



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC  
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**MARINA ZANINI**

**ESTUDO DO TRABALHO APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS DE  
EMBALAGEM**

**UBÁ – MG**

**2017**

**MARINA ZANINI**

**ESTUDO DO TRABALHO APLICADO A UMA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS DE  
EMBALAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Faculdade Presidente Antônio Carlos Ubá – FAPAC como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Msc Israel Iasbik.

**UBÁ – MG  
2017**

## RESUMO

Com o cenário de alta competitividade vivido pelo mercado atual, as empresas buscam, cada vez mais, maneiras de melhorar seus processos sem a necessidade de altos investimentos, para adaptar-se e manter-se no mercado sem correr grandes riscos. Um método muito utilizado para se obter resultados positivos é o estudo do trabalho, que analisa o processo existente, a sua eficiência e identifica os pontos com potencial para melhoria. Tendo isto em vista, este estudo pretende desenvolver um método de trabalho mais eficiente em uma indústria de máquinas de embalagem através do estudo do trabalho. Para isso, foi realizado um estudo de caso em que foi registrado o método atual, realizado um exame crítico deste método e identificados os seus pontos fracos. Em seguida, foi desenvolvido e aplicado um novo método e por último foi realizada uma comparação entre o processo antigo e o atual e avaliada a eficiência da nova metodologia de trabalho. O resultado apresentado foi uma redução do tempo padrão e um aumento na produtividade da linha.

**Palavras-chave:** Tempo Padrão. Estudo do Método. Medida de Trabalho. Produtividade.

## **ABSTRACT**

With the scenario of high competitiveness experienced by the current market, companies increasingly seek ways to improve their processes without the need for high investments, to adapt and maintain in the market without taking great risks. A method widely used to obtain positive results is the study of work, which analyzes the existing process, its efficiency and identifies the points with potential for improvement. With this in view, this study intends to develop a more efficient working method in a packaging machinery industry through work study. Thus, a case study was carried out in which the current method was registered, a critical examination of this method was performed and its weaknesses identified. Then, a new method was developed and applied, and finally a comparison was made between the old and the current process and the efficiency of the new work methodology was evaluated. The displayed result was a reduction in standard time and an increase in line productivity.

**Keywords:** Standard Time. Study of the Method. Work Measurement. Productivity.

## 1 INTRODUÇÃO

Buscar maneiras de se tornar mais competitiva deve estar entre as prioridades de qualquer empresa que pretende sobreviver no mercado. Devido ao cenário de crise enfrentado pelo Brasil atualmente, as opções para aumentar a competitividade têm se tornado cada vez mais limitadas, fazendo com que as empresas procurem por métodos que não exijam altos investimentos ou altos riscos.

Uma excelente alternativa às organizações em momentos de crise é uma análise de seus processos e métodos. A partir do momento que se conhece bem o processo, é possível identificar seus pontos fortes e suas falhas e, desta forma saber onde devem ser feitas mudanças. A otimização dos processos ajuda a diminuir os custos de produção, o que permite aumentar o lucro de um produto sem que seja preciso aumentar o seu preço de venda.

No fim do século XIX surgiram os trabalhos de Frederick W. Taylor, e com eles a sistematização do conceito de produtividade, ou seja, a procura incessante por melhores métodos e processos de produção, com o objetivo de aumentar a produtividade com o menor custo possível. Essa procura ainda é o tema central entre todas as empresas, o que mudou foram apenas as técnicas utilizadas (MARTINS; LAUGENI, 2005).

É de grande importância o conhecimento de certas informações como a relação entre o volume e a variedade dos produtos, o tipo de processo e de arranjo físico, a capacidade produtiva, a organização do trabalho atual, entre outras informações que caracterizem o seu processo produtivo. Estas informações demonstram a situação da empresa, qual a sua posição atual em relação ao seu objetivo e quais fatores a impedem de alcançá-lo no momento.

Uma das maneiras mais utilizadas atualmente para medir a eficiência de processos em geral é a cronometragem e o estudo dos tempos, movimentos e métodos. De acordo com Peinado e Graeml (2007, p 87) o estudo de tempos, movimentos, e métodos de trabalho “continua tendo um papel central na determinação da produtividade. Produzir o que foi determinado é um dos principais fatores de julgamento da qualidade de um funcionário e fator importante para determinar sua permanência na organização.”

A determinação de um tempo padrão permite estabelecer padrões para a programação de produção, a realização de medidas de desempenho, fornece dados para a determinação dos custos de produção e da capacidade produtiva. Um processo eficiente possui as condições de trabalho mais adequadas que são capazes de gerar o menor tempo padrão possível para a

atividade. Este deve ser determinado em condições normais de trabalho, com o colaborador trabalhando no seu ritmo usual, para que as informações sejam o mais próximo possível da realidade.

A maneira como a atividade é realizada influencia diretamente no seu tempo padrão. Um dos objetivos da Engenharia de Produção é encontrar a melhor maneira possível para se realizar uma atividade, minimizando os custos e o tempo e maximizando a eficiência e a qualidade. Nesta busca deve-se determinar fatores como arranjo físico e fluxo, organização do trabalho, níveis de estoques de matéria-prima, níveis de estoques de produtos semiacabados e acabados e tecnologias utilizadas no processo.

Tendo isto em vista, será realizado um Estudo do Trabalho incluindo o Estudo do Método e a Medida do Trabalho, iniciando-se com a seleção do trabalho a ser estudado e o registro do método utilizado, para que seja realizado um exame crítico dos fatos para identificar as fraquezas existentes. Através dessas informações, será desenvolvido e implantado um novo método, que será medido pela determinação do seu tempo padrão. Em seguida será realizada uma comparação dos resultados obtidos com o método utilizado anteriormente.

Este estudo pretende otimizar o processo de fabricação de um modelo de máquina para embalagem, inserindo a mesma dentro do sistema de produção em linha, visto que a empresa já conta com um arranjo físico linear e a maior parte seus produtos segue este tipo de fluxo, porém alguns modelos mais novos ainda têm a maior parte de seus processos feita por um único colaborador. Para isso é necessário identificar a organização e divisão do trabalho mais adequadas para a fabricação desta máquina nos setores de estruturação e solda, determinar o tempo padrão do processo e desta forma demonstrar as vantagens do sistema de produção com fluxo em linha.

O método utilizado é aplicável à maior parte processos industriais, nos mais variados ramos de atuação. Otimizar os processos é uma forma de melhorar a produtividade, o que aumenta a capacidade competitiva e de aumentar os lucros, já que diminui os custos de produção.

Hoje em dia, a evolução do processo produtivo já deixou de ser uma vantagem, transformando-se em uma necessidade. Tendo isto em vista, este tipo de análise é indispensável para que a empresa consiga sobreviver, sem que seus métodos se tornem obsoletos e menos proveitosos do que os de seus concorrentes.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 A Produtividade

A expressão “Papel da Função Produção” é usada para designar algo que vai além das suas tarefas e responsabilidades óbvias na empresa. Esta expressão demonstra a razão básica da função, por que as empresas se preocupam tanto com ela e a sua influência nas estratégias organizacionais. Existem três papéis que são particularmente importantes para a função produção: implementar, apoiar e impulsionar a estratégia empresarial. A maioria das empresas possui algum tipo de estratégia, mas é a produção que a coloca em prática e fornece as condições necessárias para que a organização atinja seus objetivos. Fazer produtos e/ou serviços melhores, mais rápidos, em maior variedade e mais baratos que seus concorrentes, obter uma produção que tenha capacidade de lidar com qualquer requisito futuro do mercado está garantindo à organização os meios para seu sucesso futuro (SLACK *et al.*, 2002).

Segundo Martins e Laugeni (2005) um dos indicadores mais utilizados para medir o sucesso ou fracasso das empresas é a quantificação da sua produtividade, ou seja, a eficiência da sua Função Produção. A produtividade é a análise da relação entre o *output* (uma medida quantitativa, como quantidade ou valor das receitas provenientes da venda dos produtos e/ou serviços finais), e o *input* (uma medida quantitativa dos insumos, como quantidade ou valor das matérias-primas, mão de obra, energia elétrica, capital, instalações e outros). Em outras palavras, é a relação entre o que foi produzido e os recursos consumidos.

