

ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA AUTOMAÇÃO E DO ESTUDO DO TRABALHO VISANDO A PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO E O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE.

Rodrigo Fabiano Ravazi (Univem)

rravazi@hotmail.com

Francisca Miquelle Siqueira Cardoso (Univem)

miquelle@terra.com.br

Rafael Contrera (Univem)

rafacontrera@hotmail.com

Victor Hugo Rodrigues do Vale (Univem)

vh_rodrigues@hotmail.com



Para as empresas tornarem-se competitivas e sobreviverem ao mundo dos negócios elas precisam ser inovadoras, desenvolvendo suas vantagens competitivas sobre os demais concorrentes. Para que essa busca seja eficaz, neste presente trabalho serão aplicadas técnicas do Estudo de Tempos e Métodos, Teoria das Restrições e Automação parcial da operação com o objetivo de aumentar a produtividade da operação fazendo com que essa atividade deixe de ser uma restrição para a cadeia produtiva. Os métodos adotados serão métodos científicos de pesquisa-ação que é um tipo de pesquisa em que o pesquisador é movido pela necessidade de conhecer o problema, contribuindo para fins práticos, visando à solução quando possível e

imediate do problema encontrado na realidade. O referido trabalho apresenta o estado atual e os resultados das melhorias com a implantação de um dispositivo pneumático de montar mangueira em uma linha de sub-montagem de uma indústria de lavadoras de alta pressão da Região de Marília/SP.

Palavras-chaves: Competitividade, Produtividade, Teoria das Restrições, Automação, Estudo do Trabalho, Análise de Viabilidade

1. Introdução

A inovação tecnológica é uma ferramenta essencial para as indústrias de produtos ou serviços. Todo crescimento econômico existente no mundo deve-se aos ganhos obtidos por essas empresas.

Para as empresas tornarem-se competitivas e sobreviverem ao mundo dos negócios elas precisam ser inovadoras e desenvolver suas vantagens competitivas sobre os demais concorrentes e estarem preparadas para o mercado.

Para o crescimento contínuo da organização a empresa precisa estar em constante desenvolvimento, e esta preocupação deve fazer parte da vida do Engenheiro de Produção. A excelência em qualidade oferecida ao usuário final deve ser de total interesse da empresa. Hoje a globalização exige que as organizações sejam cada vez mais eficientes e tenham uma melhor produtividade para serem competitivas.

Dentro deste contexto, serão abordados neste trabalho os conceitos de Produtividade, Teoria das Restrições, Automação, Estudo do Trabalho e Análise de Viabilidade. Em uma análise de processo é essencial que se leve em consideração estes conceitos possibilitando assim um melhor desempenho na operação.

2. Revisão teórica

2.1. Produtividade

Segundo Machado (1964), a produtividade corresponde diretamente à relação do produzido e os meios empregados, o que significa fazer mais com os mesmos recursos disponíveis.

Segundo Moreira (1996), a produtividade se tornou primordial dentro das organizações, tornando-se um referencial para o aumento dos lucros e sobrevivência. A busca por esses dois objetivos implica no melhor aproveitamento de funcionários, máquinas, energia, combustíveis consumidos, matéria-prima, conforme a figura 1:

Figura 1 - Mecanismo de influência da produtividade



Fonte: Moreira (1996, p.600)

Segundo Corrêa e Corrêa (2009), a produtividade é um indicador da eficiência com a utilização de recursos de entrada (materiais) e saídas (produtos).

Gaither e Frazier (2002), ressaltam que o aumento da produtividade se dá em relação ao aumento da produção utilizando a mesma quantidade ou quantidades menores de recursos. Já Goldratt (2002) diz que a produtividade é o ato de aproximar a empresa de sua meta sempre com segurança, qualidade e produtividade.

O conceito de produtividade pode ser desdobrado e classificado em quatro níveis:

Produtividade da Operação: Segundo Contador (2007) o termo operação é o nome dado pelo trabalho do operário ou do equipamento que realiza as atividades dentro da indústria. Para aumentar a produção é necessário aumentar os recursos produtivos, mas isso não significa que haverá um aumento na produtividade, pois para isso acontecer é necessário que haja mudanças no processo produtivo. A tabela 1 mostra alguns exemplos:

Tabela 1 - Cálculo de produção e de produtividade

SITUAÇÃO	PRODUÇÃO	PRODUTIVIDADE
1º - Um operário, trabalhando em uma máquina, produz em uma hora 10 peças.	10 peças / hora	10 peças / homem - hora 10 peças / hora - máquina
2º - Dois operários, trabalhando em duas máquinas, produzem, em 1 hora, 20 peças.	20 peças / hora	10 peças / homem - hora 10 peças / hora - máquina
3º - Melhorando o método de trabalho, um homem opera duas máquinas e produz, em uma hora, 20 peças	20 peças / hora	20 peças / homem - hora 10 peças / hora - máquina

Fonte: Contador, 2007, p.120

Produtividade da Fábrica: Os resultados da produção e o total de cada recurso produtivo são relações da produtividade fabril. Para isto é necessário que a produtividade seja medida de forma isolada, e as máquinas por serem muito diversificadas dentro das indústrias raramente são utilizadas na medida da produtividade. (Contador, 2007)

Produtividade da Empresa: É expressa pela relação entre os recursos de produção e o faturamento da empresa. Esse método de produtividade como taxa de valor agregado inclui todos os fatores internos da empresa, taxa de consumos dos materiais, taxa de consumo de energia e taxa de utilização de informação. (Contador, 2007)

Produtividade da Nação: É a renda per capita e a única forma existente para se aumentar é aumentando a produtividade da população economicamente ativa. (Contador, 2007)

Segundo Moreira (1996) o aumento da produtividade gera muitos benefícios que atingem a empresa como um todo. O monitoramento pode ser realizado na empresa, departamentos e funções particulares e esses resultados podem influenciar na rotina de trabalho e planejamento.

