

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ESTÁCIO DE BELO HORIZONTE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

CARLOS HENRIQUE LOPES SOARES

**À APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE MÉTODOS PARA SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS E GANHO DE PRODUTIVIDADE: ESTUDO DE
CASO: UTILIZAÇÃO DA CROANÁLISE PARA INCREMENTO DA
PRODUÇÃO DE INDÚSTRIA DE ELETRODOMÉSTICOS**

BELO HORIZONTE

2015

CARLOS HENRIQUE LOPES SOARES

**À APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE MÉTODOS PARA SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS E GANHO DE PRODUTIVIDADE: ESTUDO DE
CASO: UTILIZAÇÃO DA CROANÁLISE PARA INCREMENTO DA
PRODUÇÃO DE INDÚSTRIA DE ELETRODOMÉSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC,
apresentado a Centro Universitário Estácio de
Belo Horizonte, como exigência parcial à
obtenção do título de Bacharel em Engenharia
de Produção.

Orientadora: Alessandra Brandão Souza Lima

BELO HORIZONTE

2015

**CENTRO UNIVERSITÁRIO ESTÁCIO DE BELO HORIZONTE
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**À APLICAÇÃO DA ENGENHARIA DE MÉTODOS PARA SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS E GANHO DE PRODUTIVIDADE: ESTUDO DE
CASO: UTILIZAÇÃO DA CROANÁLISE PARA INCREMENTO DA
PRODUÇÃO DE INDÚSTRIA DE ELETRODOMÉSTICOS**

Elaborado por:

CARLOS HENRIQUE LOPES SOARES

E aprovada por todos os membros da Banca Examinadora foi aceita pelo curso de Engenharia de Produção como requisito para a obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Belo Horizonte, 18 de novembro de 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Alessandra Brandão Souza Lima
Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte

Prof. Especialista Bernardo Caetano Chaves
Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte

Prof. MSc. José Eustáquio do Amaral Pereira
Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte

*“Dedico este trabalho à minha
família, em especial meu filho
Gustavo Henrique Costa Soares.
Espero que sirva de motivação
para suas futuras conquistas.”*

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus, por me dar ânimo e “abrir” minha cabeça, para poder compreender os conteúdos estudados.

Ao meu querido e amado filhinho Gustavo, peço desculpas pelo mesmo ter sido privado de alguns divertimentos, para que o pai pudesse ter o silêncio para os estudos.

À minha amada esposa Magali, que sempre me apoiou e também teve que ser privada de algumas tarefas ou até divertimentos, para que eu pudesse me concentrar.

Ao meu grande amigo Ozeas, que sempre “pegava no pé” para ir nem que seja devagar, mas nunca parar.

À Coordenadora e Orientadora do curso Alessandra Brandão, que não teve hora melhor para aparecer e nos auxiliou bastante.

Citar nomes seria uma injustiça, mas quero agradecer aos meus amigos e colegas da classe, que sempre me ajudaram no decorrer desta caminhada.

Enfim com todos estes acontecimentos e com força de vontade, agradeço a mim mesmo, pois foram vários motivos para desânimos, mas fui mais forte e concluí o iniciado.

SOARES, Carlos Henrique Lopes. **Á aplicação da engenharia de métodos para solução de problemas e ganho de produtividade. Estudo de caso: Utilização da cronoanálise para incremento da produção de indústria de eletrodomésticos.** 58 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte. 2015.

RESUMO

A melhoria de processos é uma necessidade presente na rotina de todas as organizações ocorrendo de forma estruturada ou não. Este trabalho com aplicações na Engenharia de Métodos visa desenvolver e manter melhorias conquistadas, nas áreas produtivas da Indústria. O trabalho em questão tem como objetivo geral analisar e promover melhoria nos processos produtivos da linha de Lavadoras de Roupas (Tanquinho), utilizando ferramentas da Engenharia de Métodos para solução de problemas e ganho de produtividade. A Cronoanálise vem do estudo de tempos e métodos. O projeto de métodos se destina a encontrar a melhor forma para execução de tarefa busca-se idealizar e aplicar métodos mais cômodos que conduzam maior produtividade. A Engenharia de Métodos visa melhorias no processo e possibilita a correção de erros quando detectados.

Palavras-chave: Processos. Cronoanálise. Produtividade. Gargalo. Layout.

SOARES, Carlos Henrique Lopes. **Á aplicação da engenharia de métodos para solução de problemas e ganho de produtividade. Estudo de caso: Utilização da cronoanálise para incremento da produção de indústria de eletrodomésticos.** 58 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário Estácio de Belo Horizonte. 2015.

ABSTRACT

The process improvement is a necessity in this routine all organizations taking place in a structured way or not . This work with applications in Methods Engineering aims to develop and maintain improvements achieved in the productive areas of the industry . The work in question has as main objective to analyze and promote improvements in production processes of Washing Machines line (six pack) , using tools of engineering methods for problem solving and productivity gains . The study has Cronoanálise times and methods. The design methods is to find the best way for task execution seeks to devise and apply more comfortable method giving higher productivity. The Methods Engineering aims to improvements in the process and enables the correction of errors when detected.

Keywords: Process. Study of the times. Productivity. Restriction. Layout.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronômetro digital – ModeloYP2151/8P Technos.....	42
Figura 2 – Folha de anotações referente a análise de cronometragem	43
Figura 3 – Curva de rendimento.....	45
Figura 4 – Fórmula para obtenção do quantitativo de ciclos cronometrados	46
Figura 5 – Quadro das leituras	47
Figura 6 – Planilhas de dados.....	52
Figura 7 – GGráfico Processo antigo.....	53
Figura 8 – Layout SEM melhorias	54
Figura 9 – Dados referentes ao GARGALO	55
Figura 10 – Dados referentes ao GARGALO	55
Figura 11 – Layout COM melhorias.....	56
Figura 12 – Comparação dos Layouts ANTES e APÓS melhorias.....	57
Figura 13 – Planilhas de dados.....	58
Figura 14 – Gráfico novo Processo antigo	59
Figura 15 – Quadro de leituras.....	60
Figura 16 – Gráfico referente ao nº peças/hora.....	62

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	15
2 DESENVOLVIMENTO	16
2.1 Engenharia de métodos	16
2.2 Processos produtivos	26
2.3 Produtividade	28
2.4 Ferramentas de qualidade	31
2.5 Melhoria contínua em empresas de bens de capital	38
2.6 Sistema de produção enxuta	39
3 METODOLOGIA E EQUIPAMENTO PARA O ESTUDO.....	42
3.1 Divisões da operação em elementos	44
3.2 Horários para cronometragem	45
3.3 Determinação de números de ciclos a serem cronometrados	46
3.4 Avaliação de ritmo do operador	48
3.5 Determinação das tolerâncias.....	48
4 ESTUDO DE CASO	51
4.1 Registros de dados e tempos atuais sem as melhorias implementadas	52
4.1.1 Estudo do layout do ponto “GARGALO” OP- 90.....	54
4.1.2 Estudo do gargalo.....	55
4.1.3 Analisando os elementos.....	55
4.2 Proposta de novo layout visando melhorias.....	56
4.2.1 Comparativo entre Layout(s)	57
.....	57

.....	57
4.2.2 Registros de dados e tempos com as melhorias implementadas	58
4.2.3 Números de ciclos a serem cronometrados.....	60
4.2.4 Determinação do tempo padrão	61
4.2.5 Cálculo do número peças/hora (Q = Quantidade)	62
4.2.6 Análise final das planilhas de dados	62
CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

APRESENTAÇÃO

A melhoria de processos é uma necessidade presente na rotina de todas as organizações ocorrendo de forma estruturada ou não. Desta forma, é preciso ocorrer melhorias, de forma contínua, para que a organização sobreviva e evolua em um mercado com intensiva concorrência (MESQUITA; ALLIPRANDINI, 2003; DELBRIDGE; BARTON, 2002) (substitui abaixo).

De acordo com Bessant, Caffyn e Gallagher (2000), a melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização. Seus pequenos passos, alta frequência e pequenos ciclos de mudança vistos separadamente têm pequenos impactos, mas somados podem trazer uma contribuição significativa para o desempenho da empresa.

Este trabalho com aplicações na Engenharia de Métodos visa desenvolver e manter melhorias conquistadas, nas áreas produtivas da Indústria.

Os estudos de tempos e métodos hoje se tornam cada vez mais importantes, devido à grande cobrança neste mundo globalizado, fazendo parte de um pacote requerido pelas empresas, com ênfase às necessidades de racionalização, produtividade e qualidade. As empresas e/ou indústrias para se tornarem eficazes e competitivas no mercado necessitam de um bom controle de seus processos produtivos, refletindo diretamente aos clientes suas melhorias em qualidade, custos, cumprimentos de prazos, segurança e etc. Pois uma das causas de problemas junto a empresas é de ter os vários operários executando a mesma tarefa de forma diferente. Motivos estes que justificam um sistema de padronização dos processos produtivos. (Schumacher, 2000).

Slack et al (2002), Uma forma de controle da padronização do processo é através do estudo do tempo, técnica de medida do trabalho para registrar os tempos e o ritmo de trabalho para os elementos de uma tarefa especializada, realizada sob condições especificadas, e para analisar os dados de forma a obter o tempo necessário para a realização do trabalho com o nível definido de desempenho.

As empresas estão percebendo que um processo de produção claro aumenta a motivação para melhorias, reduz a propensão a erros, e ao mesmo tempo, aumenta a visibilidade durante o processo. Santos (2000)

Para ser competitivo e sobreviver em um mercado que sofre alternâncias entre alta e baixa é necessário conhecimentos teórico e prático, a fim de ter um bom gerenciamento para ter condições de oferecer boas relações entre qualidade, confiabilidade, agilidade, saber comprar para ter boa venda, são fatores relevantes, para se tornar referência e for lucrativo.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de aperfeiçoar os processos de manufatura, fez com que o mercado da indústria se aprofundasse na compreensão dos métodos de produção, visando reduzir os custos e otimizar a produção. Desta forma, dando origem à Engenharia de Métodos.

A Engenharia de Métodos “Tem como base os conhecimentos específicos e as habilidades associadas às ciências físicas, matemáticas e sociais, assim como aos princípios e métodos de análise da engenharia de projeto para especificar, predizer e avaliar os resultados obtidos por tais temas”.

“O estudo de métodos foi desenvolvido pelo casal Gilbreths e procura observar e desenvolver a maneira a qual o trabalho é executado”. (GILBRETHS, 1917).

Definindo a operação como um todo, pode-se chegar à subdivisão do processo obtendo tarefas básicas (RIGGS, 1987). Quando iniciamos um estudo de tempos e métodos é importante que se conheça a forma pela qual o trabalho é realizado.

O projeto de métodos é uma ferramenta que busca a melhoria da qualidade da produtividade mediante a racionalização do trabalho por meio da pesquisa dos métodos já existentes, propondo novas melhorias ou desenvolvendo novos métodos para a materialização de uma atividade.

Segundo LEME (1997), "a engenharia de métodos é uma técnica, no sentido que incorpora os conhecimentos desenvolvidos na pesquisa científica para a solução de problemas práticos". A partir dessas definições, observa-se o Planejamento e Controle da Produção como elemento chave e central para o projeto e desenvolvimento de um sistema de produção. O resultado deste estudo está diretamente relacionado ao crescimento da industrial e econômico do país.

A instalação de empresas multinacionais que trouxeram no seu organograma funções tipicamente desempenhadas por Engenheiros Industriais, tais como, por exemplo, controle de tempos e métodos, planejamento e controle da produção, controle de qualidade, etc. Isto influenciou o mercado de trabalho que passou a demandar profissionais que ainda não eram formados pelas Faculdades e Escolas de Engenharia da época.

Segundo Toledo Jr. e Kuratomi (1989), o estudo de tempos e métodos é o marco inicial, cujo objetivo primordial é a racionalização do trabalho. O estudo de tempos possui um papel significativo nas organizações, à maneira de como algo é feito e o tempo gasto para essa realização são fatores predominantes para o sucesso de uma organização. Um dos maiores objetivos do estudo de tempo é proporcionar a economia de movimentos, permitindo com que o operador faça o melhor uso de seus movimentos, buscando determinar o tempo necessário por um operador qualificado e treinado, trabalhando em um ritmo normal para executar determinada tarefa, a fim de padronizar o tempo padrão.

Segundo Toledo Jr. e Kuratomi (1989) tempo padrão é o tempo necessário para executar uma operação, de acordo com um método estabelecido, em condições determinadas, por um operador apto e treinado. A Cronoanálise não é uma ferramenta apenas para se definir o tempo padrão, mas é também a ferramenta que define e documenta o processo, sendo um documento vivo que acompanha a evolução contínua deste.

Segundo TOLEDO (2004) - A Cronoanálise tem sua origem em Tempos e Métodos, ela define parâmetros tabulados de várias formas, coerentemente, culminam na racionalização industrial.

Neste contexto a Cronoanálise é base para controle das diversas etapas do processo produtivo fornecendo o parâmetro base, que é o tempo padrão, para análises e indicadores da produtividade e qualidade, JURAN (1991) cita a importância do controle de processo para prevenção de mudanças indesejáveis e adversas. As organizações cada vez mais buscam aperfeiçoar suas linhas produtivas,

com ênfase na melhoria do tempo de produção, e em processos cada vez mais limpos, através do acompanhamento e análises desses resultados indesejados.

Segundo Peroni apud Perboni (2007), o estudo de tempos e métodos traz dados estatísticos reais e é uma metodologia que busca atingir o auto nível de produtividade.

Nesse contexto, produzir bens em maiores escalas com o objetivo de reduzir os custos produtivos e em contrapartida garantir a entrega aos clientes é essencial no que se refere à confiabilidade e ao tempo de entrega. Muitas vezes são implantados métodos para otimização nos processos, esses que vêm surgindo para acirrar a constante competitividade nas organizações.