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{medida do } output}{\text{medida do } input}$$

É comum encontrar programas de melhoria de produtividade nas empresas. Tornou-se uma ação corriqueira entre os gerentes preocupados com o futuro avaliar a produtividade e compará-la com a de outras empresas concorrentes ou não. A melhoria envolve quatro estágios ou fases: medida, avaliação, planejamento e melhoria. Inicialmente deve-se medir a produtividade utilizando dados existentes ou coletando novos, para que então seja possível avaliar e comparar com índices equivalentes de outras empresas. A partir dos níveis identificados, são planejados os índices a serem atingidos, para que sejam introduzidas as melhorias propostas, fazendo as verificações necessárias, bem como as novas medidas (MARTINS; LAUGENI, 2005).

## 2.2 O Arranjo Físico e o Fluxo

De acordo com Slack *et al.* (2002) o arranjo físico é a definição da localização dos recursos de produção, sendo estas instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção. A localização destes recursos determina a maneira segundo a qual os recursos transformados (materiais, informações e clientes) fluem pela operação. Mudanças relativamente pequenas no arranjo físico podem afetar o fluxo de materiais e pessoas na operação, o que por sua vez, afeta a produtividade geral da produção.

Conforme Peinado e Graeml (2007), além de influenciar diretamente na produtividade, são necessários altos investimentos para construir ou modificar o *layout* produtivo. Em vista dos impactos gerados na empresa, a determinação do arranjo físico requer muita atenção e estudo. Existem cinco tipos básicos de arranjo físico:

- **Arranjo físico por produtos ou por linha:** Neste tipo de arranjo, os equipamentos ou estações de trabalho são posicionados de acordo com a sequência dos processos dos produtos, sem caminhos alternativos. O material percorre um caminho previamente determinado, permitindo obter um fluxo rápido na fabricação de produtos. Quando se fala em arranjo físico em linha, não se trata necessariamente de uma disposição em linha reta, pois dependendo do tamanho do processo, a linha se tornaria muito longa, exigindo áreas de comprimento elevado. Para contornar este problema é comum nas indústrias, linhas em forma de U ou S ou outra forma de circuito em que as pessoas trabalhem próximas, e o caminho percorrido para abastecimento de matéria-prima seja menor do que em uma linha reta.
- **Arranjo físico por processo ou funcional:** Este tipo de arranjo agrupa, em uma mesma área, os processos e equipamentos do mesmo tipo e função, assim como operações e montagens semelhantes. Por isso, é conhecido também como arranjo físico funcional. Os materiais e produtos se deslocam procurando os diferentes processos de cada área necessária. É um dos arranjos mais complexos para se planejar devido às inúmeras possibilidades de combinação das áreas de cada processo. Por isso, dificilmente soluções ótimas serão possíveis, e mesmo com o auxílio de poderosos computadores, o estudo é feito por intuição, prática, tentativa e erros.

- **Arranjo físico celular:** Procura unir as vantagens dos arranjos físicos linear e funcional. A célula de manufatura consiste em arranjar em uma mesma área, máquinas diferentes que possam fabricar um produto inteiro. O deslocamento do material dentro da célula ocorre em linha e por isso, o arranjo celular também é conhecido como “minilinhas de produção”.
- **Arranjo físico por posição fixa ou posicional:** É aquele em que o produto a ser transformado permanece estacionário em uma determinada posição, e os recursos de transformação se deslocam ao seu redor, realizando as operações necessárias. Este tipo de arranjo é utilizado quando não é possível outra forma de arranjo, devido ao porte do produto (peso, dimensões e/ou forma, como em grandes construções, estradas ou pontes) ou à natureza do trabalho (quando a movimentação do produto é extremamente inconveniente ou extremamente difícil, como em cirurgias, trabalhos artísticos ou montagens de equipamentos muito delicados).
- **Arranjo físico misto:** É muito utilizado quando se deseja usufruir das vantagens de diversos tipos de arranjo físico simultaneamente. Geralmente, neste tipo de arranjo utiliza-se uma combinação entre os arranjos por produto, por processo e celular.

A escolha do *layout* mais adequado é de extrema importância, pois além do custo, da dificuldade e do incômodo de se fazer uma mudança, um *layout* inadequado pode significar um custo extra toda vez que um item é processado. Uma das principais influências na escolha do arranjo físico é a natureza do processo em si ou o tipo de processo e tanto o tipo de processo como o arranjo físico são governados pela relação entre volume e variedade de seus produtos (SLACK *et al.*, 2013).

As configurações de instalação estabelecem a relação física entre as várias atividades. A definição da disposição mais agradável de um ambiente pode ser obtida simplesmente pelo arranjar ou rearranjar os elementos, porém um erro pode gerar problemas na utilização de locais e originar a demolição de estruturas, paredes e até mesmo edifícios, causando custos altíssimos. Para evitar este tipo de problema, é necessária a realização de um estudo, para encontrar o melhor planejamento de *layout* (AUGUSTO JUNIOR *et al.*, 2009).

### 2.3 A Organização do Trabalho

Os recursos humanos são de grande importância para as organizações, principalmente nas funções relacionadas à operação, em que a maioria deles encontra-se alocada. O projeto de trabalho tem um papel pivô, pois define a forma pela qual as pessoas agem em relação ao seu trabalho. Produzir bens e serviços envolve uma gama de diferentes tarefas que precisam ser divididas entre o pessoal da produção. Diferentes abordagens do projeto de trabalho levarão a diferentes alocações de tarefas. A divisão do trabalho torna-se necessária a partir do momento em que a operação necessita do emprego de mais de uma pessoa e deve levar em consideração diversos fatores como quais tarefas devem ser alocadas a cada pessoa, a sequência de tarefas estabelecida, onde o trabalho será alocado, condições ambientais de trabalho, níveis de autonomia, quais as habilidades necessárias, quem deve estar envolvido com o trabalho, como devem ser as instalações e o equipamento (SLACK *et al.*, 2002).

Segundo Peinado e Graeml (2007), o tempo de execução de cada tarefa destinada a cada um dos operadores deve ter o mesmo tempo de duração ou o mais próximo possível. Isto evita a ocorrência de atrasos das próximas atividades, diminui o tempo ocioso da mão de obra e dos equipamentos e permite um maior grau de aproveitamento.

Segundo Slack *et al.* (2002), a ideia de dividir o total das tarefas em partes foi formalizada primeiramente por Adam Smith e talvez o seu auge seja a linha de montagem tradicional. Mesmo que pareça uma ideia ultrapassada, este modelo de trabalho ainda é predominante em muitos processos produtivos, principalmente em projeto de trabalho dos produtos produzidos em massa e em alguns serviços produzidos em massa. O processo de definição do tempo que um colaborador qualificado (aquele que possui os atributos necessários à realização da tarefa com padrões satisfatórios de segurança, qualidade e quantidade) gasta para realizar um trabalho especificado, com um nível de desempenho definido é denominado Medida do Trabalho e o processo de definição dos métodos e atividades que devem ser incluídas no trabalho é denominado Estudo do Método. Juntos esses dois campos são referidos como Estudo do Trabalho.

### 2.4 O Estudo dos Tempos e Movimentos

De acordo com Barnes (1977) o estudo dos tempos e movimentos recebeu diversas interpretações ao longo do tempo desde sua origem. Foi introduzido por Frederick Taylor e

depois foi desenvolvido pelo casal Gilbreth, sendo empregado na maioria dos trabalhos. Entretanto, naquela época, deu-se mais ênfase ao estudo de tempos e ao valor por peça do que ao estudo de movimentos. Foi só em 1930 que se iniciou um movimento para estudar o trabalho com o objetivo de descobrir métodos melhores e mais simples de se executar uma tarefa, ou seja, o estudo dos movimentos. A partir daí ambos passaram a ser usados conjuntamente, completando-se.

Hoje, a principal preocupação é a definição de sistemas e métodos de trabalho, com o objetivo de determinar o método ideal ou o que mais se aproxima do ideal para ser usado na prática. No passado dava-se ênfase à melhoria dos métodos existentes, enquanto atualmente procura-se definir cuidadosamente o problema, formular o objetivo e então selecionar a opção mais indicada. É um estudo sistemático dos sistemas de trabalho, com os seguintes objetivos: desenvolver o sistema e o método mais adequados, geralmente o de menor custo; padronizar esse sistema e método; determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; orientar o treinamento do trabalhador no método mais adequado (BARNES, 1977).

Embora pareçam conceitos ultrapassados, a divisão do trabalho e a cronometragem do tempo ainda são muito utilizados nas organizações industriais. O estudo dos tempos, também conhecido como cronoanálise é uma forma de mensurar o trabalho por meio de dados estatísticos, o que permite calcular o tempo padrão, usado para determinar a capacidade produtiva, elaborar programas de produção, determinar o valor da mão de obra direta dentro do custo do produto vendido, entre outras aplicações (PEINADO; GRAEML, 2007).