2.2. Teoria das Restrições (TOC)

Goldratt (2002) apresenta as principais restrições que impossibilitam a empresa de obter seu lucro. O objetivo é mostrar quais pontos podem ser trabalhados para que a empresa possa

reconhecer as restrições do trabalho. A competitividade de uma empresa está relacionada aos ganhos de produtividade, para isso a identificação das restrições nas operações é de extrema importância.

2.2.1. Métodos da TOC

Segundo Goldratt (2002), a TOC possui cinco passos para a otimização dos processos, sendo esses passos divididos em:

1. IDENTIFICAR a restrição do sistema;
2. EXPLORAR a restrição do sistema e descrever o desperdício identificado;
3. SUBORDINAR relacionando as demais atividades do sistema dependentes da restrição;
4. ELEVAR a restrição do sistema melhorando a operação até eliminar por completo a restrição;
5. VOLTAR ao passo um e identificar uma nova restrição do sistema.

Tambor-Pulmão-Corda

Segundo Gunther Kunde (2009), o método tambor-pulmão-corda é um meio que auxilia a Teoria das Restrições a obter uma programação mais próxima da realidade das linhas de montagem garantindo uma melhor produtividade.

Segundo Kunde (2009), é considerado tambor todo e qualquer meio produtivo que possibilita a determinação do ritmo dentro da cadeia produtiva, podendo ser máquinas, equipamentos, pessoas, etc.

O pulmão é um mecanismo de tempo utilizado para bloquear as paradas ocorridas pelo tambor garantindo a existência permanente de material à frente da restrição, representando um estoque de segurança.

O autor Kunde explica que na produção a corda é o mecanismo de sincronização dos outros recursos e consiste na programação da liberação de matéria-prima de acordo com a restrição

sendo que para um funcionamento correto deve existir um pulmão de tempo entre a liberação do material e a restrição.

O processo Tambor - Pulmão - Corda requer uma análise dos recursos produtivos, como a identificação da restrição, definição do tamanho do pulmão (estoque de segurança) e a sincronização de todos os recursos.

2.2.2. Identificação das Restrições

Segunda Okimira e Souza (2012), sempre existem restrições que limitam a capacidade do sistema em atingir níveis mais elevados de desempenho.

A seguir serão apresentadas algumas restrições encontradas dentro dos processos:

Gargalos: São um dos principais responsáveis pelas ineficiências da empresa. Para Goldratt (2002), a restrição pode ser definida como uma limitação na capacidade produtiva decorrente na fábrica, a qual é comprometida em um ou até mais recursos dentro das atividades.

Balanceamento: Tendo como exemplo a falta de um puxador em uma fila que pode ocasionar velocidade em alguns momentos, mas muita dispersão na maior parte do tempo. As operações com tempo ocioso ou sobrecarregado representam problemas de eficiência da linha, o que gera alterações na capacidade e aumento no custo unitário de produção. (Goldratt, 2002)

2.3. Automação

Rosário (2009), afirma que a automação é todo processo que auxilia o homem em suas atividades do dia-a-dia. Pode-se dizer que o processo produtivo quando aplicado às técnicas de automação se torna um processo que atende melhor as exigências e competitividade do mercado, capazes de produzir mais rápido, com menor custo e maior qualidade.

Segundo Contador (2007), a automação do posto de trabalho deve ser levada em consideração como uma alternativa de aumento da produtividade e suas implantações devem ser analisadas para garantir a viabilidade econômica do processo a ser automatizado.

Um equipamento muito utilizado é o CLP (Controlador Lógico Programável) que nada mais é do que um processador, agregado a memórias, entradas e saídas digitais e analógicas com capacidade de processamento e comunicação com outros dispositivos.

2.3.2. NR-12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamento

A Norma Regulamentadora número 12, do Ministério do Trabalho e Emprego, define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos.

Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada: Para prevenção de acidentes com as mãos são utilizados dispositivos de acionamento do tipo comando bimanual.

Sistemas de Segurança: As máquinas e equipamento devem possuir sistemas de segurança caracterizados por proteções fixas ou proteções móveis que garantam a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

Aspectos Ergonômicos: As máquinas e equipamentos devem ser projetados de modo que atendam as variações das características antropométricas dos operadores e respeite as exigências posturais, movimentos e o esforço físico demandado pelos operadores.

Procedimentos de Trabalho e Segurança: Devem ser elaborados procedimentos de trabalho com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo a partir da análise de risco.

2.4. Estudo do Trabalho

O Estudo do trabalho refere-se a técnicas utilizadas para se obter a melhor forma de se executar uma operação dentro do posto de trabalho, sendo assim para melhor entendimento das aplicações das ferramentas serão abordados os principais conceitos do estudo dos tempos e métodos.

2.4.1. Conceitos de Tempos e Métodos

Segundo Barnes (2008), o estudo de tempos e métodos teve diversas interpretações, mas foi Taylor quem introduziu a metodologia utilizada na determinação dos tempos padrões e o estudo dos movimentos foi desenvolvido pelo casal Gilbreth sendo aplicado para a melhoria de métodos de trabalho. O estudo de tempos realizado por Taylor foi usado principalmente na determinação de tempos padrões tendo como base a melhoria de métodos de trabalho, e muitas de suas conclusões continuam sendo válidas e aplicáveis ao moderno processo produtivo.

2.4.2. Definição do Estudo de Movimentos e de Tempos

Segundo Barnes (2008), os estudos de movimentos e de tempo são sistemas de trabalho com seguintes objetivos:

- Desenvolver um sistema e método que melhor se aplica ao processo com menor custo;
- Padronizar o sistema e método desenvolvido;
- Determinar o tempo normal e o tempo padrão;
- Orientar e treinar o operador para a atividade dentro do posto de trabalho.