É necessário um acompanhamento e análise constante na linha de produção para coletar dados que serão decisivos na data de entrega dos produtos, pois com a competitividade do mercado nos tempos de hoje prazo de entrega na hora certa é primordial.

1.1 Objetivos

O trabalho em questão tem como objetivo geral analisar e promover melhoria nos processos produtivos da linha de Lavadoras de Roupas (Tanquinho), utilizando ferramentas da Engenharia de Métodos para solução de problemas e ganho de produtividade.

Os objetivos específicos serão:

- Analisar e balancear o fluxo de produção, cronometrando cada operação para evitar gargalos, bem como dividir o processo em times e também verificar a eficiência real do operador, através da avaliação de ritmo.
- Analisar a capacidade produtiva da empresa, através de cronometragem, confrontando com as metas pré-definidas pela empresa, para veracidade e

confiabilidade da Cronoanálise;

- Especificar as tolerâncias através de avaliação do ambiente de trabalho.
- Eliminar ao máximo os movimentos incorretos, lentos ou inúteis.
- Adaptação dos colaboradores às tarefas
- Estudar a série exata de operações ou movimentos elementares que cada trabalhador repete quando executa a tarefa a ser analisada, além das ferramentas que cada um deles utiliza.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Engenharia de métodos

As origens históricas da engenharia remontam à época da Revolução Industrial, onde o foco da demanda torna-se o foco da solução de problemas. (Cunha, 2001).

Segundo Leme (1983), a prática da Engenharia de Produção é bastante antiga, com os primeiros indícios encontrados na Inglaterra na época da Revolução Industrial. Porém, o nascimento da Engenharia de Produção, como é geralmente aceito, se deu nos Estados Unidos, no período de 1882 a 1912, com o surgimento e desenvolvimento denominado “Scientific Management”, obra de um grupo de engenheiros: F.W. Taylor, Frank e Lillian Gilbreth, H.L. Gantt, H. Emerson, entre outros.

A Engenharia de Produção possui uma diversidade muito ampla de assuntos quando comparada a outras áreas da Engenharia, e é esta multidisciplinariedade característica que faz da Engenharia de Produção uma área em que os métodos de pesquisa também variem desde métodos quantitativos á métodos qualitativos. (Lovejoy, 1996).

O estudo de métodos foi desenvolvido pelo casal Gilbreths e procura observar e desenvolver a maneira a qual o trabalho é executado. (GILBRETHS, 1917).

Segundo Souto (2002), a Engenharia de Métodos estuda e analisa o trabalho de forma sistemática, objetivando desenvolver métodos práticos e eficientes buscando a padronização do processo.

A engenharia de métodos estuda a concepção e a seleção da melhor organização da atividade, avalia o melhor método de produção, a melhor ferramenta e os melhores equipamentos para produzir o produto.

A Engenharia de Métodos, também denominada de estudo de tempo e movimento, surgiu através do trabalho realizado por duas pessoas:

- Frederick W.Taylor: Formado engenharia, Taylor foi considerado o precursor da administração científica e da engenharia de produção. É uma das figuras mais questionável da história da industrialização. Entre as suas contribuições estão à criação do aço rápido, análise da fabricação de metais, estudo de tempos, uso de métodos científicos para a sistematização do trabalho, descanso no trabalho. Estudo clássico realizado por Taylor: investigações sobre o uso da pá.
- Frank e Lillian Gilbreth: Frank nasceu em 1868 e faleceu em 1924, foi um dos primeiros a advogar a administração científica e um pioneiro no estudo do movimento. Lillian Gilbreth nasceu em 1878 e faleceu em 1972 foi à primeira Engenheira a ter um PhD e a primeira psicóloga industrial e junto com o seu marido, Frank Gilbreth foram considerados os precursores da engenharia industrial.

Dentre o instrumental utilizado pela engenharia de métodos, o projeto de métodos se destina a encontrar o melhor método para execução de tarefas, a partir do registro e análise sistemática dos métodos existentes e previstos para execução de determinado trabalho, busca idealizar e aplicar métodos mais cômodos que conduzam a uma maior produtividade (Souto, 2002).

Os princípios e técnicas do estudo de métodos são universais, valendo para qualquer atividade que envolva o trabalho humano. Furlani (2011). A Engenharia de Métodos estuda e analisa o trabalho de forma sistemática, objetivando desenvolver métodos práticos e eficientes buscando a padronização do processo Souto (2002).

A Engenharia de Métodos, que segundo Tardin (2013), estuda a organização e avalia o melhor método, equipamentos e competências que devem ser utilizados na execução do processo produtivo para se obter a maior produtividade, qualidade e economia na produção.

O projeto de métodos se destina a encontrar a melhor forma para execução de tarefa busca-se idealizar e aplicar métodos mais cômodos que conduzam maior produtividade. A Engenharia de Métodos visa melhorias no processo e possibilita a correção de erros quando detectados.

Furlani (2011) diz que os princípios e técnicas do estudo de métodos são universais, valendo para qualquer atividade que envolva o trabalho humano.

A Engenharia de Métodos utiliza recursos esquemáticos para analisar o processo do trabalho, busca de melhorias e facilita a identificação de falhas e a sua correção imediata. Esse pressuposto decorre da necessidade de analisar cada um das atividades que compõem os processos de fabricação e/ou prestação de serviços (Barnes, 1977).

O projeto de métodos se destina a encontrar a melhor forma para execução de tarefas, a partir do registro e análise de determinado trabalho, busca-se idealizar e aplicar métodos mais cômodos que conduzam maior produtividade. A produtividade esta ligada ao trabalho e a sobrevivência das empresas, através do uso de recursos materiais, mão – de – obra, máquinas, equipamentos e redução dos custos de produção. Moreira (1993).

O campo da Engenharia dos Métodos estuda a concepção e a seleção da melhor organização da atividade, ainda avalia o melhor método de produção, dos processos,

do uso das ferramentas e equipamentos e das competências operacionais para criar um produto. (Anis,2010).

Uma das principais ferramentas da Engenharia de Métodos é o estudo de tempos ou Cronoanálise que tem como principal objetivo determinar o intervalo de tempo que uma pessoa qualificada e devidamente treinada gastaria para executar determinada operação, trabalhando em um ritmo normal e padronizá-lo para toda a organização que é conhecida como tempo padrão (Barnes, 1977).

O processo de cálculo do Tempo padrão é subdividido em etapas conforme Martins e Laugeni (2005) onde se deve realizar a amostra de cronometragem, calcular o tempo médio de operação, estimar os fatores de tolerância e por fim o tempo padrão.

Segundo Barnes (1977), os principais impulsos para o desenvolvimento dos sistemas de tempos predeterminados partiram de Frederick W. Taylor e de Frank B. Gilbreth. O estudo de tempos teve seu início em 1881 na usina da Midvale Steel Company e Taylor foi o seu principal introdutor.

Frederick W. Taylor, o pai do estudo de tempos, escreveu no fim do século passado que, para estabelecer um tempo padrão normal era necessário subdividir a operação em elementos de trabalho, descrevê-los, medi-los com um cronômetro e adicionar certas permissões que levem em conta esperas inevitáveis e fadiga (MAYNARD, 1970).

Meyers (1999) diz que Taylor foi a primeira pessoa a usar o cronômetro para estudar o trabalho e, portanto, chamado de “Pai do Estudo do Tempo”.

Frederick W. Taylor, precursor da “Administração Científica”, realizou uma verdadeira racionalização do trabalho operário sendo que o instrumento para realizá-lo era o estudo de tempos e movimentos (motion – time study).

Segundo Furlani (2011) o estudo de tempos e métodos pode ser definido como um estudo de sistema que possui pontos identificáveis de entrada – transformação – saída, estabelecendo padrões que facilitam as tomadas de decisões.

O processo de cálculo do Tempo padrão é subdividido em etapas conforme Martins e Laugeni (2005) onde se deve realizar a amostra de cronometragem, calcular o tempo médio de operação, estimar os fatores de tolerância e por fim o tempo padrão.

Segundo Taylor (1995), uma empresa obtém a maior eficiência quando seu sistema produtivo é realizado com a minimização da utilização de insumos, esforço humano e menor necessidade de inversão de capital em recursos produtivos. Sendo assim, é preciso desenvolver mecanismos de análise e planejamento, organização, execução, controle e avaliação das atividades de fábrica.

A Cronoanálise é uma técnica logística que lida com o tempo necessário para a conclusão dos processos de uma instituição. Tem sua origem fortemente atribuída aos trabalhos feitos por Frederick Taylor (1856-1915) e Frank Bunker Gilbreth (1885).

Anis (2011) cita que, como resultado da Cronoanálise busca-se o tempo padrão que determina um tempo de produção onde o analista o utilizará na determinação de parâmetros relativos à produtividade e conseqüentemente da qualidade.

Toledo (2004a) esclarece que o tempo padrão por si só de nada vale, pois é um ato mecânico onde o Cronoanalista, seguindo uma norma de ação, determina um tempo de produção em uma folha de papel que, sendo apenas arquivado, não trará nenhum benefício.

Takashina (1999) afirma que os indicadores são essenciais ao planejamento e controle dos processos das organizações e, neste contexto, a Cronoanálise é uma base para o controle das diversas etapas do processo produtivo, fornecendo o parâmetro inicial, que é o tempo padrão, para análises e indicadores da produtividade e qualidade.

Juran (1991) cita a importância do controle de processo para a prevenção de mudanças indesejáveis e adversas. Neste controle, a Cronoanálise toma grande importância.

Segundo Toledo (2004b), a Cronoanálise vem do estudo de tempos e métodos. Ela define parâmetros tabulados de várias formas, coerentemente, culminando no melhor planejamento e racionalização industrial.

Lidório (2011) esclarece que ao se propor cronometrar uma operação deve-se antecipadamente determinar os pontos de destaque isto é, dividir os principais elementos das operações, analisando-os detidamente e a seguir cronometrará-los em quantidade que oscile entre 10 a 40 observações de acordo com o seguinte critério:

- 10 a 20 observações para produção de pequena série;
- 20 a 30 observações para produção em série;
- 30 a 40 observações para produção em massa.

Segundo Lidório,2011 em relação à didática da ferramenta cronometragem como os equipamentos para o estudo de tempos incluem-se:

- Cronômetro de hora centesimal;
- Vídeo;
- Folha de observação;
- Prancheta para observações;

As etapas para a determinação do tempo padrão da operação como: divisão da operação em elementos, determinação do número de ciclos a serem cronometrada, avaliação da velocidade do operador, determinação das tolerâncias, atendimento às necessidades pessoais, alívio da fadiga e determinação do tempo padrão.

Toledo, 2004 afirma que a cronometragem como qualquer outra técnica ou ciência, possui uma terminologia especial, sendo algumas definições aqui apresentadas foram como:

- Elemento;
- Elemento constante;
- Elemento variável;

- Elemento cíclico;
- Elemento acíclico;
- Elemento estranho;
- Ciclo;
- Elemento normalizado;
- Ritmo normal;
- Tempo normal;
- Avaliação de ritmo;
- Hora padrão;
- Tempo padrão e Tolerâncias ou Suplementos.

O ciclo de trabalho em elementos existem várias subdivisões:

- Obter a descrição detalhada e sistemática do método cronometrado;
- Possibilitar uma reconstituição precisa do método, quando necessária;
- Verificar a regularidade dos tempos de cada elemento de ciclo para ciclo, e determinar as causas de tempos excessivos quando ocorrem;
- Avaliar o ritmo do operário em cada elemento individual;
- Padronizar o tempo para uma mesma sequência de movimentos;
- Balancear linha de montagem e outros;

Há regras práticas que auxiliam a determinar qual a sequência de movimentos que constitui um elemento:

- Um elemento é a mínima porção comensurável de tempo, tendo princípio e fim definidos;
- Um elemento deve ter duração suficiente para permitir uma tomada de tempo precisa;
- A decomposição da operação em elementos e a descrição dos elementos devem ser feitas com clareza e precisão de detalhes, de modo a permitir a utilização rápida e fácil por outras pessoas, bem como a sua incorporação num sistema de padronização de elementos, sempre que possível;

- Os elementos manuais devem ser separados dos elementos de máquina, bem como os constantes dos variáveis, sempre que possível;
- O elemento constante é um elemento para o qual o tempo normalizado é sempre o mesmo, a despeito das características das peças nas quais ele é realizado, tanto quanto método e as condições de trabalho permaneçam inalterados. (TOLEDO, 2004).
- O elemento variável é o elemento para o qual o tempo normalizado é variável, embora o método e as condições do trabalho permaneçam os mesmos. As variações são devidas às características das peças: tamanho, peso, forma, densidade, dureza, viscosidade, tolerâncias, acabamento, etc. (TOLEDO, 2004).

Na tomada de uma operação, consideram-se os vários ciclos cronometrados, a duração de um elemento está sujeita a variações, quer pela deficiência da leitura do cronômetro, quer pela imperícia do operário, quer ainda por motivos intrínsecos à própria operação ou mesmo à máquina. (TOLEDO, 2004).

Deste modo ocorrem os chamados **elementos anormais**, isto é, aqueles elementos cujos tempos registrados durante uma observação são excessivamente mais longos ou mais curtos do que a maioria ou a média dos tempos decorridos. Por outro lado, são **elementos normais** aqueles cujos tempos registrados durante a cronometragem se mantêm dentro de certa regularidade, de ciclo para ciclo. (TOLEDO, 2004).

O elemento que se repete cada vez que a operação é realizada, isto é, cada vez que uma peça ou uma unidade é produzida em determinada máquina ou posto de trabalho é chamado de **elemento cíclico**. Pegar uma peça e introduzi-la no dispositivo pode ser um exemplo de elemento cíclico. (TOLEDO, 2004).