Conforme Martins e Laugeni (2005), o tempo padrão significa o tempo de produção de uma unidade, determinado por meio da observação e da análise estatística. Tanto a eficiência como o tempo padrão são influenciados pelo tipo de fluxo de material, processo escolhido, tecnologia utilizada e características do trabalho que está sendo analisado. Quanto maior o nível de automação do processo, menor é a variação dos tempos, e quanto maior a intervenção humana, maior é a dificuldade de se medir corretamente os tempos de produção, visto que cada operador tem habilidades, força e vontades diferentes. Os resultados destas análises são dados importantes para se estabelecer os programas de produção, avaliar o desempenho da produção em relação ao padrão, fornecer dados para a determinação de custos, estudos de balanceamento e planejamento de capacidade.

O método mais utilizado para determinação do tempo padrão é dividir a operação em elementos e cada um desses elementos é cronometrado, então a soma destes tempos elementares

fornece o tempo total. O observador deve, ainda, avaliar a velocidade usada pelo operador verificando se o tempo selecionado deve ser ajustado para que um operador qualificado, trabalhando em ritmo normal, possa executar sem dificuldade o trabalho no tempo especificado. Este ajuste ocorre por meio da adição do tempo normal, que é o tempo de tolerância para necessidades pessoais, fadiga e esperas, resultando assim o tempo padrão de operação (BARNES, 1977).

Segundo Peinado e Graeml (2007), à medida que se realizam estudos de tempos, estes vão sendo arquivados e com o passar do tempo, a empresa passa a possuir um grande arquivo de tempos, que podem ser comuns a inúmeras funções. Então estes tempos podem ser recuperados e utilizados, sem a necessidade de cronometragem, sendo possível até levantar o tempo de um novo produto, antes mesmo de ele ter sido colocado em produção.

## 2.5 Etapas do Estudo de Caso

Este estudo foi realizado na empresa Baião Máquinas, localizada na cidade de Ubá na Zona da Mata mineira. A empresa fundada em 1938, já produziu diversos tipos de máquinas, como exaustores, ventiladores e aquecedores, porém atua no ramo de máquinas para embalagens desde 1972, com um *mix* que compõe máquinas de vácuo, de encolhimento, seladoras e embaladoras. A fábrica trabalha com um arranjo físico por produto (sistema em linha) e conta com duas linhas de produção: uma destinada aos produtos produzidos sob previsão de demanda, que possuem processos mais simples e menor valor agregado, denominada linha 1; e a outra destinada a produtos produzidos sob encomenda e que possuem maior valor agregado em relação aos produtos da outra linha, denominada linha 2. A empresa conta ainda com o setor de máquinas especiais, que são produzidas de maneira mais artesanal e em menor escala devido ao seu grande valor agregado e elevados níveis de customização.

Apesar do arranjo físico linear, alguns modelos ainda não estão inseridos totalmente neste sistema, pois possuem muitos processos realizados por um mesmo colaborador, como a seladora automática, por exemplo, que se encaixa na linha 2. Todo o trabalho de estruturação e solda desta máquina (exceto o corte, que no caso deste produto é terceirizado, por ser realizado por máquinas de corte a laser) é executado por um único funcionário, pois o mesmo participou do processo de criação deste modelo, que é um dos mais recentes que a empresa possui. Este trabalho pretende otimizar o processo de fabricação da máquina seladora automática nos setores

de estruturação e solda, realocando as tarefas, inserindo a mesma totalmente no sistema em linha, identificando a divisão e organização do trabalho mais adequadas para então determinar o seu tempo padrão.

Este tipo de *layout* posiciona os recursos produtivos transformadores segundo a melhor conveniência do recurso a ser transformado. O produto segue um roteiro predefinido que coincide com a sequência em que os processos foram arranjados fisicamente. Desta forma o fluxo mantém-se claro, previsível e relativamente fácil de controlar (SLACK *et al.*, 2002).

A adoção deste tipo de arranjo físico pode oferecer diversas vantagens, se o mesmo estiver de acordo com as características do processo e do produto. Dentre as vantagens pode-se destacar a possibilidade de produção em massa com alta produtividade e de manter a carga de máquina e consumo de material constantes ao longo da linha, o que gera resultados mais eficientes e menores custos de manipulação de materiais; baixa complexidade das operações; estoques intermediários menores; controle de produtividade simplificado; Baixo custo variável (CARRAVILLA, 1998; AGUIAR *et al.*, 2007).

Mesmo considerando a monotonia de um trabalho simples e repetitivo, o maior benefício deste tipo de arranjo está na divisão do trabalho em tarefas simples com tempo de aprendizagem mínimo. Esta divisão deve ser realizada com base no balanceamento da linha de produção, que consiste na atribuição de tarefas de forma que as estações de trabalho demandem aproximadamente o mesmo tempo de execução (PEINADO; GRAEML, 2007).

Atualmente, os processos da seladora automática que vão desde a chegada dos materiais à fábrica até o encaminhamento para o banho químico são realizados por um mesmo colaborador, que não realiza os processos produtivos seguindo o fluxo linear. Apesar disso, depois que a máquina passa por esse funcionário, o fluxo linear é respeitado e a máquina passa então pelo banho químico para retirar os resíduos de óleo da estrutura, pela pintura e pela linha de montagem e embalagem.

A empresa optou por realocar este colaborador para o setor de máquinas especiais, pois neste setor as máquinas são produzidas mais artesanalmente e em escala bem menor se comparado aos outros setores, devido ao seu alto valor agregado e grau de customização. Por isso neste setor não é utilizado o *layout* por produto.

Para que isso seja possível, suas tarefas estão sendo atribuídas à dois colaboradores da linha 2, sendo necessário um estudo para a divisão e organização do trabalho. Isto ocorre porque a divisão destas tarefas influencia diretamente na produtividade do processo. Contador (1994) destaca que o aumento da produtividade se fundamenta na redução do tempo inativo, chamado

também de espera ou parada. O homem ou a máquina ficam esperando dentro do ciclo, na troca de produtos, na troca de turnos e durante tempos improdutivos (manutenção, falta de material, transportes desnecessários, entre outros). A redução destes tempos inativos apresenta potencial considerável para aumentar a produtividade.

Neste processo de divisão será realizado um Estudo do Trabalho, iniciando-se pelo Estudo do Método visto que a empresa já possui uma Medida do Trabalho para o processo atual. Após a realização do Estudo do Método será efetuada uma nova Medida do Trabalho, com a determinação de um novo tempo padrão, para que seja possível obter uma comparação com a situação anterior.

De acordo com Slack *et al.* (2002), o Estudo do Método deve apresentar o registro dos métodos existentes e propostos de fazer o trabalho e um exame crítico desses métodos, como meio para desenvolver e aplicar métodos mais fáceis e mais eficazes. A abordagem do estudo do método envolve seguir sistematicamente seis passos:

1. Selecionar o trabalho a ser estudado.
2. Registrar todos os fatos relevantes do método presente.
3. Examinar esses fatos criticamente e na sequência.
4. Desenvolver o método mais prático, econômico e acessível.
5. Implantar o novo método.
6. Manter o método pela checagem periódica dele em uso.

### **2.5.1 Estudo do Método**

Segundo Slack *et al.* (2002), os seis passos constituem:

- **Passo 1 – Selecionar do trabalho a ser estudado:**  
O primeiro estágio é selecionar as atividades a serem estudadas, que darão o maior retorno sobre o investimento do tempo. Isso quer dizer que devem ser evitadas atividades que podem logo ser descontinuadas, ou somente são desempenhadas ocasionalmente. Por outro lado, devem ser priorizadas atividades que parecem oferecer o maior escopo para melhorias, ou que estão causando gargalos, atrasos, ou problemas na operação.
- **Passo 2 – Registrar o método atual:**  
Existem diversas maneiras para registrar as atividades no estudo do método, mas a maioria delas compreende o registro da sequência e o inter-relacionamento

temporal das atividades no trabalho e o registro da trajetória de movimento de alguma parte do trabalho. Pode parecer estranho dedicar tanto tempo e esforço para registrar o que está acontecendo atualmente, quando o objetivo final do estudo do método é desenvolver um método melhor. Primeiramente, registrar o método atual pode trazer melhor entendimento do próprio trabalho, e levar a novas formas de fazê-lo. Em segundo lugar, registrar o método atual é um bom ponto de partida para avaliar criticamente e, portanto, melhorar o método, ou seja, é mais fácil começar pelo método atual e criticá-lo, em vez de começar com uma “folha de papel em branco”.