2.4.3. Análise das Operações

Segundo Barnes (2008), antes de qualquer ação dentro de um posto de trabalho deve ser realizada a análise das operações de modo a conseguir identificar todos os desperdícios dentro da operação.

Para a identificação desses desperdícios os métodos que possibilitam a melhoria dos processos e das operações são os registros de atividades que agregam valor (AV) e atividades que não agregam valor (ANV), sendo anotados em forma de fluxograma e operações de homem máquina.

2.4.4. Estudo dos Movimentos

Segundo Barnes (2008), o objetivo do estudo de movimentos é analisar os movimentos de um operário na execução de uma operação a fim de determinar o melhor método de trabalho, sempre visando o menor custo. É interessante eliminar todos os movimentos desnecessários e dispor os movimentos restantes na melhor sequência.

O projeto de métodos tem como objetivo encontrar a mais eficiente combinação entre homens, máquinas, equipamentos e materiais no ambiente de trabalho. Para que o projeto de métodos seja eficiente é necessário considerar alguns fundamentos da ergonomia. Esse conhecimento faz com que seja possível projetar um sistema homem-máquina que melhor alcance as metas e objetivos especificados.

2.4.5. Ergonomia

Segundo Barnes (2008), o objetivo da ergonomia é o estudo da adaptação das tarefas e do ambiente de trabalho às características sensoriais, perceptivas, mentais e físicas das pessoas.

Segundo Contador (2007), por mais que os seres humanos tenham vantagens sobre os equipamentos de raciocínio e desenvolvam conceitos e métodos, ainda existem as restrições e limitações de força, fadiga, precisão e velocidade dos movimentos.

2.4.6. Estrutura do Estudo de Tempos

Segundo Contador (2007), o estudo de tempo estabelece uma estrutura. É necessário mapear todo o processo, em seguida dividir as atividades ou operações e dividir essas atividades em elementos, visando principalmente os processos que tem movimentos de operários. O objetivo desse mapeamento é aplicar técnicas para determinar o tempo necessário à execução do conteúdo do trabalho de uma tarefa.

Cronometragem: um dos métodos mais empregados na indústria para medir uma operação. Para a execução da cronometragem são necessários um cronômetro centesimal, uma prancheta e uma folha de observações. (Contador, 2007)

De acordo com Barnes (2008), os procedimentos para a execução da tomada de tempos são definidos em oito passos:

1. Registrar as informações sobre a operação e o operador em estudo;
2. Dividir a operação em elementos e registrar detalhadamente;
3. Registrar o tempo gasto pelo operador em cada elemento;
4. Determinar o número de ciclos a ser cronometrado;
5. Avaliar o ritmo do operador;
6. Verificar se foi necessário o número de ciclos cronometrados;
7. Determinar as tolerâncias;
8. Determinar o tempo padrão para a operação.

2.5. Técnicas de Análise do Investimento

A seguir serão mostradas duas técnicas de análise de investimento para que seja possível identificar se o projeto proposto trará retorno financeiro e em quanto tempo esse retorno acontecerá.

2.5.1. Valor Presente Líquido

Segundo Daltro (2008), o valor presente líquido - VPL é o critério mais recomendado por especialistas em finanças para decisão de investimento, pois o VPL considera o dinheiro no tempo. Bruni, Famá e Siqueira (1998), ressaltam que quando o VPL é positivo indica que o capital investido será recuperado. Utiliza-se a seguinte fórmula:

$$VPL = - \text{Valor do Investimento Inicial} + \text{Valor Presente do Investimento}$$

2.5.2. Payback

Segundo Daltro (2008), o payback representa o período de recuperação do investimento inicial indicado a partir de quando a empresa começará a ter retorno. Pode ser aplicado de

duas formas, payback simples e payback descontado, sendo que o payback descontado considera o valor do dinheiro no tempo. O payback simples não apresenta cálculos sofisticados, porém não considera o custo de capital. Já o payback descontado considera o valor do dinheiro no tempo, mas não considera todos os fluxos de caixa no projeto.

3. Apresentação e análise dos resultados

3.1. Apresentação da Empresa

Localizado na região de Marília/SP, o parque fabril da empresa está instalado em uma área de 10.000 m², sendo 5.000 m² de área construída. A empresa teve início em 1995 com 37 funcionários e hoje encontra-se com 117 funcionários com o regime de 2 turnos.

Atualmente a empresa dispõe de soluções inteligentes, versáteis e segura voltada ao processo de limpeza residencial, de serviços profissional, industrial e agronegócio. Também tem produzido suas lavadoras em conformidade com a Portaria 371, regulamentada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro).

3.1.1. Análise do Posto de Trabalho

O presente trabalho ocorreu em uma sub-montagem de mangueiras da linha de lavadoras de alta pressão de uso residencial. O posto de trabalho é composto por uma bancada onde o operador coloca as caixas com as peças para montar.

O processo é totalmente manual, não sendo utilizado nenhum tipo de dispositivo que auxilia o operador na montagem do conjunto, o que leva a diversas não conformidades, como a falta de padronização da operação, problemas ergonômicos que ocorrem pelo esforço repetitivo do operador, causando dores nas mãos que impossibilitam produzir da mesma forma, perdendo assim a qualidade do processo e do produto.

Esses problemas além de prejudicar a saúde do trabalhador afetam a linha de montagem, pois a célula que realiza o processo de montagem de mangueira é um gargalo produtivo. As Figuras 2 e 3 mostram o posto de trabalho analisado

Figura 2 - Posto de Trabalho



Fonte: Os Autores

Figura 3 – Célula de Montagem



Fonte: Os Autores

3.1.2. Descrição das Operações

O processo analisado foi a montagem de três modelos de mangueiras sendo elas J-6000, J-6200 e J-6800, ilustradas nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Mangueira J-6000



Fonte: Os Autores

Figura 5 - Mangueira J-6200 / J-6800



Fonte: Os Autores

O processo está representado nos fluxogramas:

Figura 6 - Fluxo de Montagem J-6000



Fonte: Os Autores

Figura 7 - Fluxo de Montagem J-6200 / J-6800



Fonte: Os Autores

3.1.3. Cálculo do número de ciclos e definição dos tempos

Após análise das operações deu-se início ao estudo de tempos e métodos.

