Segundo Chiavenato (2000), para Taylor e seus seguidores o instrumento básico para se racionalizar o trabalho dos operários era o estudo de tempo e movimentos. Estes verificaram que o trabalho pode ser melhor e mais economicamente executado por meio da análise do trabalho, isto é, da divisão e subdivisão de todos os movimentos necessários à execução de cada operação a cargo dos operários. Taylor observou a possibilidade de decompor cada operação de tarefa em uma série ordenada de movimentos simples. Os movimentos inúteis eram eliminados, enquanto os movimentos úteis eram simplificados, racionalizados ou fundidos com outros movimentos para proporcionar economia de tempo e de esforço ao operário.

Para Peinado e Graeml (2007), o estudo de tempos, movimentos e métodos estão vinculados com três importantes definições do vocabulário empresarial: A engenharia de métodos, projeto de trabalho e ergonomia.

Já para Toledo Jr (2004), o estudo de tempos e métodos é a análise dos métodos materiais, ferramentas e instalações utilizadas e que irão ser utilizadas na realização de um trabalho. Esta análise tem por finalidade:

- Encontrar a forma mais econômica de se executar um trabalho;
- Padronizar os métodos, materiais, ferramentas e instalações;
- Determinar exatamente o tempo necessário, para que uma pessoa capacitada realize o trabalho em um ritmo normal;



- Ajudar a aprendizagem do operário em um novo método de trabalho.

Conforme Toledo Jr (2004), estes quatro tópicos, apesar de distintos, não podem ser separados, pois caso isto ocorra pode trazer grandes prejuízos ao estudo.

Segundo Martins e Laugeni (2005), para a realização do estudo de Tempos e Métodos pode-se utilizar três métodos distintos: método dos Tempos Cronometrados (Cronoanálise); método dos Tempos Predeterminados (Tempos Sintéticos); método de Amostragem do Trabalho. A escolha do método ideal vai depender do local onde será aplicado.

### **2.1.1. Tempos Cronometrados (Cronoanálise)**

Martins e Laugeni (2005) afirmam que:

A cronometragem é um dos métodos mais empregados na indústria para medir o trabalho. Em que pese o fato de o mundo ter sofrido consideráveis modificações desde a época em que F. W. Taylor estruturou a Administração Científica e o estudo de tempos cronometrados, objetivando medir a eficiência individual, essa metodologia continua sendo muito utilizada para que sejam estabelecidos padrões para a produção e para os custos industriais.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), os tempos de produção irão sofrer pouca variação quando a linha de produção é automatizada e, quanto maior for a intervenção humana na produção maior será a variação dos tempos. Logo, será mais difícil de medir corretamente os tempos, pois cada operador possui habilidades, força e vontades diferentes. Os tempos padrões de produção são importantes para:

- Estabelecer parâmetros para os programas de produção para o planejamento da fábrica, utilizando com eficácia os recursos disponíveis e, também, para avaliar o desempenho de produção em relação ao padrão existente;
- Fornecer dados para a determinação de custos padrões, para levantamento de custos de fabricação, determinação de orçamentos e estimativa do custo de um produto novo;
- Fornecer dados para o estudo de estruturas de produção, comparar roteiros de fabricação e analisar o planejamento da capacidade.

Além destas finalidades, Barnes (2008) também cita que o tempo padrão pode ser útil para ser usado como base para o pagamento de incentivo à mão de obra direta, determinar a eficiência

de máquinas, o número de máquinas que uma pessoa pode operar, o número de homens necessários ao funcionamento de um grupo, e como um auxílio ao balanceamento de linhas de montagem e de trabalho controlado por transportadores.

Segundo Krick (1976 *apud* Camarotto, 2005), o tempo padrão é o tempo necessário para completar um ciclo de uma operação quando realizada com um dado método, em uma certa velocidade arbitrária de trabalho, com previsão de demoras e atrasos independentes do valor.

Camarotto (2005) cita que o tempo padrão é o tempo utilizado para determinar a capacidade de trabalho em centros de produção onde há atividades de operadores, seja em atividades exclusivamente manuais, seja na interação homem-máquina.

De acordo com Ritzman e Krajewski (2004 *apud* Peinado e Graeml, 2007), a capacidade produtiva é o maior nível de produção que uma empresa pode manter razoavelmente empregando horários de trabalho realistas dos funcionários e o equipamento atualmente instalado.

Segundo Slack et al (2009), a capacidade de produção é definida como sendo o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação.

Para Gaither & Frasier (2001 *apud* Peinado e Graeml, 2007), a capacidade é o maior nível de produção que uma empresa pode manter dentro da estrutura de uma programação de trabalho realista, levando em conta um período de inatividade normal e supondo uma disponibilidade suficiente de entradas para operar a maquinaria e o equipamento existente.

Conforme Peinado e Graeml (2007), segue os equipamentos utilizados para a realização do estudo de tempos:

- **Cronômetro de hora centesimal:** é o mais utilizado, uma volta do ponteiro maior corresponde a 1/100 de hora, ou 36 segundos. É encontrado em lojas especializadas. A cronometragem também pode ser feita com um cronômetro comum (hora sexagesimal), porém o tempo medido deve ser convertido para a medida centesimal, conforme o Quadro 1.

Tempo medido com cronômetro comum	Tempo convertido para o sistema centesimal	Cálculo
1 minuto e 10 segundos	1,17 minutos	$1 + 10/60 = 1,17$
1 minuto e 20 segundos	1,33 minutos	$1 + 20/60 = 1,33$
1 minuto e 30 segundos	1,50 minutos	$1 + 30/60 = 1,50$
1 hora, 47min e 15seg.	1,83 horas	$1 + 47/60 + 15/3600 = 1,79$

**Quadro 1: Conversão do tempo sexagesimal para centesimal**

**Fonte: Peinado e Graeml (2007)**

- **Filmadora:** Utiliza-se a filmadora para a mensuração dos tempos necessários para a realização da tarefa. A utilização da filmadora tem a vantagem de registrar fielmente todos os movimentos executados pelo operador, e, se bem utilizada, pode eliminar a tensão psicológica que o operador sente quando está sendo observado diretamente por um cronoanalista;
- **Prancheta:** Serve para apoio do cronômetro e da folha de observações, de forma a permitir que o cronoanalista possa anotar suas tomadas de tempo em pé;
- **Folha de observação:** É um documento em que são registrados os tempos e demais observações relativas à operação cronometrada.

Conforme Martins e Laugeni (2005), inicialmente deve-se conversar e informar a todos os envolvidos sobre o tipo de trabalho que será executado, procurando obter a colaboração dos encarregados e dos operadores do setor. A seguir, deve-se definir o método da operação e dividi-la em elementos de tempo, ou seja, o processo a ser cronometrado será analisado e, caso necessite, melhorado, definindo assim o melhor método a ser executado tal processo. Após padronizado, o processo, será dividido em atividades que os operários realizam para cronometrar cada atividade.

Barnes (2008) também cita que deve ser informado aos operadores antecipadamente a realização do estudo de tempos, pondo-os também a par dos objetivos do estudo.

Peinado e Graeml (2007) também citam que a operação total cujo tempo padrão se deseja determinar deve ser dividida em partes para que o método de trabalho possa ter uma medida precisa. Deve-se tomar o cuidado para não dividir a operação em muitos ou poucos elementos. Algumas regras gerais para este desdobramento são:

1. Separar o trabalho em partes, de maneira que sejam mais curtas possíveis, mas longas o suficiente para que possam ser medidas com o cronômetro;
2. As ações do operador, quando independentes das ações da máquina, devem ser medidas em separado;
3. Definir atraso ocasionado pelo operador e pelo equipamento separadamente.

Martins e Laugeni (2005) afirmam que a divisão de elementos tem a sua principal finalidade a verificação do método de trabalho.

De acordo com Barnes (2008), para executar o estudo de tempos deve-se seguir oito passos:

1. Obter e registrar informações sobre a operação e o operador em estudo;
2. Dividir a operação em elementos e registrar uma descrição completa do método;
3. Observar e registrar o tempo gasto pelo operador;
4. Determinar o número de ciclos a ser cronometrado;
5. Avaliar o ritmo do operador;
6. Verificar se foi cronometrado um número suficiente de ciclos;
7. Determinar as tolerâncias;
8. Determinar o tempo padrão para a operação.

Conforme Barnes (2008) a coleta e registro de dados possui três métodos mais comuns para a leitura do cronômetro, que são: (1) leitura contínua; (2) leitura repetitiva e (3) leitura acumulada. Sendo os dois primeiros métodos mais utilizados.

- 1. Leitura Contínua:** Neste método começa a cronometragem pelo início do primeiro elemento e mantém o cronômetro funcionando até o último elemento, porém ao final de cada elemento deve ser registrado o tempo na folha de observação na frente de cada respectivo elemento, logo o tempo de cada elemento, a partir do segundo elemento, será dado pela subtração entre o elemento posterior com o elemento anterior;
- 2. Leitura Repetitiva:** Neste método de leitura, inicia-se a cronometragem pelo primeiro elemento e no final de cada elemento deve retornar o cronômetro no zero, iniciando-se cada elemento com o cronômetro zerado, anotando-se o valor na folha de verificação antes de zerar o cronômetro;
- 3. Leitura Acumulada:** Neste método permite a leitura direta do tempo para cada elemento através do uso de dois cronômetros. Esses cronômetros são montados juntos

na prancheta, sendo ligados por um mecanismo de alavanca, de tal modo que, quando se dá início ao primeiro cronômetro, o segundo para automaticamente e vice-versa. Este método tornou-se obsoleto à medida que surgiram os cronômetros digitais que facilita a cronometragem e inviabiliza a montagem do mecanismo.

De acordo com Martins e Laugeni (2005) para determinar o tempo padrão de uma peça ou operação, devem ser realizadas de 10 a 20 cronometragens. Porém, existe uma maneira matemática para se determinar o número de cronometragens a serem realizadas que é por meio da Equação 1.

$$n = \left( \frac{z * R}{E_r * d_2 * \bar{X}} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

$n$  = número de ciclos a serem cronometrados;

$z$  = coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada;

$R$  = amplitude da amostra;

$E_r$  = erro relativo;

$d_2$  = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;

$\bar{X}$  = média da amostra.

Segundo Martins e Laugeni (2005), para utilizar a Equação 1 deve-se realizar uma cronometragem prévia da operação de 5 a 7 vezes e retirando-se dos resultados obtidos a média  $\bar{X}$  e a amplitude  $R$ . Devem ser fixados os valores da probabilidade entre 90% e 95%, e erro relativo variando entre 5% e 10%.

Os valores típicos dos coeficientes  $z$  e  $d_2$  utilizados nos cálculos são apresentados na Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

**Tabela 1: Coeficiente  $z$  de distribuição normal**

<b>Probabilidade</b>	90%	91%	92%	93%	94%	95%
<b><math>z</math></b>	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

**Tabela 2: Coeficiente  $d_2$  de distribuição normal**

Nº de ciclos ( $n$ )	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d_2$	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Martins e Laugeni (2005)

De acordo com Barnes (2008), após determinar o número de ciclos a ser cronometrado, deve-se avaliar o ritmo do operador durante a execução do estudo, conhecido como Fator de Ritmo (FR), que é a fase mais importante e mais difícil do estudo de tempo, à qual o analista de estudos de tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal. Posteriormente, este fator de ritmo será aplicado ao Tempo Cronometrado (TC) a fim de obter-se o Tempo Normal (TN) para esta tarefa, o qual é dado pela Equação 2.

$$TN = TC \times FR \quad (2)$$

Onde:

$TN$  = Tempo Normal;

$TC$  = Tempo Cronometrado;

$FR$  = Fator de Ritmo.

Segundo Slack et al. (2009), a avaliação do ritmo dos tempos observados é o processo de avaliar a velocidade de trabalho do trabalhador relativamente ao conceito do observador a respeito da velocidade correspondente ao desempenho padrão. O observador pode levar em consideração, separadamente ou em combinação, um ou mais fatores necessários para realizar o trabalho, como a velocidade de movimento, esforço, destreza, consistência, entre outros.

Para Peinado e Graeml (2007) a avaliação da velocidade do operador será o processo pelo qual o cronoanalista irá comparar o ritmo do operador em observação com seu próprio conceito de ritmo normal. Para a velocidade de operação normal do operador é atribuída uma taxa de velocidade, ou ritmo, de 100%. Velocidades acima do normal apresentam valores superiores a 100% e velocidades abaixo do normal apresentam valores inferiores a 100%.

Barnes (2008) destaca seis métodos para avaliar o ritmo do operador, porém neste trabalho serão abordados três métodos:

- 1. Avaliação do ritmo através da habilidade e esforço:** este sistema baseia-se em estudos de tempos, com seus padrões expressos em pontos ou "B". A avaliação é feita

levando-se em conta a habilidade (grau de facilidade com que o operador executa uma atividade) e o esforço (empenho do operador em realizar a atividade mais rápida e da melhor maneira) do operador, utilizando-se uma tabela padrão (Tabela 3) de tolerâncias para a fadiga (60 pontos corresponde à execução-padrão). Neste sistema, um trabalho executado num ritmo normal produz 60 B por hora e a média de desempenho sob um sistema de incentivo varia de 70 a 80 B por hora;

2. **Desempenho do ritmo:** este é o sistema mais utilizado nos E.U.A, avalia um fator único entre velocidade do operador, ritmo ou tempo. Este sistema utiliza registros anteriores de tempos para estabelecer os padrões normais. Por exemplo, se a velocidade de 5 Km/h for considerada normal(100%), 6 Km/h representam 120% na avaliação de ritmo. A estimativa pode ser feita para um elemento ou para um ciclo completo de elementos;
3. **Sistema Westinghouse para avaliação do ritmo:** este sistema avalia quatro fatores: (1) habilidade; (2) esforço; (3) condições e (4) consistência, onde há uma tabela que irá fornecer valores numéricos para cada fator conforme a Tabela 3. Neste sistema deve-se somar o valor de cada fator, somando-se mais um e multiplicar pelo tempo cronometrado, como no exemplo abaixo:

**Exemplo:** Tempo cronometrado = 12min;

Habilidade = Excelente B2 = +0,08;

Esforço = Bom C1 = +0,05;

Condições = Ideal = 0,06;

Consistência = Perfeita = +0,04

Total = +0,08 + 0,05 + 0,06 + 0,04 = 0,23 + 1 = 1,23

Tempo Normal (TN) = 12 x 1,23 = 14,76min.