Elemento acíclico é o que não ocorre em cada ciclo, mas é uma parte necessária da operação. Pode, entretanto, ser realizado cada cinco, dez ou a cada cem peças, ou em intervalos irregulares, exemplos:

- Apanhar um lote de peças num local distante do local de trabalho;

- Lubrificar a ferramenta ou equipamento;
- Controlar dimensional do produto, etc;

Já o **elemento estranho** é o elemento representado por uma interrupção que não seja uma ocorrência regular do ciclo de trabalho, e para a qual não se fez provisão na sequência normal dos elementos de uma cronometragem, exemplos:

- Deixar cair uma ferramenta;
- Conversar com um colega de trabalho;
- Prestar informações ao Supervisor, etc.

Tempo normalizado (normal ou elementar) é o tempo elementar médio ou selecionado e ajustado por avaliação de ritmo, ou outro método de ajustagem, que representa o tempo requerido de um operário qualificado para realizar um elemento de uma operação. (TOLEDO, 2004).

O Ritmo normal é o ritmo de trabalho geralmente empregado pelos operários trabalhando sob supervisão capacitada. Esse passo pode ser mantido dia após dia, sem fadiga mental ou física excessiva, e é caracterizado pelo exercício quase ininterrupto de esforço razoável. (TOLEDO, 2004).

Tempo normalizado ou normal é o tempo requerido por um operário qualificado, trabalhando no ritmo normal dos operários em geral sob supervisão hábil, para completar um elemento, ciclo ou operação, seguindo um método preestabelecido. É também a soma de todos os tempos elementares normais que constituem um ciclo ou uma operação. (TOLEDO, 2004).

Avaliação de ritmo é um método que compara a rapidez e a precisão com que o operário realiza os movimentos necessários para executar uma operação com o conceito que o observador tem de tempo normal. (TOLEDO, 2004).

Hora padrão é uma hora de tempo durante a qual uma quantidade específica de trabalho de qualidade aceitável é ou pode ser feita por um operário qualificado,

seguindo um método prescrito trabalhando em um ritmo normal, sujeito a paradas e a fadigas normais, ou seja, é a produção horária. (TOLEDO, 2004).

Tempo padrão é o tempo que se determina seja necessário para um operário qualificado, trabalhando num ritmo normal e sujeito a demoras e a fadigas normais, para executar uma quantidade definida de trabalho de uma qualidade especificada, seguindo um método preestabelecido. É o tempo normalizado acrescido das tolerâncias para fadigas e demoras. (TOLEDO, 2004).

Tempo normalizado é o tempo requerido por um operário qualificado, trabalhando no ritmo normal dos operários em geral sob supervisão hábil, para completar um elemento, ciclo ou operação, seguindo um método preestabelecido. É também a soma de todos os tempos elementares normais que constituem um ciclo ou uma operação. (TOLEDO, 2004).

Tolerâncias são os acréscimos de tempo incluídos no tempo normalizado de uma operação, a fim de compensar o operário pela produção perdida por causa de fadiga e das interrupções normalmente previstas, tais como as paradas pessoais e as inevitáveis. Além dos termos que aqui ficam definidos, e que serão de grande importância para a boa compreensão do que ainda temos de discutir, outros há cuja explicação será feita oportunamente, à medida que ocorrerem. (TOLEDO, 2004).

Peinaldo e Graeml (2007) também afirmam que as tarefas mais complexas, ou mais difíceis de executar necessitam de mais tempo para que se tenha um bom nível de produtividade e qualidade.

O tempo padrão por si só de nada vale, como sabemos é ato mecânico, onde o cronometrista, seguindo uma norma de ação, determina um tempo de produção em uma folha de papel que, sendo apenas arquivado, nenhum benefício terá (TOLEDO, 2004).

O Cronoanalista é um homem que de posse desse dado, no estudo de Cronoanálise recriará o universo nela contido (TOLEDO, 2004).

Para obter indicadores confiáveis os estudos de tempos e métodos fornecem meios para obtenção de dados reais.

Todas as vezes que estudamos os tempos e métodos, é importante que se conheça a forma pela qual o trabalho é realizado. “Definindo a operação como um todo, pode-se chegar à subdivisão do processo obtendo tarefas básicas” (RIGGS, 1987).

2.2 Processos produtivos

O Fordismo foi uma racionalização ao extremo das operações efetuadas pelos operários, combatendo o desperdício de materiais e principalmente de tempo (Gounet,1999).

Os processos produtivos existem por causa da forma de produzir um produto ou prestar um serviço, objetivo fim da existência da empresa (GRAHAM & LEBARON, 1994).

Os recursos da organização oferecem resultados objetivos aos clientes através de processos produtivos ou de atividades, sendo um ou o conjunto de vários inputs de adição de valor e um output de saída (HARRINGTON, 1991).

Os processos produtivos estão relacionados diretamente a um produto ou serviço que tem como destino um cliente externo, desconsideradas as etapas de embalagem, movimentação e distribuição, que fazem parte de outro processo (RADOS, 2001).

Processo é o conjunto de atividades capazes de conduzir a organização envolvida com a construção de produtos com qualidade e custos previsíveis, de forma eficiente, gerenciada e com a possibilidade de melhoria constante. (SANT´ANA, 2000).

Por processo produtivo pode-se entender toda e qualquer atividade relacionada à

elaboração do produto ou de um serviço, que a partir da transformação de insumos, matérias primas, recursos produtivos entre outros, agregam valor a cada etapa e ao produto final.

Os indicadores de desempenho nos processos produtivos são medições quantificáveis enfocando seu desempenho através de análises de fatos para a melhoria contínua da qualidade do produto, dos serviços e dos processos produtivos ao longo do tempo (TAKASHIMA, 1999).

As representações gráficas em três cores para a elaboração de painéis de análise visual rápida com base em dados coletados nos processos produtivos e afins, e a elaboração de indicadores de qualidades quantitativas e qualitativas, permite agilidade nas ações de visualizar, controlar e agir para o atendimento das metas estipuladas, além de demonstrar conhecimento do que se analisa (HRONEC, 1994; CAMPOS, 1994).

A análise do desempenho nos processos produtivos com base nos recursos produtivos predominantes partes da individualização e de caracterizações únicas gerando fórmulas complexas de mensuração do desempenho (MARTINS, 1999).

Através dos indicadores da qualidade e da análise do desempenho de cada atividade ou processo produtivo influencia-se os comportamentos organizacionais, sendo reflexo das tentativas de ações em busca de melhoria das medições, motivando a indução destes comportamentos para atendimento do que se planejou (Neely, 1997).

A elaboração de indicadores de qualidade e desempenho adequados à organização fomenta a detecção de possíveis erros e a tomada de ações pertinentes, do contrário podem causar erros na condução da melhoria da qualidade (COLE 1985).

A adequação das ferramentas e indicadores da qualidade a realidade da organização frente a conjuntura em que se insere, permite a obtenção de informações úteis para a tomada de decisão mais acertada atuam no diagnostico de

possíveis problemas e pontos de melhoria, colaborando para a melhoria contínua dos processos produtivos e das sinergias resultantes.

Takashina (1999) afirma que os indicadores são essenciais ao planejamento e controle dos processos das organizações e, neste contexto, a Cronoanálise é uma base para o controle das diversas etapas do processo produtivo, fornecendo o parâmetro inicial, que é o tempo padrão, para análises e indicadores da produtividade e qualidade.

2.3 Produtividade

A produtividade pode ser definida como a capacidade de produzir, partindo-se de certa quantidade de recursos, ou ainda o estado em que se dá a produção. (Contador,1998).

Produtividade significa a quantidade de produtos ou serviços produzidos com os recursos utilizados. Gaither e Frazier (1999).

Através de um conceito simples Meredith e Shafer (2002) explicam que a produtividade pode ser considerada um indicador que avalia o rendimento dos recursos utilizados na produção, pois relaciona a quantidade de produção à quantidade dos fatores de produção alocados no processo produtivo.

Para o Instituto McKinsey apud Anjos (2005, p.74) o “aumento da produtividade nada mais é do que o melhor uso dos recursos de uma economia para o crescimento da produção”.

Gaither e Frazier (1999) descreve que a produtividade de um recurso é a quantidade de produtos ou serviços produzidos num intervalo de tempo dividido pela quantidade necessária desse recurso.

“Aumentar a produtividade é importante porque, para uma sociedade melhorar o seu padrão de vida, ela primeiro precisa aumentar a sua produtividade”. (MEREDITH e

SHAFER 2002, p.56).

Conforme Biasca (1995) uma empresa que decida aplicar esforços para aumentar a sua produtividade e eficiência, precisa seguir três sucintas fases: Análise, Ideias e Ação.

O aumento da produtividade, para Biasca (1995), é alcançado através da criação e desenvolvimento de ideias de melhorias. Um dos fatores mais relevantes para o alcance de maior competitividade consiste na estratégia de melhoria da produtividade nas organizações, conforme preconizado por Chase, Jacobs e Aquilano (2006). Porém Meredith e Shafer (2002) ressaltam que a produtividade não deve ser avaliada com um único problema para a competitividade do mercado.

A relação entre os ganhos de produtividade e a competitividade de uma organização se estabelece no momento em que duas organizações oferecem produtos ou serviços aos clientes e, uma delas, consegue realizá-la com um volume inferior de recursos de entrada. Stevenson (2001).

A melhoria da produtividade possibilita as empresas desenvolverem competitividade internacional, crescer e gerar contribuição social de grande valor e isto deve resultar no crescimento econômico geral de uma nação.

Martins e Laugeni (2005) relatam que a administração da produtividade corresponde ao processo formal de gestão, envolvendo tanto os níveis gerenciais como os colaboradores, com a finalidade de reduzir os custos de manufatura. A produtividade é simplesmente “a medida de eficácia do uso de recursos para produzir bens e serviços”. Monks (1987 p. 6).

Os ganhos de produtividade não são apenas a única forma de elevar o padrão de vida das sociedades, mas também, uma das únicas maneiras de melhorar a competitividade internacional de um determinado país no longo prazo (BONELLI apud ANJOS, 2005, p.74).

A produtividade nos processos produtivos traduz-se na prática da qualidade nas etapas de desenvolvimento, projeto, processo fabril e comercialização de um

produto, que seja atrativo do ponto de vista econômico, de utilidade e de satisfação para o consumidor final, com a diminuição de desperdícios e retrabalhos, levando a um aumento da competitividade (WERKEMA, 1995; DEMING, 1990).

A produtividade pode representar a melhoria do padrão de vida da população através da distribuição ampla de renda, por meio de maiores salários e por uma menor pressão em função dos aumentos de preços (STEVENSON, 2001).

A produtividade do ponto de vista de um Engenheiro com formação taylorista é produzir grandes quantidades em pouco tempo, para os Economistas neoclássicos descrevem a produtividade como produção e a quantidade de meios utilizados para produzir, e, para um Administrador a produtividade é a relação entre o lucro e investimento para produzir (COSTA, 1983)

As empresas para a sua sobrevivência devem buscar em todas as suas atividades a busca da competitividade e da produtividade. Para que o crescimento da produção ocorra requer um balanceamento e uma integração dos sistemas técnicos e sociais. Não podemos esquecer que todas as atividades devem estar sempre atreladas à qualidade, para que não perdemos tempo em um trabalho imperfeito.

Rooney e Hopen (2004), a principal diferença entre a solução estruturada de um problema e outros métodos é a identificação da causa raiz, pois se esta não for erradicada, o problema retornará.

Segundo Barnes (1977), o sistema completo ou processo de se executar um trabalho deve ser estudado globalmente, antes que se tente efetuar uma investigação detalhada de uma operação específica nesse processo.

2.4 Ferramentas de qualidade

O gerenciamento de processos pode ser feito através de três ações gerenciais: de Planejamento, Controle e Melhoramento, gerando o planejamento da qualidade, o controle da qualidade e o melhoramento da qualidade, também chamados de Trilogia Juran (JURAN, 1994).

Um dos procedimentos mais bem conhecidos na gestão da qualidade total (TQM) é o uso do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action). O PDCA, ou métodos congêneres como o DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve, Control) que fundamenta projetos de melhoria segundo a abordagem Seis Sigma, são adotados por inúmeras empresas gerando consideráveis efeitos positivos.

Ainda conforme Marshall Junior et al (2006), apresenta fases do ciclo PDCA, da seguinte forma:

1ª Fase – Plan (Planejamento). Nesta fase é fundamental definir os objetivos e as metas que pretende alcançar. Para isso, as metas do planejamento estratégico precisam ser delineadas em outros planos que simulam as condições do cliente e padrão de produtos, serviços ou processos. Dessa forma, as metas serão só alcançadas por meio das metodologias que contemplam as práticas e os processos.

2ª Fase – Do (Execução). Esta tem por objetivo a prática, por esta razão, é imprescindível oferecer treinamentos na perspectiva de viabilizar o cumprimento dos procedimentos aplicados na fase anterior. No decorrer desta fase precisam-se colher informações que serão aproveitadas na seguinte fase, exceto para aqueles colaboradores que já vêm acompanhando o planejamento e o treinamento na organização.

3ª Fase – Check (Verificação). Fase, no qual é feita a averiguação do que foi planejado mediante as metas estabelecidas e dos resultados alcançados. Sendo assim, o parecer deve ser fundamentado em acontecimentos e informações e não em sugestões ou percepções.

4ª Fase – Action (Ação). A última etapa proporciona duas opções a ser seguida, a primeira baseia-se em diagnosticar qual é a causa raiz do problema bem como a finalidade de prevenir à reprodução dos resultados não esperados, caso, as metas planejadas anteriormente não forem atingidas. Já a segunda opção segue como modelo o esboço da primeira, mas com um diferencial se as metas estabelecidas foram alcançadas.

Marshall Junior (2006) ainda esclarece que, para girar o ciclo PDCA é imprescindível ter visão futura dos processos e maximizar a competitividade da empresa.

O Ciclo PDCA, quando utilizado para atingir metas padrão ou para manter os resultados num certo nível desejado (controle).

A melhoria contínua tem como suporte o controle e a otimização dos processos e foi à base para a Metodologia da Gestão da Qualidade Total.