A primeira ação foi dividir a montagem em elementos de trabalho e registrar em uma planilha, conforme a Figura 8:

Figura 8 - Planilha do Estudo de Tempos

ESTUDO DE TEMPO E PROCESSO											
PROCESSISTA: Victor Hugo Rodrigues do Vale						Setor: Sub-Montagens					
PEÇA: Mangueira Completa J-6000						Máquina:					
RG: 1173220 Processo nº: 1						Linha: Montagem de Mangueiras					
DESC. DO PROCESSO: Montar Mangueira Completa J6000						Início:					
Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)				Média	Média Padrão
1	Montar	Montar protetor festivel	1	100%	1						
2	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1						
3	Montar	Montar bico de entrada	1	100%	1						
4	Montar	Montar anel de vedação no bico de entrada	1	100%	1						
		Lubrificar os aneis com óleo ou graxa antes de montar									
PROCESSISTA: Victor Hugo Rodrigues do Vale						Setor: Sub-Montagens					
PEÇA: Mangueira Completa J-6200 / J-6800						Máquina:					
RG: 29975 / 1151916 Processo nº: 1						Linha: Montagem de Mangueiras					
DESC. DO PROCESSO: Montar Mangueira Completa J6200 / J6800 - Manualmente						Início:					
Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)					
1	Montar	Montar anel de vedação no bico de latão	1	100%	1						
		Lubrificar os aneis com óleo ou graxa antes de montar									
2	Montar	Montar manopla na mangueira	1	100%	1						
3	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1						
4	Montar	Montar na mangueira o bico de de latão com porca	1	100%	1						
5	Montar	Montar conector na mangueira	1	100%	1						

Fonte: Os Autores

Em seguida foi calculado o número de ciclos que seria analisado para esta operação, onde foram admitidos os valores da Figura 9.

Figura 9 - Valores para aplicação do método do número de ciclos

n	10
d2	3,078
z=90%	1,65
R	0,21
er	0,1
x	0,434

$$n = \left(\frac{Z \cdot R}{Er \cdot d2 \cdot X} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1,65 \cdot 0,21}{0,1 \cdot 3,078 \cdot 0,434} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{0,347}{0,134} \right)^2$$

$$n = 7 \text{ vezes}$$

Fonte: Empresa pesquisada

Depois utilizou-se um cronômetro minuto centesimal para realizar as tomadas de tempo, onde optou-se por adotar 5 ciclos de cada elemento da operação, sendo possível obter os valores de tempo normal, tempo padrão e o número de peças por hora, conforme as figuras 10 e 11.

Figura 10 - Estudo de Tempo J-6000

ESTUDO DE TEMPO E PROCESSO															
PROCESSISTA: Victor Hugo Rodrigues do Vale						Setor: Sub Montagens									
PEÇA: Mangueira Completa J-6000						Máquina:									
RD: 1175220						Linha: Montagem de Mangueiras									
Processo n°: 1						Início:									
DESC. DO PROCESSO: Montar Mangueira Completa J-6000															
Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent./min)					Média	Média Padrão			
1	Montar	Montar protetor flexível	1	100%	1	0,167	0,166	0,167	0,167	0,167	0,17	0,17			
2	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18			
3	Montar	Montar bico de entrada	1	100%	1	0,2	0,19	0,21	0,19	0,20	0,2	0,2			
4	Montar	Montar anel de vedação no bico de entrada	1	100%	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1			
		Lubrificar os anéis com óleo ou graxa antes de montar													
5															
Limpar		Próximo Estágio				TEMPO ANTERIOR		TEMPO NORMAL		ALLONCANCES		TEMPO PADRÃO		Nº DE PEÇA/H	
						0,65		18%				0,75		80	
Gerenciar Operações															

Fonte: Os Autores

Figura 11 - Estudo de Tempo J-6200 / J-6800

ESTUDO DE TEMPO E PROCESSO												
PROCESSISTA: Victor Hugo Rodrigues do Vale						Setor: Sub-Montagem						
PEÇA: Mangueira Completa J-6200 / J-6800						Máquina:						
RG: 29978 / 1181916 Processo nº: 1						Linha: Montagem de Mangueiras						
DESC. DO PROCESSO: Montar Mangueira Completa J6200 / J6800 - Manualmente						Início:						
Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)					Media	Media Padrão
1	Montar	Montar anel de vedação no bico de latão Lubrificar os anéis com óleo ou graxa antes de montar	1	100%	1	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
2	Montar	Montar manopla na mangueira	1	100%	1	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
3	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1	0,13	0,13	0,12	0,125	0,13	0,13	0,13
4	Montar	Montar na mangueira o bico de latão com porca	1	100%	1	0,4	0,4	0,4	0,5	0,40	0,42	0,42
5	Montar	Montar conector na mangueira	1	100%	1	0,27	0,27	0,25	0,26	0,27	0,26	0,26
Limpar		Próximo Estágio				TEMPO ANTERIOR	TEMPO NORMAL	ALLOWANCES (FADIGA, PESSOAL, ESPERA)		TEMPO PADRÃO	Nº DE PEÇA/H	
							0,90	15%		1,1	54	
Gerenciar Operações												

Fonte: Os Autores

3.1.4. Registros da Produção e Produtividade Atual

Em seguida foram calculadas as quantidades de peças possíveis de se montar em uma produção e gerar também um histórico para confronto das observações, conforme demonstrado a seguir:

Produção e Produtividade da Mangueira J-6000:

$$Produção = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{Tempo Disponível}}$$

$$Produção = \frac{80 \text{ peças}}{1 \text{ h}} \quad Produção = 80 \text{ peças/hora}$$

$$Produtividade = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{MO x Tempo disponível}}$$

$$Produtividade = \frac{80 \text{ peças}}{1 \text{ H} \times 1 \text{ h}} \quad Produção = 80 \frac{\text{peças}}{\text{H} \times \text{h}}$$

Produção e Produtividade da Mangueira J-6200 / J-6800:

$$Produção = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{Tempo Disponível}}$$

$$Produção = \frac{54 \text{ peças}}{1 \text{ h}} \quad Produção = 54 \text{ peças/hora}$$

$$Produtividade = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{MO x Tempo disponível}}$$

$$Produtividade = \frac{54 \text{ peças}}{1 \text{ H} \times 1 \text{ h}} \quad Produção = 54 \frac{\text{peças}}{\text{H} \times \text{h}}$$

3.2. Automação do Dispositivo

Para melhor desenvolvimento do dispositivo foram analisados os métodos de montagem e dimensões das peças.

3.2.1. Definição do Circuito

Primeiramente definiu-se quais elementos seriam necessários à automação e qual o nível de automação que seria adotado para o processo. Dentro dessa análise apontou-se como crítica a inserção dos bicos de entrada para o conjunto J-6000 e o conector macho e fêmea para os conjuntos J-6200 / J-6800.

Para inserção das peças adotou-se os cilindros pneumáticos, que possibilita a regulagem de avanço e força aplicada no momento da execução, assim pode-se controlar e encontrar a melhor regulagem para a aplicação.

3.2.2. Segurança do Circuito

Em conformidade com a NR-12 identificou-se a necessidade dos acionamentos serem bi-manuais ou seja, funcionar somente quando as duas mãos do operador estiverem pressionando simultaneamente os botões do circuito.

A segunda prevenção foi a necessidade de enclausurar o circuito, pois os equipamentos devem possuir sistemas de segurança caracterizados por proteções fixas ou móveis que garantam proteção à saúde e a integridade física dos trabalhadores.

3.2.3. Bancada de Montagem

Para acomodação do dispositivo idealizou-se uma bancada de trabalho, onde foi levado em consideração a altura dos operadores e também o alcance de cada um para a realização dos micros-movimentos. O modelo de bancada proporciona regulagem nos pés e para a realização dos micros-movimentos procurou-se manter as peças utilizadas na operação sempre no alcance do operador.

As caixas utilizadas foram dimensionadas para a capacidade de produção diária, para que o operador não fique parando e procurou-se aproveitar melhor o espaço disponibilizado no chão de fábrica para esse posto de trabalho. Aproveitou-se também a parte inferior da bancada acrescentando duas caixas grandes onde serão acondicionadas as peças maiores e com maior volume.

3.2.4. Construção do Modelo

A Figura 12 traz o modelo da bancada já considerando as medidas antropométricas de cada operador.

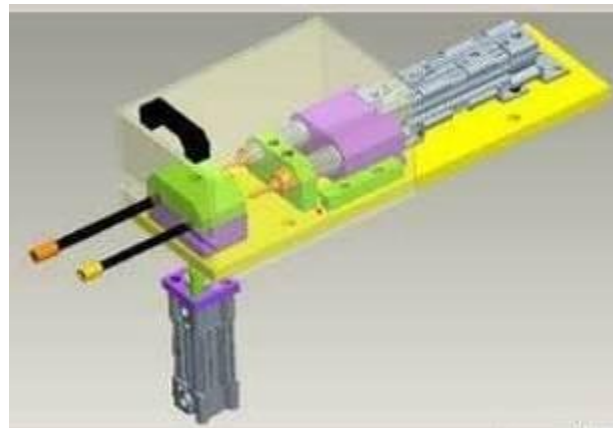
Figura 12 - Bancada de Montagem



Fonte: Os Autores

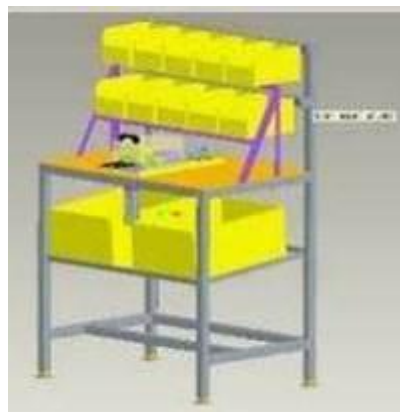
A Figura 13 traz os berços de montagem, cilindros pneumáticos e o tipo de enclausuramento que será utilizado e a Figura 14 a montagem completa do dispositivo.

Figura 13 - Conjunto Montado



Fonte: Os Autores

Figura 14 - Posto de Trabalho Completo



Fonte: Os Autores

4.3 Estudo de Viabilidade

Iniciou-se o estudo de viabilidade obtendo os valores da demanda anual da montagem dos três modelos de mangueiras conforme mostra a tabela 2.


Tabela 2 - Demanda das Mangueiras

DEMANDA ANUAL DE MANGUEIRAS PRODUZIDAS		
Códigos	Modelos	Demanda Anual
1175220	Mangueira Completa J6000	17.618
1161916	Mangueira Completa J6200	19.672
29975	Mangueira Completa J6800	20.295

Fonte: Programação da Produção da empresa em 2012

Solicitou-se um orçamento para realizar o desenvolvimento do projeto que contempla toda parte do material, mão de obra e também ajustes no modelo pré-desenvolvido, conforme a Figura 15.

