

**MELHORIA DO TEMPO-PADRÃO DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE MONTAGEM  
DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Juliana Martins da Cruz

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA  
DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Aprovada por:

---

Prof.<sup>a</sup> Eliane da Silva Chirsto, D.Sc.

---

Prof. Roberta Pereira Nunes, D.Sc.

---

Prof. Marcos Martins Borges, D.Sc.

JUIZ DE FORA, MG - BRASIL  
NOVEMBRO DE 2008

CRUZ, JULIANA MARTINS

Melhoria do Tempo-Padrão de Produção  
em uma Indústria de Montagem de  
Equipamentos Eletrônicos.

[Juiz de Fora] 2008

VI, 38P. 29,7 cm (EPD/UFJF, Graduação,  
Engenharia de Produção, 2008)

Monografia - Universidade Federal de Juiz  
de Fora, Departamento de Engenharia de  
Produção.

1- Melhoria de Processos

I - EPD/UFJF II – Título/serie

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia de Produção.

## **MELHORIA DO TEMPO-PADRÃO DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE MONTAGEM DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS**

Juliana Martins da Cruz

NOVEMBRO/2008

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Eliane da Silva Chirsto, D. Sc.

Curso: Engenharia de Produção

Este trabalho trata de uma proposta de aplicação do estudo de tempos, dando capacidade para a determinação de sistemas e métodos de trabalho, determinando o método ideal ou o que mais se aproxima do real para ser usado na prática. O trabalho traz a importância da definição do melhor método de realização da tarefa e sua padronização. Apresenta um estudo de caso em uma empresa de montagem de equipamentos eletrônicos; dando exemplos e utilização da melhoria de operações com a implementação de novas ferramentas e métodos de trabalho. O trabalho utiliza de Gráficos de Controle para comprovar os benefícios alcançados com a melhoria dos métodos.

**Palavras-chaves:** métodos, padronização, tempo padrão, controle de produção.

Abstract of work presented to Department of Production Engineering as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Industrial Engineering.

**IMPROVING THE STANDARD TIME FOR PRODUCTION IN AN INDUSTRY OF ASSEMBLY  
OF ELECTRONIC EQUIPMENT**

Juliana Martins da Cruz

NOVEMBER/2008

Advisor: Eliane da Silva Chirsto, D. Sc.

This work deals with a proposal for implementation of the study from time, giving ability to establish systems and methods of work, determining the optimal method or the closest to the real to be used in practice. The work brings the importance of defining the best method of carrying out the task and its standardization. It presents a case study on one company for the assembly of electronic equipment, giving examples of the use and improvement of operations with the implementation of new tools and methods of work. The work uses graphs of Control to demonstrate the benefits achieved through improved methods.

**Keywords:** methods, standards, standard time, control of production

## Sumário

|   |    |
|---|----|
| Capítulo I .....                                      | 1  |
| INTRODUÇÃO .....                                      | 1  |
| 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....                       | 1  |
| 1.1 OBJETIVOS.....                                    | 1  |
| 1.2 JUSTIFICATIVAS .....                              | 1  |
| 1.3 ESCOPO DO TRABALHO OU CONDIÇÕES DE CONTORNO ..... | 2  |
| 1.4 METODOLOGIA .....                                 | 2  |
| Capítulo II .....                                     | 3  |
| FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....                           | 3  |
| 2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....                             | 3  |
| 2.2 MELHORIA DOS PROCESSOS .....                      | 3  |
| 2.3 MÉTODO DE TRABALHO .....                          | 4  |
| 2.4 TEMPO PADRÃO .....                                | 5  |
| 2.5 COLETA DE DADOS .....                             | 6  |
| 2.6 PROCESSO DE CÁLCULO DO TEMPO PADRÃO .....         | 6  |
| 2.7 CAPACIDADE DE PROCESSOS .....                     | 7  |
| 2.8 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO .....            | 8  |
| 2.8.1 Histogramas .....                               | 8  |
| 2.8.2 Folha de Controle ou Folha de Verificação.....  | 9  |
| 2.8.3 Gráfico de Pareto .....                         | 9  |
| 2.8.4 Diagrama de causa-e-efeito .....                | 10 |
| 2.8.5 Diagrama de concentração de defeito .....       | 11 |
| 2.8.6 Diagrama de dispersão .....                     | 12 |
| 2.8.7 Gráfico de controle .....                       | 12 |
| 2.9 INTERPRETAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE.....         | 13 |
| 2.9.1 Variabilidade .....                             | 13 |
| 2.9.2 Elementos de um Gráfico de Controle.....        | 14 |
| 2.10 ESTUDO DE TEMPO .....                            | 15 |
| 2.10.1 Tempo Padrão.....                              | 15 |
| Capítulo III .....                                    | 16 |
| O ESTUDO DE CASO .....                                | 16 |
| 3.1 O SETOR DE PRODUÇÃO ELETRÔNICA.....               | 16 |
| 3.2 A PROVEU INDÚSTRIA ELETRÔNICA.....                | 16 |
| 3.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO DA PROVEU .....               | 18 |
| 3.4 A PRODUÇÃO DA PROVEU.....                         | 18 |

|     |   |                    |
|-----|---|--------------------|
| 3.5 | ÁREA DE COLETA DE DADOS .....                                       | 27                 |
| 3.6 | MÉTODOS UTILIZADOS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE PROCESSO .....          | 27                 |
| 3.7 | RESULTADOS ALCANÇADOS .....   | 30                 |
|     | Capítulo IV.....  | 34                 |
|     | CONCLUSÃO.....  | 34                 |
|     | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....                                    | 35                 |
|     | ANEXOS: .....   | 38                 |
|     | ANEXO I – Procedimento de Preenchimento de Ordens de Produção ..... | 38                 |
|     | ANEXO II – Resumo da Base de Dados.....                             | <a href="#">38</a> |

# Capítulo I

## INTRODUÇÃO

### 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

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 ao cliente 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)

Uma forma de controle da padronização do processo é através do estudo do tempo. De acordo com Slack et.al (2002), o estudo de tempo é uma 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.

#### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é comprovar, através do cálculo de tempos de produção, os resultados alcançados devido à mudanças de melhoria do processo.

#### 1.2 JUSTIFICATIVAS

Se um produto deve corresponder às exigências do cliente, deve, em geral, ser produzido por um processo que seja estável ou replicável. Mais precisamente o processo deve ser capaz de operar com pequena variabilidade em torno das dimensões-alvo ou nominais das características de qualidade do produto. O controle estatístico do processo é uma poderosa coleção de ferramentas (este trabalho utilizará principalmente a ferramenta gráficos de controle) de resolução de problemas útil na obtenção de estabilidade do processo e na melhoria da capacidade através da redução da variabilidade. Dessa forma, esse trabalho trata da estabilidade do processo através do monitoramento do tempo de produção de cada operador para determinada operação, identificando as possíveis influências de causas comuns ou especiais que possam alterar a qualidade e a capacidade de produção, dizendo respeito à sua uniformidade de produção.

A importância deste controle levou à escolha deste tema, que trará a quantificação da variabilidade do processo, para análise em relação às exigências ou especificações do produto, para ajudar o desenvolvimento e a fabricação com eliminação ou redução dessa variabilidade, sempre acompanhando o controle do processo, visando qualidade e produtividade.

### **1.3 ESCOPO DO TRABALHO OU CONDIÇÕES DE CONTORNO**

É definido como escopo do projeto a análise de melhorias de processo com a implementação de novas ferramentas.

### **1.4 METODOLOGIA**

Para a realização deste trabalho foi realizada uma etapa de pesquisa bibliográfica através de auxílio do orientador.

Paralelo a isto foi feita a coleta de dados na operação de montagem de cabos do bloco transformador. Esta coleta de dados envolve o tempo gasto para esta etapa da montagem do relógio de ponto. O objetivo é obter os indicadores de qualidade e produtividade da tarefa, que a princípio foi tratado com a utilização do Microsoft Excel.

Após realizada a análise os resultados foram comparados, buscando demonstrar os ganhos com a melhoria do processo.



## Capítulo II

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Para se reduzir a influência de variáveis nos processos de produção, a padronização das tarefas operacionais é uma atividade condicional à efetiva implantação do Controle Estatístico do Processo (CEP). Em outras palavras, a mão-de-obra (causa), para a maioria dos processos, exerce grande influência sobre a qualidade do produto (efeito) e a "padronização das tarefas operacionais", nesta metodologia, é uma ferramenta gerencial utilizada para reduzir a variabilidade deste fator de manufatura antes da prática efetiva do CEP, garantindo a estabilidade do processo em relação a esta variável.

A eficiência da padronização dos métodos operacionais pode ser assim explicada: quanto mais adequados forem os métodos de trabalho e executados da mesma forma por diferentes pessoas menor será a parcela da variabilidade da mão-de-obra na variação total do processo. No entanto, na prática, os métodos de trabalho nem sempre são adequados, e mesmo quando razoavelmente adequados, apresentam diferenças quando executados por diferentes pessoas na mesma máquina ou posto de trabalho. Estas diferenças podem ocorrer em diferentes turnos de trabalho, ou até mesmo dentro do mesmo turno quando é praticada a rotatividade de pessoas em diferentes postos de trabalho. O fato é que os métodos não adequados ou diferenças entre os mesmos são os fatores responsáveis pelas variações no processo devidas a causas especiais, representada por falhas operacionais.

Assim, a aplicação da "padronização das tarefas operacionais" tem como objetivo básico a confecção dos procedimentos relativos as tarefas operacionais, garantindo a repetibilidade de sua prática, e reduzindo de forma significativa a variação da mão-de-obra na variação total do processo. Em outras palavras, a padronização é uma atividade essencial quando a intenção é garantir repetibilidade e consistência nos resultados.

Como meio para comprovação da eficiência da **Melhoria dos Processos**, o **CEP** pode utilizar a **Coleta de Dados** referentes ao tempo gasto para o desenvolvimento das atividades referentes ao processo, fazendo comparações ao **Tempo Padrão** para diferentes situações.

### 2.2 MELHORIA DOS PROCESSOS

A maior produtividade é conseqüência da organização e da utilização de medidas adequadas para a realização do trabalho. Produzindo com produtividade são obtidos produtos de boa qualidade com menor preço de custo, em menos tempo e em maior quantidade. Isso é conseguido graças ao desempenho do trabalhador, à utilização de métodos corretos e também com a aquisição de ferramentas que facilite e agilize a função desempenhada.

A produção é o aspecto da produtividade que indica a quantidade de produtos fabricados numa determinada unidade de tempo. Suponhamos, por exemplo, que numa certa fábrica sejam produzidas dez bicicletas por hora. Esse fato refere-se à produção. Já a produtividade é algo mais do que isso. Pode ser que as bicicletas não apresentem boa qualidade e que seu custo seja alto. Houve produção mas não houve produtividade. A produtividade é de muita importância para toda a nação. Em primeiro lugar, ela beneficia os usuários do produto ou serviço porque eles são atendidos com boa qualidade e a baixo custo. Beneficia também a empresa, que consegue manter-se ativa graças aos lucros obtidos. E ainda beneficia o funcionário, possibilitando-lhe permanência na empresa e progresso profissional. Dessa forma, podemos concluir que a produtividade é um dos principais meios para o progresso da nação, uma vez que beneficia a todos e ajuda o desenvolvimento social e econômico.

A simplificação do trabalho constitui outro meio que favorece diretamente a produtividade. Essa simplificação se relaciona com a melhoria de um método de trabalho, seja ele de natureza científica ou simplesmente surgido da prática. Simplifica-se com o objetivo de aumentar a produtividade. Para isso, o método passa por alterações de modo que o trabalho se torne:

- mais simples
- mais barato
- menos fatigante
- mais rápido
- com melhor qualidade

Na técnica de simplificação do trabalho são usados os próprios recursos humanos e materiais da empresa e poucos recursos financeiros. Para a melhoria de método de trabalho, a simplificação dá resultados altamente compensadores. Essa melhora só modifica o método existente e não pode modificar as características de projeto ou processos que são de competência de outro departamento. (COSTA, 2000)

### **2.3 MÉTODO DE TRABALHO**

Para Costa (2000), se um trabalho simples for distribuído a diversas pessoas sem que se indique a elas o método a ser usado, talvez cada pessoa use um modo diferente para fazer sua tarefa. Como consequência, os trabalhos poderão ser feitos em tempos diferentes, com custo e qualidade variados. O que lhes falta, então, é um método de trabalho.

Método de trabalho é um conjunto de princípios, procedimentos e técnicas, adotado para se fazer algo, ou a maneira como se trabalha. (COSTA, 2000)

Para adotar um método simplificado de trabalho, é necessário que as pessoas sejam treinadas no seu uso, até se acostumarem com ele e trabalharem de forma entrosada. A

duração do treinamento vai depender dos operários e do nível de dificuldade das mudanças feitas. No início, o emprego de um novo método de trabalho pode causar dificuldades. Isto é normal porque toda mudança na forma de trabalho exige tempo e força de vontade para os operários se adaptarem ao novo método.

É importante que todos os operários usem o mesmo método para racionalizar o trabalho, ou seja, com economia de esforços, de tempo e de materiais, sem prejuízo da qualidade. A simplificação do trabalho liga-se diretamente ao método de trabalho com o objetivo de que ele fique melhor para se alcançar maior produtividade. Portanto, quando vamos simplificar um trabalho, só vamos modificar o modo como se trabalha, podendo ser utilizado a troca de equipamentos velhos, a revisão de projetos etc.

