



SPOLM 2009

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 05 e 06 de agosto de 2009.

## **058/2009 - ESTUDO DE CASO: ESTUDO DOS TEMPOS E MELHORIA NO ARRANJO FÍSICO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE CALÇADOS**

**Renata Barreto Colares**

Universidade Estadual do Norte Fluminense  
Avenida Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia - CEP: 28013-602  
Campos dos Goytacazes / RJ  
rb.colares@gepro.uenf.br

**William David Morán Herrera**

Universidade Estadual do Norte Fluminense  
Avenida Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia - CEP: 28013-602  
Campos dos Goytacazes / RJ  
willy@uenf.br

**Tiago José Menezes Gonçalves**

Universidade Estadual do Norte Fluminense  
Avenida Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia - CEP: 28013-602  
Campos dos Goytacazes / RJ  
tj.goncalves@gepro.uenf.br

**Jacqueline Magalhães Rangel Cortes**

Universidade Estadual do Norte Fluminense  
Avenida Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia - CEP: 28013-602  
Campos dos Goytacazes / RJ  
jmrc@uenf.br

### **Resumo**

As indústrias de manufatura vêm sofrendo crescentes mudanças no seu setor produtivo no que se refere à modernização de seus processos de produção, melhorias de qualidade de seus produtos e racionalização das suas atividades. As permanentes buscas pela eficiência e melhoria do processo produtivo vêm sendo as bases para o aumento da produtividade. Neste contexto, o objetivo deste artigo é apresentar os resultados obtidos com a mudança no arranjo físico de uma empresa calçadista. A redução das distâncias entre as estações na linha de montagem através da eliminação dos desperdícios e a utilização do novo arranjo físico justificou a necessidade desta pesquisa. Para alcançar tais objetivos, foi conduzido um estudo de caso de forma a auxiliar na identificação das etapas envolvidas e os desperdícios que não agregavam valor ao produto.

**Palavras-Chaves:** Estudo de Tempos, Arranjos Físicos, Balanceamento de Linhas de Montagem.

## **Abstract**

The manufacturing industries have been undergoing increasing changes in their productive sector refers to the modernization of their production processes, improvement in the quality of their products and rationalization of their activities. The permanent searches for efficiency and improvement of the production processes have been the basis for productivity increasing. In this context, this article aims at presenting the results obtained by the change in the physical arrangement of a footwear company. By reduction the distances between stations on assembly line by means eliminating waste and making the use for a new physical arrangement are the undertaking research. A study case was done in order to attain this goals so that it make help in identifying the steps involved and the waste that did not add value to the product.

**Keywords:** Study Times, Physical Arrangements, Balancing the Assembly Line.

## **1. INTRODUÇÃO**

Cada vez mais o ser humano sempre procura realizar atividades produtivas de forma mais eficiente, visando realizar o menor esforço possível. Hoje, mais do que nunca, é dedicado bastante esforço para garantir que as instalações produtivas sejam às mais eficientes possíveis, procurando basicamente a diminuição de custos. Considerando que a determinação de um layout consiste na distribuição física de recursos materiais e pessoas em um determinado espaço, de forma eficiente e segura, é evidente que melhorias no layout das empresas acarretam um aumento na eficiência delas, neste caso, na forma de diminuição de custos (HERRERA & COSTA, 2001).

Nesse cenário, a maioria das empresas de calçados está permanentemente atenta às tendências tecnológicas, de produtos e de processos, para serem mais competitivas e com melhor qualidade. As empresas que compõem o setor calçadista passaram a adotar importantes estratégias de reestruturação e organização da produção como meio de manutenção da competitividade nos mercados nacional e internacional (FRANCISHINI & AZEVEDO, 2003). Para essa finalidade, é fundamental o aperfeiçoamento do arranjo físico e do tempo necessário no processo produtivo, o que possibilita a otimização de todo o processo de fabricação, tornando-o mais ágil e versátil.

Deste modo, o objetivo deste artigo é apresentar um projeto de melhoria do arranjo físico e o estudo dos tempos de produção em uma PME (Pequena e Média Empresa), fabricante de calçados, situada em Campos dos Goytacazes, no Estado do Rio de Janeiro. A referida empresa apresentou grande crescimento de vendas nos últimos anos, seguido de investimentos em maquinários e contratação de pessoal, mas a antiga disposição dos equipamentos e do pessoal não contribuíam para uma efetiva eficiência operacional da fábrica.