Através do Ciclo PDCA busca-se a monitoração dos processos produtivos para a melhoria contínua gradual (Kaizen), através da identificação e análise de resultados indesejáveis e da consequente busca de novos conhecimentos para auxiliar nas soluções (RODRIGUES, 2006, p.18).

Carvalho et al (2005), enfatiza que o programa DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), propõe-se ao aprimoramento dos processos por meio da escolha destes e do melhoramento das pessoas a serem orientadas para alcançar os resultados tracejados.

O DMAIC, conhecido por aprimoramento de processo, passa por cinco fases conforme apresentadas abaixo:

1ª Fase: Define (definir) – Nesta fase são determinadas as condições dos clientes, por meio do CTQ - Características Críticas da Qualidade. Desse modo, o “olhar” dos clientes é importante para a empresa, visto que os requisitos solicitados

pelos mesmos serão atendidos a fim de fidelizar e conquistar novos clientes para o crescimento da organização.

2ª Fase: Measure (medir) – A medição é feita para saber quais as carências do processo e dos subprocessos. Posteriormente, a equipe colhe informações do processo por meio de provas ocasionais e evidentes.

3ª Fase: Analyze (analisar) – É a fase necessária ao uso de software estatístico para a realização de cálculos e gráficos que permite conhecer as não conformidades dos processos e as suas variações.

4ª Fase: Improve (melhorar) – Fase esta que realiza o melhoramento do processo já existente, para tanto, necessário se faz que, os dados obtidos na fase anterior tenham sido convertidos em elementos do processo e, por conseguinte, a equipe necessitará de observar as alterações que deverão ser empregadas. Cabe ressaltar, que esta fase é crítica porque conta com a interação da equipe com as tarefas que serão realizadas.

5ª Fase: Control (controlar) – Aqui é preparada a documentação, além do monitoramento da situação atual dos procedimentos por meios de métodos estatísticos de controle de processo. Como, também será feita a avaliação da disposição do processo para saber o que se precisa melhorar ou quais as fases que necessitam de correções.

Há que se ressaltar que essas ferramentas da qualidade colaboram para a melhoria dos processos, visando o aperfeiçoamento contínuo, isso sob a ótica de Marshall Junior e (2006)

De acordo com MARTINS (2007: 9) “É possível afirmar que em todas as visões de qualidade, indicam que o foco está direcionado principalmente à satisfação dos clientes e mercados e, consecutivamente, à melhora dos resultados empresariais”.

A avaliação da qualidade sempre teve um espaço no gerenciamento das organizações, a fim de se obter um ambiente competitivo para desenvolver estratégias que viabilizem o processo de avaliação. (PALADINI, 2002)

Segundo INDEZEICHAK (2005) o gerenciamento da qualidade dos produtos e serviços, estabelece um aumento da competitividade da empresa, com foco na melhoria de produto e processos visando satisfazer os clientes.

Para ROSÁRIO (2004) a evolução do controle da qualidade é permitido não só que a empresa reduza a frequência de erros, como também aumente o rendimento, a capacidade, o desempenho da produção.

Para termos um bom controle de qualidade será necessário desenvolver, projetar, produzir e comercializar um produto de qualidade sendo assim será mais satisfatório para o consumidor. Analisando os conceitos indicados, fica evidente a importância da qualidade e de seu controle no que diz respeito à satisfação dos mercados e das necessidades e desejos dos clientes e para sobrevivência das empresas.

Segundo PALADINI (2002), a maioria das estratégias de Gestão da Qualidade utiliza avaliações, as quais ficam evidentes quando utilizadas técnicas de avaliação de processos produtivos e, em particular o Controle Estatístico de Processo (CEP).

O Controle Estatístico de Processos (CEP) é uma abordagem muito utilizada na melhoria dos processos. Com esta ferramenta é possível promover, prevenção de defeitos; aumento da produtividade; e ajuste desnecessário de um processo. (MONTGOMERY (2004).

De acordo com CABURON (2006: 3) “O CEP não é ferramenta que por si só implantada traga sucesso no sentido de garantir a qualidade dos produtos, mas sim uma ferramenta importante do sistema de gerenciamento da qualidade no sentido de manter e melhorar resultados”.

Outro instrumento utilizado para trabalharmos com a qualidade é o diagrama de Pareto.

A ideia do Diagrama de Pareto como objetivo é eliminar todas as causas que influenciam diretamente no aumento de perdas de produção e as poucas causas que determinam muitas perdas, dessa forma, diminui-se substancialmente o desperdício. As demais causas são relevadas, no entanto, se a causa de alguns poucos defeitos têm a solução simples, deve ser executada e eliminada imediatamente.

De acordo com KUME (1993: 22), os problemas de qualidade aparecem sob a forma de perdas (itens defeituosos e seus custos). É extremamente importante esclarecer a forma de distribuição das perdas.

A maioria deles deve-se a alguns poucos tipos de defeitos, que podem ser atribuídos a uma pequena quantidade de causas. Assim, se as causas destes poucos defeitos vitais forem identificadas, poderemos eliminar quase todas as perdas concentrando-nos sobre estas causas principais, deixando de lado, numa abordagem preliminar, os outros defeitos que são muitos e triviais. Podemos resolver este tipo de problema de uma forma eficiente, através da utilização do diagrama de Pareto.

Segundo RAMOS (2000: 100), “O diagrama de Pareto é usado quando é preciso dar atenção aos problemas de uma maneira sistemática e quando se tem um grande número de problemas e recursos limitados para resolvê-los”.

Também podemos trabalhar com o diagrama espinha de peixe para trabalharmos com a qualidade.

O diagrama de causa-efeito, também chamado diagrama de Ishikawa ou de espinha de peixe, é uma ferramenta simples muito utilizada em qualidade. É um processo que permite a analisar e identificar as principais causas de variação do processo ou da ocorrência de um problema.

Segundo RAMOS (2000: 98), O diagrama de causa e efeito é uma figura composta de linhas e símbolos, que representam uma relação significativa entre um efeito e suas possíveis causas. Este diagrama descreve situações complexas, que seriam muito difíceis de serem descritas e interpretadas somente por palavras. “Existem,

provavelmente, várias categorias de causas principais. Frequentemente, estas recaem sobre umas das seguintes categorias: Mão de obra, Máquinas, Métodos, Materiais, Meio Ambiente e Meio de Medição conhecidas como os 6Ms.

Para KUME (1993: 30), “O diagrama de causa efeito mostra a relação entre uma característica da qualidade e os fatores. O diagrama é usado atualmente não apenas para lidar com as características da qualidade do produto, mas também em outros campos”.

Quando falamos de qualidade e produtividade trabalhamos com fluxogramas. O fluxograma é uma das primeiras ferramentas quando se pretende estudar um processo. É o diagrama que tende a representar de uma forma simples, fácil e ordenada as várias fases do processo de fabricação ou de qualquer procedimento, funcionamento de equipamentos e sistemas.

Os diagramas são constituídos por etapas sequenciadas de decisão e ação, onde cada um deles possui uma simbologia própria que ajuda a compreender o sistema de sua natureza: início ação, decisão, etc.

De acordo com RAMOS (2000: 102) “Grande parte da variação existente em um processo pode ser eliminada somente quando se conhece o processo de fabricação. Isto significa que a sequência de produção, ou etapas, influencia na variabilidade final das características do produto”.

A utilização de fluxogramas permite identificar possíveis causas e origens dos problemas que ocorrem nas linhas de processo de fabricação, verificando os passos desnecessários no processo, efetuando simplificações.

O atendimento das expectativas e necessidades do cliente não é um luxo, é o que ele espera receber minimamente, sendo desejada na organização a filosofia e a cultura organizacional de superar o que o cliente esperava. (DEMING, 1990).

A definição da qualidade é a adequação ao uso do produto considerando o ponto de vista do cliente em cinco dimensões: qualidade intrínseca, custo, entrega moral e segurança (YUKI, 1998).

A função da qualidade é obter a adequação ao uso através do conjunto das atividades executadas em qualquer parte da organização na busca de proporcionar satisfação aos clientes (JURAN, 1990).

O acolhimento da ideia da busca contínua da qualidade é dever de todos em uma organização, pois se propiciam grandes impactos internos com a busca da excelência dos processos e não dos defeitos dos produtos e serviços (FEIGENBAUM, 1994).

A busca da qualidade é dever de todos em uma organização, contudo ainda existem empresas que atribuem a responsabilidade do atendimento dos quesitos dela no produto a figura do inspetor da qualidade por considerarem que toda produção deve ser inspecionada antes do envio ao cliente (RODRIGUES E AMORIM, 1995).

A qualidade em processos produtivos é baseada no atendimento e na conformidade das especificações requeridas, tendo como objetivo a não incidência de defeitos, buscando na cultura organizacional a disciplina, a persistência, exemplos construtivos, o foco na liderança e o investimento em treinamentos dos indivíduos, pois o custo da qualidade é o preço da não conformidade (CROSBY, 1992).

As ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas nos procedimentos e no gerenciamento da Gestão da Qualidade, que permitem a análises de fatos e dados estruturados para a tomada de decisão com maior probabilidade de adequação a situação analisada (DIGROCCO, 2008).

As ferramentas da qualidade têm a finalidade de organizar e estruturar o processo produtivo através de coleta de dados e de técnicas estatísticas de análise auxiliando os controles internos de processos no atendimento da qualidade nos produtos produzidos (PALADINI, 1997).

A análise dos dados colhidos em campo pelas ferramentas da qualidade permite encontrar as inter-relações entre as variáveis que compõem os processos de fabricação, incluindo-se a análise das causas, o tratamento e minimização de rejeitos em busca da solução adequada (MURRAY, 1978).

Com a análise de evidências de descontroles, a elaboração tendências e as relações de causa e efeito proporcionadas através das ferramentas da qualidade, acessíveis a qualquer participante do processo produtivo envolvido, podem basear a tomada de decisão em até 95% das ocorrências (CAMPOS, 2008).

As ferramentas da qualidade, por mais simplórias que pareçam ser, quando manuseadas com habilidade e eficiência colaboram para a melhoria contínua dos processos e da qualidade, tal qual, comparativamente a eficiência das armas usadas por samurais de formas simples e robustas, mas eficazes ao seu propósito (JURAN, 1992).

2.5 Melhoria contínua em empresas de bens de capital

O processo de melhoria pode ser descrito como a implantação de uma metodologia de trabalho, capaz de colher informações confiáveis para que sejam tomadas decisões com o objetivo de implantação de melhorias contínuas de processos e procedimentos em busca de ganhos para uma empresa (BRAGA, 2009).

A busca de problemas ou da possibilidade de sua ocorrência e suas causas permite a elaboração de planos de ação de melhoria contínua, e, quando estes diagnósticos ocorrem através dos envolvidos nos processos, espontaneamente há a possibilidade de redução ou eliminação de desperdícios e custos (CAMPOS, 1995).

Em uma organização a prática de melhorias contínuas altera o desempenho dos seus processos produtivos, reduzindo as perdas e gerando evidências praticas da existência de um sistema de qualidade (MESQUITA, 2001).

Quando se analisam pontos de processos para o levantamento de dados, pode-se utilizar a metodologia dos “cinco porquês” para identificação da causa raiz evitando a

sua reincidência através da melhoria contínua (PIMENTEL, 2009). Portanto melhoria contínua significa o envolvimento de todas as pessoas da organização, na busca constante e sistemática do aperfeiçoamento dos produtos e processos empresariais, com a proposição de pequenas mudanças de hábitos da organização e de grandes mudanças com maior planejamento (BESSANT, CAFFYN & GALLAGHER, 2001).

2.6 Sistema de produção enxuta

A manufatura enxuta tem como seu principal objetivo, alinhar a melhor sequência possível de trabalho a fim de agregar valor de forma eficaz aos produtos solicitados pelo cliente, oferecendo exatamente o que ele deseja e transformando, na melhor maneira possível, desperdício em valor. (Jones e Womack, 1998).

Os principais princípios da manufatura enxuta são:

- Valor: Segundo Jones e Womack (1998), o ponto de partida para o pensamento enxuto é o valor. O valor só pode ser definido pelo cliente em termos de produto específico (um bem ou um serviço ou ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico;
- Cadeia de Valor: Todo produto ou serviço possui uma cadeia de valor e sua análise deve mostrar três tipos de ações existentes, segundo Hines e Taylor (2000): atividades com adição de valor, atividades sem adição de valor, mas necessárias e atividades sem adição de valor;
- Fluxo: Segundo Shingo (1996), o uso da equalização da produção, da sincronização e fluxo de peças unitárias para acabarem com as esperas Inter processos representa um avanço formidável. Assim, esse princípio relata a importância do fluxo contínuo, onde as etapas de produção estão organizadas em uma determinada sequência, de maneira que o produto passe para as etapas seguintes sem estoques intermediários ou itens semi-acabados;

- Produção: Puxada Conforme Jones e Womack (1998), uma produção puxada em termos simples, significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou serviço sem que o cliente de um processo posterior o solicite. Dessa forma, a empresa deve puxar o pedido através do cliente em vez de produzir conforme a sua capacidade (empurrar o pedido);
- Perfeição: O foco desse princípio é que a eliminação dos desperdícios deve ser uma rotina nas organizações. Dessa maneira, a empresa não deve nunca interromper esforços para realizar melhorias nos processos.

O pensamento enxuto pode ser entendido como a forma de produzir cada vez mais com cada vez menos recursos e, ao mesmo tempo, aproximar-se dos clientes e oferecer aquilo que eles realmente almejam, tornando o trabalho mais satisfatório e oferecendo retorno imediato sobre os esforços da transformação do desperdício em valor.

Para Campos (1996), o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria - prima, tempo, energia, por exemplo). É um dispêndio extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente. Reduzir o desperdício – muda na língua japonesa – na manufatura significa eliminar tudo àquilo que aumenta o custo de produção, ou seja, transformar muda em valor.