#### **2.4 TEMPO PADRÃO**

O tempo padrão é um recurso que permite analisar a capacidade produtiva de um processo levando-se em consideração uma série de aspectos presentes na realidade de uma rotina de trabalho que têm um grande impacto no tempo necessário para fabricação de um produto. Analisar este impacto torna-se imperativo em análises de capacidade de produção, tempo planejado de operação.

O processo de cálculo do tempo padrão, padronizado na literatura, impõe que o analista consulte tabelas, além da aplicação de filtros estatísticos no processo de nivelamento dos tempos coletados. A programação deste processo otimiza o cálculo, além de permitir simular situações diversas, contribuindo em ambientes industriais.

O uso do tempo padrão como forma de analisar a capacidade produtiva de um sistema produtivo está inserido nos princípios e conceitos da Administração Científica, conhecida como Teoria X, que visa aumentar os níveis de produtividade a partir da racionalização do trabalho. A idéia básica da Administração Científica foi baseada no entendimento de que deveria haver um método adequado de se executar uma dada tarefa, a qual deveria ser estudada de tal forma a poder ser realizada com rapidez, segurança e economia.

A determinação do tempo gasto em uma operação deve ser obtida através da análise de uma situação em condições normais de trabalho, ou seja, dentro de uma rotina. Este tempo, além de servir de base para mensurar a capacidade de um sistema produtivo, passa a ser um tempo referencial para o treinamento de novos funcionários que irão desempenhar a operação.

Este tempo passa a ser denominado de tempo padrão. Segundo Junior (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, possuindo uma habilidade média, trabalhando com esforço médio, durante todas as horas do serviço.

Não seria interessante determinar o tempo padrão tendo como base um funcionário de habilidade acima da média, capaz de demonstrar um esforço superior ao normal. Este tipo de situação não representaria a realidade da maioria dos funcionários. Da mesma forma não seria interessante ter como base um funcionário com pouca habilidade, com pouco esforço demonstrado.

Portanto, o tempo padrão deve ser determinado a partir de algumas correções nos tempos coletados.

## **2.5 COLETA DE DADOS**

De acordo com Werkema (2006) os principais objetivos da coleta de dados para o controle da qualidade de produtos e serviços estão relacionados a seguir:

- \_ Desenvolvimento de novos produtos
- \_ Inspeção
- \_ Controle e acompanhamento de processos produtivos
- \_ Melhoria de processos produtivos

Quando for coletar os dados é importante dispô-los de forma clara para facilitar o posterior tratamento. Primeiramente precisa se deixar claro à origem destes dados, como dia da semana, máquinas utilizadas, operários e materiais envolvidos. Quanto mais estratificado a informação melhor será para se gerar a análise destes dados. (SILVA, 2002).

## **2.6 PROCESSO DE CÁLCULO DO TEMPO PADRÃO**

O primeiro passo do processo consiste na determinação das tarefas a serem analisadas. As tarefas devem estar definidas em seus limites, possibilitando uma correta definição dos pontos de batida de cronômetro.

Nesta fase, a reunião de informações sobre o processo (atividades interligadas) pode ser obtida através de um mapeamento do processo (LEAL, 2003). A divisão do processo em unidades menores deve ser realizada até o ponto de detalhamento desejado pelo analista do processo.

Após a prévia definição das tarefas a serem analisadas dentro de um processo, os tempos são levantados. Neste caso, quanto mais freqüente ocorre a coleta de tempos, maior a qualidade do resultado. Alguns tempos podem estar fora da rotina, indicando acontecimentos esporádicos, como queda de algum instrumento, interferência externa, etc. Estes tempos só passam a ser considerados caso estes acontecimentos sejam freqüentes, passando a ser uma característica do processo, caso contrário, eles devem ser eliminados.

Após eliminados os tempos fora dos limites pré-determinados, diz-se que os tempos estão nivelados (SILVA E COIMBRA, 1980).

Com os tempos nivelados, é calculada a média aritmética dos tempos para cada tarefa. Na próxima etapa, chamada de normalização dos tempos, os tempos médios de cada tarefa são corrigidos. De acordo com a observação de pessoas mais experientes no processo em análise, o operador pode ser classificado segundo a habilidade e o esforço demonstrado durante a fase de coleta de tempos. Esta classificação recebe o nome de avaliação de ritmo (SILVA E COIMBRA, 1980).

De acordo com a definição de tempo padrão (JUNIOR, 1989), o operador deve possuir habilidade e esforço médios. Não seria correto estudar o operador ou a pessoa que trabalha muito rapidamente e submeter, como padrão para o grupo, os resultados de tal estudo. Entretanto, o estudo sobre o trabalhador de baixa produtividade pode resultar num padrão “frouxo” e num custo excessivo de mão de obra para o produto.

A avaliação do ritmo depende do julgamento do cronometrista e infelizmente não há maneira alguma de estabelecer-se um tempo padrão para uma operação sem ter que se basear no julgamento do mesmo.

## 2.7 CAPACIDADE DE PROCESSOS

De acordo com Montgomery,(2004) a capacidade do processo diz respeito à sua uniformidade. Obviamente, a variabilidade no processo é uma medida da uniformidade da produção. Há duas maneiras de encarar essa variabilidade:

1. A variabilidade natural ou inerente em um instante específico; isto é, a variabilidade “instantânea”
2. A variabilidade ao longo do tempo

Werkwma (2006) destaca que a capacidade do processo é definida a partir da faixa  $\mu \pm 3\sigma$  (sendo  $\mu$  a média populacional e  $\sigma$  o desvio padrão), a qual é denominada faixa característica do processo. Se o processo estiver sobre controle a suposição de normalidade, 99,73% dos valores da variável  $x$  de interesse devem pertencer a esta faixa. Para estudar capacidade de processo devemos então comparar esta faixa com as especificações.

Como a média populacional  $\mu$  e o desvio padrão  $\sigma$  são desconhecidos, eles deverão ser estimados por meio de dados amostrais para que a capacidade do processo possa ser avaliada.

É importante lembrar que um processo pode estar em controle e ser pouco capaz; ou pode estar fora de controle e ainda assim ser capaz; de modo que não há relação direta e obrigatória entre estabilidade e capacidade, no sentido de que uma implique a outra e vice-versa, embora seja verdade que a causa especial sempre piora (reduz) a capacidade do processo. Essa é uma das razões pelas quais é desejável que o processo seja muito capaz: o

aparente “excesso” de capacidade funciona como margem de segurança, para o caso de ocorrência de causas especiais, principalmente se elas demoram a ser detectadas.

## 2.8 CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO

O Controle Estatístico de Processo (CEP) é uma poderosa coleção de ferramentas de resolução de problemas útil na obtenção da estabilidade do processo e na melhoria da capacidade através da redução da variabilidade (MONTGOMERY,2004).

As ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos de trabalhos.

As sete ferramentas principais são: (MONTGOMERY,2004)

- \_ Apresentação em histogramas ou ramo-e-folhas
- \_ Folha de controle
- \_ Gráfico de controle
- \_ Diagrama de causa-e-efeito
- \_ Diagrama de concentração de defeito
- \_ Diagrama de dispersão
- \_ Gráfico de controle

### 2.8.1 Histogramas

O histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente. (WERKEMA, 2006)

O Gráfico 2.1 apresenta um histograma simétrico ou em forma de sino. Este gráfico comprova que para a situação em que foi coletado os dados, a “amplitude do ruído” tem uma distribuição normal com relação ao número de contagens.

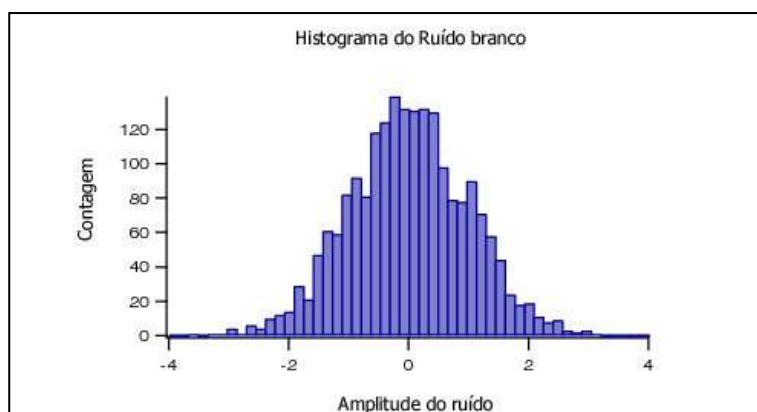


Gráfico 2.1 – Exemplo de histograma (amplitude do ruído x contagem)

Fonte: Werkema 2006

### 2.8.2 Folha de Controle ou Folha de Verificação

Segundo Lins (1993) a folha de verificação é, essencialmente, um quadro para o lançamento do número de ocorrências de um certo evento. A sua aplicação típica está relacionada com a observação de fenômenos. Observa-se o número de ocorrências de um problema ou de um evento e anota-se na folha, de forma simplificada, a sua frequência (tabela 2.2). A tabela 2.2 mostra a concentração de cada tipo de defeito num processo de montagem com uma amostra de 1000 peças.

| Componente: Conjunto ABC          |           | Seção: Linha de montagem   |          |              |             |
|-----------------------------------|-----------|----------------------------|----------|--------------|-------------|
| Processo de trabalho: montagem    |           | Data da produção: 30/03/05 |          |              |             |
| Quantidade produzida: 1.000 peças |           | Inspetor:                  |          |              |             |
| Tipo de defeito                   | Tabulação | Frequência do item         | Class    | % individual | % acumulada |
| Alinhamento                       |           | 12                         | 6º       | 06%          |             |
| Solda                             |           | 21                         | 4º       | 10%          |             |
| Parafuso solto                    | ...       | 68                         | 1º       | 34%          |             |
| Junção                            |           | 15                         | 5º       | 07%          |             |
| Sujeira                           | ...       | 41                         | 2º       | 20%          |             |
| Riscos                            | ...       | 29                         | 3º       | 14%          |             |
| Trinca                            |           | 10                         | 7º       | 05%          |             |
| Rebarba                           |           | 06                         | 8º       | 03%          |             |
| Bolha                             |           | 01                         | 9º       | 01%          |             |
| <b>totais</b>                     |           | <b>202</b>                 | <b>-</b> | <b>100%</b>  |             |

Tabela 2.2 – Exemplo de Folha de Controle

Fonte: Werkema 2006

### 2.8.3 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é um gráfico para indicar qual problema, relacionado com a variabilidade dos dados, deve ser solucionado primeiro a fim de se eliminar defeituosos e melhorar o processo (LOPES, 2000).

Para Pamplona ET AL (2004), de acordo com a Regra de Pareto, 20% de um conjunto de variáveis independentes é responsável por 80% do resultado (Gráfico 2.2).(PAMPLONA at AL, 2004)

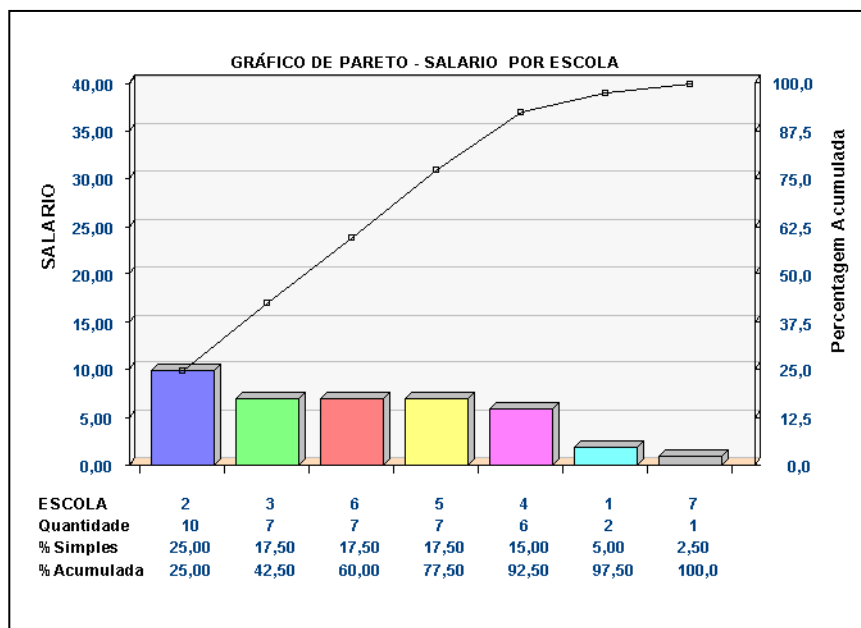


Gráfico 2.2 – Exemplo de Gráfico de Pareto

Fonte: Werkema 2006

O gráfico 2.2 indica que 20% das escolas (escolas 2, 3, 6 e 5) acumulam quase 80% dos salários (77,5%).

#### 2.8.4 Diagrama de causa-e-efeito

Para Lins (1993), é utilizado quando precisamos identificar as causas de um problema. O diagrama permite, a partir dos grupos básicos de possíveis causas, desdobrar tais causas até os níveis de detalhe adequados à solução do problema. Os grupos básicos podem ser definidos em função do tipo de problema que está sendo analisado (Figura 2.1).