Tabela 3: Sistema de avaliação do ritmo

HABILIDADE			ESFORÇO		
+0,15	A1	Super-hábil	+0,13	A1	Excessivo
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2		+0,08	B2	
+0,06	C1	Bom	+0,05	C1	Bom
+0,03	C2		+0,02	C2	
0,00	D	Médio	0,00	D	Médio
-0,05	E1	Regular	-0,04	E1	Regular
-0,10	E2		-0,08	E2	
-0,16	F1	Fraco	-0,12	F1	Fraco
-0,22	F2		-0,17	F2	
CONDIÇÕES			CONSISTÊNCIA		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Perfeita
+0,04	B	Excelente	+0,03	B	Excelente
+0,02	C	Boa	+0,01	C	Boa
0,00	D	Média	0,00	D	Média
-0,03	E	Regular	-0,02	E	Regular
-0,07	F	Fraca	-0,04	F	Fraca

Fonte: Barnes (2008)

De acordo com Barnes (2008), deve-se verificar se o número de ciclos cronometrados foi o suficiente, para depois determinar as tolerâncias, pois o tempo normal não possui tolerância alguma e não é de se esperar que uma pessoa trabalhe o dia inteiro sem alguma interrupção, assim o operador pode dispendir parte de seu tempo em necessidades pessoais para descansar ou por motivos fora de seu controle. As tolerâncias para as interrupções da produção podem ser classificadas em:

1. **Tolerância pessoal:** Segundo Peinado e Graeml (2007), esta diz respeito às necessidades fisiológicas do organismo, uma forma de determinar o tempo desta tolerância seria na utilização da amostragem do trabalho ou por meio de monitoramento contínuo. Porém, para trabalhos leves com jornadas de oito horas por dia, sem intervalo de descanso, exceto para almoço, o tempo médio de parada varia de 10 a 24 minutos, ou seja, de 2% a 5% da jornada de trabalho, lembrando que para trabalhos mais pesados e ambientes quentes e úmidos requerem maior tempo para as necessidades pessoais;
2. **Tolerância para fadiga:** De acordo com Martins e Laugeni (2005), as tolerâncias para a fadiga têm um valor entre 10% (trabalho leve em um bom ambiente) e 50% do tempo (trabalhos pesados em condições inadequadas), porém normalmente adota-se



uma tolerância variando entre 15% a 20% do tempo para trabalhos normais realizados em ambiente normal, para as empresas industriais;

- 3. Tolerância para espera:** Conforme Barnes (2008), a espera durante a produção pode ser evitável ou não, sendo que as esperas feitas intencionalmente pelo operador não devem ser consideradas na determinação do tempo padrão. As esperas podem ocorrer devido a paradas, como: manutenção de máquinas, quebra de ferramentas, interrupções dos supervisores, substituição de ferramentas, etc. Para determinar esta tolerância pode ser feita por meio de estudos contínuos ou de amostragens do trabalho.

Segundo Camarotto (2005), além destas três tolerâncias há também a **tolerância especial**, à qual é dada em função de situações especiais como: falta de treinamento adequado para o trabalho, rotatividade no trabalho, condições sociais adversas, logo a estimativa desta tolerância é de difícil mensuração, sendo necessária a utilização da amostragem do trabalho para a sua determinação.

De acordo com Martins e Laugeni (2005), além destas metodologias para determinar as tolerâncias, estas podem ser calculadas em função dos tempos de permissão que a empresa está disposta a conceder. Neste caso determina-se a porcentagem de tempo  $p$  concedida em relação ao tempo de trabalho diário e calcula-se o fator de tolerâncias por meio da Equação 3.

$$FT = \frac{1}{(1 - p)} \quad (3)$$

Onde:

$FT$  = Fator de Tolerância;

$p$  = tempo de intervalo dado dividido pelo tempo de trabalho.

Não há uma forma satisfatória de se medir a tolerância, pois isto vai depender da natureza e das condições ambientais do trabalho, a Figura 1 apresenta as tolerâncias proposta por Niebel (1992, *apud* Peinado e Graeml, 2007).

DESCRIÇÃO	%	DESCRIÇÃO	%
<b>A. Tolerâncias invariáveis:</b>		4. Iluminação deficiente:	
1. Tolerâncias para necessidades pessoais	5	a. ligeiramente abaixo do recomendado	0
2. Tolerâncias básicas para fadiga	4	b. bem abaixo do recomendado	2
<b>B. Tolerâncias variáveis:</b>		c. muito inadequada	
1. Tolerância para ficar em pé	2	5. Condições atmosféricas (calor e umidade) – variáveis	0-10
2. Tolerância quanto à postura		6. Atenção cuidadosa	
a. ligeiramente desajeitada	0	a. trabalho razoavelmente fino	0
b. desajeitada (recurvada)	2	b. trabalho fino ou de precisão	2
c. muito desajeitada (deitada, esticada)	7	c. trabalho fino ou de grande precisão	5
3. Uso de força ou energia muscular (erguer, puxar ou levantar)		7. Nível de ruído:	
Peso levantado em quilos		a. contínuo	0
2,5	0	b. intermitente – volume alto	2
5,0	2	c. intermitente – volume muito alto	5
7,5	2	d. timbre elevado – volume alto	5
10,0	3	8. Estresse mental	
12,5	4	a. processo razoavelmente complexo	1
15,0	5	b. processo complexo, atenção abrangente	4
17,5	7	c. processo muito complexo	8
20,0	9	9. Monotonia:	
22,5	11	a. baixa	0
25,0	13	b. média	1
27,5	17	c. elevada	4
30,0	22	10. Grau de tédio	
		a. um tanto tedioso	0
		b. tedioso	2
		c. muito tedioso	5

**Figura 1: Tolerâncias de trabalho**  
**Fonte: Peinado e Graeml (2007)**

De acordo com Barnes (2008), após determinar o Fator de Tolerância (FT), deve-se calcular o Tempo Padrão (TP), que segundo Peinado e Graeml (2007), é calculado multiplicando-se o tempo normal pelo fator de tolerância, conforme a Equação 4.

$$TP = TN \times FT \quad (4)$$

Onde:

*TP* = Tempo Padrão;

*TN* = Tempo Normal;

*FT* = Fator de Tolerância.

### 2.1.2. Tempos Predeterminados (Tempos Sintéticos)

De acordo com Peinado e Graeml (2007), com a realização do estudo de tempos, a empresa terá armazenado os tempos elementares que são comuns a várias funções. A metodologia dos tempos sintéticos leva vantagem em relação à cronoanálise, pois é possível determinar o

tempo de execução de uma atividade ou de um produto sem necessidade de realizar a cronometragem, ou seja, pode-se determinar o tempo padrão de um determinado produto sem este ter sido lançado ou de um trabalho sem este ter se iniciado.

Conforme Barnes (2008), os principais usos dos sistemas de tempos sintéticos são divididos em duas classes, de acordo com o Quadro 2.

<b>Avaliação de métodos</b>	<b>Estabelecimento de tempos padrão</b>
Melhoria de métodos existentes.	Uso direto dos tempos sintéticos para o estabelecimento de tempos padrão.
Avaliação de métodos propostos antes do início da produção.	Compilação de dados padrão e de fórmulas para classes específicas de trabalho a fim de tornar mais rápido o estabelecimento de tempos padrão.
Avaliação de projetos de ferramentas, dispositivos e equipamentos.	Verificação de padrões estabelecidos por estudo de tempos.
Auxílio ao projeto de produto.	Auditoria de tempos padrão.
Treinamento do pessoal de supervisão para orientá-los em relação ao estudo de movimentos e de tempos.	

**Quadro 2: Principais usos dos sistemas de tempos sintéticos**  
**Fonte: Barnes (2008)**

Segundo Barnes (2008), há nove sistemas de tempos sintéticos. Devido à falta de informação publicada e às especificidades de cada método feito ou adaptado para cada empresa em particular, é impossível saber quantos sistemas distintos de tempos sintéticos podem estar em uso nas organizações. Porém, em que pese o alto grau de especificação, todos os métodos possuem muito em comum. Dentre os nove sistemas, são descritos quatro sistemas de tempos sintéticos: Tempos sintéticos para operações de montagem; Sistema Basic Time Measurement (BTM); Sistema Fator Trabalho e Sistema Methods Time Measurement (MTM), sendo os dois últimos os principais sistemas de tempos sintéticos, porém o MTM é o mais utilizado.

#### **2.1.2.1. Tempos sintéticos para operações de montagem**

De acordo com Barnes (2008), este sistema foi desenvolvido por Harold Engstrom e seus companheiros na fábrica da General Electric Company em Bridgeport. Este sistema foi utilizado para estimar custo de mão de obra em produtos novos e o estabelecimento de tempos padrão. Foi um sistema projetado para operações de montagem na divisão de aparelhos eletrodomésticos, não destinado à aplicação universal.

#### **2.1.2.2. Sistema Basic Time Measurement (BTM)**

Conforme Barnes (2008), este é chamado de estudo de tempos por movimentos básicos, foi desenvolvido por Ralph Presgrave, G. B. Bailey e outros membros da J. D. Woods and Gordon, LTD, no Canadá. Foi utilizado pela primeira vez em 1950. Este sistema leva em consideração a distância percorrida, a atenção visual, o grau de precisão necessário a agarrar ou posicionar, a força necessária no manuseio do peso e execução simultânea de dois movimentos.

#### **2.1.2.3. Sistema Fator Trabalho**

Segundo Barnes (2008), este sistema foi um dos primeiros métodos de tempos sintéticos a ser generalizado, sendo sua primeira aplicação em 1938. Por meio deste método é possível determinar o tempo normal ou tempo selecionado para tarefas manuais pelo uso de dados sintéticos. Neste sistema define-se um movimento básico aquele movimento que envolva a dificuldade ou precisão mínima para uma dada distância e combinação de membros. O fator trabalho é uma unidade usada como índice do tempo adicional requerido além do tempo básico quando os movimentos são executados envolvendo as seguinte variáveis: (a) controle manual (envolvendo quatro principais fatores que afetam o tempo de execução de movimentos manuais, como membro do corpo usado, distância percorrida, controle manual requerido e peso ou resistência encontrada) e (b) peso ou resistência (onde o efeito do peso varia com o membro do corpo usado e o sexo do operador).

#### **2.1.2.4. Sistema Methods Time Measurement (MTM)**

De acordo com Barnes (2008), este sistema foi desenvolvido a partir do estudo de filmes de operações industriais, tendo seus tempos padrão publicados em 1948. Este método fundamenta-se em analisar qualquer operação manual ou método em movimentos básicos requeridos para sua execução, associando a cada movimento um tempo sintético determinado pela natureza do movimento e pelas condições de execução do movimento. Este sistema possui como unidade de tempo o centésimo milésimo de hora (0,00001 h), sendo designada uma unidade de medida de tempo (Time Measurement Unit, TMU, ou Unidade de Medição de Tempo, UMT) que vale 0,0006 minutos.

Segundo Barnes (2008), há nove movimentos fundamentais que são divididos em: alcançar, movimentar, girar, agarrar, posicionar, soltar, desmontar, tempos para os olhos e movimentos do corpo, perna e pé. O Quadro 3 explica cada movimento fundamental.