Deve-se assim, segundo Ohno (1997), atentar-se para os sete desperdícios de produção:

- Superprodução: produzir mais ou mais cedo que o necessário;
- Espera: manter ociosidade de recursos entre as operações;
- Transporte: realizar qualquer movimento de materiais que não seja requerido;
- Processamento: limitações do equipamento ou método que causem esforços ou resíduos que não agregam valor à peça;
- Estoque: qualquer material em excesso ao fluxo de uma peça;

- Desperdício de movimentos: qualquer movimento de pessoa ou operação de máquina que não agreguem valor ao produto; Retrabalho: atividade de recuperação de produtos defeituosos.

Chiavenato (1987), Taylor “verificou que o trabalho pode ser executado melhor e mais economicamente através da análise do trabalho, isto é, da divisão e subdivisão de todos os movimentos necessários à execução de cada operação de uma tarefa”.

Segundo Womack e Jones (1998), a produção enxuta tem como objetivo a identificação eliminação sistemática de resíduos no processo produtivo, sendo resíduos definidos como quaisquer atividades que não agregam valor ao produto, entre os quais se destacam: Movimentações desnecessárias, paradas por manutenções inesperadas, setup desnecessários, estoque intermediário em demasia, conversas que não agregam qualquer valor ao produto, ou seja, perdas de tempo em geral.

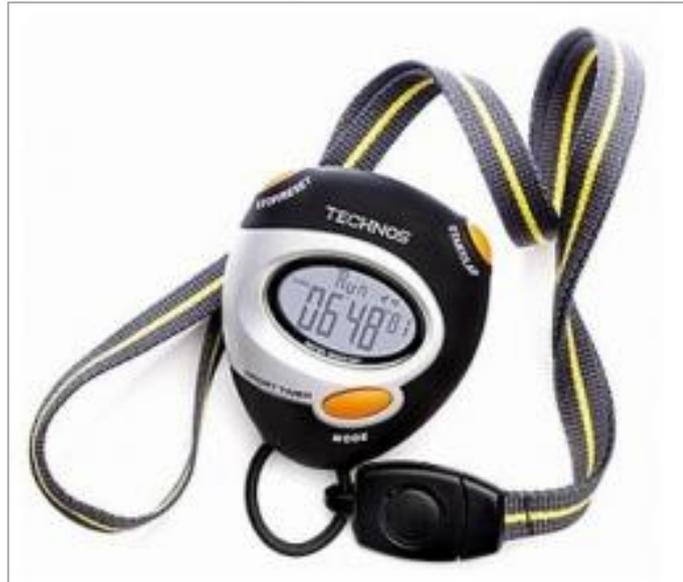
Uma das maneiras de inovar é a inserção de uma nova tática de produção. A inovação ainda pode ser determinada como uma forma de melhoria nos métodos já existentes. Então de que forma podem – se criar métodos de produção ou como melhorá-los de forma que beneficie a diminuição de custos, o desenvolvimento da qualidade ou da produtividade (SCHUMPETER, 2004).

3 METODOLOGIA E EQUIPAMENTO PARA O ESTUDO

Existem alguns métodos de ampla utilização dentro da indústria. Um dos mais utilizados é a cronometragem das atividades de produção. Em nosso Estudo de Tempos e Métodos de Medida do Trabalho, iniciaremos com o estudo da cronometragem.

Os métodos podem ser escolhidos por dados disponíveis, objetivos do estudo e em alguns casos por convenção da empresa na qual a medição será realizada. Segundo Martins (2005), são listados abaixo os equipamentos mais usados para medição de tempos:

Figura 1 – Cronômetro digital – Modelo YP2151/8P Technos.



Fonte: <http://www.metrologia.com.br/produto/6916011/Cronometro-digital-1-100-segundos-Technos-YP2151-8P>

Figura 2 – Folha de anotações referente a análise de cronometragem

FOLHA DE ANÁLISE DE CRONOMETRAGEM										Data atualização		DESENHO:	
										xx/xx/xxxx		XXXXXX	
										C. Custo		DENOMINAÇÃO:	
												XXXXXX	
OP.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	OBSERVAÇÃO	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													

Fonte: Elaborado pelo autor.

Atualmente, os instrumentos necessários aos estudos de cronometragem são bastante fáceis de serem obtidos e de custo bastante acessível.

Nesta metodologia, temos as etapas a seguir:

- Discutir claramente com os envolvidos o tipo de trabalho a ser executado, buscando a colaboração de todos;
- Definir o método de trabalho e planejar os elementos da operação a ser cronometrada;
- Treinar o operador para que ele possa desenvolver a atividade dentro do ritmo e métodos esperados;
- Anotar todos os dados adicionais observados;
- Fotografar ou desenhar o posto de trabalho e a peça a ser produzida e analisada;
- Executar uma cronometragem preliminar (em geral cinco observações) para obter os dados necessários à determinação do número necessário de cronometragens (n);
- Realizar as n cronometragens definidas e determinar o tempo médio das operações – TM, Avaliar o fator de ritmo do operador e determinar o Tempo Normal – TN;
- Determinar as tolerâncias de fadiga e de necessidades pessoais;

- Avaliar graficamente a validade dos dados obtidos;
- Determinar o Tempo Padrão – TP, objeto do estudo.

3.1 Divisões da operação em elementos

É o fracionamento da tarefa dos operadores em elementos de trabalho.

Esses elementos correspondem a uma parte do trabalho executado. A principal razão dessa atividade é para verificar o método de trabalho e deve-se ter como base uma medida precisa, cuidando-se para não dividir a tarefa em muitos, ou poucos elementos (MARTINS, 2005). Os elementos são as partes que formam uma operação completa. Por exemplo:

Um Operador apanha a peça sobre a bancada, depois apanha dois parafusos, em seguida pega uma parafusadeira e efetua o torque, em seguida passa para a operação seguinte. Essa divisão em elementos, ficaria da seguinte forma:

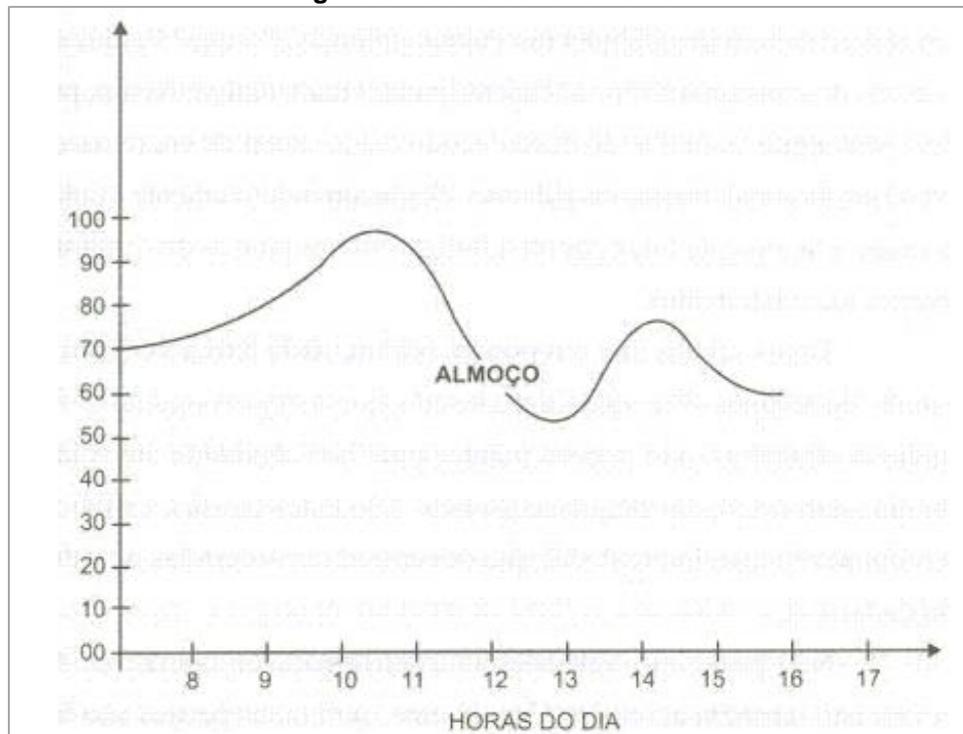
- Pegar peça
- Pegar parafusos
- Pegar parafusadeira
- Efetuar torque
- Entregar à próxima operação

3.2 Horários para cronometragem

A hora para cronometragem, principalmente para estudos com ciclos de curta duração, deve ser considerada evitando-se períodos de início de trabalho pela manhã e após o almoço, bem como os períodos de fim de expediente, onde a fadiga se faz sentir. De preferência procura-se escolher os momentos em que a atividade do executante esteja próxima à referência.

Durante a jornada de trabalho, o rendimento médio geral de um trabalhador varia conforme a curva de rendimento. (Figura 03).

Figura 3 – Curva de rendimento



Fonte: TOLEDO Jr, I.F.B.; KURATOMI, S. 1977, p.78.

Ela mostra que o início e o fim de cada período de uma jornada de trabalho são os horários em que um trabalhador apresenta os menores índices de rendimento, portanto devem ser evitados.

3.3 Determinação de números de ciclos a serem cronometrados

Em estudos de tempos são geralmente usados o nível de confiança de 95% e um erro relativo de +- 5%. Isto significa que com 95% de probabilidade, a média dos valores observados não diferirá por mais de +- do valor verdadeiro para a duração do elemento.

a) Método estatístico

Utiliza uma fórmula desenvolvida a partir da média das mediadas e do desvio padrão.

A fórmula (Figura 04)

Figura 4 – Fórmula para obtenção do quantitativo de ciclos cronometrados

$$N' = \left[\frac{40 \cdot \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Fonte: BARNES, Ralph Mosser, 1977, p.286.

Onde: N' é o número de ciclos a serem cronometrados para obtermos tempos com erro relativo de +- 5% e 95% de confiança.

O procedimento para determinação do número de ciclos a serem cronometrados é o seguinte:

Efetua se a somatória das leituras individuais

- Eleva se cada leitura ao quadrado, efetuando se depois sua somatória.

Exemplo:

Figura 5 – Quadro das leituras

LEITURA INDIVÍDUAS EM SEGUNDOS (X)	QUADRADO DAS LEITURAS INDIVÍDUAS (X) ²
7	49
8	64
9	81
6	36
8	64
7	49
8	64
9	81
7	49
7	49
$\Sigma X = 76$	$\Sigma X^2 = 586$
N = 10	
N' = 23	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Se analisarmos a média das leituras individuais (figura 5), que é a soma dos elementos, dividido pelo numero das leituras $\Sigma X = 76/10$, obtemos uma média=7,6 segundos, ou seja, um grau de confiabilidade 95% e um erro de 5%. Isto nos mostra que, estatisticamente, existe 95% de certeza que o tempo da atividade está entre 7,22 e 7,98 segundos.

3.4 Avaliação de ritmo do operador

É o processo durante o qual o analista de estudos de tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal e define um Fator de Ritmo para fins de ajuste.

O cronometrista que subjetivamente determina a velocidade V do operador, que assim referência e denomina a velocidade normal de operação, à qual é fixado um valor 100 (ou 100%). Para efetuar o treinamento da equipe de cronometristas, a fim de evitar erros, é prática habitual realizar um treinamento com operações padronizadas (distribuir um baralho de 52 cartas, caminhar 15 metros no plano) ou com operações executadas dentro da empresa, aquelas que tenham um tempo definido que represente a **velocidade normal** é atribuído um valor 1,0 ou 100%. O registro das avaliações de velocidade deve ser registrado na folha de observações (MARTINS, 2005).

3.5 Determinação das tolerâncias

É impossível que uma pessoa trabalhe o dia inteiro sem interrupções. Dessa forma, interrupções das tarefas para que sejam atendidas as chamadas necessidades pessoais devem ser previstas. Também deve ser previsto um Tempo para proporcionar um intervalo, reduzindo os efeitos da fadiga no trabalho (MARTINS, 2005).

Tolerância para atendimento às necessidades pessoais segundo Martins (2005) é considerado um tempo entre 10 e 25 min (aprox. 5%), por dia de trabalho de 8 horas, para a tolerância de atendimento às necessidades pessoais.

Tolerância para alívio da fadiga: A fadiga no trabalho não é Consequência apenas do trabalho realizado, pois as condições ambientais do local de trabalho também influenciam esse aspecto. Ambientes de trabalho com excesso de ruído, acima de

80 dB, baixa iluminação, menos que 200 lux, condições de conforto térmico insatisfatórias, temperatura fora da faixa de 20 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, dentre outros, geram a fadiga. De acordo com os diversos fatores que dificultam o trabalho, existirá certa variação no tempo destinado ao descanso.

As margens de tolerâncias concedidas à fadiga têm variação entre 10% (trabalho leve, bom ambiente) e 50% do tempo (trabalho pesado, condições inadequadas) (MARTINS, 2005). Segundo o mesmo autor, normalmente, a tolerância adotada é entre 15% e 20% do tempo (fator de tolerância entre 1,15 e 1,20) para as empresas industriais, sendo o trabalho normal e em um bom ambiente.

- Determinação do tempo padrão: Uma vez obtidas as n cronometragens válidas, deve-se: - Calcular a média das várias cronometragens, obtendo-se o tempo cronometrado (TC), ou tempo médio (TM);

Calcular o tempo normal (TN): $TN = TC \times V$

V = Velocidade também denominada ritmo

Calcular o tempo padrão (TP): $TP = TN \times FT$ (MARTINS, 2005).

FT = Fator de tolerâncias

- Padronização – registro do método padronizado: É muito importante que se faça um registro permanente do melhor método de execução após tê-lo encontrado. Esse documento pode servir de folha de instruções para um operador ou também auxiliar o instrutor durante o treinamento do operador, assim como servir de registro permanente da operação (BARNES, 1977).

O registro do método padronizado como um documento permanente. Depois de padronizar e executar o método melhorado é imprescindível que a administração monitorea constantemente para que esse padrão seja mantido. Geralmente, as máquinas e as ferramentas sofrem desajustes, como folga nas correias, e também quando os materiais não estão de acordo com as especificações. Quando isso acontecer, o operador não terá o desempenho nem a eficiência satisfatórias. Apenas

com a manutenção das condições padronizadas é que se pode confiar razoavelmente que a produção e qualidade desejadas sejam atingidas (BARNES, 1977).