Figura 15 - Orçamento do Dispositivo

 Fime - Industria Mecânica Ferramentaria Ltda - EPP Rua: Expedicionários de Pompéia, 173 - Centro - Fone/Fax: (14) 3452-2812 Cep 17580-000 - Pompéia - SP - e-mail: fime.adm@ife.com.br CNPJ: 67.440.851/0001-73 Insc. Est. 548.008.920.118					
ORÇAMENTO		Nº 7898			
Data:	01/02/13				
Cliente:					
Responsável:					
Item	Descrição do Serviço	Un	Qtde	Preço Unit.	Total
1	Bancada para montar mangueiras da maquinas 6200/6800 semi-automatico (pneumatico)	CJ	1	3.600,00	3.600,00
	NOTA:- Bancada com altura 1000x larg. 700x compr.1000 c/ regulagm de altura/ Suporte para 10 caixas 150x170x290				
	Montar 1 pc				
	Equipamento pneumatico (2 Cilindros 2 valvulas 5/2vias manifold, conexões e demais acessórios)	CJ	1	2.176,00	2.176,00
	Acrescimo na mão de obra	CJ	1	340,00	340,00
TOTAL -					R\$ 6.116,00
Materia prima		Qtde	Preço Unit.	Total	
Materiais incluso					
TOTAL -					0,00
Prazo de Entrega:	30 dias				
Validade Orçam.:	30 dias				
Condição Pagto:	28 dias				
Valor Desconto:	0,00				
Valor Total:	R\$ 6.116,00				
Considerações:					
1) O prazo estipulado para a entrega do serviço é considerado a partir da entrega de todas as informações necessárias para realização e da emissão do pedido de compra.					
2) No caso de alterações, ou falta de informações, que paralise o andamento do serviço o prazo de entrega será reavaliado, bem como os valores destas alterações.					
2.1) Toda e qualquer alteração no serviço, solicitada pelo cliente, deverá ser comunicada e formalizada por escrito para que a mesma tenha efeito.					
Luiz Carlos Ferreira					

Fonte: Empresa pesquisada

3.3.1. Proposta de Retorno

Na composição do investimento o tempo de ciclo da operação precisou ser estimado para que fosse possível visualizar a redução de tempo e o ganho financeiro que o projeto iria proporcionar, conforme as tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Simulação “Obtenção dos Tempos J-6000”

Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)				
1	Montar	Montar protetor flexível	1	100%	1	0,167	0,166	0,167	0,167	0,167
2	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17
3	Montar	Montar bico de entrada no dispositivo	1	100%	2	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14
		Lubrificar os anéis com óleo ou graxa antes de montar								
4	Montar	Posicionar a mangueira no berço de montagem e acionar o cilindro pneumático	1	100%	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Fonte: Os Autores

Tabela 4 - Simulação “Obtenção dos Tempos J-6200 / J-6800”

Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)				
1	Montar	Montar anel de vedação no bico de latão	1	100%	1	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08
		Lubrificar os anéis com óleo ou graxa antes de montar								
2	Montar	Montar manopla na mangueira	1	100%	1	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
3	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1	0,13	0,13	0,12	0,125	0,13
4	Montar	Montar conector macho e fêmea no dispositivo	1	100%	1	0,1	0,09	0,1	0,09	0,08
5	Montar	Posicionar a mangueira no berço de montagem e acionar o cilindro pneumático	1	100%	1	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11

Fonte: Os Autores

A tabela 5 mostra a análise de viabilidade do investimento:

Tabela 5 - Investimento Proposto

ATUAL					
Código	Modelos	Demanda Anual	Tempo Starter	Custo de M.O	Custo
1175220	Mangueira Completa J6000	17.618	0,75	R\$ 1,48	R\$ 19.555,54
1161916	Mangueira Completa J6200	19.672	1,10	R\$ 1,48	R\$ 32.026,02
29975	Mangueira Completa J6800	20.295	1,10	R\$ 1,48	R\$ 33.040,26
Total					R\$ 84.621,81

PROPOSTO					
Código	Modelos	Demanda Anual	Tempo Starter	Custo de M.O	Custo
1175220	Mangueira Completa J6000	17.618	0,60	R\$ 1,48	R\$ 15.644,43
1161916	Mangueira Completa J6200	19.672	0,56	R\$ 1,48	R\$ 16.304,15
29975	Mangueira Completa J6800	20.295	0,56	R\$ 1,48	R\$ 16.820,50
Total					R\$ 48.769,08

REDUÇÃO	GANHO ANUAL
-20%	R\$ 3.911,11
-49%	R\$ 15.721,86
-49%	R\$ 16.219,76
TOTAL	R\$ 35.852,73

RESUMO	
Ganho Anual	R\$ 35.852,73
Investimento	R\$ 6.116,00
PayBack (anos)	0,17
PayBack (meses)	2,05

Fonte: Os Autores

3.4. Implantação do Dispositivo

As Figuras 16 e 17 mostram as evidências do dispositivo pronto dentro da fábrica.

Figura 16 – Detalhes da Bancada Seguindo a Norma NR-12



Fonte: Os Autores

Figura 17 - Célula de Montagem



Fonte: Os Autores

3.5. Resultados da Implantação

Após a implantação houve retorno considerável sobre os tempos de montagem e os ganhos de qualidade e produtividade. Para mostrar as melhorias utilizou-se o estudo de tempos e métodos, o cálculo da produtividade e por fim o resultado do investimento.