○ **Passo 3 – Examinar os fatos:**

Este é provavelmente o estágio mais importante no estudo do método e a ideia aqui é examinar o método atual inteira e criticamente, e tenta expor as razões existentes do método, de modo que sejam detectadas fraquezas em sua razão de ser, para então desenvolver métodos alternativos. São feitas questões relativas a:

- O propósito de cada elemento;
- O local em que cada elemento é feito;
- A sequência em que cada elemento é feito;
- A pessoa que faz o elemento;
- Os meios pelos quais cada elemento é feito.

○ **Passo 4 – Desenvolver um novo método:**

O exame realizado no passo 3 serviu para indicar algumas mudanças e melhoramentos aplicáveis ao método. Esse estágio envolve levar essas ideias adiante na tentativa de:

- Eliminar partes inteiras da atividade;
- Combinar elementos;
- Mudar a sequência de eventos, de modo que melhore a eficiência do trabalho;
- Simplificar a atividade para reduzir o conteúdo do trabalho.

○ **Passos 5 e 6 – Instalar o novo método e mantê-lo regularmente:**

A abordagem do estudo do método para instalação de novas práticas de trabalho concentra-se muito no gerenciamento do projeto do processo de implantação, mas também enfatiza a necessidade de monitorar regularmente a eficácia do

projeto implantado, através da medida do trabalho. Isto serve como oportunidade para se repensar e melhorar continuamente os métodos.

### ***2.5.2 Medida do Trabalho***

A Medida do Trabalho é o processo que define o tempo gasto por um trabalhador qualificado para realizar um trabalho especificado, com um nível definido de desempenho. Geralmente, um trabalho especificado é considerado aquele para o qual foram feitas especificações que definem a maior parte dos aspectos do trabalho. O desempenho padrão é definido como a taxa de saída atingida por trabalhadores qualificados sem esforço excessivo, trabalhando em ritmo normal e motivados em seu trabalho (SLACK *et al.*, 2002).

A terminologia é importante na medida do trabalho. Quando um trabalhador qualificado está trabalhando em um trabalho especificado com um desempenho-padrão, o tempo gasto na realização deste trabalho é denominado tempo básico ou tempo normal e este serve de base para a estimativa e tempo. Já o tempo padrão seria uma extensão do tempo normal, pois incluem tolerâncias para pausa e descanso, que devem ser permitidos devido às condições sob as quais o trabalho é realizado. Logo o tempo padrão consiste basicamente em duas partes: tempo normal e tolerâncias (SLACK *et al.*, 2002).

De acordo com Martins e Laugeni (2005), os equipamentos listados a seguir são os mais utilizados na determinação do tempo padrão:

- **Cronômetro de hora centesimal:** é o cronômetro mais utilizado, contudo podem ser utilizados outros tipos de cronômetros, inclusive cronômetros comuns;
- **Folha de observações:** para que os tempos e demais informações relativas à operação cronometrada possam ser adequadamente registrados;
- **Prancheta para observações:** é necessária para que se apoie nela a folha de observações e o cronômetro.

Segundo Martins e Laugeni (2005), deve-se realizar uma cronometragem preliminar para obter dados necessários à determinação do número necessário de cronometragens ou ciclos. Com as cronometragens determina-se o tempo médio (TM). O estudo deve ainda avaliar o fator de ritmo ou velocidade da operação, tempo normal (TN), tolerâncias para fadiga e para necessidades pessoais. Após isso, determina-se o tempo padrão. As etapas devem ser realizadas da seguinte maneira:

- **Divisão da operação em elementos:** Os elementos de uma operação são as partes em que uma operação pode ser dividida. Essa divisão tem a finalidade de verificar o método de trabalho e deve ser compatível com a obtenção de uma medida precisa, tomando-se o cuidado para não dividir a operação em muitos ou demasiadamente poucos elementos.
- **Determinação do número de ciclos a serem cronometrados (N):** A maneira mais correta para determinar o número de cronometragens ou ciclos N a serem cronometrados é deduzida da expressão do intervalo de confiança da distribuição por amostragem da média de uma variável distribuída normalmente, resultando na expressão:

$$N = \left( \frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Em que:

N= número de ciclos a serem cronometrados (sempre é arredondado para cima)

Z= coeficiente da distribuição normal padrão para uma probabilidade determinada (correspondente a probabilidade selecionada, a qual determina a precisão da amostra)

R= amplitude da amostra (mede a variabilidade da amostra, expressa pela diferença entre o valor máximo e o valor mínimo)

Er= Erro amostral

d<sub>2</sub>= coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente (medida de dispersão, representa os dados que se espalham ao redor da média)

$\bar{x}$ = média da amostra

Para a utilização da expressão, deve-se realizar uma cronometragem prévia, obtendo entre cinco a sete amostras, para que sejam obtidas a média  $\bar{x}$  e a amplitude R. Devem também ser fixados os valores da probabilidade e do erro relativo que são desejados, além da utilização das seguintes tabelas:

Tabela 1 – Distribuição Normal

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

Fonte: Martins; Laugeni, 2005 (adaptado pela autora, 2017)

Tabela 2 – Coeficiente para Calcular N

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>d<sub>2</sub></b>	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Fonte: Martins; Laugeni, 2005 (adaptado pela autora, 2017)

- **Avaliação de velocidade do operador (V):** A velocidade V do operador é determinada subjetivamente pelo cronometrista, que a referencia à assim denominada velocidade normal de operação, à qual é atribuído um valor 100 (ou 100%). A velocidade avaliada deve ser registrada na folha de observações.
- **Determinação das tolerâncias (FT):** Não é possível esperar que uma pessoa trabalhe sem parar o dia todo. Assim, devem ser previstas interrupções para que sejam atendidas as necessidades pessoais e para proporcionar um descanso, aliviando os efeitos da fadiga. A fadiga no trabalho é proveniente não somente do trabalho realizado, mas também das condições ambientais do local de trabalho. Condições ruins tendem a aumentar a fadiga e conseqüentemente a porcentagem de tolerância, sendo os casos mais comuns o excesso de ruído, iluminação insuficiente, condições de conforto térmico inadequadas, temperatura ambiente fora da faixa de 20°C a 24°C e umidade relativa abaixo de 40% ou acima de 60%, vibrações, cores inadequadas das paredes e desrespeito à ergonomia nos postos de trabalho, entre outros.
- **Determinação do tempo padrão (TP):** Depois de obtidas as N cronometragens válidas, deve-se calcular a sua média obtendo-se o tempo cronometrado (TC) ou tempo médio (TM). Em seguida deve-se calcular o tempo normal (TN), expresso pela equação:  $TN = TC \times V$ ; determinado o valor do tempo normal (TN) é

possível então calcular o tempo padrão (TP) expresso pela equação:  $TP = TN \times FT$ .

- **Tempo padrão com atividades acíclicas (*Set Up*):** Além do tempo padrão das operações deve-se ainda verificar a ocorrência de atividades de *set up* e de finalização. Entende-se por *set up* o trabalho feito para se colocar o equipamento em condição de produzir uma nova peça com qualidade em produção normal, compreendendo o tempo gasto na nova preparação do equipamento até o instante em que a produção é liberada, incluindo a produção das primeiras peças para verificar se o equipamento pode ser liberado para a produção normal, quando necessário. É considerada uma atividade acíclica dentro do processo de produção, porque ocorre cada vez que é produzido um lote de peças e não a cada peça produzida. O mesmo acontece com a finalização, que é realizada em uma determinada porção da produção, como processos de embalagem em conjunto (caixas com agrupamento de produtos) ou atividades de transporte (deslocamento de um lote até o próximo setor produtivo). Para calcular então o tempo padrão necessário ao produto utiliza-se a equação:

$$\text{Tempo padrão do produto} = (TS/q) + (\sum TP_i) + (TF/l)$$

Em que:

TS = tempo padrão de *set up*

q = quantidade de peças para as quais o *set up* é suficiente

TP<sub>i</sub> = tempo padrão da operação i

TF = tempo padrão das atividades de finalização

l = lote de peças para que ocorra a finalização

## 2.6 Aplicação do Método ao Estudo de Caso

### 2.6.1 Aplicação do Estudo do Método

- **Passo 1 - Seleção do trabalho a ser estudado:** Foram selecionados os processos da máquina seladora automática, desde a chegada dos materiais à fábrica até o encaminhamento para o banho químico. Estes trabalhos foram escolhidos porque esse modelo tem apresentado vendas cada vez mais regulares, e visto que todas as outras fases do seu processo produtivo já obedecem ao sistema linear de produção e esta fase era realizada pelo mesmo colaborador, da mesma maneira desde que começou a ser produzida.
- **Passo 2 - Registro do método atual:** Primeiramente, foram registradas quais partes da máquina são produzidas neste setor sendo elas a estrutura, a mandíbula, parte que realiza o movimento que permite que a máquina feche a embalagem, o fundo da máquina, o mancal do motor, a proteção, que serve para minimizar as chances de acidentes com a máquina, o tampo e a calha que protegem a resistência.