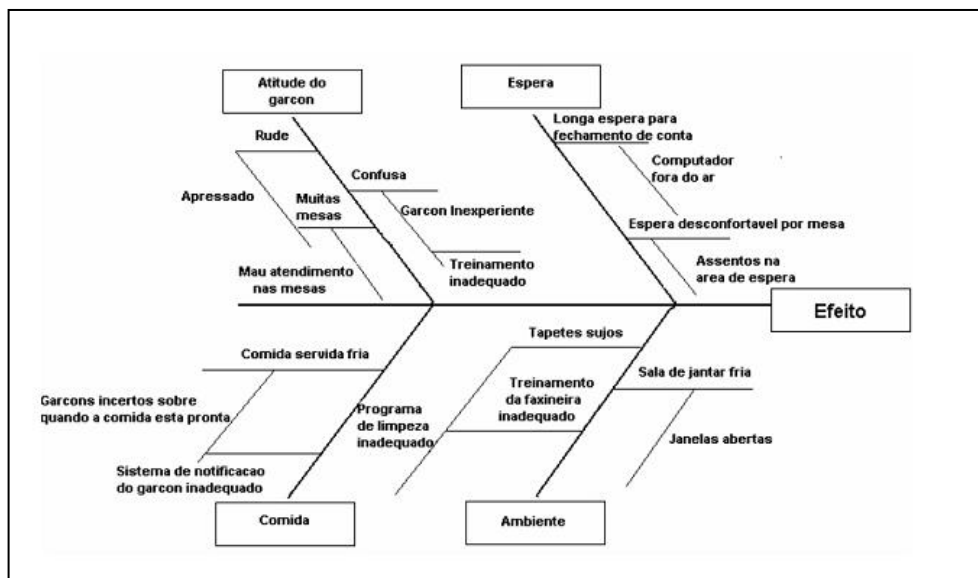


Figura 2.1 – Exemplo de Diagrama de causa e efeito

Fonte: Werkema 2006

A figura 2.1 identifica as possíveis causas para a insatisfação de um cliente de um determinado restaurante; detalhando prováveis ações que podem levar ao efeito indesejado.

### 2.8.5 Diagrama de concentração de defeito

De acordo com Alonso (2005), diagrama de concentração de defeito é um desenho da unidade, mostrando todas as visões relevantes, onde os vários tipos de defeitos são assinalados no desenho. O diagrama serve então para determinar se a localização do defeito na unidade direciona qualquer informação útil sobre a causa potencial dos defeitos. A figura 2.2 exemplifica um diagrama de concentração de defeito, mostrando um circuito eletrônico com pontos de defeito *plotados*. A região em vermelho é onde localiza a maior parte dos defeitos da placa.

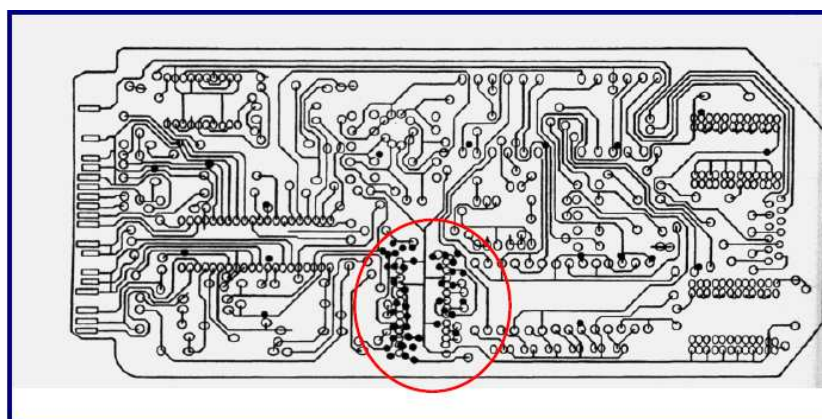


Figura 2.2 – Exemplo de Diagrama de concentração de defeito

Fonte: Werkema 2006

### 2.8.6 Diagrama de dispersão

Montgomery (2004) define diagrama de dispersão como um “gráfico útil para a identificação das relações potenciais entre duas variáveis. Os dados são coletados aos pares sobre as duas variáveis,  $(y_i, x_i)$  para  $i = 1, 2, \dots, n$ . Assim,  $y_i$  é plotado versus  $x_i$ , a forma de um diagrama de dispersão em geral indica que tipo de relação pode existir entre as duas variáveis” (Gráfico 2.3).

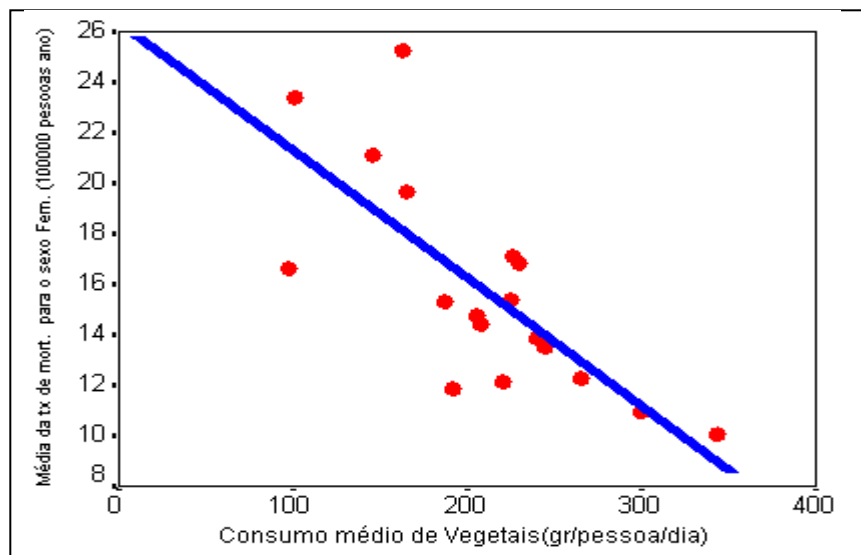


Gráfico 2.3 – Exemplo de Diagrama de Dispersão

Fonte: Werkema 2006

O gráfico 2.3 demonstra claramente a correlação negativa entre o consumo de vegetais e a média da taxa de mortalidade para o sexo feminino. Quanto maior o consumo de vegetais menor se torna a taxa de mortalidade.

### 2.8.7 Gráfico de controle

De acordo com Werkema (2006) os gráficos de controle são ferramentas para o monitoramento da variabilidade e para a avaliação da estabilidade de um processo. O gráfico de controle permite a distinção entre os dois tipos de causas de variação (comuns ou especiais), eles informam se o processo está ou não sob controle estatístico (Gráfico 2.4).

O gráfico de controle a seguir demonstra um processo com duas causas especiais (destacadas em vermelho), caracterizando um processo fora de controle.

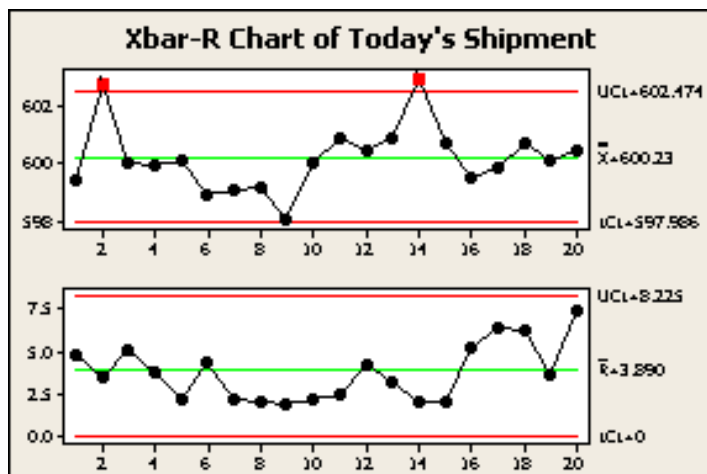


Gráfico 2.4 – Exemplo de Gráfico de controle

Fonte: Werkema 2006

## 2.9 INTERPRETAÇÃO DO GRÁFICO DE CONTROLE

Os gráficos de controle estatístico são meios gráficos que através de uma amostra seqüencial revelam quando um processo se altera e necessita de ação corretiva. Além de oferecer uma exposição visual dos dados que representam um processo, o principal foco do gráfico de controle é a tentativa de separar as causas de variações especiais ou identificáveis das causas de variações comuns ou devidas ao acaso. (ALVES, 2003)

Por ser uma ferramenta de fácil visualização e por possuir recursos que permitem identificar possíveis anormalidades durante o processo, o Gráfico de Controle se tornou a ferramenta mais indicada para ser utilizada no desenvolvimento do trabalho.

### 2.9.1 Variabilidade

Todo produto ou serviço está sujeito a uma variabilidade inevitável devido a variações provenientes de fatores que compõem um processo. De modo geral, podemos dizer que a variabilidade é o resultado de alterações nas condições sob as quais as observações são tomadas. Estas alterações representam as fontes de variações existentes entre matérias primas, condições dos equipamentos, métodos de trabalho, condições ambientais e o fator humano envolvido no processo. Cada um desses elementos (causas de variação) contribui em certo grau na variabilidade do processo. (ALVES, 2003)

Essa variabilidade é consequência de causas comuns ou causas especiais que podem estar agindo sobre o processo. As variações causadas por causas comuns é inerente ao processo considerado e estará presente mesmo que todas as operações sejam executadas empregando métodos padronizados (WERKEMA, 2006). Segundo Montgomery (2004) quando um processo opera apenas com as causas comuns ele está **sob controle estatístico** (Gráfico 2.5).

Montgomery (2004) afirma que as causas especiais de variação surgem esporadicamente, devido uma situação particular que faz com que o processo se comporte de um modo completamente diferente do usual, o que pode resultar em um deslocamento do seu nível de qualidade. (WERKWMA, 2006) Quando um processo opera na presença de causas especiais significa que ele está **fora de controle** (Gráfico 2.6).

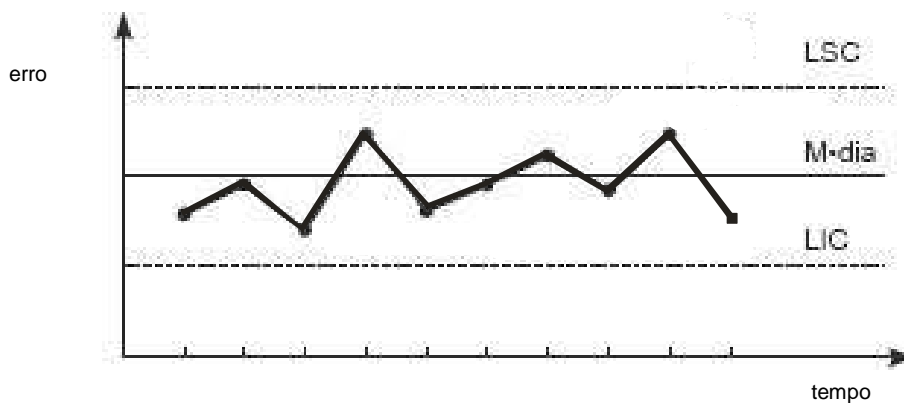


Gráfico 2.5 – Processo sob controle

Fonte: Werkema 2006

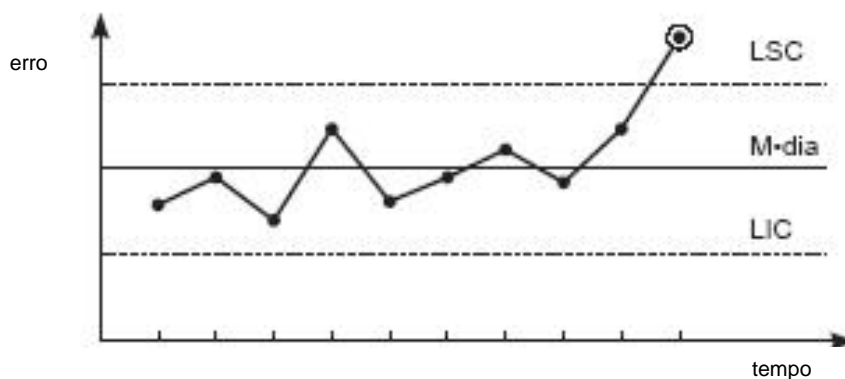


Gráfico 2.6 – Processo fora de controle

Fonte: Werkema 2006

### 2.9.2 Elementos de um Gráfico de Controle

De acordo com Werkema (2006) um gráfico de controle consiste de:

- \_ Uma linha média (LM)
- \_ Um par de limites de controle, representados um abaixo (limite inferior de controle – LIC) e outro acima (limite superior de controle – LSC) da linha média
- \_ Valores da característica da qualidade traçados no gráfico

A especificação dos limites de controle é uma das decisões críticas que devem ser tomadas no planejamento de um gráfico de controle. Ao afastarmos o limite de controle da

linha central, diminuimos o risco de um erro do tipo I – isto é, o risco de um ponto cair fora dos limites de controle, quando nenhuma causa atribuível está presente. No entanto, ao aumentarmos o espaço entre os limites de controle, estaremos aumentando o risco do erro do tipo II – isto é, o risco de um ponto cair dentro dos limites de controle quando o processo está na verdade, fora de controle (MONTGOMERY, 2004).

## **2.10 ESTUDO DE TEMPO**

**2.10** “É uma 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 em um nível definido de desempenho.”(SLACK et AL., 2002)

### **2.10**

#### **2.10.1 Tempo Padrão**

**2.10** Segundo SLACK et AL. A maioria das técnicas de medida do trabalho envolve a divisão do trabalho a ser estudado em elementos. Para cada um desses elementos, são determinados tempos-padrão separados. O tempo padrão do trabalho todo é a soma de todos os tempos-padrão de seus elementos constituintes.