Segundo o mesmo autor, geralmente, incentivos salariais têm como base os tempos-padrão, e na maior parte dos planos de incentivos, normalmente afirmam que os tempos-padrão não poderão ser modificados, a menos que seja observado que um método usado na realização de uma atividade foi mudado. Desta maneira, é essencial que, seja feito um registro detalhado de todos os elementos que intervêm no método melhorado logo após a sua aprovação. Se isso não for feito, dificilmente afirmar, no futuro, se o método usado naquele momento é exatamente o mesmo que realizado no instante em que o método foi padronizado inicialmente.

4 ESTUDO DE CASO

Este apresenta uma metodologia para ganhos de produtividades, através da aplicação do estudo de tempos e métodos de processo para montagem de um produto denominado Lavadora de roupas.

O estudo de tempos e métodos tem o objetivo de verificar, analisar e aperfeiçoar os Movimentos dos operadores, Padronização dos métodos de produção, Definir novos tempos produtivos e Treinamentos aos operadores envolvidos.

De acordo com Taylor (1970), a decomposição de operações possibilita eliminar movimentos inúteis e ainda simplificar, racionalizar ou fundir os movimentos úteis proporcionando economia de tempos e movimentos do operário. A partir disso, uma Folha de Processo foi elaborada para documentar e padronizar as tarefas, de modo a se manter um padrão de produção.

A escolha neste determinado produto, se dá em função de alcançar uma meta definida pela Diretoria desta empresa, que foi aumentar a produtividade em 5% ou seja, elevar o número de peças produzidas que é de 171 peças / hora, para 179,55 peças / hora, de forma a não comprometer a Qualidade do produto em nenhuma das etapas do processo.

Se considerarmos 3 turnos com 8,8 horas, mês de 22 dias durante 12 meses, temos um aumento de 59.590 peças ano, o que elevaria o faturamento da empresa em torno de R\$ 10.368,673, uma vez que o preço médio de venda por peça é de R\$174,00.

O estudo de Tempos tem uma importância muito grande dentro de uma indústria, como por exemplo:

- Estabelecer padrões de programas de produção,
- Auxiliar a determinação de custos padrões de modo preciso,

- Estimar o custo de novos produtos,
- Programar a mão de obra necessária para um determinado patamar de produção, etc.

4.1 Registros de dados e tempos atuais sem as melhorias implementadas

Figura 6 – Planilhas de dados.

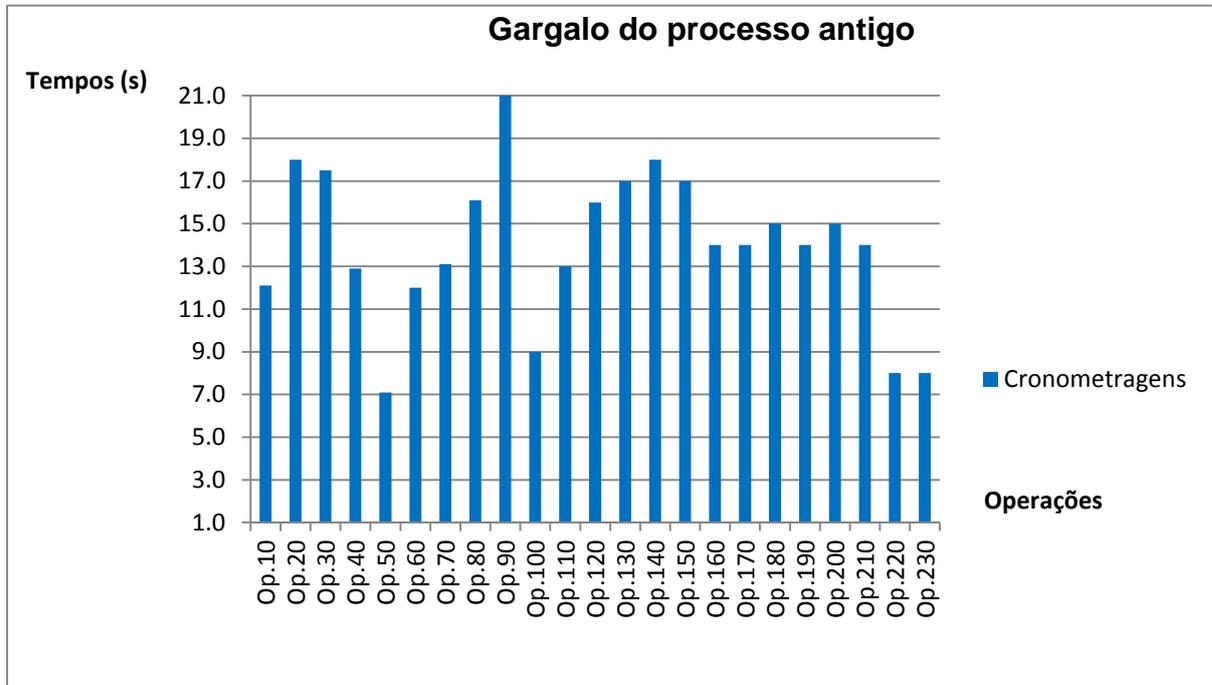
FOLHA DE ANÁLISE DE CRONOMETRAGEM											Data	DESENHO:	
											xx/xx/xxxx	XXXXXX	
											C. Garga	DESCRIÇÃO:	
												XXXXXX	
OP.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média (segundos)	
10	Posicionar Suporte + arruelas (4x) no tirante do motor	12,1	12,6	11,4	11,8	12,5	12,1	11,9	12,2	11,5	12,6	12,1	
20	Parafusar porcas (4x) travando conjunto da PRIM-10	18,6	17,5	18,1	17,4	18,6	18,1	17,8	18,5	17,4	18,0	18,0	
30	Posicionar cabeção elétrica na Tampa	17,2	17,8	17,5	18,2	16,4	16,8	18,1	17,6	16,9	18,3	17,5	
40	Parafusar Temporizador Painel (2 parafusos)	12,5	13,9	12,2	13,6	12,4	13,0	12,0	12,7	13,4	13,0	12,9	
50	Colocar proteção nas Mangueiras de saída d'água	6,9	7,2	7,5	7,9	7,3	7,2	7,0	6,8	6,5	6,7	7,1	
60	Aplicar etiqueta de instruções no Painel	11,5	12,5	12,3	11,7	11,9	11,4	12,3	11,8	11,9	12,5	12,0	
70	Recortar orifício da Cuba para travamento da Tampa Fixa	12,9	13,4	13,8	13,7	13,1	12,7	12,5	13,1	13,4	12,8	13,1	
80	Aplicar etiqueta nível d'água	15,8	16,3	16,7	15,9	16,8	16,3	15,9	15,7	15,4	15,7	16,1	
90	Montar Tampa Fixa na Cuba	20,8	21,4	21,3	20,7	20,9	20,8	21,2	21,3	20,8	20,8	21,0	GARGALO
100	Parafusar Tampa na Cuba (02 parafusos)	8,8	9,4	8,5	9,4	9,1	8,7	8,9	9,5	9,0	8,7	9,0	
110	Soldar conjunto Tpa Móvel e Cuba	12,8	13,4	13,5	12,8	12,7	12,7	12,9	13,4	12,8	13,0	13,0	
120	Posicionar e Travar Hélice batedora	15,5	16,5	15,8	16,3	16,0	15,0	15,6	16,4	16,3	16,7	16,0	
130	Montar Polia do motor utilizando trava modelo "F"	17,5	17,3	16,8	16,8	17,0	16,8	16,9	17,2	16,6	17,3	17,0	
140	Parafusar conjunto PRIM-20 no conjunto OP-40 (04 parafusos)	18,6	18,4	18,7	17,4	17,7	18,0	17,7	17,9	17,8	18,0	18,0	
150	Conectar Cabeção elétrica	17,0	16,8	16,9	16,7	17,0	16,7	16,4	17,7	17,4	17,6	17,0	
160	Parafusar Base	13,8	14,4	14,5	13,8	13,7	13,7	13,9	14,4	13,8	14,0	14,0	
170	Montar Painel de controle e Cabeção elétrica	13,7	14,2	14,4	13,5	14,0	14,3	13,5	14,5	13,8	14,4	14,0	
180	Aplicar etiqueta INMETRO	15,0	15,3	14,8	14,9	15,2	15,4	15,0	14,8	14,9	14,7	15,0	
190	Aplicar etiqueta Informativa	13,7	14,0	14,3	13,9	14,1	14,1	13,8	14,6	13,8	14,0	14,0	
200	Aplicar etiqueta decorativa	14,6	15,0	14,9	14,9	15,3	15,1	15,0	15,3	14,8	15,0	15,0	
210	Posicionar Tampa Móvel e trava com click do Painel	14,3	14,2	13,7	13,8	14,5	13,7	14,3	13,8	14,0	14,0	14,0	
220	Inspeção de funcionamento	8,2	7,8	8,0	7,7	7,9	7,7	8,1	8,2	8,3	7,8	8,0	
230	Embalar	8,0	8,2	7,9	7,7	8,2	7,4	8,4	8,1	7,9	8,0	8,0	

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Conforme Planilhas de dados (Figura 06), podemos observar que na OP-90 obtivemos uma média de 21 segundos, denominado "Gargalo".

- Para efeito de ganhos vamos aplicar as técnicas descritas especificamente nesta operação, otimizar este tempo e obter ganhos em produtividade.

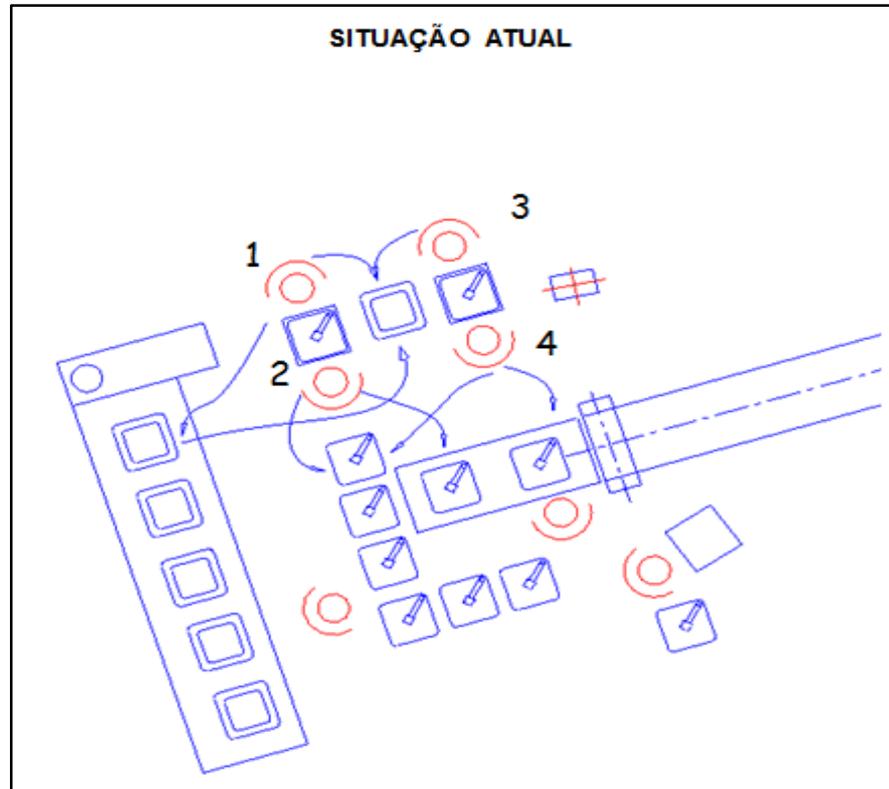
Figura 7 – Gráfico Processo antigo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.1 Estudo do layout do ponto “GARGALO” OP- 90

Figura 8 – Layout SEM melhorias



Fonte: Elaborado pelo autor.

OBSERVAÇÕES:

- **OPERADOR 1)** – Abastece a bancada central com Tampas
- **OPERADOR 2 E 4)** – Posiciona Cuba na bancada para montagem das tampas e em seguida, dispõe na esteira de montagem.
- **OPERADOR 3)** – Apanha as Tampas na bancada, muitas vezes aguarda o Operador 1 abastecer (ponto de perda na produção).

4.1.2 Estudo do gargalo

Figura 9 – Dados referentes ao GARGALO

90	Montar Tampa Fixa na Cuba	20,8	21,4	21,3	20,7	20,9	20,8	21,2	21,3	20,8	20,8	21,0	GARGALO
----	---------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	---------

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.3 Analisando os elementos

Figura 10 – Dados referentes ao GARGALO

90	Apanhar Cuba e posicionar na bancada de montagem	15,5	16,1	15,7	15,4	15,9	15,0	15,6	15,7	15,9	15,1	15,6	GARGALO
	Caminhar até estoque e apanhar Tampa Móvel	1,9	2,0	2,1	1,8	2,0	2,3	2,2	2,5	1,6	2,0	2,0	
	Posicionar Tpa Móvel na Cuba e efetuar travamento	3,4	3,3	3,5	3,5	3,0	3,5	3,4	3,1	3,3	3,7	3,4	
	Soma	20,8	21,4	21,3	20,7	20,9	20,8	21,2	21,3	20,8	20,8	21,0	

Fonte: Elaborado pelo autor.