Este trabalho está estruturado na seguinte forma: a seção 1 apresenta o trabalho, bem como seu contexto e relevância; a seção 2 trata da fundamentação teórica relacionada ao estudo dos métodos, dos tempos e do arranjo físico; a seção 3 apresenta a metodologia utilizada neste trabalho; na seção 4 é apresentado o estudo de caso; por fim, a seção 5 apresenta as considerações finais do presente trabalho.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. ESTUDO DOS MÉTODOS**

Para Moreira (2004), uma análise criteriosa do método de trabalho pode aumentar em muito a produtividade, sem que seja introduzido nenhum equipamento, sendo feita apenas uma análise racional do processo. Segundo Costa e Herrera (2004), os principais dados que devem ser levantados são: os tempos padrão das tarefas, o gráfico de fluxo do processo e a

análise do mapofluxograma. Com esses dados e com os diagramas estabelecidos, pode-se determinar um conjunto de alternativas factíveis de arranjo físico, possibilitando a escolha e a implementação daquela que seja considerada como a mais viável em um processo posterior de análise das alternativas.

### 2.1.1. Fluxograma

Para Barnes (1977), o gráfico de fluxo de processo é uma técnica usada para registrar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria. Esta técnica descreve as etapas do processo produtivo utilizando os



símbolos da *American Society Mechanical Engineers* (ASME). A simbologia segue a ASME que a introduziu como padrão, conforme apresentado na figura 1.

Fonte: Batista (1971 *apud* Krick, 2006)

Figura 1 – Simbologia da ASME

### 2.1.2. Mapofluxograma

Segundo Barnes (1977), o mapofluxograma representa a movimentação física de um item através dos centros de processamento dispostos no arranjo físico de uma instalação produtiva, seguindo uma seqüência ou rotina fixa. A grande vantagem do mapofluxograma é a possibilidade de visualizar o processo atrelado ao layout da área e este fator favorece os transportes (Leal, 2003).

### 2.1.3. Gráfico Homem-Máquina

O diagrama homem-máquina mostra a relação de tempo entre o ciclo de trabalho do operário e da máquina. O estudo desse gráfico visa melhorar o balanceamento da estação de trabalho, mas o melhoramento basicamente se realiza em função dos custos de cada alternativa (NIEBEL & FREIVALDS, 2004).

## 2.2. ESTUDO DOS TEMPOS

Niebel e Frievalds (2004) destacam as seguintes etapas para o Estudo dos Tempos:

- Determina-se o número de ciclos a serem cronometrados;
- Determina-se o tempo médio da operação;
- Avalia-se o fator de ritmo (velocidade) da operação e determina-se o tempo normal;
- Determina-se o tempo de tolerância para fadiga e para necessidades pessoais;
- Determina-se o tempo padrão para as operações;
- Soma-se todos os tempos padrão.

## 2.3. ARRANJO FÍSICO

Slack *et al.* (2002) estabelece que o arranjo físico é uma das características mais importantes de uma operação produtiva, pois além de determinar a sua forma e aparência, mostra a maneira segundo a qual os recursos (materiais, informações, clientes) são transformados e como os mesmos fluem através de uma operação. Um dos focos do estudo de *layout* é reduzir ou eliminar as perdas de produção. Por perdas se entende movimentações que não adicionam valor ao produto ou esperas da produção (ou produto) (SHINGO, 1989).

### **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho trata-se de um estudo de caso no qual se pretendeu realizar os estudos de tempos, métodos e arranjo físico em uma empresa fabricante de calçados situada no Estado do Rio de Janeiro. Para alcançar tal objetivo foi realizada uma etapa de coleta de dados e observação, na qual se pretendeu conhecer o processo de produção da empresa e verificar dados como os tempos, os métodos de trabalho e arranjo físico, bem como as atividades que não agregam valor ao produto.

Para esta análise, foi realizado o levantamento de todas as etapas existentes na produção da sandália “X”, produto responsável por aproximadamente 70% do faturamento anual da empresa em estudo. Listadas as etapas, foi confeccionado o gráfico de fluxo de processo da empresa, através do qual tornou-se possível alcançar maior entendimento do processo.

Para estudar os tempos envolvidos na produção, foi realizada a tomada de tempos para o cálculo do número de observações necessárias, para a determinação dos Tempos Padrão de todas as etapas e para o cálculo do Tempo de Ciclo de Produção.

Depois da análise do processo, estimaram-se as distâncias existentes entre os diversos postos de trabalho. Com estes dados, foram confeccionadas propostas de melhorias no arranjo físico existente. Para Barros e Lehfeld (2002), a coleta de dados é imprescindível em qualquer pesquisa científica.