Em seguida, foram registradas as tarefas que são executadas em cada uma dessas partes: A estrutura é dobrada na dobradeira manual (toda peça que é dobrada precisa ser deslocada da mesa do colaborador localizada no setor de solda até a dobradeira manual sendo cronometrados os tempos de ida e volta) e segue para a ponteadeira, para que sejam fixadas as laterais. A ponteadeira é uma máquina que funde chapas sem a necessidade de outro material, porque quando seus eletrodos se aproximam, uma corrente elétrica passa por eles elevando a temperatura naquele ponto, fundindo as chapas naquela região. Depois, a lateral é esmerilhada para retirar as marcas do ponto e o espaço que fica entre a lateral e a estrutura é soldada para que fique inteiriça. A solda é esmerilhada para dar acabamento, retocada nas falhas e esmerilhada novamente. O operador então, faz a marcação e a punção dos furos (risca com a ajuda do paquímetro e depois bate a punção no ponto onde os riscos se cruzam). Logo após é cortada a quina de um dos suportes do fundo, para que seja possível encaixá-lo junto com as outras partes fixadas que são no mesmo lado, os dois suportes são ponteados. Também é ponteados o suporte do micro e tiradas as rebarbas.

No fundo da máquina, o operador faz a marcação e a punção dos furos, fura, faz rosca e dá acabamento nos furos. As quinas do reforço do fundo são esmerilhadas e o mesmo é soldado no fundo. Em seguida o operador dá acabamento com a esmerilhadeira e ponteia o trilho no fundo.

A Mandíbula da máquina precisa de um rasgo para a dobra, que é feito com o auxílio da esmerilhadeira e segue para a dobradeira manual (a dobra inclui movimentação). Também é ponteados um reforço no furo quadrado por onde passa a mola que auxilia no movimento da mandíbula (FIG. 1). Esse reforço acaba bloqueando os furos dos parafusos, então o colaborador deve furar novamente para então, fazer rosca nos furos. As laterais da mandíbula também são dobradas (a dobra inclui movimentação) e em seguida o colaborador arredonda as quinas com a esmerilhadeira. Para pontear as laterais na mandíbula é necessário utilizar a ponteadeira de outro setor, pois o espaço para o ponto nesta peça é muito estreito, necessitando de um bico mais fino, o que gera mais movimentação (foi cronometrado tempo de ida e volta). Depois disso são ponteados na mandíbula o passa fio e a dobradiça, e é dado acabamento com a esmerilhadeira.

O próximo passo é pontear a mandíbula na estrutura através da dobradiça, e ajustar para fechar corretamente. Feito isso o colaborador fixa as barras de solda para terminar o ajuste da mandíbula e certificar que não existem espaços que possam gerar falhas na solda. Com a mandíbula ajustada ele retira as barras. Por último ele marca, fura e faz rosca na região da dobradiça, ponteia a proteção do plástico e dá acabamento geral com a esmerilhadeira.

No mancal do motor é necessário primeiramente esmerilhar todas as quinas, incluindo as das laterais, para um melhor acabamento. Na sequência as laterais são soldadas no mancal, são retiradas as rebarbas, os furos recebem rosca, a solda é esmerilhada e a peça inteira recebe acabamento com a esmerilhadeira com lixa média e depois com lixa fina.

A proteção de segurança, inicialmente, tem as laterais ponteadas nas partes superior e inferior (é deixado um espaço entre as duas partes para que a embalagem seja inserida para a selagem, observado na FIG.1), é marcada, rasgada e recebe acabamento no rasgo. Depois a peça é dobrada (a dobra inclui movimentação) e são retiradas as rebarbas que ficam após a dobra decorrentes da falta de padronização do rasgo.

Seguidamente, o colaborador solda os espaços da dobra, esmerilha a solda, retoca e esmerilha novamente.

A calha da resistência é cortada do tamanho adequado, pois deve encaixar perfeitamente, sem sobras (o tamanho pode variar de máquina para máquina, sendo esta uma situação a ser estudada futuramente, buscando o máximo de padronização), o tampo da calha é dobrado e furado e por último todas as peças, que já foram colocadas no carrinho à medida que eram terminadas, são levadas para o banho.

Figura 1 – Seladora Automática



Fonte: R Baião – Máquinas para Embalagem <sup>1</sup>(adaptado pela autora, 2017)

A empresa possui um tempo padrão para estes trabalhos de duas horas e quarenta e nove minutos, porém já faz alguns anos que o mesmo foi registrado, por isso é possível

---

<sup>1</sup> Disponível em: <https://www.rbaião.com.br/site/index.php>. Acessado em 16 de Agosto de 2017 às 09:47.

que se notem algumas variações com o tempo gasto atualmente. Foi realizada uma cronometragem do método atual seguindo a ordem das tarefas da maneira que são executadas normalmente, para que fosse possível a realização de uma análise crítica e também para a realização da divisão dos trabalhos. Os resultados foram registrados na TAB. 3:

Tabela 3 – Registro do Método Atual

<b>PEÇA</b>	<b>PROCESSO</b>	<b>SET UP</b>	<b>PRODUÇÃO</b>	<b>MOVIM.</b>
ESTRUT. FRONTAL	DOBRAR	00:03:18	00:01:50	00:00:48
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	FECHAR LATERAIS NA PONTIADEIRA	-	00:05:20	00:00:40
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	ESMERILAR LATERAIS	-	00:02:33	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	SOLDAR LATERAIS	-	00:10:03	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	ESMERILAR SOLDA	-	00:03:03	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	RETOCAR SOLDA	-	00:05:20	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	ESMERILAR SOLDA	00:00:54	00:03:27	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	00:00:38	00:06:10	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	MARCAR	-	00:02:55	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	PUNÇÃO	-	00:01:43	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	FURAR LATERAIS	-	00:02:35	-
SUPORTE DO FUNDO	CORTAR QUINA DE UM SUPORTE	-	00:01:41	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	PONTEAR OS SUPORTES DO FUNDO	-	00:01:50	-
MANDÍBULA	RASGAR	-	00:00:57	-
MANDÍBULA	DOBRAR	00:02:26	00:00:25	00:00:40
MANDÍBULA	PONTEAR EM VOLTA DO FURO QUADRADO	-	00:00:57	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	PONTEAR SUPORTE DO MICRO	-	00:00:40	-
ESTRUT. FRONTAL + LATERAIS	TIRAR REBARBAS	-	00:00:19	-
MANDÍBULA	FURAR	-	00:01:41	-
MANDÍBULA	FAZER ROSCA NOS FUROS	-	00:00:28	-

FUNDO	MARCAR	-	00:01:54	-
FUNDO	PUNÇÃO	-	00:02:16	-
FUNDO	FURAR	-	00:02:33	-
FUNDO	FAZER ROSCA NOS FUROS	-	00:02:25	-
FUNDO	DAR ACABAMENTO NOS FUROS	-	00:00:16	-
LATERAL DA MANDÍBULA	DOBRAR	-	00:01:10	00:00:44
LATERAL DA MANDÍBULA	ARREDONDAR A QUINA	-	00:00:29	-
MANDÍBULA	PONTEAR AS LATERAIS	00:01:21	00:00:45	00:00:44
MANDÍBULA	PONTEAR DOBRADIÇA	-	00:01:41	-
MANDÍBULA	PONTEAR PASSA FIO	-	00:00:30	-
REFORÇO DO FUNDO	ESMERILAR QUINAS	-	00:00:47	-
FUNDO	SOLDAR O REFORÇO NO FUNDO	-	00:03:39	-
MANCAL + LATERAIS DO MANCAL	ESMERILAR QUINAS	-	00:00:55	-
MANCAL + LATERAIS DO MANCAL	SOLDAR	-	00:01:24	-
MANCAL + LATERAIS DO MANCAL	TIRAR REBARBAS	-	00:00:44	-
MANCAL	FAZER ROSCA	-	00:01:43	-
MANCAL	SOLDAR ROLAMENTO	-	00:01:39	-
MANCAL	ESMERILAR SOLDA	00:00:35	00:01:14	-
MANDIBULA	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	00:00:53	00:04:31	-
FUNDO	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	-	00:02:58	-
FUNDO	PONTEAR O TRILHO NO FUNDO	-	00:00:15	-
MANCAL	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	00:00:34	00:04:04	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FIXAR MANDÍB. NA ESTRUT. E AJUSTAR P/ FECHAR	-	00:08:40	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FIXAR BARRA DA MANDÍBULA PARA AJUSTAR	-	00:02:32	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	MARCAR	-	00:01:09	-