**2.10** Quando se estabelece um tempo-padrão para uma tarefa, o operador deverá executar a operação exatamente como especificada no registro do método padronizado ou na folha de instruções (BARNES,2004).

### **2.10**

### **2.10**

### **2.10**

### **2.10**

## **Capítulo III**

### **O ESTUDO DE CASO**

#### **3.1 O SETOR DE PRODUÇÃO ELETRÔNICA**

A importância crescente da eletrônica na vida do homem moderno, seja como setor econômico, seja como elemento transformador de outras cadeias produtivas, tem sido largamente noticiada. Além disso, a tendência de concentração de parcela cada vez maior do valor dos bens eletrônicos fez com que estes fossem eleitos pelo governo, durante 2003, como setores prioritários para a formulação de uma política industrial, tecnológica e de comércio exterior, ao lado de fármacos e bens de capital.

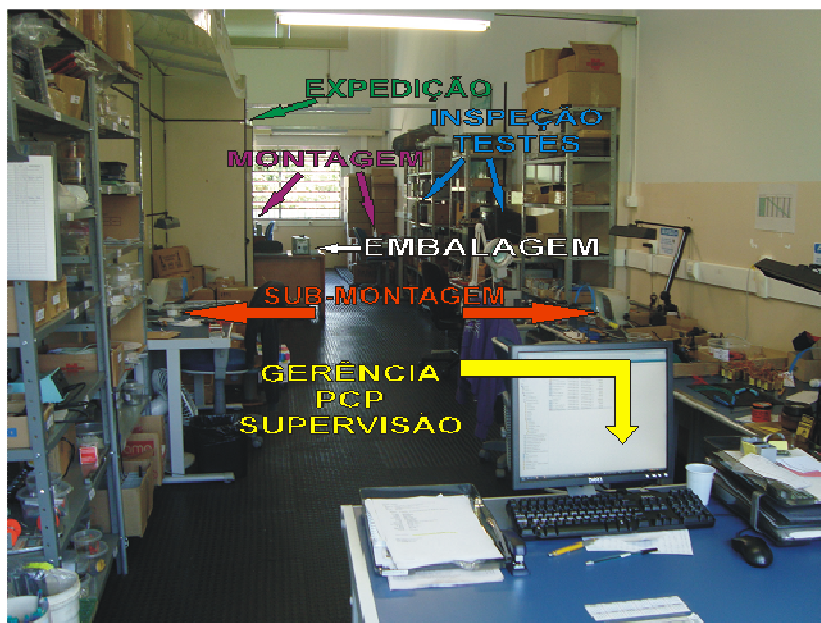
O complexo eletrônico possui uma importância que em muito extrapola os seus limites, estando a eletrônica presente em quase todas as atividades da vida humana moderna. Ela surge na base de outros setores econômicos, do controle de processos produtivos aos bens de capital, das atividades agropecuárias ao comércio, dos serviços de saúde ao mercado financeiro, dos projetos de engenharia à mecânica. Além disso, um grande número de dispositivos tradicionais vêm sendo rapidamente substituídos, tecnologicamente atualizados pela incorporação de módulos eletrônicos, que adicionalmente lhes conferem a realização de novas funções. Tal disseminação da eletrônica tem sido possibilitada por fenômenos como a miniaturização e o barateamento dos produtos eletrônicos.

#### **3.2 A PROVEU INDÚSTRIA ELETRÔNICA**

A Proveu é uma indústria eletrônica focada no desenvolvimento de soluções para o mercado de gestão de pessoas, tendo como base uma linha de relógios de ponto informatizados, chamada de Kurumim. A empresa, com pouco mais de 4 anos de fundação, atualmente encontra-se na Incubadora de Base Tecnológica – IBT do Centro Regional de Inovação e Transferência de Tecnologia - CRITT da Universidade Federal de Juiz de Fora, com graduação prevista para o ano de 2009. Seus produtos são fabricados com tecnologia própria e distribuídos aos clientes finais através de revendedoras autorizadas espalhadas por todo o território nacional. A linha Kurumim é composta por modelos de equipamentos que atendem a várias formas de comunicação: através de cartucho de memória USB, cabo serial ou ethernet (rede local). A Proveu foi a primeira empresa brasileira a utilizar um cartucho de memória com a tecnologia USB – *Universal Serial Bus*.

Em setembro de 2007 a empresa incrementou a linha Kurumim com o lançamento de relógios de ponto biométricos. Esses identificam os colaboradores através da leitura óptica das impressões digitais.

Na figura 3.1 podemos ver a área de produção atual da Proveu.



Visão Geral



Montagem final



Expedição

Figura 3.1 – Área de Produção da Proveu

Fonte: arquivos da empresa

### **3.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO DA PROVEU**

O sistema de produção da Proveu utiliza o MRP como planejamento de necessidade de materiais. Assim, a Proveu trabalha com um sistema de produção “empurrado”; isto é; o estoque é empurrado ao longo de cada processo, em resposta a planos detalhados no tempo, calculados para cada item (SLACK, 2002).

De acordo com Slack (2002), o MRP é movido por uma programação-mestra de produção, ele modela um ambiente de *lead time* (período entre o início de uma atividade e seu término) fixo, permitindo que as empresas calculem quanto material de determinado tipo é necessário e em que momento. Entretanto, as condições de carga de trabalho e outros fatores fazem com que os *lead times* sejam na realidade bastante variáveis.

### **3.4 A PRODUÇÃO DA PROVEU**

A produção realizada pela Proveu, utiliza processos em lotes. Todas as etapas de produção são através de operações manuais, o que justifica a importância da implantação de novas ferramentas e métodos de trabalho capazes de simplificarem o processo e diminuir a possibilidade de erros. Cada parte da operação tem períodos em que se está repetindo, pelo menos enquanto o lote está sendo processado. A figura 3.2 exibe o ciclo de produção da Proveu.









































|          | DIA 01  | DIA 02   | DIA 03   | DIA 04   | DIA 05   | DIA 06  | DIA 07   |
|----------|---|--|--|--|--|---|--|
|          | <br>Produção de Cabos            | <br>Produção das peças do Chassi  | <br>Montagem Tampas               | <br>Montagem Chassis                |  | <br>Burn-in 220V       | <br>Embalagem |
|          | <br>Produção das peças da Tampa  | <br>Inspeção das peças da Tampa   | <br>Inspeção das peças do Chassi  | <br>Montagem Relógios               | <br>Burn-in 110V         | <br>Inspeção Final     | <br>ESTOQUE   |
|          | <br>Montagem Tampas              | <br>Montagem Chassis              |  | <br>Burn-in 220V                    | <br>Embalagem            |   |  |
|          | <br>Inspeção das peças do Chassi | <br>Montagem Relógios             | <br>Burn-in 110V                  | <br>Inspeção Final                  | <br>ESTOQUE              |   |  |
|          |   | <br>Burn-in 220V                  | <br>Embalagem                     |  |  |   |  |
|          | <br>Burn-in 110V                | <br>Inspeção Final               | <br>ESTOQUE                      |  |  |   |  |
|          | <br>Embalagem                  |  |  |  |  |   |  |
|          | <br>ESTOQUE                    |  |  |  |  |   |  |
|          |   |  | <br>Produção de Cabos           | <br>Produção das peças do Chassi  | <br>Montagem Tampas    | <br>Montagem Chassis |  |
|          |   | <br>Produção das peças da Tampa | <br>Inspeção das peças da Tampa | <br>Inspeção das peças do Chassi | <br>Montagem Relógios | <br>Burn-in 110V     |  |
| Produção | Cabos/Tampa   | Chassi   | Cabos/Tampa  | Chassi   | Cabos/Tampa  | Chassi  | Cabos/Tampa  |
| Inspeção | Chassi  | Tampa  | Chassi   | Tampa  | Chassi   | Tampa   | Chassi   |
| Montagem | Tampas  | Chassis/Relógios   | Tampas   | Chassis/Relógios   | Tampas   | Chassis/Relógios  | Tampas   |
| Burn-in  | Testes 110V   | Testes 220V  | Testes 110V  | Testes 220V  | Testes 110V  | Testes 220V   | Testes 110V  |
| Final    | Embalagem   | Inspeção Final   | Embalagem  | Inspeção Final   | Embalagem  | Inspeção Final  | Embalagem  |

Figura 3.2 – Ciclo de Produção da Proveu

Fonte: arquivos da empresa

A produção de um equipamento pode ser representada pela Figura 3.3.

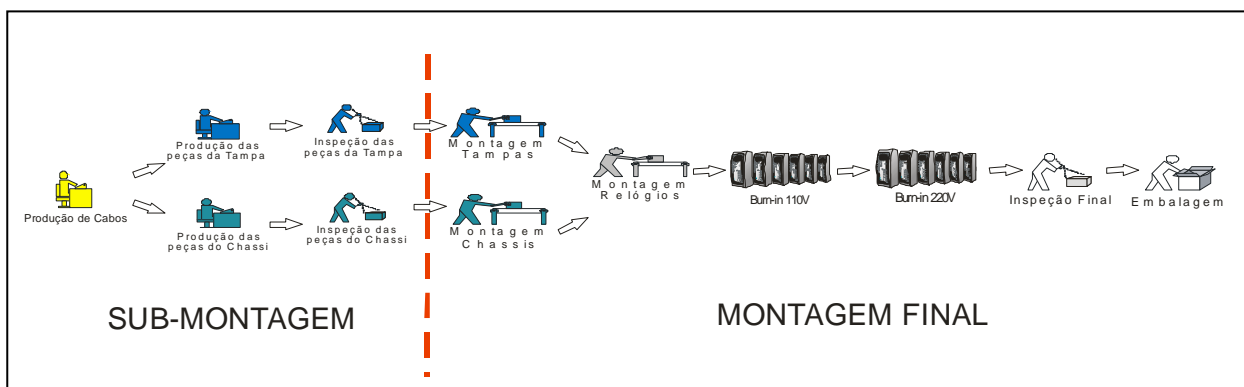


Figura 3.3 – processo produtivo para um equipamento

Fonte: elaborado pela autora

O processo pode ser dividido em duas etapas principais: Sub-montagem e Montagem Final. Estas etapas pode ser sub-divididas e descritas pelas seguintes fases:

### SUB-MONTAGEM

**Produção de Cabos:** é nesta etapa que se inicia a produção dos equipamentos. Nesta fase são produzidos os cabos que farão a conexão das peças à placa mãe, e a conexão do relógio à fonte de energia. A figura 3.4 demonstra a produção de cabos para peças da tampa. Já a figura 3.5 demonstra a produção de cabos para peças do chassi.

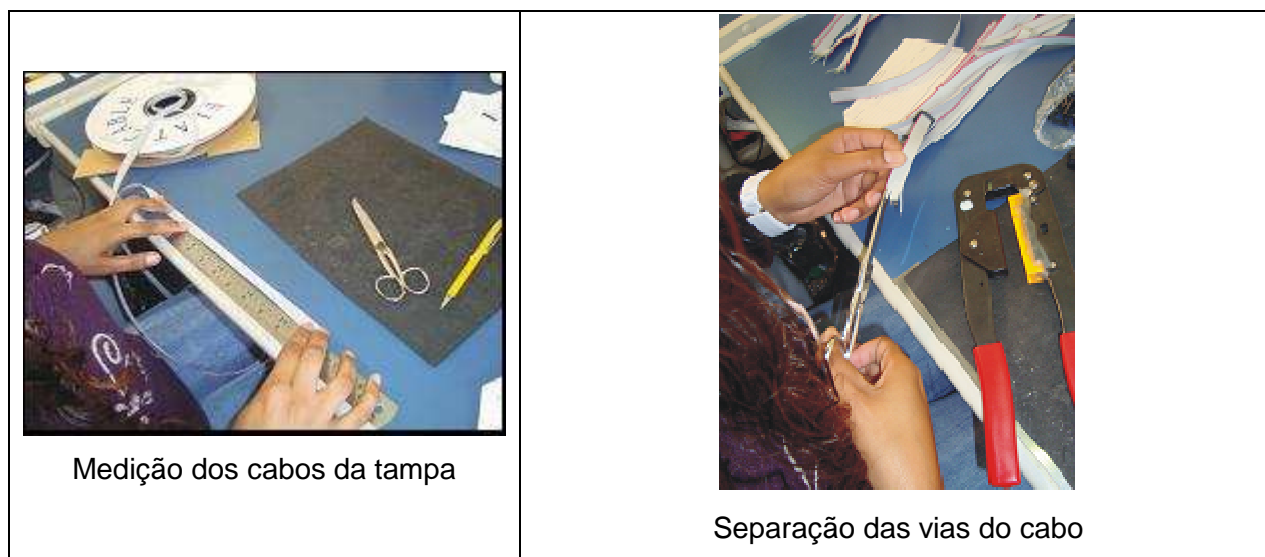


Figura 3.4 – produção de cabos da tampa

Fonte: arquivos da empresa



Figura 3.5 – produção de cabos do chassi

Fonte: arquivos da empresa

**Produção de Peças da Tampa:** aqui são produzidas as peças que compõem a tampa do equipamento: display, teclado, e para alguns equipamentos, leitor de código de barras e leitor biométrico. Nesta etapa os cabos são soldados aos módulos correspondentes, encerrando a montagem dos módulos da tampa. A figura 3.6 exhibe a produção de algumas peças da tampa.