<b>Movimentos Fundamentais</b>	<b>Explicação e detalhamento de cada movimento fundamental</b>
Alcançar	<p>É o elemento básico usado quando a finalidade principal é transportar a mão ou dedo a um destino. O tempo para alcançar varia com a condição, distância percorrida e tipo de alcançar. Este movimento é classificado em cinco classes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Caso A:</b> para um objeto em localização definida, para um objeto na outra mão ou sobre o qual a outra mão descansa;</li> <li>2. <b>Caso B:</b> para um objeto do qual se conhece a localização geral. Esta localização pode variar ligeiramente de ciclo para ciclo;</li> <li>3. <b>Caso C:</b> para objetos situados em um grupo de objetos;</li> <li>4. <b>Caso D:</b> para um objeto muito pequeno ou quando seja necessário um agarrar de precisão;</li> <li>5. <b>Caso E:</b> para uma localização indefinida a fim de balancear o corpo, para o próximo movimento ou desimpedindo o caminho;</li> </ol>
Movimentar	<p>É o elemento básico usado quando a finalidade é o transporte do objeto a um destino. O tempo de movimento é afetado pela condição, distância percorrida em movimento e fator de peso. Há três classes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Caso A:</b> objeto para a outra mão ou de um encontro a um batente;</li> <li>2. <b>Caso B:</b> objeto para localização aproximada ou indefinida;</li> <li>3. <b>Caso C:</b> objeto para localização exata.</li> </ol>
Girar	<p>É o movimento de rotação da mão, pulso e antebraço, tendo como eixo próprio o antebraço. Sendo que a mão pode estar vazia ou carregada. O tempo para girar a mão pode variar com o grau de giro e com o fator de peso.</p>
Agarrar	<p>É o elemento básico empregado para alinhar, orientar e montar um objeto com outro objeto, onde os movimentos usados sejam de tal característica que não se justifique a classificação em outros elementos básicos. O tempo de posicionar é afetado pela classe do ajuste, simetria e facilidade de manuseio.</p>
Posicionar	<p>É o elemento básico para alinhar, orientar e montar um objeto com outro objeto. O tempo para posicionar é afetado pela classe do ajuste, simetria e facilidade de manuseio.</p>
Soltar	<p>É o elemento básico que se refere a abandonar o controle exercido pelos dedos ou mão sobre o objeto. As duas classificações de soltar são: (1) soltar normal, simples abertura dos dedos; (2) soltar de contato, em que o soltar se inicia e termina no instante em que o próximo alcançar tem início.</p>

(Continua)

(continuação)

Soltar	É o elemento básico que se refere a abandonar o controle exercido pelos dedos ou mão sobre o objeto. As duas classificações de soltar são: (1) soltar normal, simples abertura dos dedos; (2) soltar de contato, em que o soltar se inicia e termina no instante em que o próximo alcançar tem início.
Desmontar	É o elemento básico que se refere a abandonar o controle exercido pelos dedos ou mão sobre o objeto. As duas classificações de soltar são: (1) soltar normal, simples abertura dos dedos; (2) soltar de contato, em que o soltar se inicia e termina no instante em que o próximo alcançar tem início.
Tempo para os olhos	Na maioria dos trabalhos, o tempo de deslocamento e focalização dos olhos não é fator limitante e, conseqüentemente, não afeta o tempo de operação. Entretanto quando os olhos dirigem os movimentos das mãos ou do corpo, torna-se necessária a consideração de tempos para os olhos. Há dois tipos de movimentos para os olhos: (1) tempo de focalização, que é o tempo para focalizar certo objeto e distinguir certas características; (2) tempo de deslocamento do olhar, é afetado pela distância entre os pontos do qual e no qual os olhos se deslocam e pela distância medida na perpendicular tirada do olho à linha de deslocamento.
Movimento do corpo, perna e pé	Os tempos de movimentos de corpo, perna e pé também são classificados em relação ao tipo de movimento e a distância percorrida. Os tipos de 15 movimentos podem ser do tipo movimento dos pés, pernas, passo ao lado, curvar, ajoelhar, sentar, levantar da posição sentado e andar.

**Quadro 3: Movimentos Fundamentais do sistema MTM****Fonte: Barnes (2008)**

### 2.1.3. Amostragem do Trabalho

De acordo com Barnes (2008, p. 416), “a amostragem do trabalho em sua forma mais simples consiste em se fazer observações em intervalos ocasionais de um ou mais operadores ou máquinas e registrar quando eles estão inativos ou trabalhando”.

Segundo Peinado e Graeml (2007), a finalidade da amostragem de trabalho é obter, com grau de confiabilidade estatisticamente determinado, uma estimativa de duração da atividade com um erro admissível, estatisticamente comprovado.

Segundo Barnes (2008), a metodologia da amostragem do trabalho foi empregada pela primeira vez na indústria têxtil britânica por L. H. C. Tippett. Nos E.U.A. recebeu o nome de “relação de esperas” e foi aplicada em 1940. Este método possibilita a coleta de dados em tempo menor e a custos mais baixos do que outros métodos de medida de trabalho.

Já Martins e Laugeni (2005) afirmam que a amostragem de trabalho leva um tempo maior para a coleta de dados do que os outros métodos. E envolve uma estimativa da proporção de tempo despendido em um dado tipo de atividade, em um certo período, por meio de observações instantâneas e espaçadas ao acaso.

De acordo com Peinado e Graeml (2007), a ideia da amostragem de trabalho é efetuar determinada mensuração sobre uma parcela pequena de uma população, a ser analisada, e utilizar esta informação para fazer inferência sobre a população toda. Esta metodologia permite estimar a porcentagem de tempo em que um trabalhador ou uma máquina utiliza em cada atividade. O método não necessita de observação contínua, nem de cronometragem da atividade.

Conforme Camarotto (2005), a amostragem de trabalho baseia-se no método estatístico de amostragem, uso de uma amostra aleatória de uma população, permitindo conhecer, a porcentagem de tempo dedicado ao trabalho e ao descanso, em situações onde o ciclo de trabalho é muito longo ou que sofre muitas variações de métodos.

Para Barnes (2008) este método possui três usos principais:

1. **Relação de espera:** medir atividades e esperas de homens e máquinas, por exemplo, determinar a porcentagem de um dia no qual um homem trabalha e não trabalha;
2. **Amostragem do desempenho:** medir o tempo de trabalho e o tempo de descanso de uma pessoa que execute uma tarefa manual e para estabelecer índice ou nível de desempenho para a mesma pessoa durante seu tempo de trabalho;
3. **Medida do trabalho:** estabelecer um tempo padrão para uma operação, sob certas circunstâncias.

Já Peinado e Graeml (2007) citam cinco aplicações para a utilização deste método:

- Determinar o fator de tolerância referente ao tempo de espera que pode ser incorporado ao tempo padrão;
- Determinar o grau de utilização das máquinas, aparelhos e equipamentos de transporte e índices de inatividade de um trabalhador;
- Determinar a atividade de mão de obra indireta para rateio de custos (inclusive sistema ABC);
- Estimar o tempo gasto em várias atividades;

- Estimar tempo padrão de uma operação sob certas circunstâncias.

Além destas aplicações, Peinado e Graeml (2007), também citam que esta metodologia é muito utilizada para determinar o tempo gasto em atividades não repetitivas, mais difíceis de controlar e que, geralmente, abrangem uma faixa de atividades mais ampla, como por exemplo, um inspetor de qualidade que pode dispensar parte de seu tempo em atividades importantes, como contato e determinação de especificações com fornecedores, e parte de seu tempo com atividades de rotina, como verificar dimensões de peças.

Barnes (2008) exemplifica esta metodologia, fazendo a anotação de um operador quando ele estiver trabalhando e quando ele estiver inativo, assim a porcentagem do dia em que o operador permaneceu inativo é estimada pela relação entre o número de registros de inatividade e o número total de observações realizadas. O erro relativo é função do número de observações realizadas.

Peinado e Graeml (2007) sugerem algumas regras para determinar a proporção de tempo em que uma pessoa gasta em suas atividades:

- As observações devem ser instantâneas, ou seja, o que importa é a atividade que foi observada no instante em que o analista “bateu o olho” independente de sua duração;
- As observações devem ser feitas em intervalos de tempos aleatórios. Nenhum padrão de intervalo deve ser seguido;
- O número de observações deve ser suficiente para representar a população, de acordo com o grau de confiabilidade e erro demandados pelo estudo.

Segundo Peinado e Graeml (2007), para saber se o número de observações é suficiente para representar a verdade utiliza-se a Equação 5.

$$N = \left( \frac{z}{E_r} \right)^2 \times \left( \frac{1-p}{p} \right) \quad (5)$$

Onde:

$N$  = número de observações necessárias;

$Z$  = coeficiente de distribuição normal (valores na Tabela 1);

$E_r$  = erro relativo aceitável;

$p$  = proporção da atividade estudada no conjunto de todas as atividades.



Segundo Martins e Laugeni (2005), a amostragem de trabalho apresenta algumas vantagens e desvantagens em relação aos tempos cronometrados, conforme Quadro 4.

<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Operações cuja medição para cronômetro é cara;	Não é bom para operações repetitivas de ciclo restrito;
Estudos simultâneos de equipes;	Não pode ser tão detalhada como estudo com cronômetro;
Custo do cronometrista é alto;	A configuração do trabalho pode mudar no período;
Observações longas diminuem influência de variações ocasionais;	Às vezes se esquece de registrar o método de trabalho;
O operador não se sente observado de perto.	A administração não entende tão bem.

**Quadro 4: Vantagens e desvantagens da amostragem de trabalho em relação aos tempos cronometrados**  
**Fonte: Martins e Laugeni (2005)**

## **2.2. Ergonomia e Método de trabalho**

De acordo com Barnes (2008), o projeto de métodos de trabalho tem como objetivo principal encontrar a mais eficiente combinação entre homens, máquinas, equipamentos e materiais no ambiente de trabalho. Para isso é muito importante determinar quais são as funções executadas pelo homem e quais pela máquina. Como a ergonomia (palavra que deriva do grego “ergon” que significa “trabalho” e “nomos” que significa “leis ou normas”) tem como objetivo adaptar as tarefas e o ambiente de trabalho às características sensoriais, perceptivas, mentais e físicas das pessoas, o estudo de tempos e métodos acaba resultando em melhorias para o operador, fazendo com que este aumente sua produtividade.

Camarotto (2005), explica que o estudo do trabalho é o uso de técnicas, métodos e medição do trabalho, a fim de examinar o trabalho humano em todos seus aspectos e desta forma, investigar os fatores que influenciam na eficiência e desempenho da situação estudada com a finalidade de melhorar o conforto e a segurança na execução do trabalho e também aumentar a produtividade dos processos. Para que um estudo do trabalho seja completo e eficaz, faz-se necessário um projeto de trabalho que irá dimensionar os recursos materiais e organizacionais necessários para a realização de um conjunto determinado de tarefas em um centro de produção.

Para Barreto (1997), antes de medir um tempo de produção e considera-lo como padrão, deve-se encontrar o método correto para executar o trabalho a ser medido.

De acordo com Taylor (1990), para encontrar o melhor método de se executar uma tarefa há cinco etapas:

- Selecionar de 10 a 15 operadores hábeis em fazer a atividade a ser analisada;
- Estudar o ciclo exato das operações elementares ou movimentos que cada um destes homens emprega, ao executar o trabalho que está sendo investigado como também os instrumentos usados;
- Estudar com o cronômetro o tempo exigido para cada um destes movimentos elementares e então escolher os meios mais rápidos de realizar as fases do trabalho;
- Eliminar todos os movimentos falhos, lentos e inúteis;
- Reunir em um ciclo os melhores e mais rápidos movimentos, assim como os melhores instrumentos.

Conforme Barnes (2008), quando um produto ou serviço está sendo projetado ou desenvolvido existe uma grande oportunidade de se usar o projeto do processo e propor os melhores métodos e sistemas de produção, contudo o “método perfeito” não existe, mas sempre existem oportunidades para melhorar. Fatores como volume e qualidade do produto, tipo e preço da matéria-prima e disponibilidade de máquinas e equipamentos, podem diferir daquele que vigoravam quando se iniciou a produção. Portanto, sempre existe a oportunidade de se melhorarem os processos e os métodos, até o ponto de se redesenharem o próprio produto e seus componentes.

Barnes (2008) enfatiza quatro possíveis soluções para selecionar o método preferido para executar uma atividade:

- Eliminar todo o trabalho desnecessário;
- Combinar operações ou elementos;
- Modificar a sequência de operações;
- Simplificar as operações essenciais.

Conforme Másculo (2011), o arranjo físico lida com toda a localização física dos recursos de transformação, ou seja, determina onde serão alocadas as máquinas, equipamentos e pessoal,

logo determina a forma e a aparência dos locais de trabalho e como os processos irão fluir. Portanto, o arranjo físico interage com a Ergonomia diretamente nos aspectos que dizem respeito às atividades do trabalhador, sendo assim um bom arranjo físico proporciona:

- Segurança;
- Minimização das distâncias;
- Boa sinalização;
- Conforto para os operadores;
- Facilidade de coordenação.

De acordo com Gomes e Másculo (2011), um modelo de organização de trabalho está condicionado à qualificação da mão de obra, à cultura do país e, sobretudo às relações capital trabalho vigente, portanto o posicionamento dos funcionários ou dos colaboradores varia de país a país.

Conforme Vidal (2011), a Ergonomia pode adequar e projetar a organização de forma que atenda aos desafios do presente (eficiência) e do futuro (sustentabilidade), através dos conceitos de tarefa, atividade, variabilidade e regulação. Portanto, a Ergonomia pode ser entendida como estudo e implementação de novos meios para resolver problemas colocados pela forma adotada de organização do trabalho.

Segundo Iida (2005), a ergonomia é o estudo da adaptação do trabalho ao homem, com o objetivo de reduzir a fadiga, estresse, erros e acidentes, proporcionando segurança, satisfação e saúde aos colaboradores, durante seu relacionamento com o sistema produtivo.

Segundo Vidal (2011), o estudo antropométrico abrange os métodos e técnicas que nos possibilitam obter um conjunto satisfatório de medidas e conformações do corpo ou partes do corpo humano, sendo assim, este é uma etapa necessária para a definição do projeto de um posto de trabalho, sendo responsável direto por parte importante da dinâmica dos movimentos para a execução de uma determinada atividade. Portanto, se um posto de trabalho estiver mal elaborado, certamente o operador será obrigado a adotar posturas forçadas, num dado momento, ou executar uma sequência de movimentos desequilibrados numa configuração dinâmica.

De acordo com Vidal (2011), a Ergonomia tem sido aplicada no campo organizacional em:

- Modelagem de processos para elaboração de cenários e roteiros para as mudanças organizacionais;
- Análise dos requisitos das novas propostas organizacionais em termos de capacidades, limitações e demais características, especificando necessidades de treinamento e de novas competências;
- Construção de roteiros de implementação para evitar descapitalização ou desaproveitamento do capital de competência (*Know How*) existente, sobretudo no nível operacional;
- Perícia e prevenção de acidentes.