### **4. UNIDADE DE ANÁLISE**

A empresa analisada localiza-se no município de Campos dos Goytacazes – RJ, e está há 11 anos no mercado. A empresa atua na produção de calçados e conquistou mercado principalmente na região sudeste. De acordo com as informações levantadas, constatou-se que a Empresa “K” conseguiu manter sempre seu foco no negócio, obtendo um crescimento satisfatório nos últimos anos mesmo atuando em um setor com competição acirrada.

Com o intuito de permanecer competitiva frente a seus concorrentes a empresa realizou vários investimentos nos últimos anos, como a compra de novas máquinas e equipamentos fabris e a ampliação do seu espaço físico. Além destes investimentos, evidenciou-se também a necessidade de aperfeiçoar o seu sistema produtivo, revisando os métodos de trabalho de seus colaboradores, os tempos de execução das tarefas e o tipo de arranjo físico utilizado, a fim de reduzir os desperdícios e encontrar novas oportunidades de melhoria.

#### **4.1. PROCESSO DE PRODUÇÃO E ESTUDO DE TEMPOS**

No processo de fabricação de um par da sandália “X”, pertencente à área de produção da empresa estudada, são confeccionados os seguintes componentes:

- Soleta (componente de borracha termoplástica, situado embaixo da sola);
- Sola (componente de borracha termoplástica, situado embaixo da palmilha);
- Correias (tiras de tecido específico, localizada na parte superior da sandália);
- Palmilha (placas de borracha);
- Silk (pintura).

Para iniciar o estudo dos tempos e do arranjo físico no processo de fabricação da sandália “X”, foi necessário listar todas as tarefas envolvidas para confeccionar o gráfico de fluxo de processo e o diagrama de precedência, a fim de observar os predecessores de cada tarefa. O processo apresentou 47 tarefas (conforme apresentado no anexo 1).

Depois da construção do gráfico de fluxo de processo e da divisão das tarefas em atividades, calculou-se o número de observações necessárias para o cálculo dos tempos padrão. Nessa etapa, fez-se uma cronometragem das tarefas, que foram registradas numa planilha de observações. Estimou-se, a princípio, 15 cronometragens a serem realizadas de forma aleatória. Após a obtenção dos dados através da cronometragem, foi necessário eliminar as leituras discrepantes (elementos estranhos).

O estudo de tempos é um processo por amostragem, portanto quanto maior o número de ciclos cronometrados maior será a representatividade dos resultados obtidos com esse estudo (BARNES, 1977).

Para determinar o número de observações de cada tarefa, considerou-se uma probabilidade de erro (K) de 5% para 16 graus de liberdade (17 menos 1 registro, os quais determinam o grau de liberdade para estimar um parâmetro) conduzindo à distribuição T, obtendo-se  $t = 2,12$ . Foram calculados o desvio padrão e a média para, posteriormente, encontrar o Tempo Padrão de cada tarefa. O tipo de leitura utilizado foi o repetitivo, no qual os ponteiros do cronômetro são retornados a zero ao fim de cada elemento.

Uma vez obtidos os tempos observados dos elementos, foi necessária a qualificação do desempenho. Além da avaliação do ritmo, foi considerada uma tolerância de 8% para interrupções quaisquer ou se o trabalhador despender seu tempo em necessidades pessoais e por motivos fora de seu controle.

Depois dos devidos ajustes dos tempos observados (TO), com a qualificação de desempenho (R), foram calculados os tempos normais (TN) de cada tarefa. Agregou-se a tolerância de 8%, conhecida também como suplemento (S), às operações que não são feitas por máquinas. Assim, os tempos padrão (TP) de cada elemento foram calculados utilizando as seguintes fórmulas:

$$TN_i = TO_i \times \frac{R_i}{100} \quad (1)$$

$$TP_i = \frac{TN_i}{1-S} \quad (2)$$

Em que:

TN<sub>i</sub> = tempo normal do i-ésimo elemento de trabalho;

TO<sub>i</sub> = tempo observado do i-ésimo elemento tarefa de trabalho;

R<sub>i</sub> = taxa de desempenho (ou ritmo) do trabalhador ao executar o i-ésimo elemento de trabalho;

TP<sub>i</sub> = tempo padrão do i-ésimo elemento de trabalho;

S = Suplemento (ou tolerância).

$$TP (da \ tarefa) = \sum_{i=1}^{n_e} TP_i \quad (3)$$

Em que:

TP<sub>i</sub> = Tempo padrão do elemento "i";

n<sub>e</sub> = número de elementos de trabalho no ciclo de trabalho da tarefa.