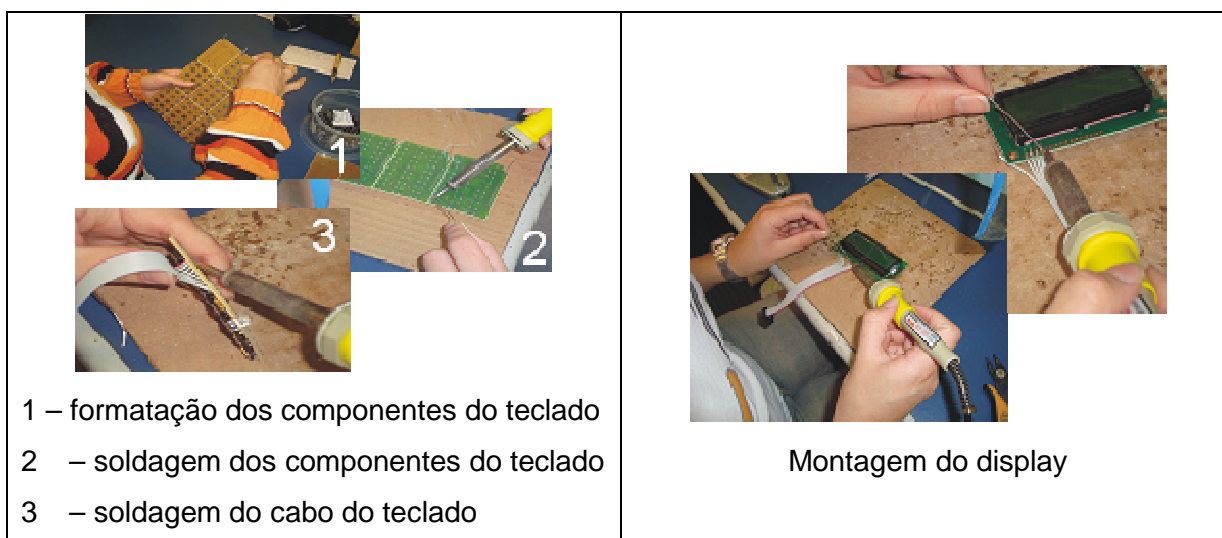


Figura 3.6 – produção de peças da tampa

Fonte: arquivos da empresa

**Inspeção de Peças da Tampa:** depois de montados e soldados, cada módulo passa por uma etapa de inspeção visual e de teste de funcionamento, para depois de resultados positivos serem liberados para comporem o equipamento montado. No caso de não apresentarem os resultados esperados, estes módulos são encaminhados para manutenção interna ou externa, dependendo da política de cada um. Na figura 3.7 temos um teclado aprovado pela

inspeção e pelo teste, o seu cabo está sendo colado na placa para garantir que ele não se quebre ou solte por mau uso.

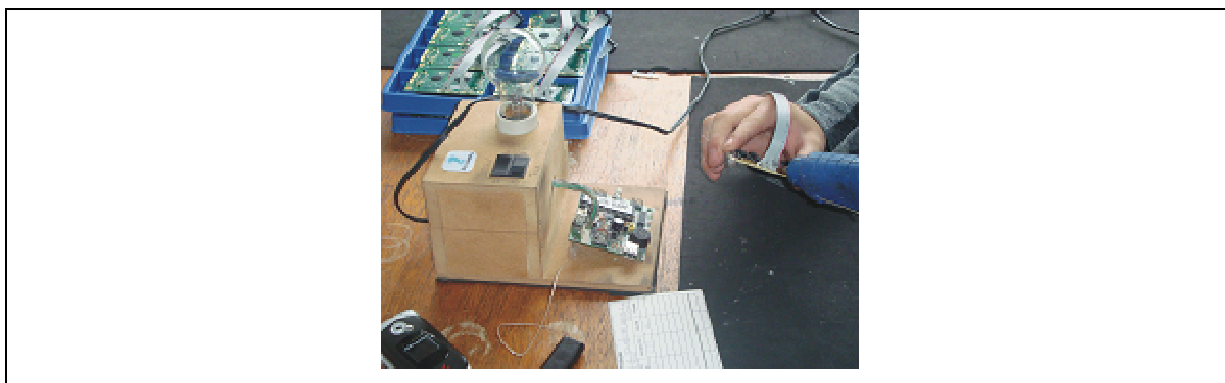
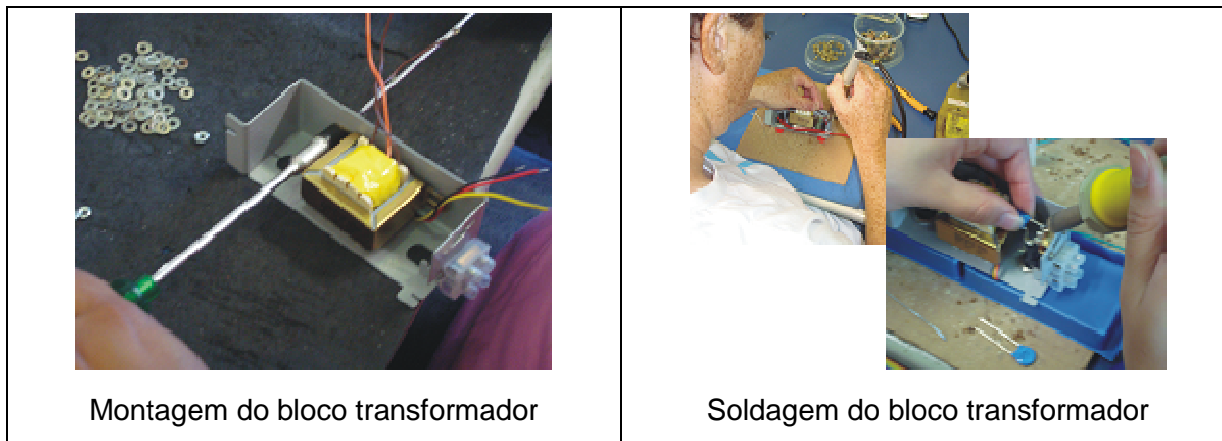


Figura 3.7 – Inspeção de peças da tampa

Fonte: arquivos da empresa

**Produção de Peças do Chassi:** aqui são produzidas as peças que compõem o chassi do equipamento: placa principal, bloco transformador e para alguns equipamentos, placa controladora e placa de comunicação. Nesta etapa encerra-se a montagem dos módulos do chassi. Na figura 3.8 destaca-se a montagem e a soldagem do bloco transformador.



Montagem do bloco transformador

Soldagem do bloco transformador

Figura 3.8 – montagem de peças do chassi

Fonte: arquivos da empresa

**Inspeção de Peças do Chassi:** depois de montados e soldados, cada módulo passa por uma etapa de inspeção visual e de teste de funcionamento, para depois de resultados positivos serem liberados para comporem o equipamento montado. No caso de não apresentarem os resultados esperados, estes módulos são encaminhados para manutenção interna ou externa, dependendo da política de cada um. Na figura 3.9 uma placa principal esta sendo testada para que nenhum erro ocorra depois de instalada no relógio.

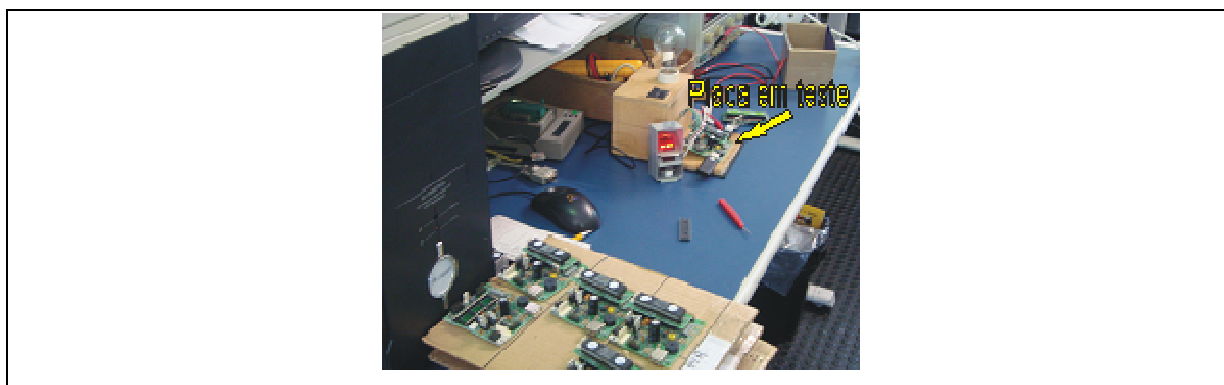


Figura 3.9 – inspeção de peças do chassi

Fonte: arquivos da empresa

### MONTAGEM FINAL

**Montagem da Tampa:** depois de montados, inspecionados e testados, os módulos começam a ser parafusados na tampa do gabinete. É nesta fase também que cada módulo recebe uma etiqueta com o Part number e o número de série de cada um. Durante esta etapa, a tampa recebe o painel referente a cada modelo e a fechadura do relógio. As peças são fixadas na tampa e identificadas como representado na figura 3.10.



Fixação das peças na tampa

Identificação das peças da tampa

Figura 3.10 – montagem da tampa

Fonte: arquivos da empresa

**Montagem do Chassi:** depois de montados, inspecionados e testados, os módulos começam a ser parafusados no chassi do gabinete. É nesta fase também que cada módulo recebe uma etiqueta com o Part number e o número de série de cada um. Os chassis são montados como na figura 3.11; são fixados a bateria e o bloco transformador e por último, a placa principal.

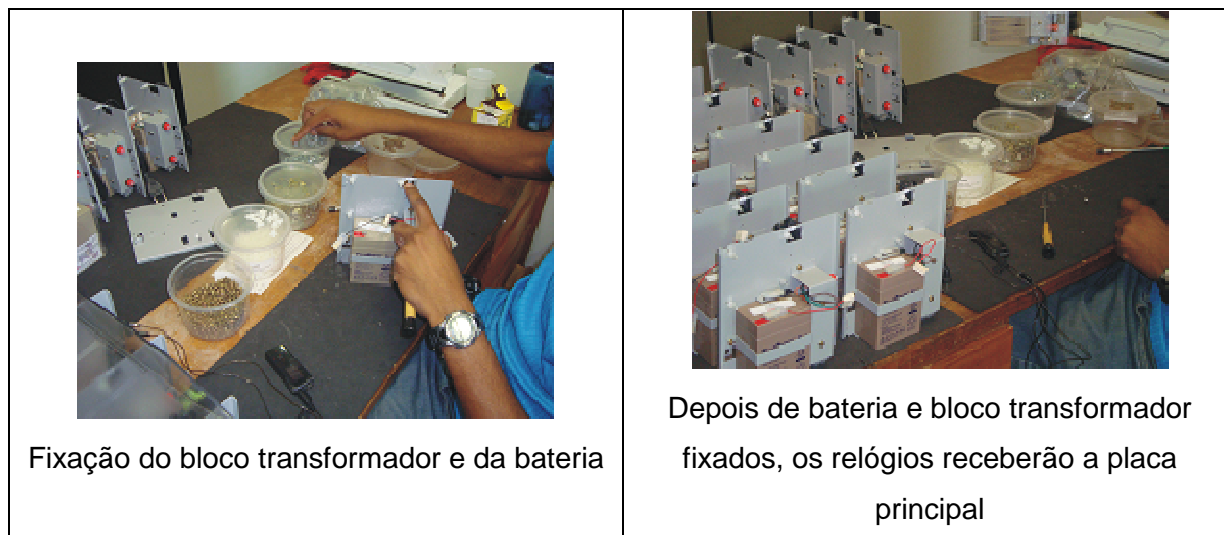


Figura 3.11 – montagem do chassi

Fonte: arquivos da empresa

**Montagem do Relógio:** depois da tampa e do chassi serem montados independentemente, há a montagem do relógio, onde tampa e chassi são unidos e o relógio está fisicamente pronto. O chassi e a tampa são unidos através de um pino, como mostrado abaixo, na figura 3.12.

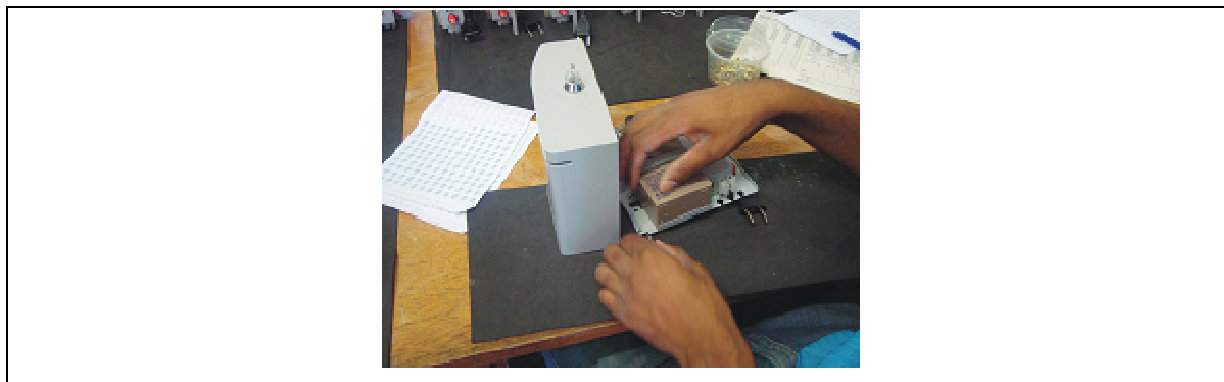


Figura 3.12 – montagem do relógio

Fonte: arquivos da empresa

**Burn-in 110v:** após todos os relógios serem montados, eles são ligados a uma tensão de 110v, onde ficaram ligados por no mínimo 18 horas e receberam testes de funcionamento e performance dos módulos.