Segundo Iida (2005), há dois tipos de enfoques para analisar o posto de trabalho: o taylorista e o ergonômico. O enfoque Taylorista é baseado nos princípios da economia de movimentos, o que é chamado de estudo de tempos e movimentos. Este é baseado em uma série de conhecimentos empíricos, acumulados desde a época de Taylor (1856-1915). Sendo assim o melhor método é escolhido pelo critério do menor tempo gasto. E para escolher o melhor método deveria seguir três etapas: (1) desenvolver o método preferido; (2) Preparar o método padrão e (3) Determinar o tempo padrão. Já o enfoque Ergonômico tende a desenvolver postos de trabalho que reduzam as exigências biomecânicas e cognitivas. Assim este enfoque procura garantir a satisfação e segurança do trabalhador e a produtividade do sistema, e também eliminar tarefas altamente repetitivas.

### 3. METODOLOGIA

Para todo e qualquer a realização de pesquisas é necessária, e de acordo com Gil (2007, p. 42) a “pesquisa tem um caráter pragmático, é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos”.

Para a realização deste trabalho, primeiramente, houve uma pesquisa bibliográfica dos fundamentos teóricos tendo como fontes livros, artigos, estudos de caso, trabalhos acadêmicos, entre outros.

De acordo com Silva e Menezes (2005) quanto à natureza da pesquisa, este trabalho tem como caráter a pesquisa aplicada, já que será realizado um estudo com o objetivo de gerar conhecimentos que em seguida serão aplicados à empresa.

Conforme Silva e Menezes (2005) quanto à forma de abordagem, é classificado como uma pesquisa quantitativa, pois os resultados serão traduzidos em números e serão utilizadas algumas técnicas estatísticas como média, mediana, moda, desvio-padrão, entre outros.

Segundo Gil (2007), este trabalho é considerado um trabalho de pesquisa descritiva, já que visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observações sistemáticas.

Conforme Gil (2007), este trabalho também é classificado como um estudo de caso, pois será feito um estudo aprofundado dos métodos utilizados na empresa, juntamente com um estudo dos processos para a confecção do produto buscando um amplo e detalhado conhecimento.

Abaixo segue os passos para a realização deste trabalho:

- Revisão da literatura por meio de livros sobre o assunto deste trabalho;
- Observar e caracterizar o setor em estudo;
- Analisar o método de trabalho realizado;
- Mapear as atividades do setor e de cada operador por meio do fluxograma e anotações;
- Desenvolver uma ficha de cronometragem;

- Coletar os tempos;
- Calcular o tempo padrão e a capacidade produtiva;
- Identificar melhorias e propor novo método de trabalho;
- Aplicar novo método;
- Coletar novos tempos;
- Calcular novo tempo padrão e nova capacidade produtiva;
- Comparar os tempos padrões e quantificar os ganhos.

## 4. DESENVOLVIMENTO

Este tópico abordará sobre a empresa em geral, sobre seus sistemas de gestão e em destaque sobre o setor de espumação, descrevendo o processo produtivo analisado.

### 4.1. Caracterização da Empresa

A empresa em estudo iniciou com um projeto em 1999 e foi fundada em 30 de Março de 2000 na cidade de Maringá, noroeste do estado do Paraná, atuando no setor de colchões magnéticos e atualmente é líder de mercado em seu segmento, possuindo filiais espalhadas estrategicamente por todo território nacional, Figura 2, à qual possui frota própria de caminhões para a entrega de seus produtos às filiais. Possui cerca de 600 funcionários e sua unidade fabril possui aproximadamente 39900 m<sup>2</sup> de área e encontra-se em expansão.



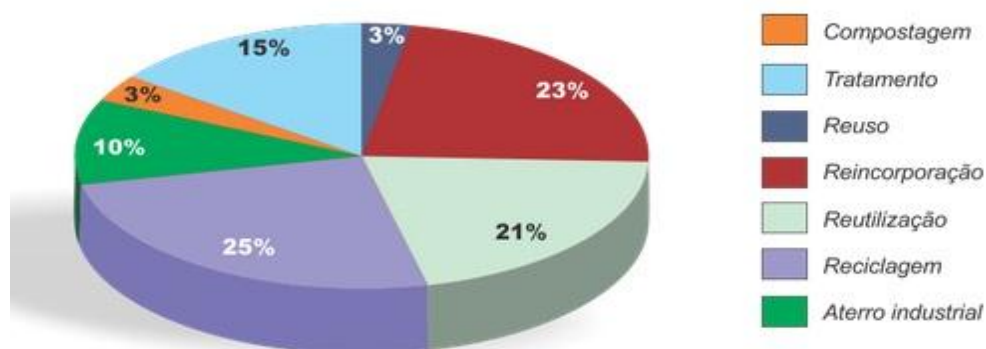
**Figura 2: Estados onde a empresa possui filiais**  
**Fonte: Empresa (2014)**

Hoje a empresa é referência em qualidade na fabricação de seus produtos, exportando para diversos países da América do Sul, América do Norte, Europa e África, pois investe seus recursos a fim de proporcionar descanso, saúde e bem estar aos seus clientes e oportunidade de negócios às pessoas que desejam tornar-se empreendedoras.

A empresa possui um sistema de gestão de qualidade com certificação ISO 9001:2008, obtida em Novembro de 2004, realizada pela Bureau Veritas Certification, onde este sistema de qualidade conta com manuais de procedimentos, instruções de trabalho, tabelas de parâmetros e indicadores de desempenho, além do sistema integrado de gestão. E para completar seu sistema de gestão de qualidade a empresa possui seus produtos certificados pelo INMETRO.

A empresa também possui responsabilidades socioambientais, possuindo um sistema de Gestão Ambiental com certificação ISO 14001 conquistada em Dezembro de 2007 através de muito esforço e investimentos em infraestrutura e em treinamentos, sendo a única empresa do ramo de colchões magnéticos a possuir esta certificação. A empresa promove ações ambientais tais como: conscientização e educação ambiental através de treinamentos periódicos aos colaboradores e familiares, realiza eventos em datas comemorativas (Dia Internacional do Meio Ambiente, Dia da árvore, Dia da Água etc), pratica a coleta seletiva dentro da empresa e incentiva os colaboradores a também fazerem em suas residências. Mantém programas para redução do consumo de água, energia elétrica.

Ainda na gestão ambiental, a empresa possui gerenciamento dos resíduos sólidos sendo que para 100% dos resíduos gerados é realizada a destinação adequada por empresas legalizadas e especializadas. A Figura 3 mostra o destino dos resíduos gerados.



**Figura 3: Porcentagem dos destinos dos resíduos**  
**Fonte: Empresa (2014)**



Para que a empresa possa realizar a segregação dos resíduos, estão espalhados por toda a empresa coletores seletivos coloridos, conforme a Figura 4, de acordo com suas características, além de que em cada setor possui coletores específicos para os resíduos gerados por cada setor.



**Figura 4: Coletores seletivos coloridos**  
**Fonte: Empresa (2014)**

Além do gerenciamento dos resíduos sólidos, a empresa possui gerenciamento dos resíduos líquidos que são devidamente dispostos em caixas de contenção impermeabilizadas e em seguida encaminhados para tratamento por empresa especializada e devidamente regularizada pelos órgãos competentes. E possui gerenciamento de emissão atmosférica.

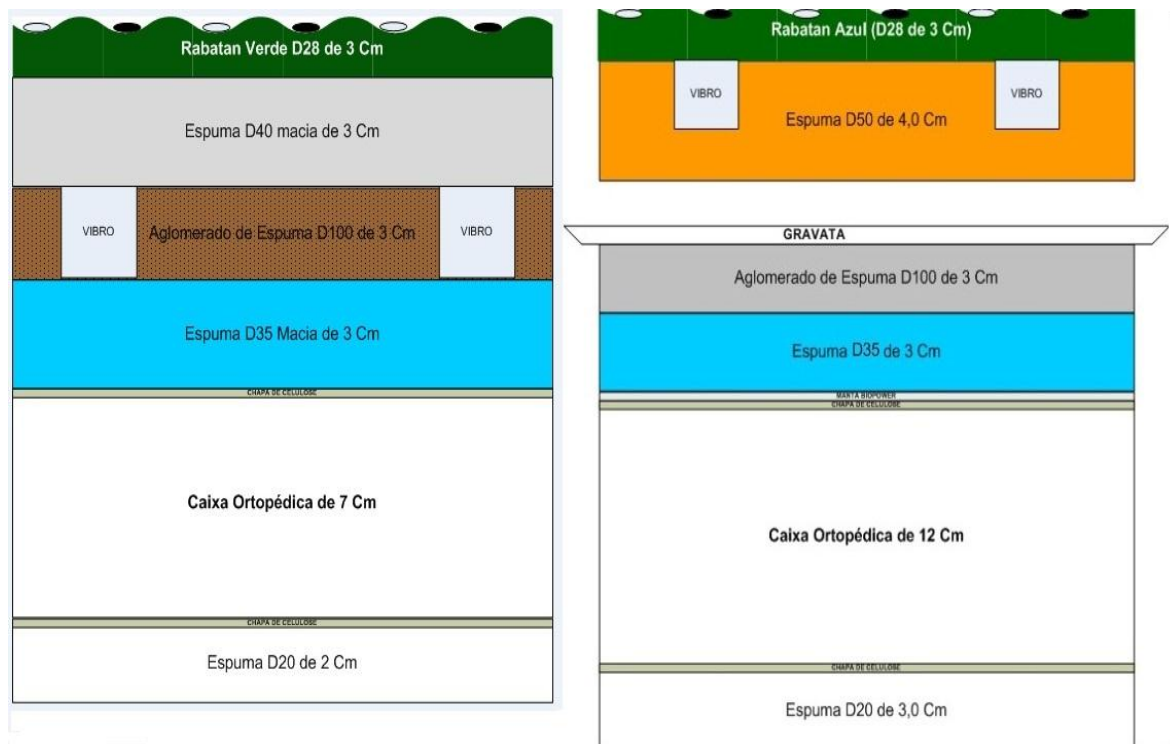
Para completar o seletivo grupo de certificação, a empresa possui Autorização Federal de Funcionamento concedida pela ANVISA / MINISTÉRIO DA SAÚDE, à qual foi concedida a autorização em 13 de Setembro de 2010, fazendo com que seus produtos possuam cada vez mais qualidade para seus clientes. Esta certificação foi em função do colchão magnético oferecer benefícios à saúde dos clientes.

Com todas estas certificações conquistadas pela empresa e com seu crescimento a empresa possui um nível hierárquico com diversos setores e departamentos, conforme o Anexo A, afim

#### **4.2. Caracterização do Setor de Espumação**

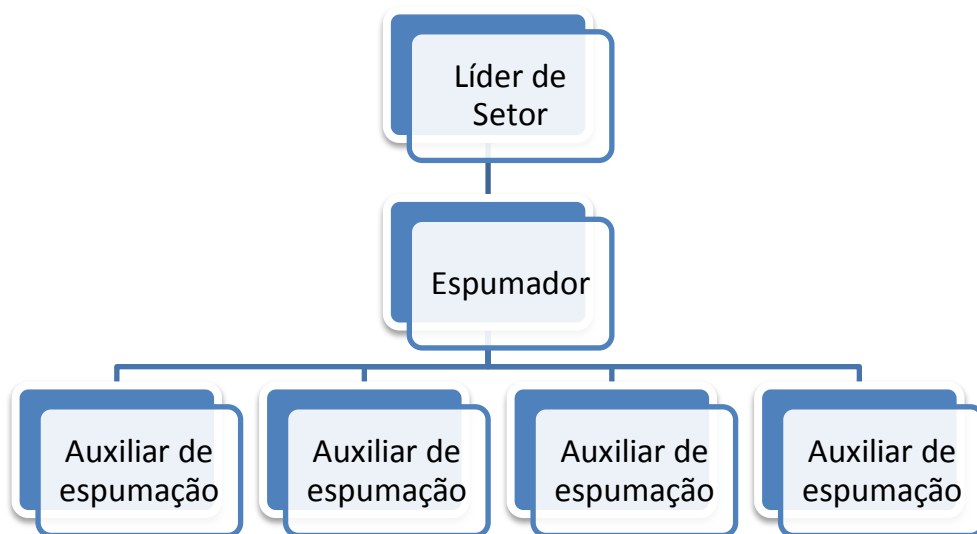
O setor de espumação é o setor responsável pela fabricação dos blocos de espumas de poliuretano, ou seja, a principal matéria-prima do colchão, logo um dos principais setores da empresa. A empresa produz cinco densidades diferentes, D20, D28, D33, D40 e D50 (a letra

“D” representa que a densidade produzida é real, ou seja, após a fabricação dos blocos é calculado a densidade de cada espuma produzida, dividindo a massa pelo volume), cada densidade possui uma cor específica estabelecida pela própria empresa, estando descrita no manual de instruções. A Figura 5 ilustra a estrutura de dois modelos de colchões magnéticos, mostrando a cor de cada densidade e onde cada densidade é colocada em cada modelo, sendo que a camada Aglomerado de Espuma D100 e a Caixa Ortopédica são fornecidas de terceiros.



**Figura 5: Estruturas de dois modelos de colchões magnéticos**  
**Fonte: Empresa (2014)**

Este setor possui um líder de produção, um espumador e mais quatro auxiliares, conforme a Figura 6, sendo o líder responsável por receber a programação diária e repassar a quantidade de blocos de espuma de cada densidade a ser produzida por dia para os colaboradores.



**Figura 6: Organograma do setor de espumação**  
 Fonte: Autor (2014)

A fabricação do bloco de espuma de poliuretano, como todo processo produtivo, tem sua entrada que são os insumos, o processo e a saída que é o bloco de espuma de poliuretano. A Figura 7 mostra essa descrição.