Os Tempos Padrão de cada tarefa estão apresentados na tabela 1, conforme abaixo:

Tempo Padrão Médio de cada tarefa (em segundos)									
Tarefa	TP Médio (seg)	Tarefa	TP Médio (seg)	Tarefa	TP Médio (seg)	Tarefa	TP Médio (seg)	Tarefa	TP Médio (seg)
1	0,06	11	3,20	21	3,15	31	11,80	41	25,80

2	0,14	12	0,48	22	0,90	32	9,40	42	2,40
3	1,95	13	0,22	23	4,80	33	1,10	43	0,60
4	0,42	14	2,74	24	3,10	34	0,26	44	5,15
5	0,43	15	3,10	25	0,94	35	8,60	45	0,18
6	0,17	16	2,10	26	0,12	36	11,00	46	2,90
7	1,72	17	4,00	27	0,10	37	5,15	47	4,90
8	4,00	18	11,60	28	4,20	38	9,20		
9	25,90	19	4,30	29	0,20	39	5,00		
10	5,40	20	0,80	30	2,34	40	5,30		

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 1 – Tempos Padrão das tarefas na produção da sandália “X”

#### 4.2. ESTUDO DO ARRANJO FÍSICO

A planta antiga do chão de fábrica da empresa, na qual se verifica um arranjo físico por produto (ou linear), pode ser observada no Anexo 2.

Depois de um período de observação do processo produtivo, pôde-se observar o fluxo de pessoas e materiais, e assim estimar as distâncias percorridas pela matéria-prima durante a produção. Estas distâncias podem ser observadas na Tabela 2.

Operações	Distância (em metros)
Do estoque de placas para a máquina de corte	7,0
Da máquina de corte para o silk	1,4
Do silk para a mesa de colocação de correias	5,0
Do estoque de correias para a mesa de colocação	19,5
Da mesa de colocação de correias para aplicação de cola na palmilha	8,0
Da aplicação de cola na palmilha para a cola na sola	1,6
Do estoque de solas para a mesa de aplicação de cola na sola	17,0
Da aplicação de cola na sola para a estufa	12,0
Da estufa para as lixadeiras	2,0
Das lixadeiras para a mesa de etiquetagem	1,2
Da máquina de cabides para a mesa de etiquetagem	7,0
Da mesa de etiquetagem para o estoque final	16,0
Total	97,7

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 2 – Distâncias percorridas pela matéria-prima no arranjo antigo

Mensurando-se tais distâncias e analisando-se os mapofluxogramas do processo, verificou-se a existência de distâncias desnecessárias. Com isso, foram confeccionadas várias propostas para uma possível mudança no arranjo físico e uma foi selecionada pelo proprietário da empresa. Segundo ele, a proposta de mudança que foi selecionada é viável, visto que a empresa pretende aumentar a variedade de seus produtos e este novo arranjo se adaptaria de forma positiva às futuras necessidades como, por exemplo, investimentos em novas máquinas e equipamentos.

Para uma melhor interpretação de como a mudança no arranjo físico da empresa contribui para a redução das distâncias e transportes existentes, a tabela 3 mostra as distâncias estimadas para o arranjo proposto, que pode ser conferido no anexo 2.

Operações	Distância (em metros)
Do estoque de placas para a máquina de corte	3,0
Da máquina de corte para o silk	1,4
Do silk para a mesa de colocação de correias	2,3
Do estoque de correias para a mesa de colocação	22,0

Da mesa de colocação de correias para aplicação de cola na palmilha	12,7
Da aplicação de cola na palmilha para a cola na sola	-
Do estoque de solas para a mesa de aplicação de cola na sola	2,5
Da aplicação de cola na sola para a estufa	7,5
Da estufa para as lixadeiras	2,0
Das lixadeiras para a mesa de etiquetagem	1,2
Da máquina de cabides para a mesa de etiquetagem	5,7
Da mesa de etiquetagem para o estoque final	2,0
<b>Total</b>	<b>62,3</b>

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 3 – Distâncias percorridas pela matéria-prima no arranjo proposto

#### 4.3. DIAGRAMA DE PRECEDÊNCIAS PARA O TEMPO PADRÃO DAS ESTAÇÕES E BALANCEAMENTO DE LINHAS DE MONTAGEM MANUAIS

Para se obter o número de estações e o Tempo de Ciclo, primeiramente, foi construído o diagrama de precedências de acordo com a Tabela 4.