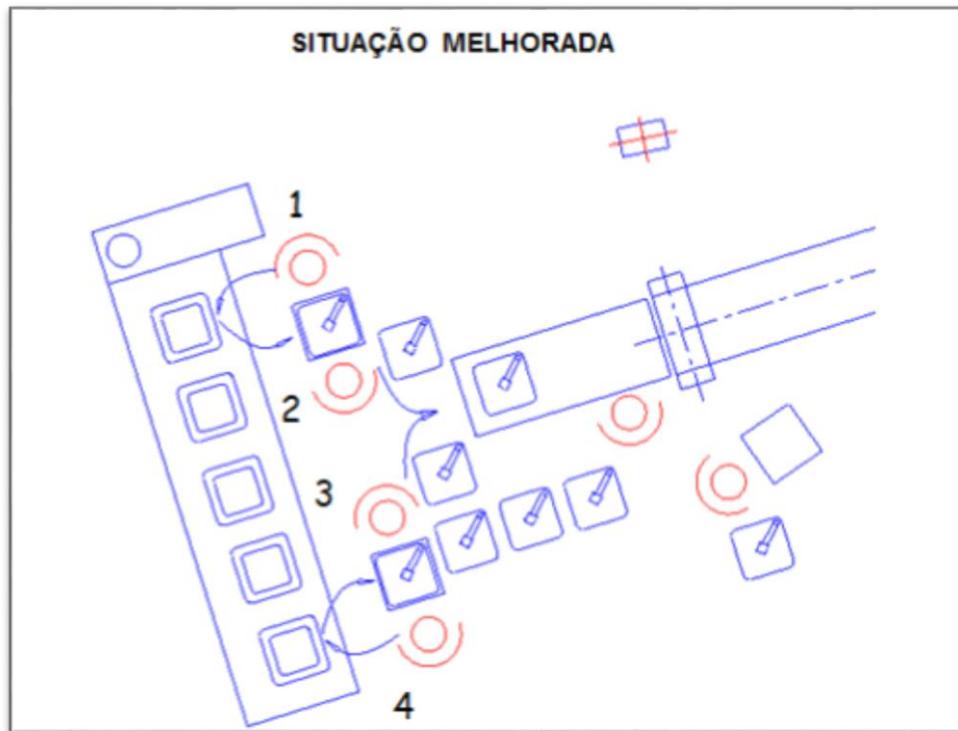
OBSERVAÇÕES:

Neste modelo de Layout é visível a grande movimentação entre os Operadores.

Uma nova proposta deve ser elaborada, ou seja, reduzir as movimentações desnecessárias e conseqüentemente obter ganhos reais.

4.2 Proposta de novo layout visando melhorias

Figura 11 – Layout COM melhorias



Fonte: Elaborado pelo autor.

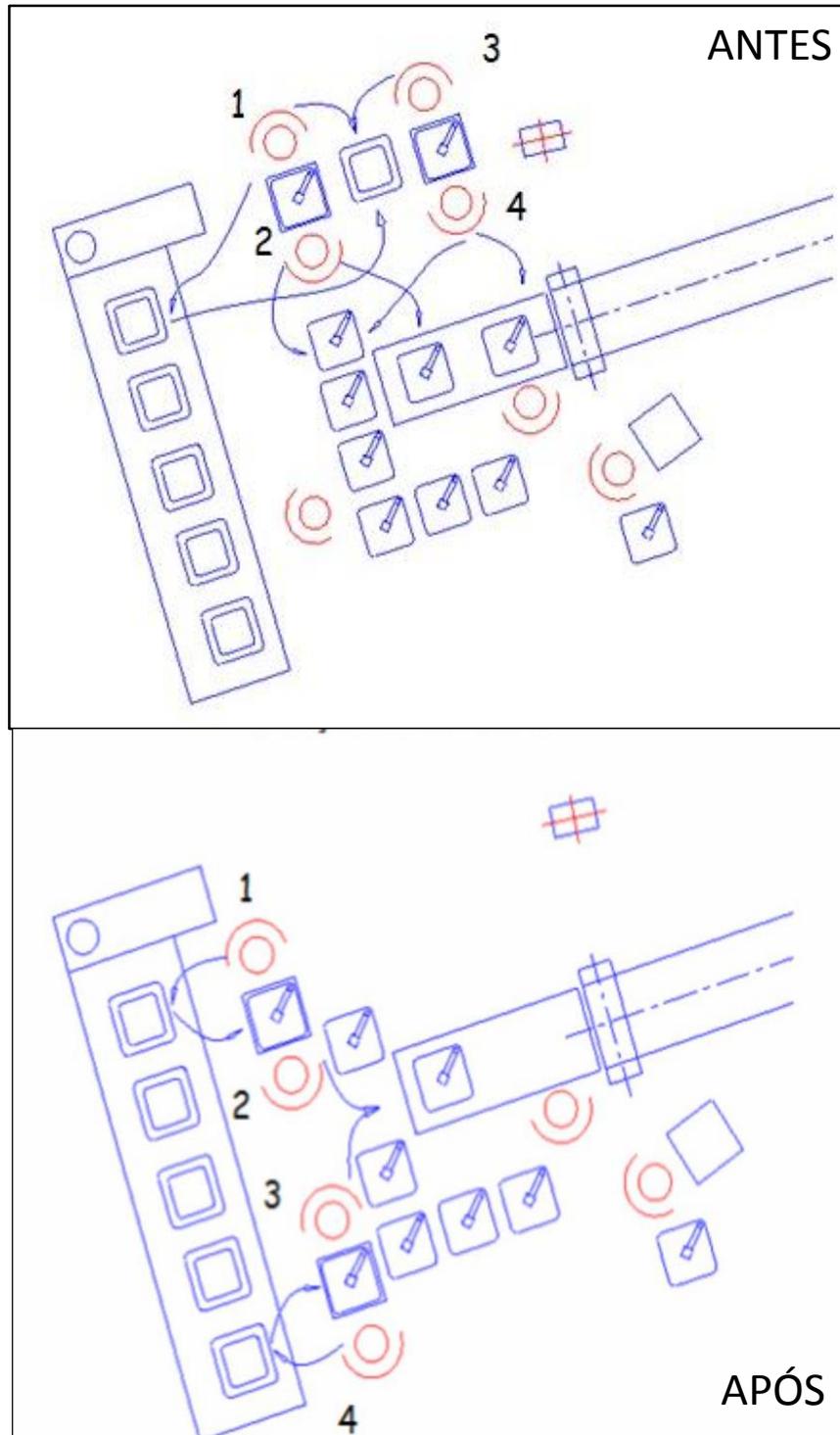
OBSERVAÇÕES:

OPERADOR 1 E 4) – Pegar as tampas e dispor na bancada

OPERADOR 2 E 3) – Posicionar Cuba na bancada para montagem das Tampas e em seguida, dispõe na esteira de montagem.

4.2.1 Comparativo entre Layout(s)

Figura 12 – Comparação dos Layouts ANTES e APÓS melhorias.



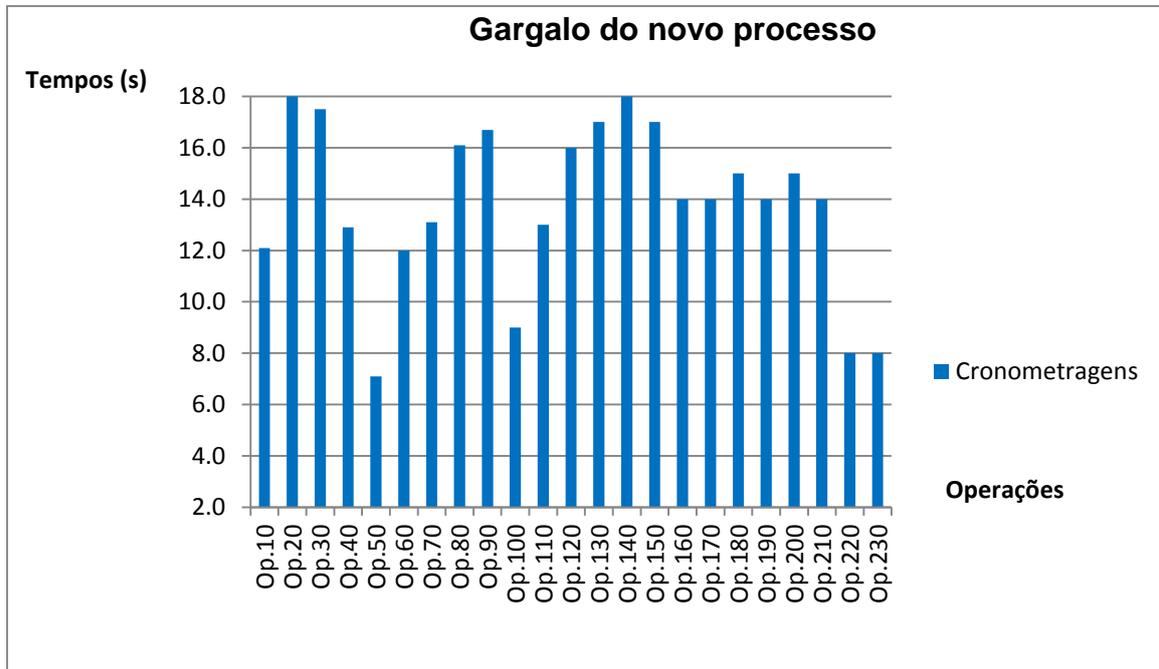
Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.2 Registros de dados e tempos com as melhorias implementadas

Figura 13 – Planilhas de dados.

FOLHA DE ANÁLISE DE CRONOMETRAGEM														
										MATA xx/xx/xxxx	DESCRIÇÃO: XXXXXX			
										C. Carta	DESCRIÇÃO: XXXXXX			
OP.	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média (segundos)		
10	Posicionar Suporte + arruelas (4x) no tirante do motor	12,1	12,6	11,4	11,8	12,5	12,1	11,9	12,2	11,5	12,6	12,1		
20	Parafusar porcas (4x) travando conjunto da PRIM-10	18,6	17,5	18,1	17,4	18,6	18,1	17,8	18,5	17,4	18,0	18,0	GARGALO	
30	Posicionar cabeaço elétrico na Tampa	17,2	17,8	17,5	18,2	16,4	16,8	18,1	17,6	16,9	18,3	17,5		
40	Parafusar Temporizador Painel (2 parafusos)	12,5	13,9	12,2	13,6	12,4	13,0	12,0	12,7	13,4	13,0	12,9		
50	Colocar proteção nas Mangueiras de saída d'água	6,9	7,2	7,5	7,9	7,3	7,2	7,0	6,8	6,5	6,7	7,1		
60	Aplicar etiqueta de instruções no Painel	11,5	12,5	12,3	11,7	11,9	11,4	12,3	11,8	11,9	12,5	12,0		
70	Recortar orifício da Cuba para travamento da Tampa Fixa	12,9	13,4	13,8	13,7	13,1	12,7	12,5	13,1	13,4	12,8	13,1		
80	Aplicar etiqueta nível d'água	15,8	16,3	16,7	15,9	16,8	16,3	15,9	15,7	15,4	15,7	16,1		
90	Apanhar Tampas e dispor na bancada	5,0	5,2	4,9	5,0	4,3	4,5	4,2	4,6	4,4	5,0	4,7		
	Apanhar Cuba dispor na bancada e montar Tampa	11,7	11,9	12,3	12,4	11,6	12,0	12,2	12,1	11,8	12,3	12,0		
	Soma dos tempos	16,7	17,1	17,2	17,4	15,9	16,5	16,4	16,7	16,2	17,3	16,7		
100	Parafusar Tampa na Cuba (02 parafusos)	8,8	9,4	8,5	9,4	9,1	8,7	8,9	9,5	9,0	8,7	9,0		
110	Soldar conjunto Tpa Móvel e Cuba	12,8	13,4	13,5	12,8	12,7	12,7	12,9	13,4	12,8	13,0	13,0		
120	Posicionar e Travar Hélice batidora	15,5	16,5	15,8	16,3	16,0	15,0	15,6	16,4	16,3	16,7	16,0		
130	Montar Polia do motor utilizando trava modelo "R"	17,5	17,3	16,8	16,8	17,0	16,8	16,9	17,2	16,6	17,3	17,0		
140	Parafusar conjunto PRIM-20 no conjunto OP-40 (04 parafusos)	18,6	18,4	18,7	17,4	17,7	18,0	17,7	17,9	17,8	18,0	18,0	GARGALO	
150	Conectar Cabeaço elétrica	17,0	16,8	16,9	16,7	17,0	16,7	16,4	17,7	17,4	17,6	17,0		
160	Parafusar Base	13,8	14,4	14,5	13,8	13,7	13,7	13,9	14,4	13,8	14,0	14,0		
170	Montar Painel de controle e Cabeaço elétrica	13,7	14,2	14,4	13,5	14,0	14,3	13,5	14,5	13,8	14,4	14,0		
180	Aplicar etiqueta INMETRO	15,0	15,3	14,8	14,9	15,2	15,4	15,0	14,8	14,9	14,7	15,0		
190	Aplicar etiqueta Informativa	13,7	14,0	14,3	13,9	14,1	14,1	13,8	14,6	13,8	14,0	14,0		
200	Aplicar etiqueta decorativa	14,6	15,0	14,9	14,9	15,3	15,1	15,0	15,3	14,8	15,0	15,0		
210	Posicionar Tampa Móvel e trava com click do Painel	14,3	14,2	13,7	13,8	14,5	13,7	14,3	13,8	14,0	14,0	14,0		
220	Inspção de funcionamento	8,2	7,8	8,0	7,7	7,9	7,7	8,1	8,2	8,3	7,8	8,0		
230	Embalar	8,0	8,2	7,9	7,7	8,2	7,4	8,4	8,1	7,9	8,0	8,0		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 – Gráfico novo Processo antigo

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.3 Números de ciclos a serem cronometrados

Figura 15 – Quadro de leituras

LEITURAS INDIVÍDUAS EM SEGUNDOS (X)	QUADRADO DAS LEITURAS INDIVÍDUAS (X) ²
16,7	278,9
17,1	292,4
16,0	256,0
17,9	320,4
15,9	252,8
16,5	272,3
16,8	282,2
17,2	295,8
16,2	262,4
17,0	289,0
$\Sigma X = 167,3$	$\Sigma X^2 = 2802,2$
N = 10	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplicando os valores na fórmula (Figura 4):

$$N' = \left[\frac{40 \cdot \sqrt{N \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Temos:

$$\sum X = 167,3$$

$$\sum X^2 = 2802,2$$

$$N = 10$$

Temos $N' = 1,86$ tomadas com arredondamento para $N' = 2$

Como pegamos número superior $N = 10$, não são necessárias mais amostragens.