**Figura 7: Processo de fabricação do bloco de espuma de poliuretano.**  
 Fonte: Autor (2014)

A fabricação das espumas de poliuretano são fórmulas exclusivas, sendo desenvolvidas por um engenheiro químico, para a empresa, onde cada densidade de espuma recebe uma quantidade específica de produtos químicos. Para garantir a qualidade superior do produto são utilizados copolímeros (matéria prima de alto valor agregado), são realizadas inspeções durante e após o processo. O histórico destas inspeções são mantidos, afim de permitir a rastreabilidade do produto e garantir que a densidade produzida seja real. No final da fabricação, são verificadas questões como: relaxamento do bloco, texturas e temperatura (temperatura ambiente que o bloco de espuma foi produzido). Os poliuretanos utilizados são ensaiados e aprovados por laboratórios para que haja segurança e responsabilidade para com o consumidor a fim de garantir os 15 anos de garantia do produto.

Para a fabricação dos blocos de espumas a empresa conta com uma máquina semiautomática própria (Figura 8) na qual os principais produtos utilizados (TDI, copolímero e polioliol) são programados, pelo espumador, para a pesagem automática para cada densidade a ser fabricada.



**Figura 8: Máquina para a fabricação de espuma**  
**Fonte: Empresa (2014)**

Para melhor entendimento sobre a máquina de espumação, as partes destacadas na Figura são caracterizadas na Tabela

1. **Controle da máquina:** Onde o espumador faz a programação para a pesagem dos produtos químicos (polioliol, copolímero e TDI) para cada densidade;
2. **Batedor:** Neste cilindro ocorre o despejo dos produtos químicos e dos produtos pesados manualmente (água, amina, silicone e estanho) para a realização da 1ª, 2ª e 3ª batida;
3. **Recipiente de polioliol e copolímero:** Neste recipiente armazena o polioliol e o copolímero juntos, conforme a programação do espumador para fabricar o bloco de espuma;

4. **Recipiente de TDI:** Onde é armazenado o TDI, conforme a programação do espumador para a fabricação do bloco de espuma;
5. **Recipiente de TDI:** Neste o TDI escorre do Recipiente (4) na quantidade certa, conforme a programação do espumador, para fabricar o bloco que será produzido e deste recipiente, o TDI é despejado no batedor para realizar a 3ª Batida;
6. **Caixa:** Onde os produtos misturados pelo batedor são despejados e o bloco de espuma começa a ganhar forma;
7. **Tampa:** Após o despejo dos produtos na caixa, esta tampa vai sobre a caixa e um auxiliar abaixa a mesma manualmente e os gases expelidos pela reação química sai pela tubulação acoplada a esta tampa.

Para a pesagem dos outros produtos (água, silicone, amina e estanho) a empresa conta com uma capela (Figura 9) á qual possui um duto para a evacuação dos gases dos produtos, uma balança para a pesagem dos produtos e um termômetro, pois para a fabricação dos blocos de espuma a quantidade destes produtos varia com a temperatura. Ao lado da capela há um armário para guardar corantes, pois cada densidade de espuma possui uma cor específica.



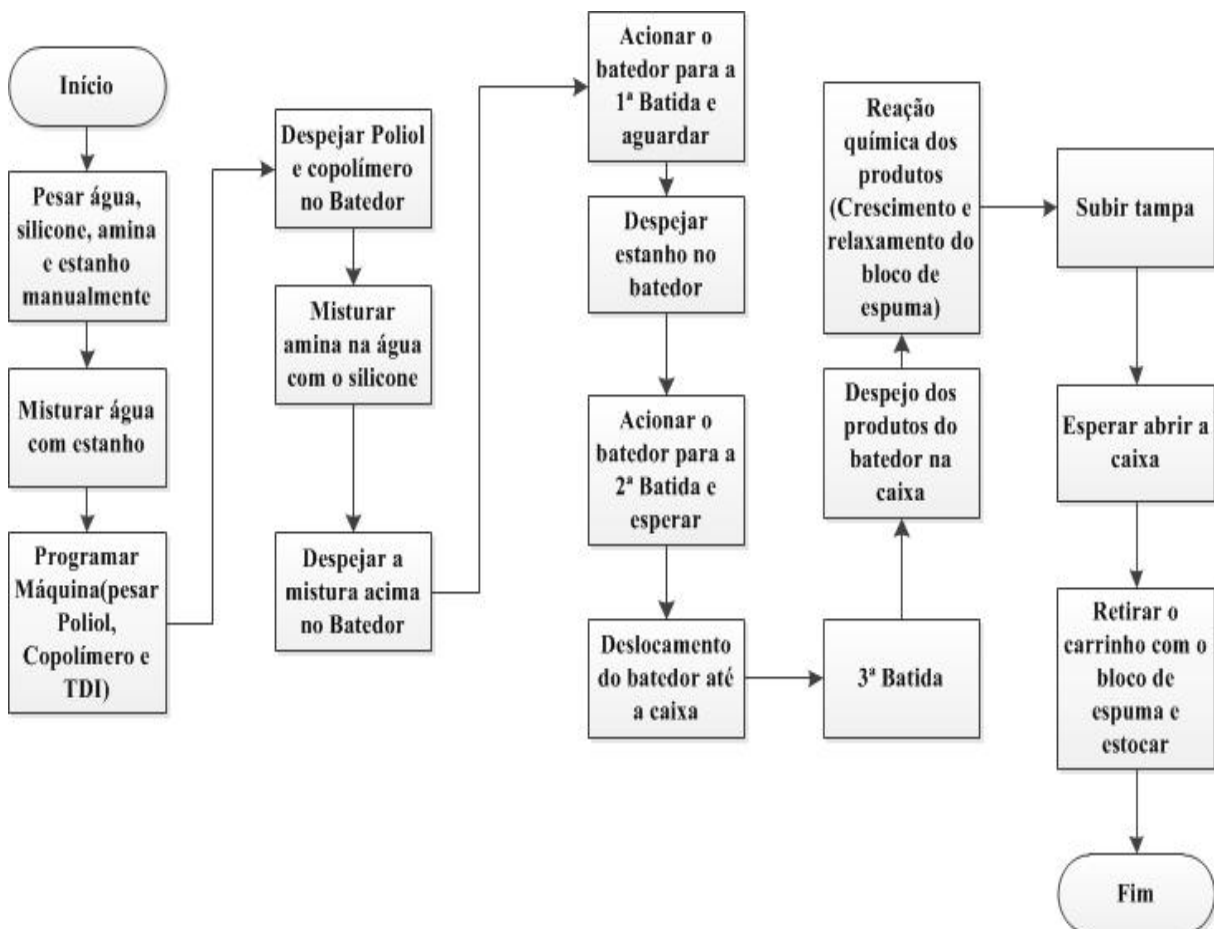
**Figura 9: Capela para pesagem dos produtos**  
Fonte: Autor (2014)



### 4.3. Cronoanálise

Antes de começar a realização da cronoanálise, foi informado ao líder do setor e aos colaboradores sobre o que era e como seria realizada a cronoanálise para que todos estivessem cientes que a medição dos tempos seria com foco nos processos e não os próprios colaboradores. Esta sensibilização prévia promoveu um alto nível de entendimento e colaboração de toda a equipe.

Ainda antes da cronoanálise foi analisado o setor (área do barracão, entrada da matéria prima, movimentação dos colaboradores) e de como era produzido os blocos de espumas, as densidades produzidas, onde eram estocadas, e o conhecimento de todo o processo produtivo e o que cada colaborador fazia, afim de desenvolver o melhor método para a realização da cronometragem do processo de espumação e analisar possíveis melhorias no setor e no método de trabalho dos colaboradores. Após a análise no setor, foi feito o fluxograma das atividades envolvidas no processo, conforme a Figura 10.



**Figura 10: Fluxograma do processo de espumação**  
Fonte: Autor (2014)

Então, foi desenvolvido uma folha para cronometragem (Figura 11) a qual esta foi utilizada para coletar os tempos das atividades realizadas no processo de fabricação da espuma. Sua estrutura contém as seguintes informações: setor onde estava sendo realizado a cronometragem, a densidade do bloco de espuma a ser produzido, a data em que foi realizada a medição do tempo, o turno em que foi coletado o tempo da produção do bloco de espuma, a quantidade de funcionários que estavam envolvidos no processo, os elementos a serem cronometrados, um campo para observações necessárias envolvidas no processo e os tempos iniciais e finais de cada elemento, pois para a coleta do tempo de cada elemento foi utilizado o método da leitura contínua conforme Barnes (2008).

<b>Folha de Cronometragem</b>				
<b>Setor:</b>				
<b>Densidade:</b>			<b>Data:</b>	
<b>Qtde de Funcionários:</b>			<b>Turno:</b>	
N	Elementos	Tempos		
		t inicial	t final	Duração
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12		<b>Tempo total</b>		
<b>OBS:</b>				

**Figura 11: Folha de Cronometragem**  
**Fonte: Autor (2014)**



Para a realização da cronoanálise foi utilizado os seguintes materiais: prancheta, folha de cronometragem, caneta, cronômetro, porém devido à dificuldade de conseguir encontrar um cronômetro centesimal utilizou-se um cronômetro comum, e antes que fosse realizado a cronometragem o cronômetro foi calibrado conforme exigência da norma ISO 9001, a qual

diz que instrumentos de medição devem estar calibrados e o adesivo com o código de barras colado no cronômetro (Figura 12) é para a rastreabilidade deste, onde indicará qual empresa realizou a calibração, que foi calibrado, qual dia retornou, quando foi adquirido, entre outras informações.



**Figura 12: Cronômetro calibrado**  
Fonte: Autor (2014)






Para a realização da cronometragem o processo de fabricação de espuma foi dividido nos seguintes elementos de tempos, conforme o Quadro 5.

Elementos	Descrição	Imagem
<b>Pesar produtos manualmente</b>	Processo realizado pelo Espumador, à qual ele faz a pesagem da água, do silicone, da amina, do estanho e mistura o silicone com a água;	
<b>Andar da capela até a máquina</b>	Movimentação do Espumador da capela à Máquina.	

Continua





(continuação)

<p><b>Programar a máquina</b></p>	<p>Processo realizado pelo Espumador, onde é feita a programação da máquina para a pesagem do poliol e copolímero para o bloco seguinte;</p>	
<p><b>Andar da máquina até a capela</b></p>	<p>Movimentação do Espumador da máquina até a capela;</p>	
<p><b>Misturar Amina</b></p>	<p>Processo realizado pelo Espumador, onde é misturada a Amina com a água e o silicone;</p>	
<p><b>Despejar os produtos pesados manualmente no batedor</b></p>	<p>São processos que envolvem a movimentação da capela até a máquina, levando o balde com a mistura da água com silicone e amina, a programação da máquina para as batidas e por fim o despejo dos produtos no batedor;</p>	
<p><b>1ª Batida + 2ª Batida</b></p>	<p>Este processo consiste na 1ª e 2ª batida do batedor. Quando está ocorrendo a 1ª batida, o Espumador se desloca da máquina até a capela, pega o estanho, volta até a máquina e o despeja no batedor. E também envolve o deslocamento do batedor até a “caixa” onde ocorre o crescimento do bloco de espuma;</p>	

Continua

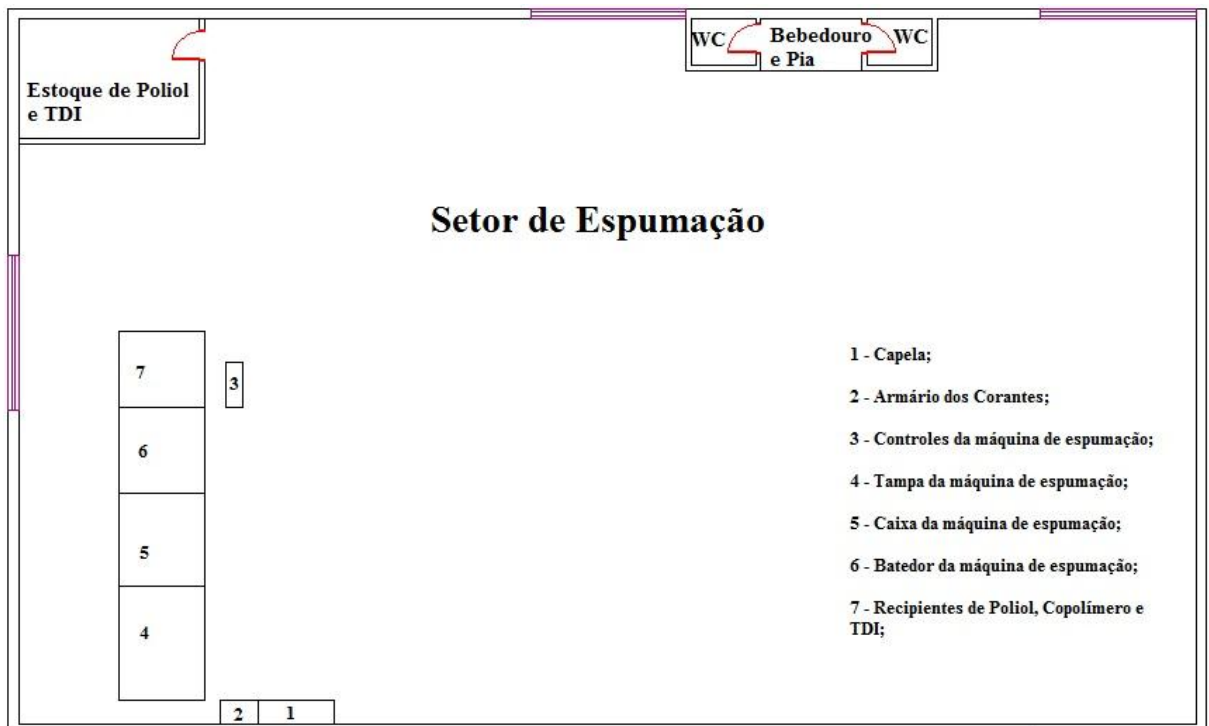
(Continuação)

<b>3ª Batida</b> <b>crecimento</b> <b>relaxamento</b>	+ + Este processo envolve o despejo do TDI pela máquina no batedor, a terceira batida, o despejo dos produtos do batedor na “caixa”, a reação química para o crescimento do bloco de espuma, o relaxamento do bloco de espuma e a abertura da tampa da “caixa” para a retirada do bloco de espuma;	
<b>Retirar bloco de espuma</b>	Processo que envolve a retirada do carrinho com o bloco de espuma até o local para estocar o bloco de espuma.	