Tabelas de precedências					
Tarefa	Predecessores	Tarefa	Predecessores	Tarefa	Predecessores
1	-	17	15	33	32
2	1	18	14 ; 16 ; 17	34	12
3	2	19	18	35	34
4	3	20	-	36	33
5	4	21	20	37	35 ; 36
6	-	22	21	38	37
7	6	23	22	39	38
8	5 ; 7	24	23	40	39
9	8	25	24	41	40
10	9	26	25	42	41
11	10	27	-	43	-
12	11	28	26 ; 27	44	43
13	-	29	28	45	44
14	13	30	19	46	42 ; 45
15	13	31	29 ; 30	47	46
16	15	32	31		

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 4 – Tabela de Precedência

Na Figura 2, as estações de trabalho encontram-se circuladas conforme é apresentado na tabela 5, considerando um trabalhador para cada estação. Com este número de estações, conclui-se que são necessários 15 funcionários no processo de produção da sandália “X”. A tabela 5 também apresenta o Tempo Padrão de cada estação de trabalho.

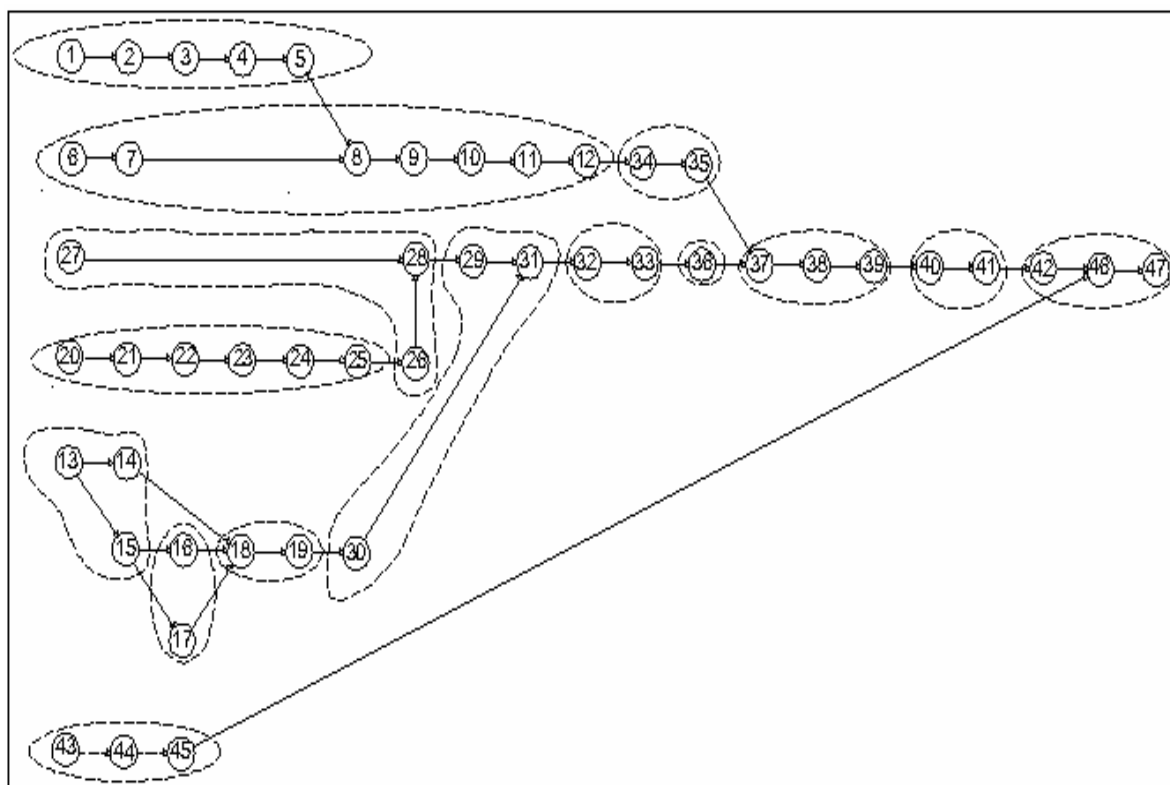


Figura 2 – Diagrama de Precedências  
 Fonte: Elaborada pelos autores

Estações	Tarefas	Tempo Padrão
E1	1, 2, 3, 4, 5	2,37
E2	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	17,65
E3	13, 14, 15	6,06
E4	16, 17	6,10
E5	18, 19	15,90
E6	20, 21, 22, 23, 24, 25	13,69
E7	26, 27, 28	4,42
E8	29, 30, 31	14,34
E9	32, 33	10,50
E10	34, 35	8,86
E11	36	11,00
E12	37, 38, 39	14,20
E13	40, 41	15,55
E14	43, 44, 45	5,15
E15	42, 46, 47	10,20

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 5 – Tempos Padrão das estações de trabalho para o método antigo

Nas estações E1, E2, E12 e E14 existem a interação entre o operário e a máquina, nas tarefas 3, 9, 37 e 39. Nesses casos, o tempo padrão da estação foi determinado mediante o Diagrama Homem-Máquina, com os referidos tempos mencionados anteriormente na tabela 5.