3.5.1. Estudo de Tempo

A folha do estudo informa o tempo padrão e a quantidade de peças em que será possível montar por hora, conforme as figuras 18 e 19:

Figura 18 - Estudo de Tempo J-6000

ESTUDO DE TEMPO E PROCESSO												
PROCESSISTA: Victor Hugo Rodrigues do Vale						Setor: Sub-Montagens						
PEÇA: Mangueira Completa J-6000						Máquina:						
RG: 1175220 Processo nº: 1						Linha: Montagem de Mangueiras						
DESC. DO PROCESSO: Montar Mangueira Completa J6000						Início:						
Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)					Média	Média Padrão
1	Montar	Montar protetor flexível	1	100%	1	0,167	0,166	0,167	0,167	0,167	0,17	0,19
2	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1	0,18	0,18	0,17	0,18	0,17	0,18	0,18
3	Montar	Montar bico de entrada no dispositivo	1	100%	2	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,07	0,07
		Lubrificar os anéis com óleo ou graxa antes de montar										
4	Montar	Posicionar a mangueira no berço de montagem e acionar o cilindro pneumático	1	100%	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5												
Limpar		Próximo Estágio				TEMPO ANTERIOR	TEMPO NORMAL	ALLOWANCES		TEMPO PADRÃO	Nº DE PEÇA/H	
						0,75	0,52	5%	10%	0,6	100	
Gerenciar Operações												

Fonte: Os Autores

Figura 19 - Estudo de Tempo J-6200 / J-6800

ESTUDO DE TEMPO E PROCESSO												
PROCESSISTA: Victor Hugo Rodrigues do Vale						Setor: Sub-Montagens						
PEÇA: Mangueira Completa J-6200 / J-6800						Máquina:						
RG: 29975 / 1161916 Processo nº: 1						Linha: Montagem de Mangueiras						
DESC. DO PROCESSO: Montar Mangueira Completa J6200 / J6800 - Manualmente						Início:						
Nº.	Elementos de Trabalho		Equipe	Ritmo	Frequ.	Tempos(cent/ min)					Média	Média Padrão
1	Montar	Montar anel de vedação no bico de latão	1	100%	1	0,08	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,09
		Lubrificar os anéis com óleo ou graxa antes de montar										
2	Montar	Montar manopla na mangueira	1	100%	1	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07
3	Montar	Montar bucha cravadora na mangueira	1	100%	1	0,13	0,13	0,12	0,125	0,13	0,13	0,13
4	Montar	Montar conector macho e fêmea no dispositivo	1	100%	1	0,1	0,09	0,1	0,09	0,08	0,09	0,09
5	Montar	Posicionar a mangueira no berço de montagem e acionar o cilindro pneumático	1	100%	1	0,13	0,12	0,13	0,12	0,11	0,12	0,12
Limpar		Próximo Estágio				TEMPO ANTERIOR	TEMPO NORMAL	ALLOWANCES		TEMPO PADRÃO	Nº DE PEÇA/H	
							0,49	5%	10%	0,56	107	
Gerenciar Operações												

Fonte: Os Autores

3.5.2. Registros da Produção e Produtividade

A seguir será mostrado o cálculo da produção e produtividade após a implantação do dispositivo.

Mangueira J-6000:

$$Produção = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{Tempo Disponível}}$$

$$Produção = \frac{100 \text{ peças}}{1 \text{ h}} \quad Produção = 100 \text{ peças/hora}$$

$$Produtividade = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{MO x Tempo disponível}}$$

$$Produtividade = \frac{100 \text{ peças}}{1 \text{ H x 1h}} \quad Produção = 100 \frac{\text{peças}}{\text{H x h}}$$

Mangueira J-6200 / J-6800:

$$Produção = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{Tempo Disponível}}$$

$$Produção = \frac{107 \text{ peças}}{1 \text{ h}} \quad Produção = 107 \text{ peças/hora}$$

$$Produtividade = \frac{\text{Peças Produzidas}}{\text{MO x Tempo disponível}}$$

$$Produtividade = \frac{107 \text{ peças}}{1 \text{ H x 1h}} \quad Produção = 107 \frac{\text{peças}}{\text{H x h}}$$

Observa-se que para a mangueira J-6000 obteve um aumento de 25% na produção e a mangueira J-6200 / J-6800 de 98%.

3.5.3. Resumo dos Ganhos

Foi realizado o mesmo procedimento para o tempo padrão encontrado após a melhoria, conforme mostra a tabela 6:

Tabela 6 - Resumo dos Ganhos

ATUAL					
Código	Modelos	Demanda Anual	Tempo Stanter	Custo de M.O	Custo
1175220	Mangueira Completa J6000	17.618	0,75	R\$ 1,48	R\$ 19.555,54
1161916	Mangueira Completa J6200	19.672	1,10	R\$ 1,48	R\$ 32.026,02
29975	Mangueira Completa J6800	20.295	1,10	R\$ 1,48	R\$ 33.040,26
Total					R\$ 84.621,81

APÓS IMPLANTAÇÃO					
Código	Modelos	Demanda Anual	Tempo Stanter	Custo de M.O	Custo
1175220	Mangueira Completa J6000	17.618	0,65	R\$ 1,48	R\$ 16.948,13
1161916	Mangueira Completa J6200	19.672	0,58	R\$ 1,48	R\$ 16.886,44
29975	Mangueira Completa J6800	20.295	0,58	R\$ 1,48	R\$ 17.421,23
Total					R\$ 51.255,80

Fonte: Os Autores

3.5.4. Cálculo do Payback

Utilizou-se payback simples para o cálculo do retorno do investimento, conforme a figura 20:

Figura 20 - Cálculo do Payback

$$\text{Ganho Mensal} = \frac{\text{Custo Atual de Produção} - \text{Custo Após a Melhoria}}{12 \text{ meses}}$$

$$\text{Ganho Mensal} = \frac{\text{R\$ } 84.621,81 - \text{R\$ } 51.255,80}{12 \text{ meses}}$$

$$\text{Ganho Mensal} = \text{R\$ } 2.780,50$$

Investimento	Ganho Mensal
R\$ (6.116,00)	R\$ 2.780,50

Meses	Retorno
1	R\$ (3.335,50)
2	R\$ (555,00)
3	R\$ 2.225,50

Fonte: Os Autores

3.6. Comparativo

A tabela 7 mostra um comparativo que tem como objetivo mostrar o “tempo antigo x atual”, a “produção antiga x atual”, a “produtividade antiga x atual” e o “o custo antigo x atual”.