**Quadro 5: Elementos, descrição e imagens das atividades do processo de espumação**

Fonte: Autor (2014)

Para melhor entendimento do fluxo do procedo a Figura 13 ilustra o *layout* do setor de espumação.



**Figura 13: Croqui do setor de espumação**

Fonte: Autor (2014)

Após a criação da folha de cronometragem e da divisão do processo em elementos, iniciou a cronometragem, sendo estabelecidos inicialmente 7 medições para cada densidade, para, por meio da Equação 1, estimar o número suficiente de medições a serem realizadas. Para isso, foi adotado 90% de probabilidade para o grau de confiabilidade da medida, com coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada  $Z = 1,65$  conforme mostrado na Tabela 1, o erro relativo aceitável ( $e$ ) foi de 10%. Como o número de medições inicial era 7, então o coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente ( $d_2$ ) é de 2,704 conforme indicado na Tabela 2. As Tabelas de 4 a 8, mostram os tempos para cada densidade, a média e a amplitude em tempo centesimal, a conversão foi feita conforme a exemplificação do Quadro 1.

**Tabela 4: Tempos, média e amplitude da Densidade D20**

<b>Densidade D20</b>								
<b>Tempos</b>							<b>Média</b>	<b>Amplitude</b>
10,82	12,7	9,0	9,13	10,5	9,8	9,55	<b>10,21</b>	<b>3,7</b>

Fonte: Autor (2014)

**Tabela 5: Tempos, média e amplitude da Densidade D28**

<b>Densidade D28</b>								
<b>Tempos</b>							<b>Média</b>	<b>Amplitude</b>
11,32	11,67	12,42	13,82	10,77	11,42	10,65	<b>11,64</b>	<b>3,17</b>

Fonte: Autor (2014)

**Tabela 6: Tempos, média e amplitude da Densidade D33**

<b>Densidade D33</b>								
<b>Tempos</b>							<b>Média</b>	<b>Amplitude</b>
14,82	13,68	13,47	12,12	13,62	10,97	11,1	<b>12,83</b>	<b>3,85</b>

Fonte: Autor (2014)

**Tabela 7: Tempos, média e amplitude da Densidade D40**

<b>Densidade D40</b>								
<b>Tempos</b>							<b>Média</b>	<b>Amplitude</b>
14,13	14,9	14,4	11,8	11	10,8	12,17	<b>12,74</b>	<b>4,1</b>

Fonte: Autor (2014)

**Tabela 8: Tempos, média e amplitude da Densidade D50**

Densidade D50								
Tempos							Média	Amplitude
17,67	16,25	15,27	14,27	15,65	18	16,38	<b>16,21</b>	<b>3,73</b>

Fonte: Autor (2014)

Após a realização das medições do tempo foi calculado o número de ciclos a ser cronometrados para cada densidade conforme a Equação 1. A Tabela 9, mostra os cálculos para cada densidade e o número de cronometragens necessárias para cada densidade.

**Tabela 9: Cálculo do número de cronometragens para cada densidade**

Densidade	Cálculo	Nº de cronometragem (n)
D20	$n = \left( \frac{1,65 * 3,7}{0,1 * 2,704 * 10,21} \right)^2 = 4,89$	5
D28	$n = \left( \frac{1,65 * 3,17}{0,1 * 2,704 * 11,64} \right)^2 = 2,76$	3
D33	$n = \left( \frac{1,65 * 3,85}{0,1 * 2,704 * 12,83} \right)^2 = 3,35$	4
D40	$n = \left( \frac{1,65 * 4,1}{0,1 * 2,704 * 12,74} \right)^2 = 3,86$	4
D50	$n = \left( \frac{1,65 * 3,73}{0,1 * 2,704 * 16,21} \right)^2 = 1,97$	2

Fonte: Autor (2014)

Como foi obtido uma variação de 2 a 5 número de cronometragens a serem realizadas, foi estabelecido um padrão de 5 cronometragens para todas as densidades. Após o cálculo do número de cronometragens, foi desenvolvido uma nova tabela para a cronometragem (Figura 14).

Folha de Cronometragem							
Setor:							
Densidade:				Data:			
Qtde de Funcionários:				Turno:			
N	Elementos	Tempos					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
<b>Tempo Total</b>							
<b>Velocidade (Ritmo)</b>							
<b>Tempo Normal</b>							
<b>Tempo Padrão</b>							

Figura 14: Folha de Cronometragem  
Fonte: Autor (2014)

Quando se realiza um trabalho de cronometragem e o colaborador está ciente de que está sendo avaliado, é normal que haja uma mudança em seu ritmo de trabalho, tanto para um ritmo acelerado quanto para um ritmo lento. A parte de avaliar a velocidade a qual o colaborador está operando é uma das partes mais difícil e importante durante a cronoanálise. Porém, como na empresa já houve a realização da cronoanálise em anos anteriores, os colaboradores já estavam acostumado com a medição do processo. E como foi informado aos colaboradores deste estudo e da importância do mesmo de se executar as atividades em um ritmo considerado normal (sem realizar rápido ou devagar), foi utilizada a Tabela 3 para determinar o FR.

Habilidade = Médio D = +0,00;

Esforço = Médio D = +0,00;

Condições = Média D = 0,00;

Consistência = Média D = +0,00

Total = +0,00 + 0,00 + 0,00 + 0,00 = 0,00 + 1 = 1,00 = 100%

Portanto, neste caso o FR a ser considerado foi de 100%, logo o Tempo Cronometrado será igual ao Tempo Normal.

Após a determinação do Tempo Normal, deve-se levar em consideração que um operário não consegue trabalhar o dia inteiro, sem nenhuma interrupção, como para necessidades pessoais, por motivos de fadiga, entre outros motivos. O setor de espumação funciona das 7:30hs às 17:30hs, com 1h12min de intervalo para almoço (das 11:18hs às 12:30hs), logo possui uma jornada diária de 8h48min (528 minutos), porém há 15 minutos para ginástica laboral e 15 minutos para o café da tarde diários, além da preparação do setor que resulta em 2hs diárias. Sendo assim o Fator de Tolerância foi determinado da seguinte forma: FT = (necessidades pessoais = 5%; fadiga = 10%; ginástica laboral e café = 6%; tempo de preparação = 22%; limpeza = 5%). Logo, o FT representa 48% do tempo disponível para trabalhar.

Com estas informações foi determinado a média, o tempo normal e o tempo padrão para cada densidade, conforme as Figuras 15 a 19, em seguida foi feito um comparativo entre as médias de cada densidade, determinando assim uma média geral e um tempo padrão geral, conforme ilustrado pela Figura 20, para poder calcular a capacidade produtiva do setor de espumação.

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D20				Data: 03/06/14 a 04/06/14			
Qtde de Funcionários: 5				Turno: Vespertino			
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Pesar produtos manualmente	1,75	1,83	2,12	2,00	2,03	1,95
2	Andar da capela até a máquina	0,30	0,17	0,15	0,20	0,17	0,20
3	Programar máquina	1,83	1,25	1,12	1,05	0,97	1,24
4	Andar da máquina até a capela	0,15	0,17	0,17	0,17	0,13	0,16
5	Misturar amina	0,23	0,25	0,40	0,28	0,22	0,28
6	Despejar os produtos no batedor	0,33	0,38	0,37	0,38	0,35	0,36
7	1ª Batida + 2ª Batida	1,37	1,40	1,47	1,52	1,50	1,45
8	3ª Batida + crescimento + relaxamento	4,00	4,42	3,78	4,22	7,30	4,74
9	Retirar bloco de espuma	0,13	0,17	0,13	0,18	0,12	0,15
<b>Tempo Total</b>		<b>10,09</b>	<b>10,04</b>	<b>9,71</b>	<b>10,00</b>	<b>12,79</b>	<b>10,53</b>
<b>Velocidade (Ritmo)</b>							100%
<b>Tempo Normal</b>							10,53
<b>Fator de Tolerância</b>							1,48
<b>Tempo Padrão</b>							<b>15,58</b>

Figura 15: Tempos da densidade D20  
Fonte: Autor (2014)

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D28				Data: 04/06/14			
Qtde de Funcionários: 5				Turno: Vespertino			
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Pesar produtos manualmente	1,78	2,00	1,70	2,33	1,78	1,92
2	Andar da capela até a máquina	0,12	0,15	0,13	0,15	0,20	0,15
3	Programar máquina	1,37	0,97	1,07	0,92	1,92	1,25
4	Andar da máquina até a capela	0,12	0,15	0,17	0,18	0,15	0,15
5	Misturar amina	0,17	0,18	0,23	0,27	0,12	0,19
6	Despejar os produtos no batedor	0,40	0,37	0,42	0,40	0,50	0,42
7	1ª Batida + 2ª Batida	0,77	0,85	0,78	1,15	1,03	0,92
8	3ª Batida + crescimento + relaxamento	5,78	6,90	5,53	6,02	6,53	6,15
9	Retirar bloco de espuma	0,53	0,63	0,63	0,62	0,65	0,61
<b>Tempo Total</b>		<b>11,04</b>	<b>12,20</b>	<b>10,66</b>	<b>12,04</b>	<b>12,88</b>	<b>11,76</b>
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							11,76
Fator de Tolerância							1,48
Tempo Padrão							<b>17,41</b>

Figura 16: Tempos da densidade D28

Fonte: Autor (2014)

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D33				Data: 04/06/14 a 05/06/14			
Qtde de Funcionários: 5				Turno: Vespertino			
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Pesar produtos manualmente	1,67	2,87	2,33	1,48	1,57	1,98
2	Andar da capela até a máquina	0,18	0,17	0,17	0,22	0,17	0,18
3	Programar máquina	0,77	1,82	0,93	0,90	0,38	0,96
4	Andar da máquina até a capela	0,17	0,13	0,12	0,17	0,15	0,15
5	Misturar amina	0,13	0,22	0,25	0,23	0,22	0,21
6	Despejar os produtos no batedor	0,37	0,50	0,53	0,42	0,37	0,44
7	1ª Batida + 2ª Batida	0,70	3,52	1,67	1,65	0,82	1,67
8	3ª Batida + crescimento + relaxamento	6,28	4,02	4,80	4,85	5,00	4,99
9	Retirar bloco de espuma	0,58	0,13	0,20	0,15	0,13	0,24
<b>Tempo Total</b>		<b>10,85</b>	<b>13,38</b>	<b>11,00</b>	<b>10,07</b>	<b>8,81</b>	<b>10,82</b>
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							10,82
Fator de Tolerância							1,48
Tempo Padrão							<b>16,02</b>

Figura 17: Tempos da densidade D33

Fonte: Autor (2014)



Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D40					Data: 05/06/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Pesar produtos manualmente	1,47	1,63	1,43	1,72	1,52	1,55
2	Andar da capela até a máquina	0,20	0,17	0,17	0,17	0,15	0,17
3	Programar máquina	1,88	1,80	1,00	1,57	1,63	1,58
4	Andar da máquina até a capela	0,17	0,13	0,17	0,17	0,12	0,15
5	Misturar amina	1,27	0,25	0,23	0,28	0,25	0,46
6	Despejar os produtos no batedor	0,47	0,57	0,42	0,47	0,42	0,47
7	1ª Batida + 2ª Batida	1,63	1,50	1,62	1,70	1,55	1,60
8	3ª Batida + crescimento + relaxamento	4,85	5,43	5,80	5,33	6,88	5,66
9	Retirar bloco de espuma	0,23	0,15	0,17	0,17	0,18	0,18
<b>Tempo Total</b>		<b>12,17</b>	<b>11,63</b>	<b>11,01</b>	<b>11,58</b>	<b>12,70</b>	<b>11,82</b>
<b>Velocidade (Ritmo)</b>							100%
<b>Tempo Normal</b>							11,82
<b>Fator de Tolerância</b>							1,48
<b>Tempo Padrão</b>							<b>17,49</b>

Figura 18: Tempos da densidade D40

Fonte: Autor (2014)

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D50					Data: 03/06/14 a 05/06/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Pesar produtos manualmente	2,67	2,35	2,25	2,27	2,15	2,34
2	Andar da capela até a máquina	0,13	0,15	0,17	0,12	0,18	0,15
3	Programar máquina	1,00	0,97	1,13	1,78	2,00	1,38
4	Andar da máquina até a capela	0,10	0,13	0,17	0,13	0,13	0,13
5	Misturar amina	0,22	0,12	0,33	0,13	0,27	0,21
6	Despejar os produtos no batedor	0,95	0,98	0,75	0,67	0,60	0,79
7	1ª Batida + 2ª Batida	0,23	0,50	0,38	0,50	1,35	0,59
8	3ª Batida + crescimento + relaxamento	8,78	8,43	8,67	9,65	9,42	8,99
9	Retirar bloco de espuma	2,17	1,63	0,42	0,40	1,90	1,30
<b>Tempo Total</b>		<b>16,25</b>	<b>15,26</b>	<b>14,27</b>	<b>15,65</b>	<b>18,00</b>	<b>15,89</b>
<b>Velocidade (Ritmo)</b>							100%
<b>Tempo Normal</b>							15,89
<b>Fator de Tolerância</b>							1,48
<b>Tempo Padrão</b>							<b>23,51</b>