ESTRUTURA+MANDÍBULA	FURAR	-	00:07:44	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FAZER ROSCA	-	00:00:12	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	PONTEAR PROTEÇÃO DO PLÁSTICO	-	00:00:52	-
PROTEÇÕES E LATERAIS	PONTEAR LATERAIS NA PROTEÇÕES SUP. E INF.	-	00:04:32	-
PROTEÇÃO	MARCAR E RASGAR	-	00:02:29	-
PROTEÇÃO	ESMERILAR RASGO	00:00:31	00:00:17	-
PROTEÇÃO	DOBRAR	00:01:22	00:00:54	00:01:27
PROTEÇÃO	TIRAR REBARBAS	-	00:02:26	-
PROTEÇÃO	SOLDAR	-	00:05:05	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	ESMERILAR COMPLETAMENTE/ACABAMENTO	-	00:04:00	-
PROTEÇÃO	ESMERILAR SOLDA	00:00:30	00:02:40	-
PROTEÇÃO	RETOCAR SOLDA	-	00:02:00	-
PROTEÇÃO	ESMERILAR SOLDA	00:00:28	00:04:31	-
CALHA DA RESISTENCIA	CORTAR	-	00:00:36	-
TAMPO DA CALHA DA RESISTENCIA	DOBRAR	00:01:43	00:00:13	00:00:37
TAMPO DA CALHA DA RESISTENCIA	FURAR	-	00:01:13	-
TUDO	LEVAR PARA LAVAR	-	-	00:00:43
<b>TOTAL</b>		00:11:55	02:23:11	00:06:23
			<b>TEMPO TOLTAL</b>	<b>02:41:29</b>

Fonte: Autora

- **Passo 3 - Exame dos Fatos:** Com o registro do método atual concluído, foi realizada uma análise de todos os processos, sendo identificados alguns pontos críticos que poderiam ser otimizados, como movimentações excessivas nos processos de dobra e em alguns processos de pontear, nos quais o colaborador acaba percorrendo o mesmo caminho diversas vezes, o que contraria o fluxo linear proposto pelo *layout* utilizado, no qual o produto deve sempre “seguir em frente”. O processo também poderia seguir uma ordem pré-determinada das atividades, de forma que facilite o trabalho e utilize menos tempo. Além disso foram identificados diversos processos executados de forma

muito manual e com pouca padronização e que poderiam ser feitos pela empresa que realiza os cortes a laser se os mesmos fossem padronizados, como rasgos, alguns furos e quinas.

- **Passo 4 – Desenvolvimento do Novo Método:** O primeiro passo foi desenvolver uma ordem para os processos de modo a diminuir as movimentações excessivas, iniciando-se pelos procedimentos de dobra visto que os mesmos precisam estar concluídos para a realização dos processos seguintes e que a dobradeira estaria no início da linha de produção. Em seguida, depois de uma única movimentação, as demais tarefas seriam realizadas no setor da solda. Também foi fabricado um novo bico para a ponteadeira do setor, que atendesse às necessidades da máquina. Antes de ordenar o restante dos processos, foi realizado um estudo juntamente com os colaboradores que produzem a máquina para identificar os procedimentos que poderiam ser realizados pela empresa de corte, sendo estes todos os rasgos, furos (exceto o da dobradiça, que é uma peça comprada pronta, e do fundo devido) e quebras de quina. Então foram feitas mudanças no desenho das peças que é enviado à empresa de corte, com as respectivas medidas para a solicitação do orçamento. Como não foram solicitadas alterações complexas ou em grandes quantidades, não foi cobrado nenhum custo adicional pelas mesmas. Realizados os testes após as alterações, esta etapa foi concluída e foi dada continuidade à ordenação dos processos. A ordem foi desenvolvida juntamente com a divisão das tarefas para os dois colaboradores da linha 2 (não foi necessária a contratação de nenhum funcionário no desenvolvimento do método), seguindo o fluxo linear e buscando o balanceamento do tempo de produção. Além disso, foi levada em consideração na divisão das tarefas a limitação de que apenas um dos colaboradores está apto a soldar. Estes colaboradores foram devidamente treinados e então começaram a produzir a máquina de acordo com o novo método e foi realizada uma nova cronometragem, registrada nas TAB 4 e 5.

Tabela 4 – Tarefas realizadas pelo 1º colaborador da linha

PEÇA	PROCESSO	TEMPO PROD.	SET UP	MOVIM.
PROTEÇÃO	DOBRAR	00:01:21	00:02:58	00:00:22
TAMPO DA CALHA DA RESISTENCIA	DOBRAR	00:00:13	00:01:03	-
MANDIBULA	DOBRAR	00:00:44	-	-

LATERAL DA MANDÍBULA	DOBRAR	00:01:08	-	-
ESTRUTURA FRONTAL	DOBRAR	00:01:43	00:02:51	00:00:24
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	FECHAR LATERAIS NA PONTIADEIRA	00:00:40	00:04:36	-
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	SOLDAR LATERAIS	00:05:32	-	-
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	ESMERILAR SOLDA	00:04:29	-	-
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	RETOCAR E ESMERILAR SOLDA	00:07:17	-	-
REFORÇO DO FUNDO	ESMERILAR QUINAS	00:02:19	-	-
FUNDO	SOLDAR O REFORÇO NO FUNDO	00:02:38	-	-
MANCAL + LATERAIS DO MANCAL	SOLDAR E TIRAR REBARBAS	00:03:26	-	-
MANCAL	FAZER ROSCA	00:01:02	-	-
MANCAL	SOLDAR ROLAMENTO	00:02:29	-	-
MANCAL	ESMERILAR SOLDA	00:02:00	-	-
PROTEÇÕES E LATERAIS	PONTEAR LATERAIS NAS PROTEÇÕES SUP. E INF.	00:04:27	00:01:40	-
PROTEÇÃO	TIRAR REBARBAS	00:02:42	-	-
PROTEÇÃO	SOLDAR	00:02:19	-	-
PROTEÇÃO	ESMERILAR SOLDA	00:01:11	-	-
PROTEÇÃO	RETOCAR SOLDA	00:01:46	-	-
PROTEÇÃO	ESMERILAR SOLDA	00:00:55	-	-
PROTEÇÃO	ACABAMENTO GERAL ESMERILADEIRA	00:03:20	-	-
<b>TOTAL</b>		00:53:41	00:13:08	00:00:46
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>01:07:35</b>		

Fonte: Autora

Tabela 5 - Tarefas realizadas pelo 2º colaborador da linha

PEÇA	PROCESSO	TEMPO PROD.	SET UP	MOVIM.
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	00:08:10	-	-

ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	PONTEAR OS SUPORTES DO FUNDO	00:01:23	-	-
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	PONTEAR SUPORTE DO MICRO	00:00:57	00:01:05	-
ESTRUT. FRONTAL+ LATERAIS	TIRAR REBARBAS	00:01:02	-	-
FUNDO	FAZER ROSCA NOS FUROS	00:04:05	-	-
FUNDO	DAR ACABAMENTO NOS FUROS	00:00:33	-	-
FUNDO	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	00:03:05	-	-
FUNDO	PONTEAR O TRILHO NO FUNDO	00:00:15	-	-
MANDIBULA	PONTEAR EM VOLTA DO FURO QUADRADO	00:01:37	-	-
MANDIBULA	FAZER ROSCA NOS FUROS	00:01:42	-	-
MANDÍBULA	PONTEAR AS LATERAIS	00:02:12	00:02:44	-
MANDÍBULA	PONTEAR DOBRADIÇA	00:01:52	-	-
MANDÍBULA	PONTEAR PASSA FIO	00:00:27	-	-
MANDIBULA	DAR ACABAMENTO C/ ESMERILADEIRA	00:03:13	-	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FIXAR MANDÍBULA NA ESTRUTURA E AJUSTAR P/ FECHAR	00:05:06	00:01:35	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FIXAR BARRA DA MANDÍBULA PARA AJUSTAR	00:07:49	-	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FURAR	00:01:49	-	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	FAZER ROSCA	00:02:00	-	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	PONTEAR PROTEÇÃO DO PLÁSTICO	00:01:19	-	-
ESTRUTURA+MANDÍBULA	ESMERILAR COMPLETAMENTE/ACABAMENTO LIXA FINA	00:05:36	-	-
CALHA DA RESISTENCIA	CORTAR	00:00:36	-	-
TAMPO DA CALHA DA RESISTENCIA	FURAR	00:01:13	-	-
TUDO	LEVAR PARA LAVAR	-	-	00:00:42
<b>TOTAL</b>		00:56:01	00:05:24	00:00:42
<b>TOTAL GERAL</b>			01:02:07	

Fonte: Autora

- **Passo 5 – Instalação e Manutenção do novo método:** Concluído o desenvolvimento e a seleção do método preferido, o mesmo foi instalado e começou a ser praticado, e o próximo passo foi a determinação do tempo padrão sob o qual os colaboradores deveriam trabalhar a partir de agora, para que este tempo pudesse ser atualizado no sistema operacional da empresa, influenciando na programação da produção e no sistema de participação nos lucros.

