

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS**

DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR

CLEBERSON DA SILVA PEREIRA

**AUTOMATIZAÇÃO DA MONTAGEM DOS SINALIZADORES DA MOTOCICLETA:
ESTUDO DE CASO NO PIM.**

MANAUS – AM

2018

CLEBERSON DA SILVA PEREIRA

AUTOMATIZAÇÃO DA MONTAGEM DOS SINALIZADORES DA MOTOCICLETA:
ESTUDO DE CASO NO PIM.

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Esp. Sidney Assis Chagas.

MANAUS – AM

2018

P436a Pereira, Cleberson da Silva.
Automatização da montagem dos sinalizadores da motocicleta: estudo de caso
no PIM. / Cleberson da Silva Pereira. – 2018.
67 f.; il.

Monografia (Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2018.
Orientador: Prof. Esp. Sidney Assis Chagas.

1. Engenharia mecânica. 2. Automação. 3. Ergonomia. I. Chagas, Sidney Assis.
(Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III.
Título.

CDD 621

FOLHA DE APROVAÇÃO

CLEBERSON DA SILVA PEREIRA

AUTOMATIZAÇÃO DA MONTAGEM DOS SINALIZADORES DA MOTOCICLETA:
ESTUDO DE CASO NO PIM.

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Esp. Sidney Assis Chagas.

Aprovada em: _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Espec. Sidney Assis Chagas, ORIENTADOR
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Prof. MSc. Marcelo Martins da Gama, EXAMINADOR 1
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Prof. Espec. José Francisco de Caldas Costa, EXAMINADOR 2
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus todo poderoso que me deu a oportunidade de estar concluindo mais uma etapa em minha vida com sucesso, aos meus pais que se dedicaram e me ajudaram em todas as dificuldades enfrentadas, aos meus familiares e amigos, minha noiva Daniele Alves pela grande ajuda e paciência, ao meu filho Lincoln que é a minha fonte de motivação, aos meus amigos Marcos Filipe e David Alencar pela força e agradeço meu orientador Sidney Assis Chagas por todo o comprometimento e paciência em colaborar com meu trabalho.

Cleberson da Silva Pereira

RESUMO

O presente trabalho trata da reforma dos índices no processo de produção, através da automação com dispositivos pneumáticos, essa aplicação visa a melhoria dos índices de qualidade, custo, produtividade, segurança e ergonomia. Teve por objetivo implantar e avaliar um sistema de automação que seja de fácil manuseio para o processo de montagem do produto sinalizador traseiro de motocicletas, já que o mesmo se encontrava em níveis elevados de absenteísmo e rejeição, e garantir assim, padrões de segurança, qualidade e ergonomia. Para tanto, foi utilizado como instrumento de pesquisa, um estudo de campo em uma empresa de motocicletas do PIM, através da coleta dos dados referentes à operação na linha e registros de relatórios técnicos contendo indicadores de desempenho. Ao analisar os dados, foi verificado que a montagem da trava do sinalizador continha o processo com maior índice de problemas ergonômicos, foi verificado ainda que o mesmo poderia ser melhorado através da implantação de um dispositivo pneumático, melhorando índices da produção, sem incorrer em riscos futuros para o colaborador envolvido. Com auxílio de softwares de projetos, o dispositivo foi projetado, produzido, testado e implantado na linha. Os resultados obtidos foram a redução de riscos ergonômicos, já que o operador realizava uma força considerável para a operação, sendo um dispositivo mecânico sem influência humana. O outro resultado seria a eliminação de problemas relacionados a qualidade da trava do sinalizador, e fazer com que este dispositivo seja um processo de melhoria contínua e de grande relevância tanto para a empresa quanto para os colaboradores envolvidos.

Palavras-Chaves: Automação, Pneumática, Ergonomia e Qualidade.

ABSTRACTS

The present work deals with the reform of the indices in the production process, through automation with pneumatic devices, this application aims at improving the indices of quality, cost, productivity, safety and ergonomics. Its objective was to implement and evaluate an automation system that is easy to handle for the assembly process of the motorcycle rear marker product, since it was in high levels of absenteeism and rejection, and thus ensure safety standards, quality and ergonomics. For this purpose, a field study was used as a research tool in a PIM motorcycle company, through the collection of data related to the operation on the line and technical report records containing performance indicators. When analyzing the data, it was verified that the assembly of the lock of the flag contained the process with the highest index of ergonomic problems, it was verified that it could be improved by the implantation of a pneumatic device, improving production rates without incurring risks the involved employee. With the aid of design software, the device was designed, produced, tested and deployed in the line. The results obtained were the reduction of ergonomic risks, since the operator realized a considerable force for the operation, being a mechanical device without human influence. The other result would be the elimination of problems related to the quality of the lock of the flag, and to make this device a process of continuous improvement and of great relevance for both the company and the employees involved.