Tabela 7 - Comparativo dos Resultados

COMPARATIVO				
CONJUNTOS	TEMPO (PÇ / MIN.)		REDUÇÃO	
	Inicial	Final	Minutos	(%)
Mangueira J6000	0,75	0,60	0,15	-20%
Mangueira J6200	1,10	0,56	0,54	-49%
Mangueira J6800	1,10	0,56	0,54	-49%

CONJUNTOS	PRODUÇÃO (PÇ / HORA)		AUMENTO	
	Inicial	Final	Peças / Hora	(%)
Mangueira J6000	80	100	20	25%
Mangueira J6200	54	107	53	98%
Mangueira J6800	54	107	53	98%

CONJUNTOS	PRODUTIVIDADE (PÇ / HORA)		GANHO	
	Inicial	Final	Peças / Hora	(%)
Mangueira J6000	80	100	20	25%
Mangueira J6200	54	107	53	98%
Mangueira J6800	54	107	53	98%

CONJUNTOS	CUSTO DE MONTAGEM		REDUÇÃO	
	Inicial	Final	Custo	(%)
Mangueira J6000	R\$ 19.555,54	R\$ 16.948,13	R\$ 2.607,40	-13%
Mangueira J6200	R\$ 32.026,02	R\$ 16.886,44	R\$ 15.139,57	-47%
Mangueira J6800	R\$ 33.040,26	R\$ 17.421,23	R\$ 15.619,03	-47%

Fonte: Os Autores

5. Conclusões

Conforme os objetivos estabelecidos foi possível desenvolver uma proposta para solucionar os problemas identificados na operação da montagem das mangueiras. A revisão da literatura

auxiliou no desenvolvimento do trabalho, pois as análises realizadas foram embasadas nas pesquisas bibliográficas.

O estudo de caso tem como finalidade desenvolver um dispositivo que auxiliará na montagem das conexões das mangueiras, com implantação bem sucedida e vários benefícios para a empresa como melhor qualidade na montagem e redução do esforço físico do operador, ganhos de produtividade e redução do tempo de operação.

Os resultados apresentados fizeram com que a empresa olhasse para o processo produtivo com outros olhos, permitindo assim novos projetos como o desenvolvimento de uma linha de montagem que já está em andamento.

Conclui-se que todo conjunto de montagem em fase de projeto ou em status de produção deve ser analisado para que seja desenvolvido uma melhor forma de se realizar a operação, e a automação traz diversos benefícios auxiliando o crescimento da empresa.

Referências

- ARAÚJO, Marco Antônio. **Administração da Produção e Operações: Uma abordagem Prática**. Rio de Janeiro, Brasport, 2009. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books>>
- BRUNI, FAMÁ e SIQUEIRA. **Análise do Risco na Avaliação de Projetos de Investimentos: Uma Aplicação do Método de Monte Claro**. 75 folhas, Tutorial, FEA/USP, São Paulo, 1998. Disponível em: <<http://www.regeusp.com.br/arquivos/c6Art7.pdf>>. Acesso: 05 nov. 2013
- CONTADOR, José Celso. **Gestão de Operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. 2. ed, São Paulo: Blucher, 2007.
- CIUPKA, Pedro H.; TEIXEIRA, JACCOUD, Carlos Felipe T.; FONTES, Thauan Fellipe C. **A interferência dos gargalos de produção, suas causas, consequências e métodos para reduzir seus efeitos**. Paraná: CONBREPRO, 2011. Disponível em: <<http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2011>>.
- Henrique L. Corrêa e Carlos H. Corrêa, **Administração de Produção e Operações**, 2009. Editora Atlas.
- GOLDRATT, Eliyahu M. **A Meta: Um processo de melhoria contínua**, 2 Ed. Revista, AMPAB Comercial Ltda, 2002. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books>>.
- Livro Gestão Empresarial: de Taylor aos nossos dias. **Evolução das Tendências da Moderna Administração de Empresas**. Pg. 15.
- MACHADO, Antônio. **Produtividade** – Editora Atlas S.A 1964 p.25.
- MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**, 2 Ed. Livraria Pioneira Editora, São Paulo, 1996.

Norma Regulamentadora NR-12 do Ministério do Trabalho. <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/normas-regulamentadoras-1.htm>>.

KUNDE, Wilson Gunther. **Teoria das Restrições II – Método Tambor – Pulmão – Corda**, São Paulo, 30/10/2009. Disponível em: <<http://app.pr.sebrae.com.br>>. Acesso em: 19 ago. 2013.

RALPH M. BARNES. - **ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS: Projeto e medida do trabalho.** Editora Blucher 2008, 6 Ed. Americana.

RIBEIRO, Helga Patricia Mouta. **A Meta de Goldratt: O Alicerce da Nova Contabilidade de Ganhos.** Portugal, 2007. Disponível em: <<http://bdigital.ufp.pt/bitstream>>. Acesso em: 21 ago 2013.

ROSÁRIO, João M. **Automação Industrial.** São Paulo, Editora Baraúna, 2009. Disponível em: <<http://books.google.com.br>>. Acesso em: 21 ago 2013.

SILVA, Eric Solla. **Aplicação da Mentalidade Enxuta em um projeto de Processo de uma Linha de Montagem de Painéis Automotivos.** 2012. 50p, Universidade Nove de Julho. São Paulo. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/aplicacao-da-mentalidade-enxuta-em-um-projeto-de-processo-de-uma-linha-de-montagem-de-paineis-automotivos/101270/>>. Acesso em: 25 jul 2013.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.** 2 Ed. Porto Alegre: Artmed, 1996. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books>>