### 2.6.2 Aplicação da Medida do Trabalho

Para determinar o tempo padrão foram seguidas as etapas citadas anteriormente no processo de medida do trabalho:

- **Divisão da operação em elementos:** Neste estudo optou-se por dividir a operação de acordo com o número de colaboradores, portanto foi determinado um tempo padrão para cada um.
- **Determinação do número de ciclos a serem cronometrados (N):** Foi realizada uma cronometragem prévia de cinco amostras para a obtenção do número de ciclos necessários para os dois colaboradores, registrados na TAB. 6, e aplicada a equação de acordo com os valores descritos a seguir:

Tabela 6 – Amostras Prévias

1º Colaborador		2º Colaborador	
Tempo	Tempo Decimal (minutos)	Tempo	Tempo Decimal (minutos)
00:53:41	53,68	00:56:01	56,02
00:55:17	55,28	00:55:38	55,63
00:52:58	52,97	00:53:59	53,98
00:53:48	53,80	00:52:27	52,45
00:51:52	51,87	00:51:52	51,87
<b>Média</b>	53,52	<b>Média</b>	53,99
<b>Amplitude</b>	3,41	<b>Amplitude</b>	4,15

Fonte: Autora

- 1º Colaborador

$Z= 1,96$  (de acordo com a Tabela 1)

$R= 3,41$

$Er= 5\%$  (erro arbitrado)

$d_2= 2,326$  (de acordo com a Tabela 2)

$\bar{x}= 53,52$

$$N = \left( \frac{1,96 \times 3,41}{0,05 \times 2,326 \times 53,52} \right)^2$$

Com isso obtém-se N igual a 1,15, o que mostra a necessidade de duas amostras.

- 2º Colaborador

$Z= 1,96$  (de acordo com a Tabela 1)

$R= 4,15$

$Er= 5\%$  (erro arbitrado)

$d_2= 2,326$  (de acordo com a Tabela 2)

$\bar{x}= 53,99$

$$N = \left( \frac{1,96 \times 4,15}{0,05 \times 2,326 \times 53,99} \right)^2$$

Com isso obtém-se N igual a 1,68, o que mostra a necessidade de duas amostras.

- **Avaliação de velocidade do operador (V):** A velocidade determinada de maneira subjetiva pelo cronometrista para o 1º colaborador foi de 95% e para o 2º colaborador foi de 90%.
- **Determinação das Tolerâncias:** A empresa adota uma tolerância de 6% para interrupções.
- **Determinação do tempo padrão (TP):** Realizada a coleta das amostragens, os resultados estão apresentados na TAB. 7:

1º Colaborador		2º Colaborador	
Tempo	Tempo Decimal (minutos)	Tempo	Tempo Decimal (minutos)
00:52:56	52,93	00:53:47	53,78
00:53:24	53,40	00:54:30	54,50
<b>Média</b>	53,17	<b>Média</b>	54,14

Fonte: Autora

Primeiramente foi calculado o Tempo Normal pela equação  $TN = TC \times V$ :

1º Colaborador –  $TN = 53,17 \times 0,95 = 50,51$

2º Colaborador –  $TN = 54,14 \times 0,90 = 48,73$

Em seguida foi calculado o Tempo Padrão pela equação  $TP = TN \times FT$ :

1º Colaborador –  $TP = 50,51 \times (1 + 0,06) = 53,54$

2º Colaborador –  $TP = 48,73 \times (1 + 0,06) = 51,65$

- **Tempo padrão com atividades acíclicas (Set Up):** Foi determinado também o número de amostragens e Tempo Padrão para as atividades de *Set up* e de Movimentação. As TAB. 8 e 9 apresentam a cronometragem prévia.

Tabela 8 – Amostragem Prévia do Set up

1º Colaborador		2º Colaborador	
Tempo	Tempo Decimal (minutos)	Tempo	Tempo Decimal (minutos)
00:13:08	13,13	00:05:24	5,40
00:11:36	11,60	00:05:36	5,60
00:13:10	13,17	00:05:29	5,48
00:12:23	12,38	00:06:08	6,13
00:12:49	12,81	00:05:42	5,70
<b>Média</b>	12,62	<b>Média</b>	5,66
<b>Amplitude</b>	1,57	<b>Amplitude</b>	0,73

Fonte: Autora

Tabela 9 – Amostragem Prévia da Movimentação

1º Colaborador		2º Colaborador	
Tempo	Tempo Decimal (minutos)	Tempo	Tempo Decimal (minutos)
00:00:46	0,77	00:00:42	0,70
00:00:42	0,70	00:00:45	0,75
00:00:43	0,72	00:00:43	0,72
00:00:42	0,70	00:00:42	0,70
00:00:44	0,73	00:00:43	0,72
<b>Média</b>	0,72	<b>Média</b>	0,72
<b>Amplitude</b>	0,07	<b>Amplitude</b>	0,05

Fonte: Autora

Foram adotados os mesmos critérios utilizados anteriormente no Cálculo do tempo padrão de operação, portanto obteve-se:

- *Set up* do 1º Colaborador:

$$N = \left( \frac{1,96 \times 1,57}{0,05 \times 2,326 \times 12,62} \right)^2$$

N = 4,39 sendo necessárias 5 amostras.

- *Set up* do 2º Colaborador:

$$N = \left( \frac{1,96 \times 0,73}{0,05 \times 2,326 \times 5,66} \right)^2$$

N = 4,72 sendo necessárias 5 amostras.

- Movimentação do 1º Colaborador:

$$N = \left( \frac{1,96 \times 0,07}{0,05 \times 2,326 \times 0,72} \right)^2$$

N = 2,68 sendo necessárias 3 amostras.

- Movimentação do 2º Colaborador:

$$N = \left( \frac{1,96 \times 0,05}{0,05 \times 2,326 \times 0,72} \right)^2$$

$N = 1,37$  sendo necessárias 2 amostras.

Depois disso foram coletadas as amostras necessárias para a determinação do Tempo Padrão, registradas nas TAB. 10 e 11:

Tabela 10 – Amostragem do Tempo Padrão de *Set up*

<b>1º Colaborador</b>		<b>2º Colaborador</b>	
<b>Tempo</b>	<b>Tempo Decimal (minutos)</b>	<b>Tempo</b>	<b>Tempo Decimal (minutos)</b>
00:12:45	12,90	00:05:31	5,51
00:11:56	11,93	00:05:28	5,46
00:13:02	13,03	00:05:04	5,06
00:12:16	12,26	00:06:01	6,02
00:12:08	12,13	00:05:13	5,22
<b>Média</b>	12,45	<b>Média</b>	5,45

Fonte: Autora

Tabela 11 – Amostragem do Tempo Padrão de Movimentação

<b>1º Colaborador</b>		<b>2º Colaborador</b>	
<b>Tempo</b>	<b>Tempo Decimal (minutos)</b>	<b>Tempo</b>	<b>Tempo Decimal (minutos)</b>
00:00:43	0,72	00:00:43	0,72
00:00:42	0,70	00:00:45	0,75
00:00:44	0,73	-	-
<b>Média</b>	0,72	<b>Média</b>	0,74