Keywords: Automation, Pneumatics, Ergonomics and Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração do Paralama Traseiro	37
Figura 2: Ilustração do Sinalizador.	37
Figura 3: Ilustração Trava do Sinalizador.	38
Figura 4: Análise Laboratorial de Dureza do Material.	38
Figura 5: Montagem Manual da Trava do Sinalizador	39
Figura 6: Ilustração da Interferência entre o Sinalizador e Trava	39
Figura 7: Corte Longitudinal para Visualização da Interferência.	40
Figura 8: Utilização do Dinamômetro para Análise da Força.	41
Figura 9: Especificações do Atuador Pneumático	43
Figura 10: Circuito Pneumático Simplificado	43
Figura 11: Circuito Elétrico Simplificado	44
Figura 12: Ilustração da Estrutura do Dispositivo	45
Figura 13: Desenho da Estrutura do Dispositivo	45
Figura 14: Base do Dispositivo	46
Figura 15: Apoios do Dispositivo	46
Figura 16: Dispositivo Trava do Sinalizador Montado	47
Figura 17: Adequação Necessária para Implantação em Processo Produtivo	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Índice de Rejeição Interna na Montagem de Componentes.	31
Gráfico 2: Bloqueios e Suspensões registrados no setor Montagem de Componentes.	31
Gráfico 3: Eficiência no setor Montagem de Componentes.....	32
Gráfico 4: Quantidade média Diária de Paradas de Linha na Montagem de Componentes.....	32
Gráfico 5: Percentual de absenteísmo no setor Montagem de Componentes.....	33
Gráfico 6: Quantidade de acidentes registrados no setor Montagem de Componentes.	33
Gráfico 7: Estratificação do indicador Absenteísmo	34
Gráfico 8: Estratificação do item Licenças.....	34
Gráfico 9: Principais motivos de Licenças Médicas.....	35
Gráfico 10: Problemas Ergonômicos no Setor Montagem de Componentes.....	35
Gráfico 11: Problemas Relacionados à Montagem do Sinalizador Traseiro.....	36
Gráfico 12: Análise da Força Necessária para Montagem da Trava	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
	APRESENTAÇÃO	10
	PROBLEMATIZAÇÃO	11
	JUSTIFICATIVA.....	12
	OBJETIVOS.....	13
	Objetivo geral.....	13
	Objetivos específicos.....	13
	DESCRIÇÃO DO TRABALHO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
	PROCESSO DE MONTAGEM.....	14
	MANUFATURA MANUAL.....	15
	PNEUMÁTICA INDUSTRIAL.....	17
	ELETROPNEUMÁTICA.....	18
	PLANEJAMENTO.....	19
	AUTOMAÇÃO	20
	ERGONOMIA	21
	QUALIDADE.....	22
	FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	25
	NR10-INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE	25
	NR12-SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	26
	NR17-ERGONOMIA.....	26
	USINAGEM	26
	MÉTODO OCRA: <i>Occupational Repetitive Assemente</i> (Estudo dos Movimentos Repetitivos).....	27
3	METODOLOGIA	28

4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	30
	RESULTADOS REFERENTES AO HISTÓRICO DA SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA	
	30	
	ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS COMPONENTES	36
	4.2.1	
	Análise dos Componentes	36
	4.2.2 Análise da Montagem dos Componentes	39
	RESULTADOS REFERENTES AO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DO	
	DISPOSITIVO	41
	Dimensionamento do Circuito Pneumático	41
	Dimensionamento do Circuito Elétrico	44
	Dimensionamento da Estrutura Mecânica	44
	RESULTADOS REFERENTES À CONSTRUÇÃO DO DISPOSITIVO	46
	RESULTADOS ESPERADOS REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DO	
	DISPOSITIVO	48
5	CONCLUSÃO	50
6	REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
7	ANEXOS	56
	ANEXO A – RELATÓRIO DE ANÁLISE ERGONÔMICA OCRA - MONTAGEM	
	MANUAL DO SINALIZADOR.....	56
	ANEXO B – RELATÓRIO DE ANÁLISE ERGONÔMICA OCRA –	
	MONTAGEM AUTOMATIZADA DO SINALIZADOR.....	62

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Para que hoje as grandes empresas consigam atender o mercado, a automação torna-se de extrema importância, pois além de aumentar de forma considerável a produtividade, também diminui a quantidade de mão de obra considerada antes necessária, e uma das maneiras classificada mais economicamente viáveis para realizar isso, é fazendo uso da pneumática. Esse fato se dá pelas diversas características próprias de seu fluido, que nesse caso é ar e pela sua ampla utilização sendo possível aplica-la em diversos seguimentos da indústria. Automação significa a dinâmica organizada dos automatismos, ou seja, suas associações de uma forma otimizada e direcionada à consecução dos objetivos do programa humano (FIALHO, 2004).

Automação Industrial equivale em permutar a execução humana tanto na operação de máquinas, quanto no controle de processos. A busca pela automação no setor industrial manifesta quando a empresa compreende a maior necessidade de valer-se produtiva, pretendendo à maior velocidade, confiabilidade, versatilidade e fluxo de produção (MARQUES et al, 2017).