4.2.4 Determinação do tempo padrão

- Determinação do tempo padrão: Uma vez obtidas as n cronometragens válidas, deve-se: - Calcular a média das várias cronometragens, obtendo-se o tempo cronometrado (TC), ou tempo médio (TM);

Calcular o tempo normal (TN): $TN = TC$ (figura 10) $\times V$

$V =$ Velocidade também denominada ritmo

$$TN = 16,7 \times 1,0$$

TN = 16,7 segundos

Calcular o tempo padrão (TP): $TP = TN \times FT$ (MARTINS, 2005).

$FT =$ Fator de tolerâncias

$$TP = 16,7 \times 1,2$$

TP = 20,04 segundos

4.2.5 Cálculo do número peças/hora (Q = Quantidade)

1 hora = 3600 segundos

TP = 20,04 segundos

$Q = 3600 / 20,04$

Q = 179,64 peças / hora

Q anterior = 171 peças / hora

Ganho = $(Q - Q \text{ anterior}) / Q$

Ganho = $(179,64 - 171) / 171$

Ganho = 5%

Figura 16 – Gráfico referente ao nº peças/hora.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.6 Análise final das planilhas de dados

Analisando a planilha de dados (figura – 6) e comparando com a planilha de dados (figura – 11), podemos observar no “gargalo” que antes era na Op-90 de 21 segundos, passou para as operações Op-20 e Op-160, ambas com 18 segundos, demonstrando que o trabalho faz parte de uma melhoria contínua e é cíclico, passando de uma operação à outra.

CONCLUSÃO

O uso das ferramentas da Engenharia de Métodos é de grande aplicabilidade nas empresas, pois ampliam a visão dos gestores quanto às operações, facilitando a melhoria ou a eliminação de processos.

Através deste estudo é possível concluir que é de grande importância a função da Engenharia de Métodos nas empresas e neste em específico, não foi necessário nenhum investimento financeiro, para o atingimento da meta.

Podemos perceber que sem a aplicação dos estudos de tempos e métodos, a empresa não tem números reais do que está ocorrendo em sua produtividade.

Com a utilização da cronometragem foi possível definir o tempo padrão real para cada etapa do processo e estudo dos tempos, enquanto que com a cronoanálise tratou – se as observações das melhorias possíveis deste estudo de tempo aplicado ao setor em análise.

Com os estudos dos tempos verificou – se que a de composição das operações possibilita eliminar movimentos desnecessários e ainda simplificar, racionalizar ou fundir os movimentos úteis, proporcionando economia de tempo e esforço do operário

Foi observado que quando o trabalhamos a gestão de qualidade acompanhada de os estudos da engenharia de métodos observamos uma melhora contínua dos processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANIS, G. C. A Importância dos Estudos de Tempos e Métodos para Controle da Produtividade e Qualidade.

ANJOS, M. A. dos. Aplicação da análise envoltória de dados (DEA) no estudo da eficiência econômica da indústria têxtil brasileira nos anos 90. 2005. 239 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Programa de Pós - Graduação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

BARNES, Ralph Mosser. Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho. 6 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1977.

BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. An evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation*, v. 21, n. 2, p. 67-77, 2001.

BIASCA, Rodolfo. Resizing: reestruturando, replanejando e recriando a empresa para conseguir competitividade. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995.

BRAGA, Ruy. A vingança de Braverman: o infotaylorismo como contratempo In ANTUNES, Ricardo e BRAGA, Ruy (org.). *Infoproletários*. São Paulo: Boitempo, 2009.

ABURON, J. Aplicação do controle estatístico de processo em uma indústria do setor metal-mecânico: um estudo de caso. Artigo, XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC Controle da Qualidade Total (no ensino japonês). Rio de Janeiro: RJ, 1994.

CAMPOS, Lucila Maria de Souza (2008). *Introdução à Engenharia de Produção*, Ed. Abepro.

CAMPOS, V. F. *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*. Belo Horizonte:

Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CAMPOS, V.F., Gerenciamento pelas Diretrizes, Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1995.

CARVALHO, D.F.; MONTEBELLER, C.A.; FRANCO, E.M.; VALCARCEL, R.; BERTOL, I. Padrões de precipitação e índices de erosividade para as chuvas de Seropédica e Nova Friburgo-RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.1, p.7-14, 2005.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. *Administração da produção e operações para vantagens competitivas*. 11. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

CHIAVENATO, Idalberto. *Administração de empresas: uma abordagem contingencial*. São Paulo: Mc Graw Hill, Ltda., 1987

COLE, M. The zone of proximal development: where culture and cognition create each other. Em J.V. Wertsch *Culture, Communication, and Cognition: Vygotskian Perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

CONTADOR, José C. et al. *Gestão de operações, a Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa*. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

COSTA, Nilson do R., *Estado e políticas de saúde pública (1989-1930)*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (IUPERJ). Rio de Janeiro, março, 1983, 1972p.

CRONÔMETRO DIGITAL – Modelo YP2151/8P Technos. Disponível em <<http://www.metrologia.com.br/produto/6916011/Cronometro-digital-1-100-segundos-Technos-YP2151-8P>> .Acesso em: 06/10/2015.

CROSBY, P. B. *Qualidade é investimento*. 5 ed. Rio de Janeiro: José Olímpio, 1992.

CUNHA, M. P., FONSECA, J. M., GONÇALVES, F. (Eds.) *Empresas, caos e*

complexidade: gerindo à beira de um ataque de nervos. Lisboa: RH Editora, 2001b.

DEMING, W. E, Qualidade: a revolução da administração. Ed. Marques Saraiva, 1990.

DIGROCCO, Jesner Ricardo. Ferramentas da Qualidade. Administradores, São Paulo, 19, nov. 2008. Disponível em <http://www.administradores.com.br/comunidades/ferramentas_da_qualidade/395/>. Acesso em: 10/09/2015.

FEIGENBAUM, Armand V. Controle da qualidade total: gestão e sistemas. São Paulo: Markon, 1994.

FURLANI, Kleber. Estudos de Tempos e Métodos. Disponível em: Acesso em: 23 set 2015.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. Administração da produção e operações. 8. ed. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. São Paulo: Thomson, 1999.

GILBRETH, F. W. & GILBRETH L. M. (1917). Applied Motion Study. New York: Sturgis and Walton.

GOUNET, T. Fordismo e toyotismo na civilização do automóvel. São Paulo: Boitempo, 1999.

GRAHAM, Morris, LEBARON, Melvin. The horizontal revolution. San Francisco: JosseyBass, 1994.

HARRINGTON, H. J. Business Process Improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness. New York: McGrawHill, 1991.

HINES, P.; TAYLOR, D. (2000) Going Lean. A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK.

HRONEC, S. M., Sinais vitais: usando medidas do desempenho da qualidade, tempo

e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa. São Paulo: Makron Books, 1994.

INDEZEICHAK, V. Análise do Controle Estatístico da Produção para empresa de pequeno porte: Um estudo de caso. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2005.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

JURAN, J.M. The Upcoming Century of Quality. In: "Quality Progress". 29-37. 1994

JURAN, J. M., *A Qualidade desde o Projeto*. São Paulo. Ed. Pioneira, 1992.

JURAN, J. M. – *Controle da Qualidade (Handbook)* – São Paulo: 4ª edição – Editora Makron Books, 1991.

JURAN, J.M., *Juran planejando para a qualidade*. São Paulo: Editora Pioneira, 1990.

KUME, H. *Métodos estatísticos para melhoria da qualidade*. 11. ed. São Paulo: Editora Gente, 1993. 245 p.

LEME, R. A. S. *A história da Engenharia de Produção no Brasil*. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 3., São Paulo. Anais... São Paulo, 1983.

LEME, R. A. S. *Engenharia de Produção e administração industrial*. In: CONTADOR, José Celso. *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da empresa*. Fundação Carlos Alberto Vanzolini. São Paulo: Edgard Bluncher, 1997.

LIDÓRIO, Cristiane F. *Curso Técnico de Moda e Estilismo. Módulo 1. Tecnologia da Confecção*. Araranguá, 2011.

LOVEJOY, William S. *Integrated operations: a proposal for operations management teaching and research*. *Production and Operations Management*, v.7, n.2, p. 106 –

124, Summer 1996.

MARSHALL JUNIOR, I.; CIERCO, A. A.; ROCHA, A. V.; MOTA, E. B.; LEUSIN, S. Gestão da Qualidade. 8ª edição. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARTINS, M.E.A. Aplicação da ferramenta controle estatístico de processo em uma indústria de embalagens. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Industrial) – Gerência de Pesquisa e Pós-Graduação. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAYNARD, H. B. Manual de engenharia de produção. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

MEREDITH, J. R.; SHAFER, S. M. Administração da produção para MBAs. Porto Alegre: Bookman, 2002.

MESQUITA, B., & ELLSWORTH, P. C. (2001). The role of culture in appraisal. In K. R. Scherer, & A. Schorr (Eds.), *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research* (pp. 233–248). New York: Oxford University Press.

MEYERS, F.E. – Motion and Time Study: for lean manufacturing – New Jersey 2ª edição – Editora Prentice Hall, 1999

MONKS, J. G. Administração da produção. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MONTGOMERY, D. C. Introdução ao controle estatístico da qualidade. 4. ed. Rio de

Janeiro: LTC, 2004. 513 p.

MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. São Paulo: Pioneira, 1993.

MURRAY, David (1978). Chapters in the history of bookkeeping accountancy and commercial arithmetic. Arno Press. Nova Iorque.

NEELY, A., Richards, H., Mills, J., Platts, K., Bourne, M., Designing performance measures: a structured approach. International Journal of Operations and Production Management, v. 17, n. 11, p. 1131-1152, 1997.

OHNO, T. *O sistema Toyota de produção – além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PALADINI, E.P. Avaliação estratégica da qualidade. São Paulo: Atlas, 2002. 246 p.

PALADINI, Edson Pacheco. Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

PERBONI, Fábio. Análise do controle de produção através da cronoanálise, visando melhorias produtivas em uma empresa de esquadrias de madeira. 2007. 54f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração)-Universidade do Contestado (UNC), Caçador, 2007.

PIMENTEL, D., Gardner, J. B., Bonnifield, A. J., Garcia, X., Grufferman, J. B., Horan, C. M., Rochon, E. T., Schlenker, J. L., and Walling, E. E. (2009). Energy Efficiency and Conservation for Individual Americans. Environment, Development and Sustainability. doi:10.1007/s10668-007-9128-x.

RADOS, G.J.V. et al. Texto das aulas da disciplina Gestão de Serviços [04

jul/13set2001]. Florianópolis: UFSC, [s.d.].

RAMOS, A.W. CEP para processos contínuos e em bateladas. São Paulo: Fundação Vanzolini, 2000.

RIGGS, James L. (1987). Production Systems: planning, analysis, and control. 4ª ed. New York: John Wiley

RODRIGUES, D (org.). Inclusão e educação: Doze olhares sobre a educação inclusiva. São Paulo: Summus, pp. 299-318, 2006.

RODRIGUES, M. V. C. DE; AMORIM, T.A.A., Uma investigação da qualidade nas organizações brasileiras. Revista Brasileira de Administração Contemporânea, João Pessoa, v. 1, n. 9, p. 262-285, 1995.

ROONEY, J.; HOPEN, D. On the trial to a solution: part 2 – what is in? what is out? Defining your problem. The Journal for Quality and Participation, Vol. 27, No. 4, 2004.

ROSÁRIO, M. B. do. Controle estatístico de processo: um estudo de caso em uma empresa da área de eletrodomésticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) – Departamento de pós-Graduação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

SANT'ANA, R. S. O desafio da implantação do projeto ético-político do Serviço Social. Serviço Social & Sociedade (São Paulo), ano XXI, n.62, p.73-92, 2000.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Introdução a uma ciência pós-moderna. 3. ed. Rio de Janeiro: Graal, 2000.

SCHUMPETER, Joseph. A. Teoria do Desenvolvimento Econômico, 3ª edição, São Paulo: Editora Nova Cultura Ltda. 2004, 168 p.

SHINGO, S. *O sistema Toyota de produção* – do ponto de vista de Engenharia de Produção. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996

SOUTO, M. S. M. Lopes. Apostila de Engenharia de métodos. Curso de

especialização em Engenharia de Produção – UFPB. João Pessoa. 2002.

STEVENSON W. J. (2001) Administração das Operações de Produção, Rio de Janeiro: Editora LTC; 2001.

TAKASHIMA, Newton Tadachi – Indicadores da Qualidade e do Desempenho, Rio de Janeiro – Editora Qualitymark, 1999.

TAYLOR, F. W. Princípio de administração científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1995.

TOLEDO Jr, I.F.B.; KURATOMI, S. Cronoanálise base da racionalização, da produtividade da redução de custos. 3. ed. São Paulo: Itycho, 1977.

TOLEDO Jr., Itys – Fides B. Cronoanálise: Base da racionalização, da produtividade, da redução de custos. 11. ed. São Paulo: O&M, 1989.

TOLEDO, I.F.B. – Cronoanálise – Mogi das Cruzes SP 8º edição – Assessoria Escola Editora, 2004. TOLEDO, I.F.B. – Tempos & Métodos – Mogi das Cruzes SP 8º edição – Assessoria Escola Editora, 2004.

WERKEMA, M.C.C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG; Fundação Christiano Ottoni, 1995. 108 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A mentalidade enxuta nas empresas*. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

YUKI, Mauro Mitio. Controle da qualidade total (TQC), Florianópolis: fita de vídeo contendo palestra proferida em 1998 para pós-graduandos da UFSC, em Engenharia.