Figura 19: Tempos da densidade D50

Fonte: Autor (2014)



Comparativo entre as médias das densidades e cálculo do Tempo Padrão geral							
N	Elementos	Densidades					Média
		D20	D28	D33	D40	D50	
1	Pesar produtos manualmente	1,95	1,92	1,98	1,55	2,34	1,95
2	Andar da capela até a máquina	0,20	0,15	0,18	0,17	0,15	0,17
3	Programar máquina	1,24	1,25	0,96	1,58	1,38	1,28
4	Andar da máquina até a capela	0,16	0,15	0,15	0,15	0,13	0,15
5	Misturar amina	0,28	0,19	0,21	0,46	0,21	0,27
6	Despejar os produtos no batedor	0,36	0,42	0,44	0,47	0,79	0,50
7	1ª Batida + 2ª Batida	1,45	0,92	1,67	1,60	0,59	1,25
8	3ª Batida + crescimento + relaxamento	4,74	6,15	4,99	5,66	8,99	6,11
9	Retirar bloco de espuma	0,15	0,61	0,24	0,18	1,30	0,50
<b>Tempo Total</b>		<b>10,53</b>	<b>11,76</b>	<b>10,82</b>	<b>11,82</b>	<b>15,89</b>	<b>12,16</b>
<b>Velocidade (Ritmo)</b>							100%
<b>Tempo Normal</b>							12,16
<b>Fator de Tolerância</b>							1,48
<b>Tempo Padrão</b>							<b>18,00</b>

Figura 20: Comparativo entre os tempos de cada densidade  
Fonte: Autor (2014)

Após ter calculado o Tempo Padrão geral, foi calculado a capacidade produtiva do setor pela Equação 6.

$$C = \frac{HT}{TP} \quad (6)$$

Onde:

$C$  = Capacidade produtiva;

$HT$  = Horas trabalhadas (528 minutos);

$TP$  = Tempo Padrão (18 minutos).

$$C = \frac{528}{18} = 29,33 \text{ unidades}$$

Portanto, temos que a capacidade produtiva do setor é de 29 blocos de espumas diários, porém o setor só consegue produzir 25 blocos de espumas em sua jornada de trabalho (das 7:30hs às 17:30hs), sendo necessário fazer duas horas extras diárias para produzir cerca de 35 blocos de espumas.

#### 4.4. Melhorias e aplicação do novo método

A cronoanálise nos permite, além de determinar o tempo padrão e a capacidade produtiva, observar e analisar o setor como um todo, analisando cada operador, o fluxo do processo produtivo, a ergonomia, o *layout*, entre outros fatores que melhorem todo o sistema produtivo.

Após a realização da cronoanálise foi proposto algumas ideias de melhorias por meio da análise das atividades cronometradas, pelas observações feitas em relação à movimentação dos colaboradores para a realização do processo e dos tempos obtidos para reduzir as horas extras diárias e aumentar a capacidade produtiva deste setor, estas ideias são:

- Pesar os produtos (água, amina, silicone e estanho) em paralelo com a etapa de crescimento e relaxamento do bloco, pois as quantidades destes produtos raramente variavam para a fabricação do mesmo bloco de espuma, para esta ideia foi sugerido treinar um ou mais auxiliar para pesar estes produtos;
- Iniciar a jornada de trabalho mais cedo, pois a energia elétrica tem um valor mais alto após as 18hs ou colocar uma equipe para entrar às 6:00hs para realizar a preparação do setor;
- Colocar a capela na frente do batedor, ficando cerca de 2,5 metros de distância, para diminuir a movimentação entre capela e batedor, pois possuem distância de 8 metros aproximadamente entre elas;
- Colocar o armário, onde guarda os corantes, que está ao lado da capela e colocar atrás do batedor para diminuir a distância.

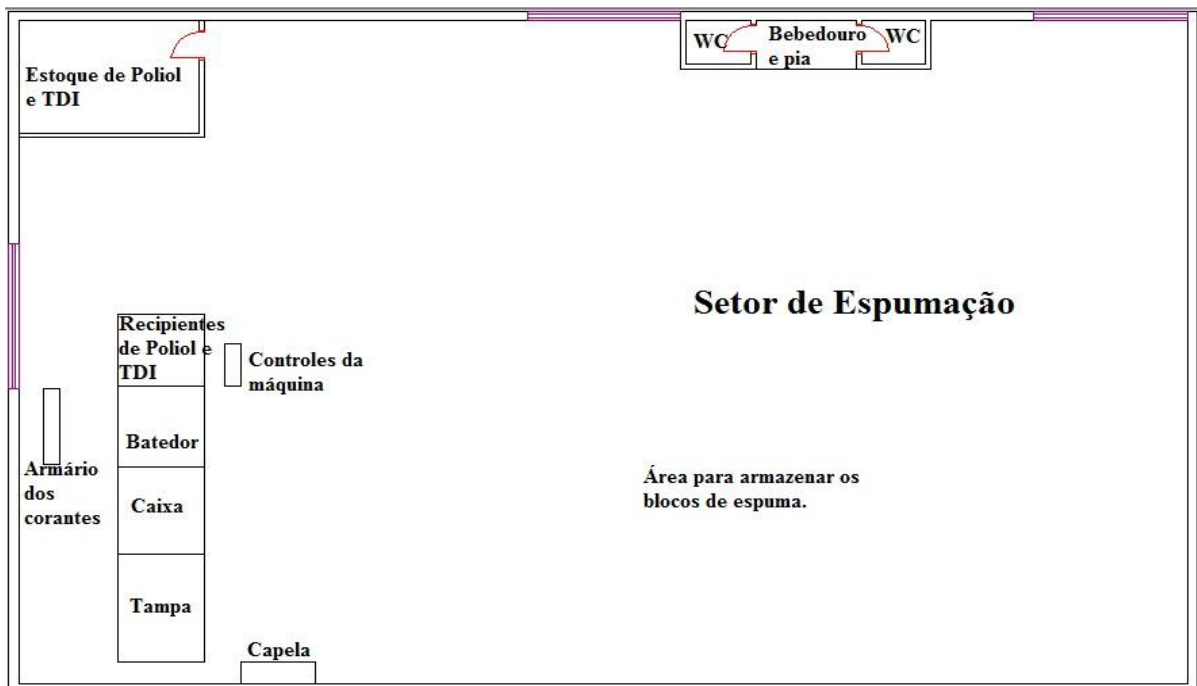
Estas ideias foram anotadas em um relatório, mostradas e discutidas com o líder do setor, os coordenadores de produção e com o gerente de produção para verificar se seria possível realizar estas mudanças de melhorias. Das ideias propostas, somente a ideia de colocar a capela na frente do batedor não foi aceita, pois a empresa está ampliando sua estrutura física, construindo novos barracões e o setor de espumação será mudado para o barracão ao lado, logo não seria viável realizar esta mudança que gastaria muito tempo para mais a frente mudar novamente.

Para colocar as ideias de melhorias em prática, o líder se reuniu com os colaboradores do setor e conversou com eles explicando o que seria feito e o porquê de estar sendo feito, logo os colaboradores aceitaram as novas propostas e colaboraram com as mudanças. O líder se

encarregou de selecionar dois auxiliares para serem treinados para realizar a pesagem dos produtos (água, amina, silicone e estanho) e junto com o coordenador de produção resolveram selecionar três colaboradores para entrar às 6:00hs e sair às 16:00hs para realizarem a preparação do setor de espumação e foi colocado outro armário para guardar os corantes atrás do batedor, pois o armário anterior não caberia, a Figura 21 mostra o novo armário e a Figura 22 ilustra o novo *layout*.




**Figura 21: Novo armário para armazenar os corantes**  
Fonte: Autor (2014)



**Figura 22: Croqui do novo *layout* do setor de espumação**  
Fonte: Autor (2014)

Após a implantação dessas melhorias acarretou em um novo método de trabalho, logo para a realização da cronoanálise novamente, deu-se um tempo de 1 mês até os colaboradores estarem acostumados e treinados para poder medir o processo. Passado o mês de adaptação foi analisado o setor e dividiu-se o processo de fabricação de espuma nos seguintes elementos conforme o Quadro 6.

Elementos	Descrição	Imagem
<b>Colocar carrinho na caixa e esperar ela fechar</b>	Processo onde o colaborador coloca o carrinho na caixa, aperta um botão no painel de controle da máquina para fechá-la e espera fechá-la totalmente;	
<b>Andar da capela até a máquina e jogar produtos no batedor</b>	Movimentação do colaborador que pesou os produtos (água, amina, silicone e estanho) da capela até o batedor com o balde e despejo dos produtos no batedor;	
<b>1ª Batida</b>	Processo da mistura (1ª batida) dos produtos pesados manualmente com os produtos que estavam no batedor, a parte de buscar estanho ocorre em paralelo à 1ª Batida;	
<b>2ª Batida</b>	Processo onde o colaborador despeja o estanho no batedor e ocorre a 2ª Batida;	

(Continua)

(Continuação)

<b>3ª Batida</b> <b>crecimento</b> <b>relaxamento</b>	+ + Processo onde ocorre a 3ª batida, o despejo dos produtos na caixa, o crescimento e relaxamento do bloco;	
<b>Esperar caixa abrir</b>	Processo onde a tampa e a caixa se abre para a retirada do bloco;	
<b>Retirar carrinho</b>	Processo onde o colaborador retira o carrinho e estoca o bloco.	

**Quadro 6: Elementos, descrição e imagens após a cronoanálise**

**Fonte: Autor (2014)**

Com a nova divisão dos elementos, iniciou a cronometragem dos mesmos, sendo estabelecido cinco tempos para a cronometragem de cada densidade, conforme a cronometragem anterior. Para a realização da cronometragem utilizou-se da mesma folha de cronometragem utilizada antes do novo método de trabalho.

Nesta cronometragem, continuou utilizando o mesmo FR (velocidade do operador) que foi de 100%, logo o Tempo Normal foi o mesmo do Tempo Cronometrado. Para determinar o Fator de Tolerância foi, somente, desconsiderado o tempo de preparação do setor, pois como uma equipe de 3 colaboradores estavam entrando às 6:00hs para fazer toda a preparação, logo quando os colaboradores do setor de espumação chegavam às 7:30hs o setor já estava pronto para iniciar a fabricação dos blocos de espumas. Sendo assim, o FT ficou em 26% do tempo total. As Figuras 23 a 27 mostram os tempos de cada densidade.

Foi feito um comparativo entre as médias de cada densidade, determinando assim uma média geral e um tempo padrão geral, conforme ilustrado pela Figura 28, para poder calcular a capacidade produtiva do setor de espumação.

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D20					Data: 15/07/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Colocar carrinho e fechar caixa	1,27	0,52	0,37	0,53	0,55	0,65
2	Andar da capela até a máquina e jogar produtos no batedor	0,35	0,32	0,25	0,32	0,33	0,31
3	1ª Batida	0,38	0,35	0,45	0,35	0,35	0,38
4	2ª Batida	0,90	0,58	0,53	0,50	0,53	0,61
5	3ª Batida + crescimento + relaxamento	3,17	3,23	3,55	3,90	3,52	3,47
6	Esperar caixa abrir	0,53	0,35	0,45	0,47	0,45	0,45
7	Retirar carrinho	0,60	0,20	0,18	0,18	0,20	0,27
Tempo Total		7,20	5,55	5,78	6,25	5,93	6,14
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							6,14
Fator de Tolerância							1,26
Tempo Padrão							7,74

Figura 23: Tempos da densidade D20 após as melhorias  
Fonte: Autor (2014)

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D28					Data: 15/07/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Colocar carrinho e fechar caixa	0,60	0,62	0,50	0,62	0,48	0,56
2	Andar da capela até a máquina e jogar produtos no batedor	0,50	0,43	0,30	0,28	0,35	0,37
3	1ª Batida	0,43	0,47	0,50	0,55	0,50	0,49
4	2ª Batida	1,05	1,07	1,05	0,67	0,68	0,90
5	3ª Batida + crescimento + relaxamento	3,33	3,10	3,18	3,88	4,15	3,53
6	Esperar caixa abrir	0,60	0,72	0,63	0,32	0,32	0,52
7	Retirar carrinho	0,50	0,30	0,50	0,22	0,22	0,35
Tempo Total		7,01	6,71	6,66	6,54	6,70	6,72
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							6,72
Fator de Tolerância							1,26
Tempo Padrão							8,47

Figura 24: Tempos da densidade D28 após as melhorias  
Fonte: Autor (2014)



Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D33					Data: 16/07/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Colocar carrinho e fechar caixa	0,53	0,55	0,55	0,53	0,53	0,54
2	Andar da capela até a máquina e jogar produtos no batedor	0,28	0,28	0,28	0,27	0,28	0,28
3	1ª Batida	0,72	0,77	0,72	0,70	0,70	0,72
4	2ª Batida	1,33	1,22	1,20	1,23	1,23	1,24
5	3ª Batida + crescimento + relaxamento	4,83	4,50	4,42	4,67	4,33	4,55
6	Esperar caixa abrir	0,50	0,43	0,58	0,50	0,58	0,52
7	Retirar carrinho	0,33	0,52	0,58	0,47	0,60	0,50
<b>Tempo Total</b>		<b>8,52</b>	<b>8,27</b>	<b>8,33</b>	<b>8,37</b>	<b>8,25</b>	<b>8,35</b>
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							8,35
Fator de Tolerância							1,26
Tempo Padrão							<b>10,52</b>