O tempo da estação gargalo determina o tempo de ciclo da linha de montagem, ou seja, 17,65 segundos. Após a implantação da proposta para o novo arranjo físico da produção, modificou-se também o tempo padrão de algumas estações, como apresentado na Tabela 6.

Estações	Tarefas	Tempo Padrão
E1	1, 2, 3, 4, 5	2,37



E2	6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12	17,65
E3	13 , 14 , 15	6,06
E4	16 , 17	6,10
E5	18 , 19	15,90
E6	20 , 21 , 22 , 23 , 24 , 25	13,23
E7	26 , 27 , 28	4,42
E8	29 , 30 , 31	14,53
E9	32 , 33	10,50
E10	34 , 35	8,64
E11	36	11,00
E12	37 , 38 , 39	14,20
E13	40 , 41	15,55
E14	43 , 44 , 45	5,15
E15	42 , 46 , 47	10,20

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 6 – Tempos Padrão das estações de trabalho para o método proposto

Apesar das mudanças nas distâncias entre as estações, o maior tempo acumulado das tarefas do arranjo continuou sendo 17,65 segundos, sendo este o tempo de ciclo de produção para um par da Sandália “X” confeccionada pela Fábrica K.

Vale ressaltar que as mudanças realizadas para o arranjo proposto poderiam reduzir para 11, do total de 15, o número de funcionários necessários no chão de fábrica, simplesmente aumentando o TC de 17,65 para 20,02. Nesse caso, poderia ser feita a união das estações E1 e E2, E3 e E4, E6 e E7, e E10 e E11. Outra variação em relação à proposta seria aumentar a taxa de produção e utilizar apenas a estação gargalo E2 em mais 3 horas-extras, fazendo com que o tempo de ciclo se reduza para 15,09 e obtendo-se um aumento da produção em aproximadamente 225 pares de sandálias por dia.

#### 4.4. CÁLCULO DA EFICIÊNCIA

Um dos índices mais utilizados em arranjos físicos lineares ou por produto é a “eficiência” da linha de montagem. O cálculo da eficiência é feito com a seguinte fórmula:

$$e = \frac{\sum t_i}{n \times TC} \quad (4)$$

Este cálculo indica quão bem é utilizado o tempo para produzir determinado produto. Em outras palavras, representa o tempo útil necessário dividido pelo tempo real necessário para um par de sandálias.

	e	r
<b>Método Antigo</b>	0,589	0,411
<b>Método Proposto</b>	0,587	0,413

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 7 – Cálculo da eficiência (e) e da ociosidade (r) da linha de montagem

Pelos dados obtidos no método antigo e no proposto, nota-se que existem várias estações de trabalho com muito tempo ocioso, portanto, os operários que trabalham nessas estações poderiam apoiar outras estações de trabalho depois de terminar sua cota diária de produção, sobretudo em épocas com demanda pico. Isso reflete que a linha de montagem não está adequadamente balanceada, conseqüentemente, a eficiência poderia ser melhorada se aumentarmos o tempo de ciclo (embora implique a diminuição da taxa de produção), diminuindo assim o número de funcionários necessários.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento dos tempos, dos métodos de trabalho e os ganhos obtidos com o arranjo físico proposto demonstraram que é possível melhorar o fluxo da produção e economizar distâncias em atividades que não agregam valor ao produto.

A proposta implantada não conseguiu reduzir o tempo de ciclo, devido ao fato de que a E2 é a estação gargalo (uma máquina) e, portanto, é ela quem define o tempo de ciclo da linha de montagem da sandália. Porém a proposta conseguiu melhorar o fluxo de produção em relação ao arranjo inicial (antigo).