**Burn-in 220v:** terminados os testes sob a tensão de 110v, os equipamentos são ligados a uma tensão de 220v, onde, no dia seguinte, passarão novamente por testes de funcionamento e performance. Os burn-in's são realizados como na figura 3.13, primeiro ficam ligados para depois receberem uma seqüência de testes.

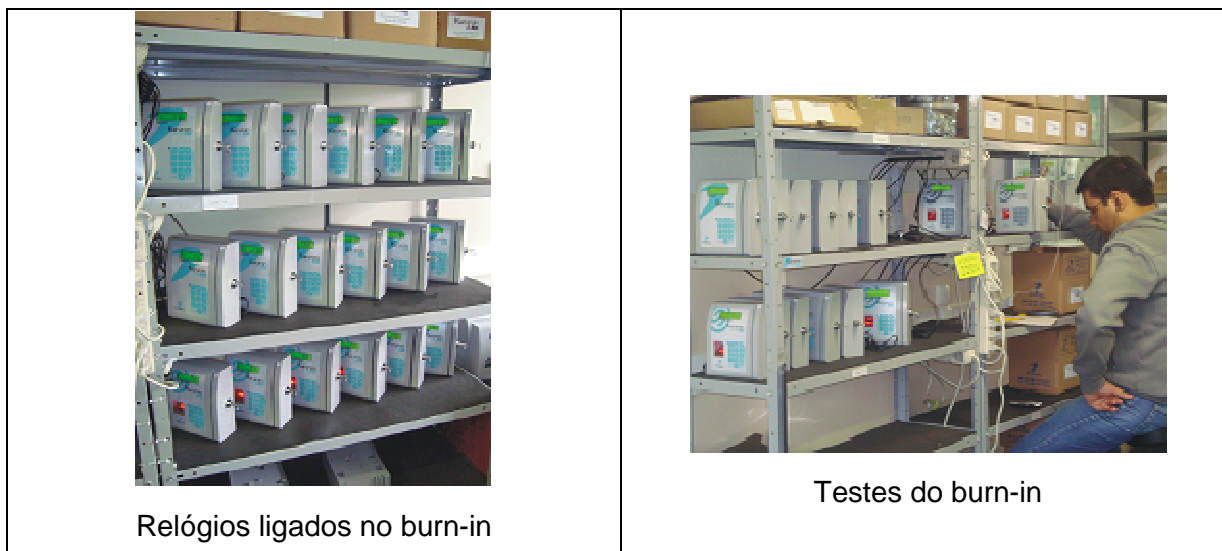


Figura 3.13 – testes de burn-in

Fonte: arquivos da empresa

**Inspeção Final:** com o fim dos testes, cada equipamento recebe uma inspeção física para garantir a inexistência de alguma não-conformidade no gabinete, de problemas de fechamento, de erros de identificação ou qualquer outro erro visual. Feita a inspeção cada relógio recebe uma etiqueta de “OK” que afirma que o equipamento foi liberado pelo controle de qualidade. A figura 3.14 mostra o resultado desta etapa.

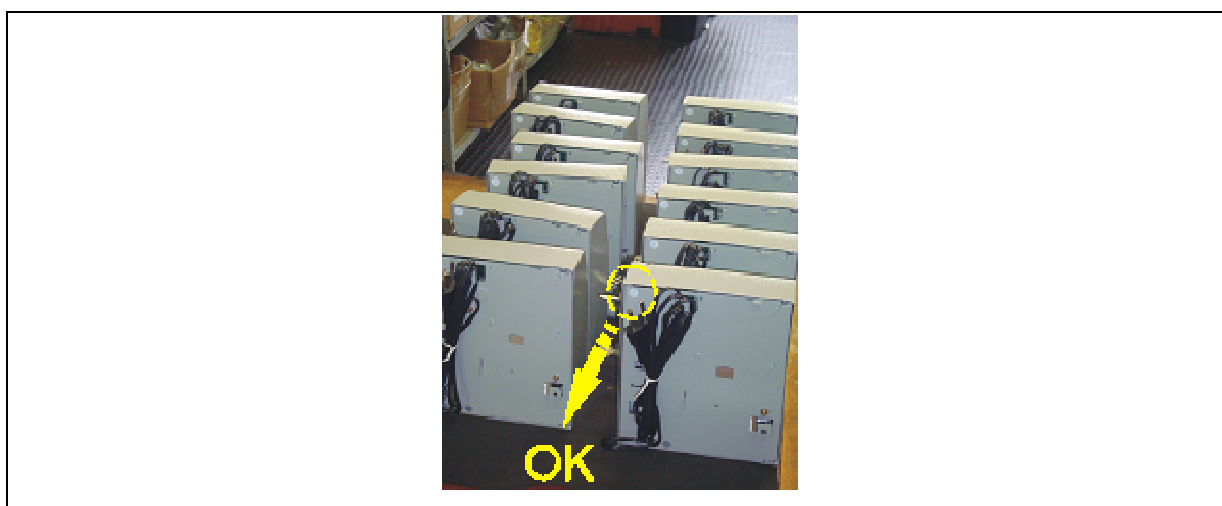


Figura 3.14 – inspeção final

Fonte: arquivos da empresa

**Embalagem:** com o relógio funcionando perfeitamente e sem nenhum erro físico, pode-se iniciar a última etapa de seu ciclo, a embalagem. Nesta etapa o relógio recebe seu kit manual e seu cartucho USB e é embalado num caixa de papelão com uma etiqueta que identifica o modelo do equipamento e seu número de série. Embalados, os relógios são encaminhados

para o estoque e ficam liberados para a expedição. A figura 3.15 demonstra algumas etapas da embalagem.

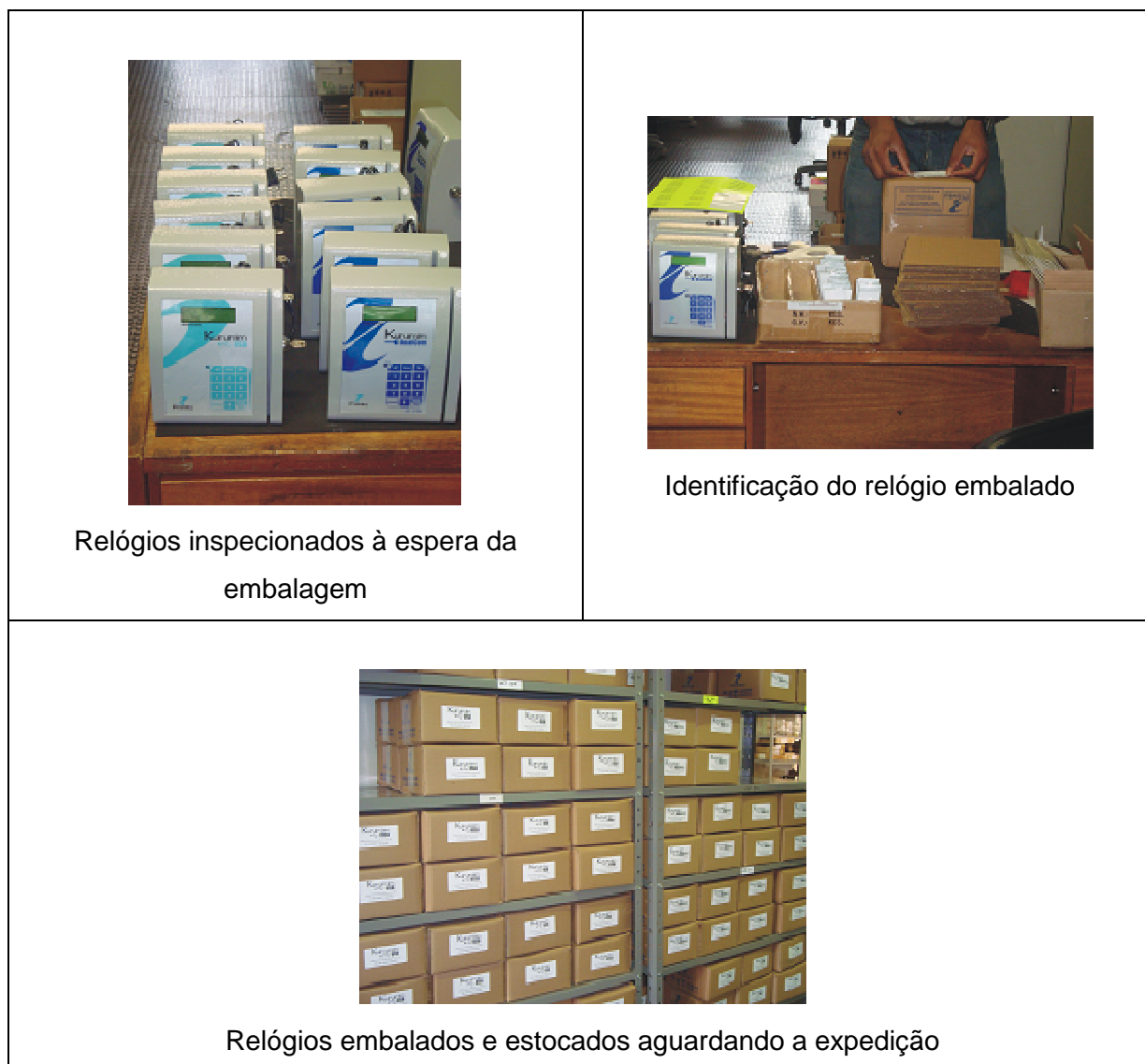


Figura 3.15 – embalagem

Fonte: arquivos da empresa

O tamanho do lote é sempre estimado com múltiplos de 6, variando de 18 a 36 equipamentos por lote, que pode ter produtos do mesmo modelo ou produtos de modelos diferentes; dependendo da demanda. O número de lotes depende da quantidade de dias úteis disponíveis no mês e a quantidade de equipamentos por lote é calculada a partir da capacidade de produção.

Todos os produtos da Proveu fazem parte de uma única linha/ grupo de produtos de relógio de ponto informatizado chamada de Kurumim.



O processo de produção de todos os produtos da linha é semelhante, diferenciando apenas no processo de montagem, pois cada modelo possui algumas peças que diferenciam o produto.

### 3.5 ÁREA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi feita durante todo o processo produtivo no período de 12 meses. Cada colaborador recebeu uma ordem de produção (devido um pedido da empresa, o documento não pode ser demonstrado) na qual são anotados todos os tempos de produção especificando as paradas ou motivos pelos quais possa ter ocorrido um atraso ou uma não-conformidade durante o processo de montagem ou inspeção. As instruções de preenchimento das ordens de produção foram passadas em reunião para todos os montadores através de uma apresentação em Power Point e podem ser cheçadas pelo Anexo I.

Os responsáveis pelo Planejamento e Controle da Produção (PCP), como forma de armazenamento de dados, alimentou uma planilha em Excel (Anexo II) com os dados fornecidos pelos montadores. Essa planilha tornou-se a base de dados para que através do software Minitab, sejam feitos gráficos comparativos com a finalidade de estabelecer-se um tempo padrão e mensurar os ganhos com a utilização da melhoria do processo.

### 3.6 MÉTODOS UTILIZADOS PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE PROCESSO

A padronização traz grandes vantagens para os supervisores do processo. Eles passam a avaliar resultados, acabam com a interferência freqüente dos subordinados no trabalho, supervisionam sem a necessidade de ordens freqüentes da chefia, eliminam o esforço de procurar a solução do mesmo problema repetidas vezes, passam a ter mais tempo para melhorar os resultados junto com a equipe de trabalho, têm uma ferramenta para o exercício de controle e passam a ter previsibilidade dos resultados. E para o executante traz vantagens de fazer o melhor e com o menor esforço, ter confiança na execução das tarefas sem a necessidade de ordens constantes da chefia, reduz as perdas e trabalhos, passa a saber como evitar a anomalia, estimula a participação, o envolvimento e é motivo de conforto e segurança no posto de trabalho.

Para obter melhores resultados foram utilizados métodos que aperfeiçoassem a realização de cada operação. O exemplo utilizado para o Estudo de Caso foi a produção de cabos para o bloco transformador que com a aquisição de novas ferramentas (figura 3.16):

(1) - **alicate** para crimpar terminais responsáveis pela conexão do bloco transformador na placa principal;

(2) - **alicate** para crimpar os terminas responsáveis pela conexão do bloco transformador na bateria;

(3) **cadinho**, recurso utilizado para estanhar as pontas de todos os cabos do bloco transformador.