Fonte: Autora

- Cálculo do Tempo Normal de *Set up* pela equação  $TN = TC \times V$ :

$$1^{\circ} \text{ Colaborador} - TN = 12,45 \times 0,95 = 11,83$$

$$2^{\circ} \text{ Colaborador} - TN = 5,45 \times 0,90 = 4,91$$

- Cálculo do Tempo Normal de Movimentação pela equação  $TN = TC \times V$ :

$$1^{\circ} \text{ Colaborador} - TN = 0,72 \times 0,95 = 0,68$$

$$2^{\circ} \text{ Colaborador} - TN = 0,74 \times 0,90 = 0,67$$

- Cálculo do Tempo Padrão de *Set up* pela equação  $TP = TN \times FT$ :

$$1^{\circ} \text{ Colaborador} - TP = 11,83 \times (1 + 0,06) = 12,54$$

$$2^{\circ} \text{ Colaborador} - TP = 4,91 \times (1 + 0,06) = 5,20$$

- Cálculo do Tempo Padrão de Movimentação pela equação  $TP = TN \times FT$ :

$$1^{\circ} \text{ Colaborador} - TP = 0,68 \times (1 + 0,06) = 0,72$$

$$2^{\circ} \text{ Colaborador} - TP = 0,67 \times (1 + 0,06) = 0,71$$

Para calcular então o tempo padrão necessário ao produto utiliza-se a equação:

$$\text{Tempo padrão do produto} = (TS/q) + (\sum TP_i) + (TF/l)$$

Em que para o 1º Colaborador:

$$TS = 12,54$$

$$q = 10 \text{ (média de máquinas deste modelo feitas de cada vez)}$$

$$TP_i = 53,54$$

$$TF = 0,72$$

$$l = 5 \text{ (quantidade de máquinas comportadas em um carrinho)}$$

Portanto:

$$TP = (12,54/10) + 53,54 + (0,72/5) = 54,94$$

Para o 2º Colaborador:

$$TS = 5,20$$

$$q = 10 \text{ (média de máquinas deste modelo feitas de cada vez)}$$

$$TP_i = 51,65$$

$$TF = 0,71$$

$l = 5$  ( quantidade de máquinas comportadas em um carrinho)

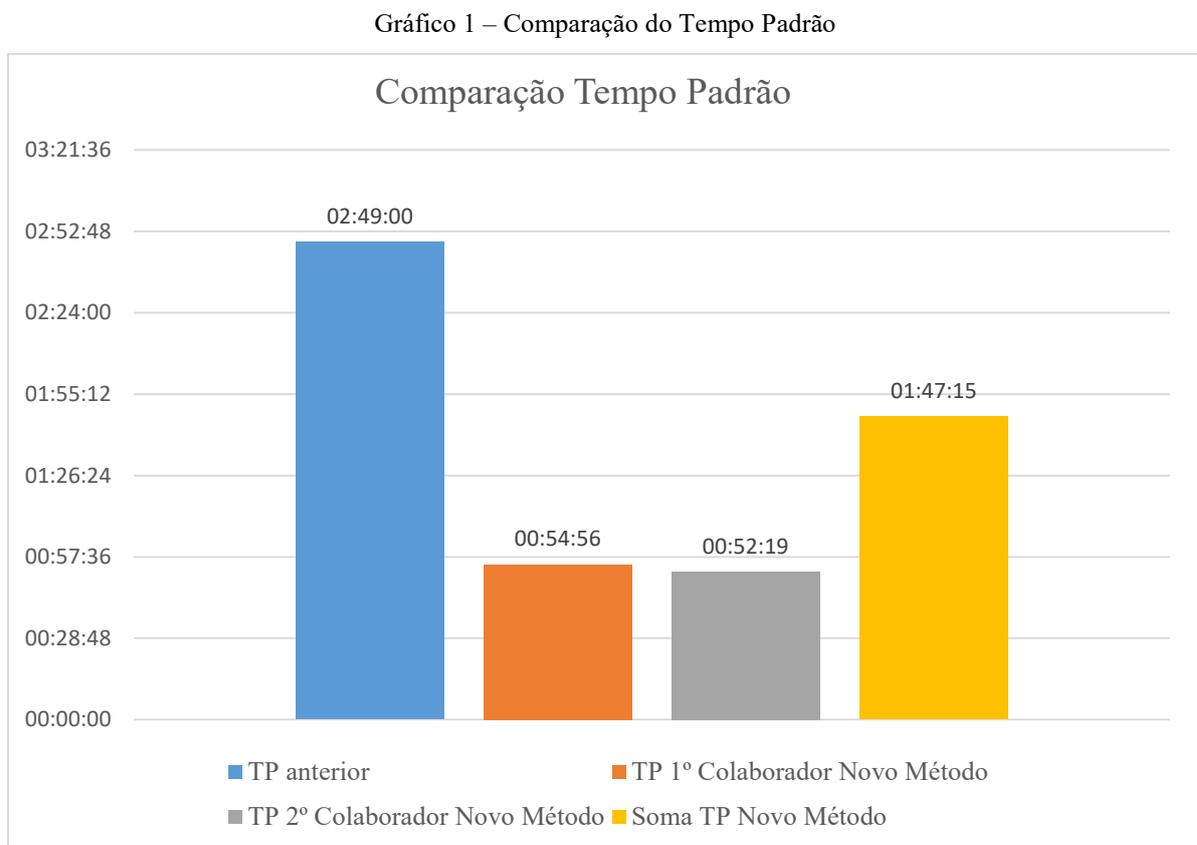
Portanto:

$$TP = (5,20/10) + 51,65 + (0,71/5) = 52,31$$

Calculando-se o tempo total do produto pela soma dos dois colaboradores obtém-se então 107,25 minutos ou 01 hora, 47 minutos e 15 segundos.

### 3 RESULTADOS

Fazendo uma comparação entre o Tempo Padrão anterior, o Tempo Padrão do primeiro colaborador no método atual, o Tempo Padrão do segundo colaborador no método atual e a soma dos dois colaboradores no método atual é possível notar uma diferença significativa, observada no GRAF. 1.



Fonte: Autora

Com uma diferença de 01 hora, 01 minuto e 45 segundos o novo método superaria o método antigo, ainda que fosse realizado por um único colaborador. Porém, se considerarmos que o processo é realizado em linha e os dois funcionários estão trabalhando ao mesmo tempo, considera-se o maior tempo padrão entre os dois e essa diferença aumenta para 01 hora, 54 minutos e 04 segundos, o que representa 67% do Tempo Padrão anterior.

Considerando uma jornada de trabalho diária 08 horas, a produtividade máxima obtida com o tempo padrão anterior seria de 2,84 máquinas/dia, enquanto o método atual é capaz de produzir até 8,73 máquinas/dia, ou seja, a produção é três vezes maior com o método atual. Considerando que agora trabalham dois colaboradores neste setor, a produtividade corresponde a 4,37 máquinas/dia x homem, quase o dobro da produtividade anterior, para os mesmos critérios.

## 4 CONCLUSÃO

O estudo possibilitou evidenciar um método mais eficiente de trabalho, identificando uma maneira melhor de se alocar as tarefas em relação à situação anterior, bem como a definição de um novo tempo padrão de operação para os processos.

Através das análises foram identificados processos realizados de modo obsoleto e movimentações desnecessárias. Tendo isto em vista, a realocação e a reordenação das tarefas tornou o processo mais rápido e produtivo.

Com isso destacam-se as vantagens que a divisão do trabalho pode trazer, sem a necessidade de grandes investimentos, desde que não prejudique a saúde e o bem-estar do profissional. É importante, ainda, ressaltar a necessidade de determinar o tempo padrão periodicamente, pois foi constatada uma mudança com o passar do tempo desde as primeiras cronometragens. Esta diferença foi observada na última cronometragem do método antigo em relação ao tempo padrão que a empresa possuía.

Assim sendo, pode-se observar que mudanças no processo produtivo trouxeram mais eficiência na produtividade diária em relação a mão de obra gerando maior competitividade para a empresa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, G. F.; PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção:** o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. Curitiba: Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2007.
- AUGUSTO JÚNIOR, A. T.; SANTOS, K. A. T.; VENDRAME F. C.; SARRACENI, J. M.; VENDRAME, M. C. R. **Layout: A importância de escolher o layout ideal devido à exigência no mercado competitivo.** Lins: Centro Universitário UniSALESIANO, 2009.
- BARNES, R. M.; **Estudo de movimentos e de tempos:** projeto e medida do trabalho. 6.ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1977.
- CARRAVILLA, M. A.; **Layouts:** balanceamento de linhas. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1998.
- CONTATOR, J. C.; **Produtividade fabril I:** método para rápido aumento da produtividade fabril. Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista, 1994.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção.** 2.ed.São Paulo: Saraiva, 2005.
- PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção:** operações industriais e de serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
- Selamult: Barra quente automática.** Disponível em:  
<https://www.rbaiao.com.br/site/index.php> Acessado em 16 de Agosto de 2017 às 09:47.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.**2.ed.São Paulo: Atlas, 2002.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos:** princípios e práticas de impacto estratégico. 2.Ed.Porto Alegre: Bookman, 2013.