O arranjo físico proposto e depois implantado foi uma combinação de várias propostas, resultando na redução das distâncias em aproximadamente 35%, ou seja, 35,4 metros. Esta redução deve-se a eliminação dos cruzamentos existentes entre as estações E7, E8 e E9, e a aproximação das mesmas. Nota-se que houve a aproximação das estações E1 e E10, e E14 e E15. Em relação às áreas de estoque em processo, busca-se a aproximação das estações E6 e E10 a estas áreas para minimizar perdas com esperas na produção. As estações E10 e E11 foram assim localizadas, visto que estas estações usam materiais tóxicos, como a cola. Esta consideração possibilitou um maior conforto aos outros funcionários que não necessitam do contato com esses materiais para suas funções.

Uma mudança significativa desta proposta foi em relação ao estoque final de sandálias. A estação de etiquetagem (E15) está localizada na entrada do estoque final, eliminando os transportes de produtos acabados que eram feitos em um trajeto maior no arranjo antigo. Conseguiu-se um melhor posicionamento dos postos de trabalho e conseqüentemente também houve a melhoria no conforto dos funcionários. Os ajustes realizados também visavam melhorias no abastecimento de matérias-primas, na distribuição dos postos de trabalhos, e também melhorias de tipo subjetivo, como o afastamento (devido ao cheiro forte) da estação que usa cola.

Uma das características dos processos por produto, que é o caso analisado no presente trabalho, é que as tarefas são padronizadas e bem estabelecidas. Além disso, quando a estação gargalo é determinada por uma máquina (como no caso em estudo), uma melhora na taxa de produção basicamente se conseguiria trocando a máquina por uma mais eficiente. Conseqüentemente, as principais melhorias só foram realizadas no fluxo da produção.

O estudo aqui desenvolvido pode ser estendido para a realização de alguma análise de movimentos e micro-movimentos, ou ainda de alguma implantação de um programa de controle estatístico da qualidade.

Finalizando, cabe ressaltar que o estudo dos métodos, dos tempos e do arranjo físico visando o aumento da eficiência é uma importante ferramenta para que as empresas reduzam seus custos operacionais e se mantenham competitivas frente a seus concorrentes. O aumento da eficiência operacional é de suma importância para que as empresas alcancem a excelência em suas operações, e assim, consigam sobreviver nos mercados cada vez mais acirrados da atualidade.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

**BARROS, A. J. P., LEHFELD, N. A. S.** *Projeto de pesquisa*. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.

**BATISTA, G. R., et al.** *Análise do processo produtivo: um estudo comparativo dos recursos esquemáticos*. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006. Fortaleza, CE. Anais do XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2006.

**COSTA, H., HERRERA, W.** *Arranjo Físico (“Lay out”): Metodologias usuais e proposta fundamentada na Análise Multicritério.* Boletim Técnico do Centro Tecnológico da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Fevereiro, 2004.

**FRANCISHINI, A. S. N., AZEVEDO, P. F.** *Impactos do Novo Ambiente Competitivo em Empresas do Setor Calçadista.* In: XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003. Ouro Preto, MG. Anais do XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2003.

**HERRERA, W., COSTA, H.,** *Contribuições da análise multicritério à obtenção de graus de proximidade para arranjos físicos.* Revista “Produto e Produção”, vol. 5, n° 3, p. 49-61. Rio Grande do Sul, Brasil, Outubro, 2001.

**LEAL, F.** *Um diagnóstico do processo de atendimento a clientes em uma agência bancária através de mapeamento de processo e simulação computacional.* Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2003.

**MOREIRA, D. A.** *Administração da Produção e Operações.* São Paulo: Pioneira, 2004.

**NIEBEL, B., FRIEVALDS, A.** *Ingeniería Industrial – Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo,* 11ª Edição, México, Editora Alfaomega, 2004.

**SHINGO, S.** *O Sistema Toyota de Produção – Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.* Porto Alegre: Bookman, 1996.