Figura 3.16 – ferramentas adquiridas

Fonte: arquivos da empresa

A figura 3.17 demonstra como era feito o processo de estanhagem dos cabos antes e depois da aquisição do Cadinho. Antes da aquisição da ferramenta os cabos eram estanhados um a um com o uso de um ferro de solda e solda em fio depois da aquisição do cadinho o processo passou a ser mais uniforme e rápido; vários cabos são estanhados de uma só vez de forma simples e ágil. Processos antes feitos manualmente passaram a produzir resultados com maior qualidade e produtividade.

|  |  |
|--|--|
|   | <p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- processo lento</li> <li>- cabos estanhados um a um</li> <li>- exigência de treinamento e experiência</li> </ul>              |
|  | <p><b>CARACTERÍSTICAS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- processo rápido</li> <li>- vários cabos estanhados de uma só vez</li> <li>- não exige treinamento nem experiência</li> </ul> |

Figura 3.17 – antes x depois

Fonte: arquivos da empresa

Estas ferramentas foram implementadas depois de pesquisadas e estudadas, com a proposta dos benefícios que seriam alcançados com a utilização destes equipamentos. A implementação de Procedimentos Operacionais Padrão também foi um meio de estabelecer que todos os montadores realizassem as mesmas tarefas da mesma forma, confirmando a padronização de todo processo produtivo.

Uma vez que o método melhorado foi padronizado e colocado em execução, tornou-se necessária vigilância constante a fim de que o padrão seja mantido. Uma forma de acompanhamento da execução das operações foi através do tempo gasto para a realização de cada tarefa.

O estudo de tempos é usado na determinação do tempo necessário para uma pessoa qualificada e bem treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa específica. O resultado do estudo de tempos é o tempo, em minutos, que uma pessoa adaptada ao trabalho e completamente treinada no método específico levará para executar a tarefa trabalhando em um ritmo considerado normal. Este tempo é considerado o tempo padrão para a operação. É

através do tempo padrão que comprovaremos os benefícios da melhoria em relação à agilidade e à qualidade do processo.

### 3.7 RESULTADOS ALCANÇADOS

Todo acompanhamento dos resultados foi feito através de gráficos de controle. O gráfico 3.1 tem como base de dados os tempos gastos por diferentes colaboradores para montagem dos cabos do bloco transformador. O gráfico foi traçado com tempos gastos antes da aquisição de novas ferramentas que agilizaram a produção. Neste gráfico podemos perceber a presença de causas especiais sobre o processo. Podemos considerar como causas especiais: erro de anotação (para mais ou para menos), matéria-prima danificada, retrabalhos, falta de treinamento, erros de lançamento.

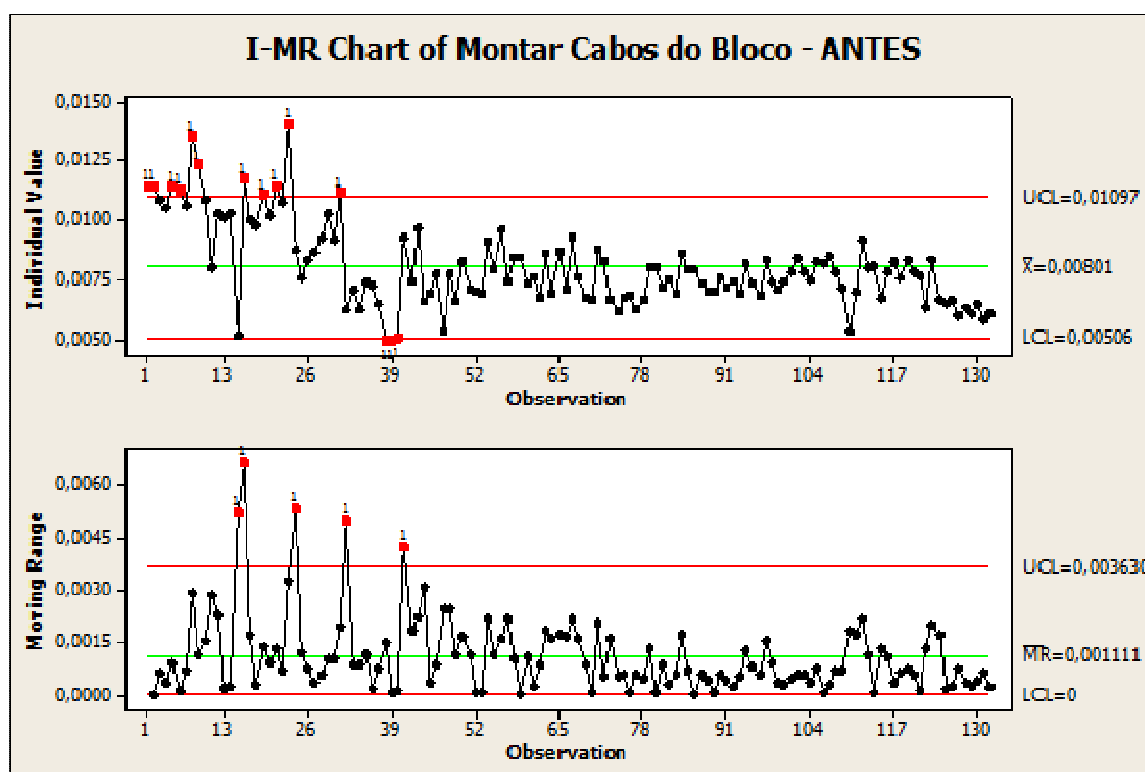


Gráfico 3.1 – Cabo do Bloco 1

Para esta situação temos um tempo médio (ou neste caso, um tempo padrão) de 0,00801 que corresponde a 00:11:32, para produzir os cabos necessários para um bloco transformador. Retirando as causas especiais do processo temos como resultado o gráfico 3.2, e neste caso, o tempo médio passa a ser 0,007445 que corresponde à 00:10:43. Este resultado, por sujeito apenas à causas comuns se torna mais confiável que o resultado proposto pelo gráfico 3.1.

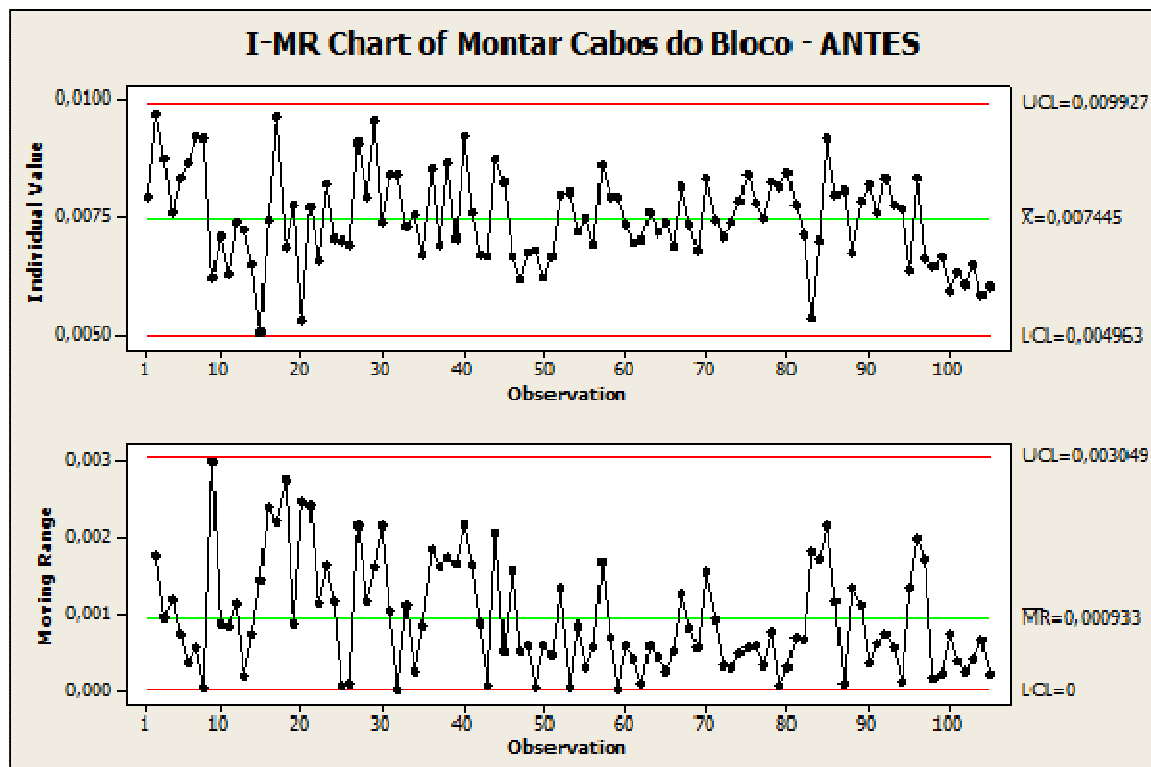


Gráfico 3.2 – Cabo do Bloco 2

Da mesma forma que no primeiro caso, agora temos gráficos para depois do processo de melhoria. Neste caso já foram implementadas as três novas ferramentas: um alicate para crimpar terminais responsáveis pela conexão do bloco transformador na placa principal; um alicate para crimpar os terminais responsáveis pela conexão do bloco transformador na bateria e também, um cadinho, recurso utilizado para estanhar as pontas de todos os cabos do bloco transformador.

No gráfico 3.3 temos a influência de causas especiais, que neste caso foram identificadas como anotações incompletas por parte do operador. Com resultado temos um tempo médio de 0,005732 que corresponde à 00:08:15. Como há grande influência de erros, este resultado não poderá ser considerado, já que não são oferecidos resultados verdadeiros.

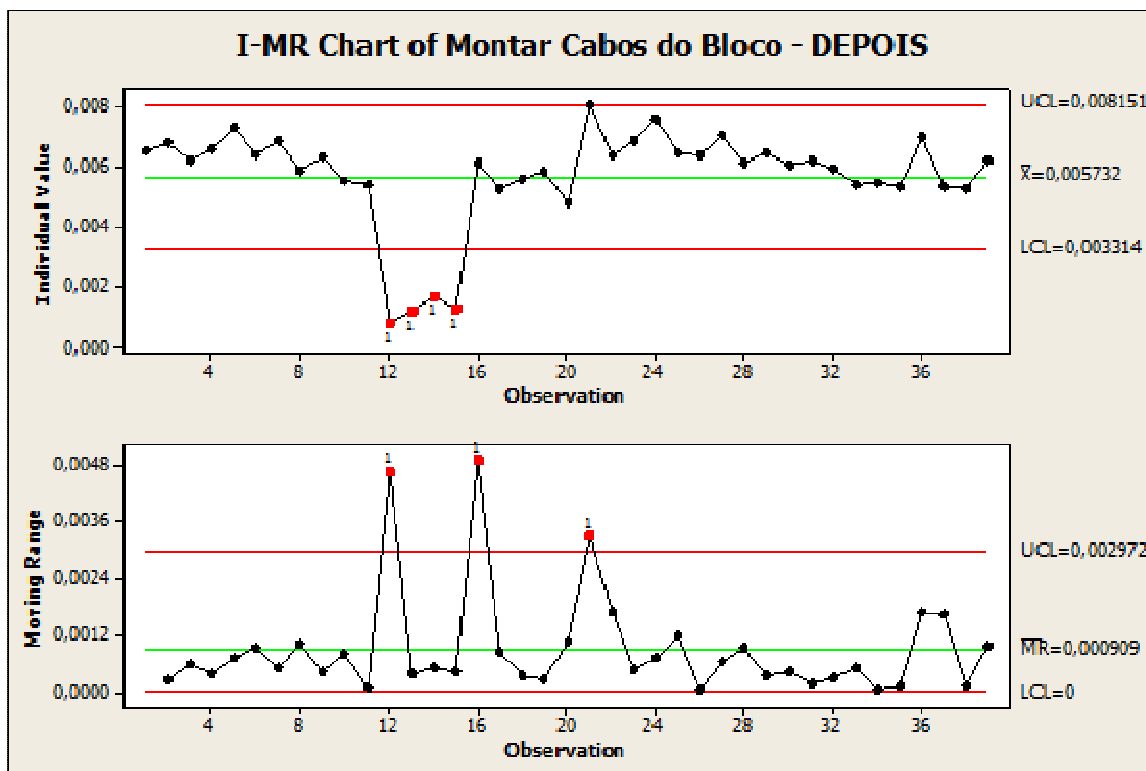


Gráfico 3.3 – Cabo do Bloco 3

Retirando as causas especiais, observamos o processo estável com um tempo padrão de 0,006118 ou 00:08:49.