Figura 25: Tempos da densidade D33 após as melhorias  
Fonte: Autor (2014)

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D40					Data: 17/07/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Colocar carrinho e fechar caixa	0,58	0,62	0,70	0,63	0,53	0,61
2	Andar da capela até a máquina e jogar produtos no batedor	0,52	0,45	1,27	0,50	2,33	1,01
3	1ª Batida	0,73	0,65	0,70	0,63	0,63	0,67
4	2ª Batida	1,20	1,22	1,10	1,23	1,18	1,19
5	3ª Batida + crescimento + relaxamento	5,03	5,72	5,47	5,07	4,92	5,24
6	Esperar caixa abrir	0,62	0,65	0,47	0,54	0,52	0,56
7	Retirar carrinho	0,50	0,40	0,70	0,40	0,57	0,51
<b>Tempo Total</b>		<b>9,18</b>	<b>9,71</b>	<b>10,41</b>	<b>9,00</b>	<b>10,68</b>	<b>9,80</b>
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							9,80
Fator de Tolerância							1,26
Tempo Padrão							<b>12,34</b>

Figura 26: Tempos da densidade D40 após as melhorias  
Fonte: Autor (2014)

Folha de Cronometragem							
Setor: Espumação							
Densidade: D50					Data: 17/07/14		
Qtde de Funcionários: 5					Turno: Vespertino		
N	Elementos	Tempos (em minutos)					Média
		t 1	t 2	t 3	t 4	t 5	
1	Colocar carrinho e fechar caixa	0,57	0,47	0,80	0,60	0,53	0,59
2	Andar da capela até a máquina e jogar produtos no batedor	0,55	0,37	0,55	0,50	0,57	0,51
3	1ª Batida	0,72	0,67	0,67	0,52	0,60	0,64
4	2ª Batida	1,28	1,17	1,23	1,23	1,23	1,23
5	3ª Batida + crescimento + relaxamento	7,53	7,72	8,90	8,33	8,83	8,26
6	Esperar caixa abrir	0,60	0,55	0,80	0,78	0,60	0,67
7	Retirar carrinho	0,30	0,38	0,37	0,62	0,50	0,43
<b>Tempo Total</b>		<b>11,55</b>	<b>11,33</b>	<b>13,32</b>	<b>12,58</b>	<b>12,86</b>	<b>12,33</b>
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							12,33
Fator de Tolerância							1,26
Tempo Padrão							<b>15,53</b>

Figura 27: Tempos da densidade D50 após as melhorias  
Fonte: Autor (2014)

Comparativo entre as médias das densidades e cálculo do Tempo Padrão geral							
N	Elementos	Densidades					Média
		D20	D28	D33	D40	D50	
1	Pesar produtos manualmente	0,65	0,56	0,54	0,61	0,59	0,59
2	Andar da capela até a máquina	0,31	0,37	0,28	1,01	0,51	0,50
3	Programar máquina	0,38	0,49	0,72	0,67	0,64	0,58
4	Andar da máquina até a capela	0,61	0,90	1,24	1,19	1,23	1,03
5	Misturar amina	3,47	3,53	4,55	5,24	8,26	5,01
6	Despejar os produtos no batedor	0,45	0,52	0,52	0,56	0,67	0,54
7	1ª Batida + 2ª Batida	0,27	0,35	0,50	0,51	0,43	0,41
<b>Tempo Total</b>		<b>6,14</b>	<b>6,72</b>	<b>8,35</b>	<b>9,80</b>	<b>12,33</b>	<b>8,67</b>
Velocidade (Ritmo)							100%
Tempo Normal							8,67
Fator de Tolerância							1,26
Tempo Padrão							<b>10,92</b>

Figura 28: Comparativo entre os tempos de cada densidade no novo método  
Fonte: Autor (2014)

Após ter calculado o Tempo Padrão geral, foi calculado a capacidade produtiva do setor pela Equação 6.



$$C = \frac{528}{10,92} = 48,35 \text{ unidades}$$

Portanto, temos que a capacidade produtiva do setor aumentou para cerca 48 blocos de espumas diários, porém o setor produz cerca de 40 a 45 blocos de espumas em sua jornada de trabalho (das 7:30hs às 17:30hs) conforme a demanda diária. O setor não produz os 48 blocos diários calculados devido não haver necessidade de ultrapassar a produção de 45 blocos diários e devido a falta de espaço.

A fim de quantificar os ganhos que a cronoanálise proporcionou por meio de algumas observações, foi feito uma tabela para a comparação dos tempos de cada densidade antes e depois do novo método de trabalho, a Tabela 10 mostra essa comparação.

**Tabela 10: Comparação entre os tempos de antes e depois da cronoanálise e redução do tempo padrão**

<b>Densidade</b>	<b>Tempo Médio (Antes)</b>	<b>Tempo Médio (Depois)</b>	<b>Tempo Padrão (Antes)</b>	<b>Tempo Padrão (Depois)</b>	<b>Redução do Tempo Padrão (%)</b>
<b>D20</b>	10,53	6,14	15,58	7,74	50,32
<b>D28</b>	11,76	6,72	17,41	8,47	51,35
<b>D33</b>	10,82	8,35	16,02	10,52	34,38
<b>D40</b>	11,82	9,8	17,49	12,34	29,45
<b>D50</b>	15,89	12,33	23,51	15,53	33,94

**Fonte: Autor (2014)**

Com a redução do tempo de cada densidade de bloco de espuma, houve um aumento muito significativo na fabricação dos mesmos, aumentando de 25 blocos diários para 45, ou seja, um aumento de 80% na produção com simples melhorias no setor e mudando o método de trabalho.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da revisão bibliográfica sobre estudo de tempos e métodos, capacidade produtiva e ergonomia e método de trabalho foi possível a realização deste trabalho no setor de espumação de uma empresa de colchões magnéticos, mesmo estes assuntos não terem iniciados neste meio de produção, pode-se verificar a eficiência e flexibilidade destes temas, pois o início do estudo de tempos e movimentos se originou em processos distintos ao deste trabalho.

Com o embasamento teórico foi possível dividir o processo de fabricação de bloco de espuma de poliuretano em elementos de tempos, fazendo com que fossem percebidas melhorias no método de trabalho, identificando possíveis atividades que poderiam ser realizadas em paralelo a outras, além de realizar uma análise no fluxo do processo.

Após, as análises e medições de tempos realizadas, foram propostas as melhorias no método de trabalho, em um relatório, para o líder do setor, coordenador da produção, analista de PPCP e gerente de produção analisarem e discutirem quais das propostas seriam viáveis ou não e se além destas propostas sugeridas poderiam ter alguma outra melhoria para o setor. Das propostas sugeridas, somente uma proposta não foi aceita, sendo todas as outras implantadas e aceitas sem resistência pelos colaboradores do setor.

Com todo este processo de medição de tempo e a análise foi possível reduzir o tempo de fabricação de cada bloco de espuma e, conseqüentemente, aumentando a produção diária em 80% (passando de 25 a 45 blocos por dia).

O estudo de tempos e métodos mostrou-se eficiente, conseguindo atingir os objetivos da empresa, reduzindo as horas extras dos colaboradores do setor e aumentando a produção diária dos blocos de espuma.

Assim, os objetivos, geral e específico, deste trabalho foram atingidos, contribuindo para maior conhecimento dos conceitos do estudo de tempos e métodos e da importância deste, com isto a empresa ficou satisfeita e o trabalho de cronoanálise foi solicitado em todos os outros setores da empresa.

Para trabalhos futuros sugere-se um estudo mais detalhado sobre a preparação do setor, para que não precise ter uma equipe entrando mais cedo na jornada de trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS

- BARNES, Ralph M.. **Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e medida do trabalho**. 6. ed. São Paulo: Blucher, 2008. 635 p.
- BARRETO, Antônio Amaro Menezes. **Qualidade e Produtividade na Indústria de Confeccção: Uma Questão de Sobrevivência**. 1.ed. Londrina: Midiograf, 1997. 176p.
- CAMAROTTO, João Alberto. **Engenharia do Trabalho: Métodos, Tempos, Projeto do Trabalho**. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução á teoria geral da Administração**. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 175 p.
- GOMES, Maria de Lourdes Barreto; MÁSCULO, Francisco Soares. **Organização do Trabalho**. In: MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. (Orgs.). **Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ Abepro, 2011, 648p.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2.ed. São Paulo: Blucher, 2005. 614p.
- MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 562 p.
- MÁSCULO, Francisco Soares. **Ferramentas de Ergonomia Física**. In: MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. (Orgs.). **Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ Abepro, 2011, 648p.
- PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. 1.ed. Curitiba: Unicenp, 2007. 750p.
- SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2005. 139 p. Disponível em: < [https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia\\_de\\_pesquisa\\_e\\_elaboracao\\_de\\_teses\\_e\\_dissertacoes\\_4ed.pdf](https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf) > Acesso em: 26 abr. 2014.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JHONSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.
- TAYLOR, Frederick W. **Princípios De Administração Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990. 110 p.
- TOLEDO Jr., Itys Fides Bueno. **Tempos e Métodos**. 7. ed. Mogi das Cruzes: Raphael A. Godoy, 2004, 181p.
- VIDAL, Mario Cesar. **Análise Ergonômica do Trabalho**. In: MÁSCULO, F. S.; VIDAL, M. C. (Orgs.). **Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. Rio de Janeiro: Elsevier/ Abepro, 2011, 648p.

## **ANEXO A – ORGANOGRAMA EMPRESARIAL**

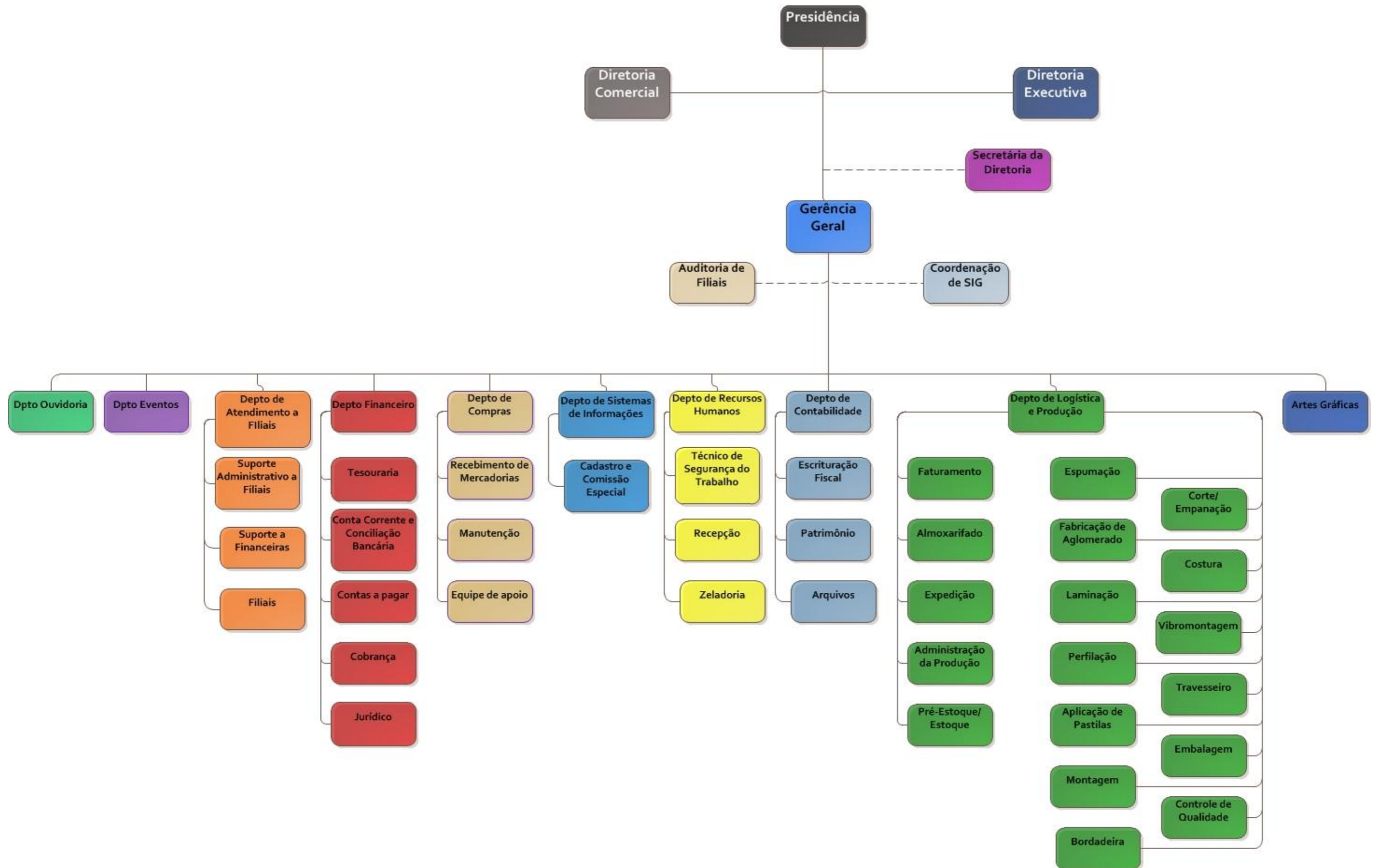


Figura 29: Organograma geral da empresa  
 Fonte: Empresa, adaptado pelo Autor (2014)

**Universidade Estadual de Maringá**  
**Departamento de Engenharia de Produção**  
**Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900**  
**Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196**