**SLACK, N., et al.** *Administração da Produção.* 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

## **ANEXO**

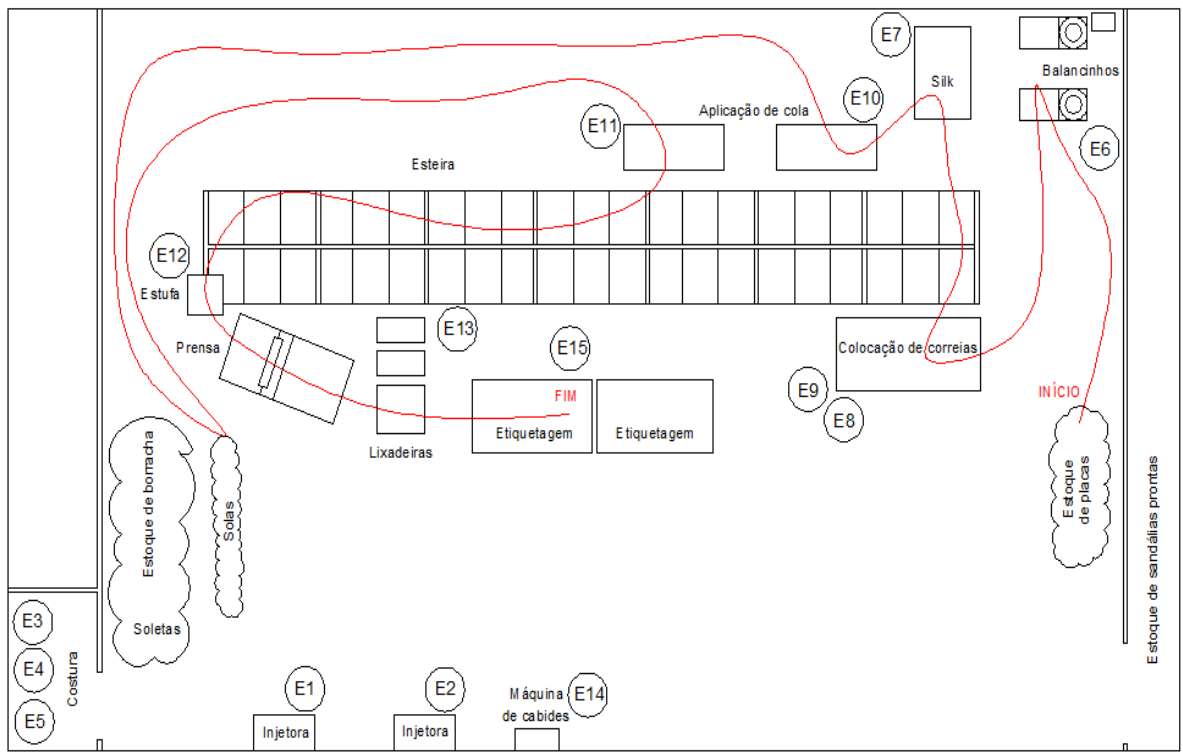
### **Anexo 1**

Etapas de produção da sandália “X”

<b>n</b>	<b>Tarefas</b>	<b>n</b>	<b>Tarefas</b>
1	Pegar borracha triturada para confecção das soletas	25	Arrumar palmilhas
2	Alimentação da injetora para confecção das soletas	26	Transporte da palmilha para a aplicação do silk
3	Operação da injetora para as soletas	27	Pegar a tela e fixá-la na mesa
4	Retirar as soletas prontas e levá-las para a mesa	28	Aplicação do silk na palmilha
5	Separar soletas e estocar na caixa	29	Transporte para a colocação da correia
6	Pegar borracha triturada para confecção das solas	30	Ir, pegar, voltar - Pegar correias estocadas
7	Alimentação da injetora para confecção das solas	31	Encaixar a correia na palmilha
8	Encaixar 2 soletas no molde	32	Ajustar a correia na palmilha com um molde
9	Operação da injetora para as solas	33	Colocar palmilhas ajustadas na esteira
10	Retirar as 2 solas do molde e levá-las para a mesa	34	Ir, pegar, voltar – Pegar solas estocadas
11	Passar cola na sola	35	Aplicar cola na sola
12	Ir, deixar, voltar – Estocar solas	36	Aplicar cola na palmilha
13	Pegar rolo de tiras e levar para mesa	37	Passagem pela estufa
14	Corte das tiras finas	38	União da sola com a palmilha
15	Corte das tiras grossas	39	Passagem pela prensa
16	Costura das tiras grossas	40	Pegar sandálias na mesa e levá-las para a lixadeira
17	Costura da etiqueta na tira grossa	41	Acabamento na lixadeira
18	Colocação das tiras finas	42	Levar as sandálias lixadas para a mesa de etiquetagem
19	Estocar as correias na caixa	43	Alimentação da máquina de cabides
20	Ir, pegar, voltar – 1 placa do emborrachado no estoque	44	Confecção de cabides
21	Posicionar placa na máquina de corte e cortar pés esquerdos	45	Levar cabides para a mesa de etiquetagem
22	Arrumar palmilhas	46	Unir um par de sandálias com um cabide
23	Virar placa	47	Colocar um trava-anel e um código de barras
24	Posicionar placa na máquina de corte e cortar pés direitos		

## Anexo 2

Arranjo Físico Antigo



### Arranjo Físico Proposto