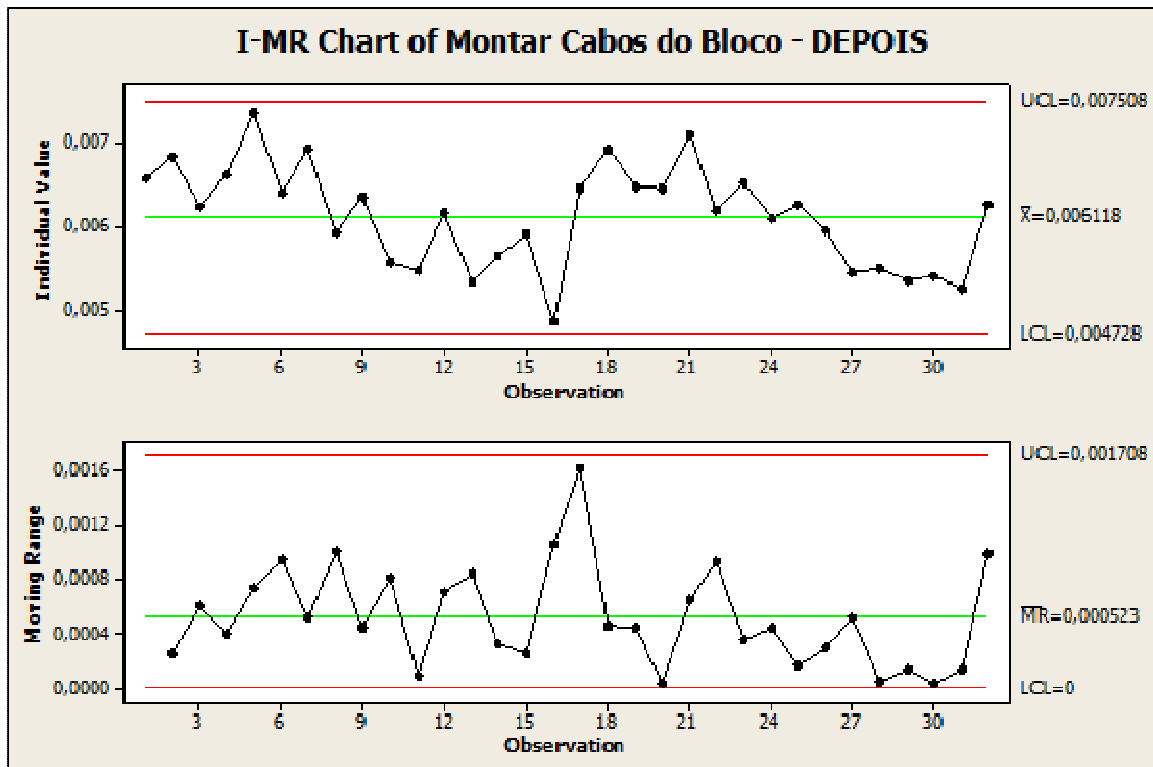


Gráfico 3.4 – Cabo do Bloco 4

Devido às novas ferramentas adotadas, pode-se dizer que houve um ganho de 00:01:54 na produção dos cabos de cada bloco. Como a maioria dos lotes são de 18 unidades, o ganho foi de 00:34:19 para cada lote, ou seja, um ganho de 17,79%.

## Capítulo IV

### CONCLUSÃO

Novas ferramentas de trabalho emergem da adoção de tecnologias, provocando mudanças no cenário das organizações. A cultura organizacional passa a ter de considerar a volatilidade nos processos produtivos. Em muitos casos, os operadores encaram a aquisição de novas ferramentas, ou qualquer outro tipo de mudança como um fator negativo. Nestes casos é necessário um projeto de implantação para aceitação de novos métodos, demonstrando as vantagens para a gerência (qualidade e produtividade) e para os operadores (agilidade e facilidade).

Para a Empresa em questão, devido às mudanças implantadas os resultados alcançados podem ser qualificados como satisfatórios, tendo em vista que, além das economias propiciadas pela redução do tempo e da mão-de-obra necessária para a fabricação dos equipamentos, o aumento da produtividade e conseqüentemente da capacidade de produção da empresa.

Devido aos resultados positivos oferecidos pela implantação das novas ferramentas, a Empresa mostra o interesse de implantação de novas melhorias, à procura da redução dos custos de produção (conseqüência da redução do tempo de produção) e do aumento da qualidade e da produtividade.

Para a situação atual da empresa, a melhoria de processo será implantada para o estudo do layout da nova sede e para a introdução de novos produtos na linha de produção.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALONSO, Irene Maria Testoni. Controle Estatístico de Processo: O Caso da Produção da Vacina Contra *Hæmophilus influenzae* TIPO B – HIB. 2005. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2005

ALTER, Steven. *Information system: a management perspective*. Addison Wesley Longman, 3 a ed., 1999.

ALVES, Custódio da Cunha. Gráficos de Controle CUSUM: um Enfoque Dinâmico para a Análise Estatística de Processos. 2003. 134f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003.

BARNES, Ralph M. *Estudo de movimentos e de tempos*. São Paulo: Edgard Blücher, 6ª ed., 1982.

BARNES, Ralph M.. *Estudo de Movimentos e de Tempos: Projeto e Medida de Trabalho*. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 635p.

BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. *UML – Guia do Usuário*. Editora Campus, 2000.

CHIAVENATO, I. *Teoria Geral da Administração*, volume 1, 5o ed., São Paulo: Makron Books, 1997.

COSTA, Cel. Fernando Febeliano. *Organização Industrial*, Centro Paula Souza. São Paulo. 2000

JUNIOR, I.F.B.T. *Tempos e Métodos*. Série Racionalização Industrial. Editora Itys-Fides Bueno de Toledo Jr. e CIA. LTDA, 1989.

KUROKAWA, Edson. *Sistemática para Avaliação de Dados e Indicadores de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água*. 2001. 218f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001

LEAL, F. *Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento do processo e simulação computacional*. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, MG, 2003.

LINS, Bernardo F.E. Ferramentas Básicas da Qualidade. Artigo publicado em *Ciência da Informação*. Maio/agosto 1993. 29p.

LOPES, Luis Felipe Dias. Controle Estatístico de Processo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. [2000]

MIZUNO, Shigeru. Gerência para Melhoria da Qualidade. Rio de Janeiro: LTC . 1993.

MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao Controle estatístico da Qualidade. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513p.

MOURA, Eduardo. As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade. São Paulo: MAKRON Books, 1994

PAMPLONA, Edson de O. et AL. Gestão de Custos Baseada em Atividades. 2004. 15f. Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, Porto Seguro, 2004. Monografia (Programa de MBA em Gerência Empresarial e Negócios) – Universidade de Taubaté, Taubaté. 2004

SCHISSATTI, Márcio Luiz. Uma metodologia de Implantação de Cartas de Shewhart para o Controle de Processos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina. 1998.

SCHUMACHER, Alexandre José. Padronização de Processos Produtivos (gestão da Qualidade Total – TQC), a Busca pela Confiabilidade e Maior Competitividade no Mercado, e, seus Reflexos Sociais. UNIOEST/*Campus* de Toledo. [2000]

SILVA, A.V.; COIMBRA, R.R.C.. *Manual de Tempos e Métodos: Princípios e técnicas do estudo de tempos*. Editora Hemus, 1980.

SILVA, Marcos Roberto da. Análise e Melhoria do Processo Produtivo em uma Empresa Automobilística. 2002. 72f. Monografia (Programa de MBA em Gerência Empresarial e Negócios) – Universidade de Taubaté, Taubaté. 2002

SLACK,N.; CHAMBERS, C; JOHNSTON, R.; Administração da Produção. 2ed.São Paulo: Atlas,2002. 747p.

TAYLOR, F.W. Princípios de Administração Científica. 8 ed., São Paulo: Atlas, 1990.

TSENG, Mitchell M.; QINHAI, Ma; SU, Chuan-Jun. *Mapping Customers' Service Experience for Operations Improvement*. Business Process Management Journal, vol. 5, n.1, p.50-64, 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

WERKEMA, Cristina. Ferramentas Estatística Básicas para o Gerenciamento de Processos. Belo Horizonte: Werkema, 2006. 290p.

## ANEXOS:

## ANEXO I – Procedimento de Preenchimento de Ordens de Produção



## Preenchimento de Ordens de Produção

### Preparação e Finalização

- Não registrar o tempo de preparação do material antes do início da operação;
- Na preparação durante a operação parar o registro do tempo e só recomeçar após a preparação;

### Exemplo: Montar Tampa

|            |                  |            |                  |            |           |             |
|------------|------------------|------------|------------------|------------|-----------|-------------|
|            | $T_{i1}$         | $T_{f1}$   | $T_{i2}$         | $T_{f2}$   | $T_{i3}$  | $T_{f3}$    |
| Preparação | Leitor e Display | Preparação | Teclado e Painel | Preparação | Fechadura | Finalização |

### Exemplo: Soldar/Colar Display

|            |                       |             |
|------------|-----------------------|-------------|
|            | $T_i$                 | $T_f$       |
| Preparação | Soldar /Colar Display | Finalização |

### Paradas

#### Registrar SEMPRE:

- Almoço;
- Café da Tarde;
- Outros lanches;
- Reuniões;
- Atender ao telefone;
- Realizar outras tarefas (mesmo que sejam rápidas).

### Paradas

Não registrar:

- Beber água;
- Ir ao banheiro.

**OBS:** Nos dias em que a ocorrência de qualquer um dos dois for muito freqüente, deve-se anotar no campo 'Obs.' a informação: "muitas pausas" .

### Paradas

- Sempre anotar no campo 'Parada ' o motivo da interrupção.

**RESUMO:** Anotar tudo exceto 'Água e Banheiro'



## ANEXO II – Resumo da Base de Dados

| Registro | Colaborador | Operação | Lote | Etapa | Início | Fim   | Volume | Tempo Unitário |
|----------|-------------|----------|------|-------|--------|-------|--------|----------------|
| 6520     | A           | 1        | 39G  | 1     | 10:56  | 12:00 | 24     | 0:02:40        |
| 6520     | A           | 1        | 39G  | 2     | 13:15  | 13:46 | 24     | 0:01:18        |
| 6520     | A           | 1        | 39G  | fim   | 15:12  | 16:48 | 24     | 0:04:00        |
| 6521     | B           | 2        | 39B  | 1     | 15:04  | 16:00 | 9      | 0:06:13        |
| 6521     | B           | 2        | 39B  | 2     | 8:02   | 9:30  | 45     | 0:01:57        |
| 6521     | B           | 2        | 39B  | fim   | 9:42   | 10:12 | 18     | 0:01:40        |
| 6522     | B           | 2        | 39C  | 1     | 10:42  | 12:00 | 22     | 0:03:33        |
| 6522     | B           | 2        | 39C  | fim   | 13:16  | 14:15 | 14     | 0:04:13        |
| 6523     | A           | 2        | 39G  | 1     | 15:20  | 15:38 | 18     | 0:01:00        |
| 6523     | A           | 2        | 39G  | 2     | 16:34  | 18:00 | 33     | 0:02:36        |
| 6523     | A           | 2        | 39G  | 3     | 7:15   | 7:35  | 6      | 0:03:20        |
| 6523     | A           | 2        | 39G  | fim   | 7:59   | 8:10  | 9      | 0:01:13        |
| 6524     | B           | 2        | 39F  | fim   | 8:10   | 10:20 | 24     | 0:05:25        |
| 6525     | A           | 2        | 39E  | 1     | 14:35  | 14:55 | 18     | 0:01:07        |
| 6525     | A           | 2        | 39E  | 2     | 14:15  | 14:30 | 6      | 0:02:30        |
| 6525     | A           | 2        | 39E  | fim   | 8:00   | 9:50  | 30     | 0:03:40        |
| 6526     | A           | 2        | 39D  | 1     | 10:00  | 10:24 | 24     | 0:01:00        |
| 6526     | A           | 2        | 39D  | 2     | 11:00  | 12:00 | 20     | 0:03:00        |
| 6526     | A           | 2        | 39D  | fim   | 13:15  | 14:30 | 28     | 0:02:41        |
| 6527     | A           | 3        | 39C  | fim   | 7:09   | 7:15  | 18     | 0:00:20        |
| 6528     | A           | 4        | 39C  | 1     | 7:45   | 8:20  | 28     | 0:01:15        |
| 6528     | A           | 4        | 39C  | fim   | 8:35   | 8:45  | 8      | 0:01:15        |
| 6529     | A           | 3        | 39B  | fim   | 16:49  | 17:00 | 24     | 0:00:28        |
| 6530     | A           | 4        | 39B  | fim   | 17:08  | 17:58 | 24     | 0:02:05        |
| 6531     | A           | 3        | 39A  | fim   | 7:25   | 8:00  | 36     | 0:00:58        |
| 6532     | A           | 4        | 39A  | 1     | 8:05   | 9:13  | 52     | 0:01:18        |
| 6532     | A           | 4        | 39A  | fim   | 9:23   | 9:55  | 20     | 0:01:36        |
| 6533     | A           | 3        | 39D  | fim   | 17:22  | 17:33 | 24     | 0:00:27        |
| 6534     | A           | 4        | 39D  | 1     | 17:45  | 18:00 | 12     | 0:01:15        |
| 6534     | A           | 4        | 39D  | fim   | 8:00   | 9:06  | 36     | 0:01:50        |
| 6535     | A           | 3        | 39F  | fim   | 11:42  | 11:52 | 24     | 0:00:25        |
| 6536     | A           | 4        | 39F  | fim   | 13:15  | 14:10 | 24     | 0:02:17        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 1     | 10:42  | 12:03 | 30     | 0:02:42        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 2     | 13:12  | 15:00 | 42     | 0:02:34        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 3     | 15:01  | 16:35 | 60     | 0:01:34        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 4     | 16:45  | 17:00 | 12     | 0:01:15        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 5     | 17:15  | 18:00 | 24     | 0:01:52        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 6     | 7:00   | 8:50  | 54     | 0:02:02        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 7     | 9:05   | 10:05 | 30     | 0:02:00        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 8     | 10:15  | 11:29 | 36     | 0:02:03        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 9     | 11:40  | 12:00 | 36     | 0:00:33        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | 10    | 13:20  | 14:20 | 57     | 0:01:03        |
| 6537     | A           | 5        | 39A  | fim   | 14:23  | 14:40 | 15     | 0:01:08        |
| 6538     | B           | 5        | 39B  | 1     | 9:35   | 12:00 | 24     | 0:06:02        |
| 6538     | B           | 5        | 39B  | 2     | 13:14  | 14:14 | 24     | 0:02:30        |
| 6538     | B           | 5        | 39B  | 3     | 14:24  | 18:00 | 24     | 0:09:00        |
| 6538     | B           | 5        | 39B  | fim   | 7:04   | 8:20  | 24     | 0:03:10        |