O envolvimento do cumprimento de métodos, softwares e ferramentas específicas estabelecendo a máquina ou processo industrial, detém vários objetivos, frisando a melhoria da eficiência mediante a otimização dos recursos, repetitividade na execução, redução dos tempos e custos de processo. O cumprimento demanda força, velocidade, maior segurança, controle de parâmetros, controle de posição e dimensional delimitando a intervenção humana. A automação é constituída por dispositivos mecânicos e eletroeletrônicos como sensores e atuadores que remetem e passam a ter sinais elétricos de computadores e controladores programáveis, tornando-se imprescindível em todos os segmentos em que possa ser introduzida: industrial, predial ou residencial. Com o intuito de aperfeiçoar tempo e recursos, proporcionando maior qualidade e produtividade para os mais diversos processos em que permaneça vinculada, além de favorecer maior segurança e qualidade de vida para seus colaboradores (SOARES, NASCIMENTO, TEIXEIRA, 2016).

Anteriormente as atividades exigiam muito esforço físico repetitivo. Atualmente as atividades dependem principalmente dos aspectos cognitivos, ou seja, da adesão e processamento de informações. A ergonomia surgiu logo após a Segunda Guerra Mundial, em decorrência do trabalho interdisciplinar exercido por diversos profissionais, tais como engenheiros, fisiologistas e psicólogos, durante aquela guerra. Os campos de emprego da ergonomia se faziam quase exclusivamente na indústria convergiam no binômio homem-máquina. A ergonomia agora é mais bem ampla, estudando sistemas complexos, onde dezenas ou até centenas de homens, máquinas e materiais relacionam-se continuamente entre si, na realização de um trabalho, ampliando horizontalmente, envolvendo diversos tipos de trabalhos humanos. Ultimamente esse crescimento ocorre principalmente no setor de serviços (saúde, educação, transporte, lazer e outros) e até no estudo de atividades domésticas. Houve também uma importante mudança qualitativa. (ILDA, 2005).

A Norma ISO 8402 (1994) conceitua a qualidade como: “o conjunto de características de uma entidade que lhe confere a aptidão de satisfazer as necessidades explícitas e implícitas”. A qualidade de um produto é verificada levando em conta vários elementos: as múltiplas características técnicas, a estética, a certeza de funcionamento (confiabilidade, disponibilidade, por exemplo), a segurança, a ergonomia, o respeito aos prazos, o manual de instruções e manutenção, o custo de propriedade, a informação sobre os produtos e sobre a empresa, a fatura e condições de pagamento e a antecipação no que diz respeito à evolução das necessidades do cliente (BONDUELLE, 1997).

PROBLEMATIZAÇÃO

Atividades que convertem matéria prima em produtos que serão consumidos caracterizam a indústria. Com surgimento no início do século XIX trouxe a transição do capitalismo comercial para o capitalismo industrial, utilizando para isso força humana, máquinas e energia. Com a evolução dos processos e das necessidades da humanidade, foram necessárias ser implantadas novas tecnologias nos processos de fabricação. Verificando os processos de montagem de uma empresa de fabricação de motocicletas, foram identificados postos de trabalho em que se fazia necessário o

estudo para implantação da automação, pois os mesmos exigiam grandes esforços para serem executados, postura inadequada para execução do processo, movimentos repetitivos. Executando uma análise com foco na montagem de componentes da motocicleta, e estudando os indicadores setoriais de absenteísmo e qualidade, foi destacado o processo de montagem da trava dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro, no qual foi apresentado elevados índices de absenteísmo, causado pela execução de um processo anti-ergonômico, e elevadas ocorrências de defeito por montagem incorreta, afetando a qualidade final do produto acabado. Optando pela implantação de um sistema que seja de fácil instalação e que ofereça o melhor custo benefício, faz-se necessário o uso da pneumática. Considerando que parte dos materiais necessários para o desenvolvimento do sistema já estão disponíveis na empresa, os custos envolvidos se tornam mínimos ao investimento total do projeto, além de diminuir os riscos para os colaboradores ativos neste posto de trabalho.

Esse projeto garante a redução de riscos ergonômicos, diminuição no índice de absenteísmo, aumento da eficiência do processo produtivo e redução nos problemas de qualidade.

JUSTIFICATIVA

Com o propósito de melhorar a eficiência do processo produtivo, com um baixo investimento, capaz de construir um sistema pneumático de modo que exerça a mesma função de forma eficiente sem que seja necessário grande esforço físico para o colaborador, reduzindo de forma relevante o esforço do operador e os riscos de problemas ergonômicos e melhorando os índices do processo. O dispositivo também oferecerá uma montagem de forma correta da trava dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro, evitando problemas de qualidades em campo, movimentos repetitivos e oferecendo uma força mais adequada e melhor qualidade ao produto acabado. Contribuindo para distribuição favorável de mão de obra aos setores onde os riscos ergonômicos é considerável.

Para a fabricação de produtos em geral, o colaborador submete-se aos riscos do meio de trabalho, e da atividade exercida. A produção de um produto simples ou a manufatura de uma multinacional envolvem riscos que devem ser considerados e

previstos antes da execução das atividades. Empresas onde a produção diária é volumosa, os colaboradores podem estar em maior contato a riscos na ocorrência de acidentes ou doenças do trabalho pela repetitividade e aplicação de esforços. Além de riscos para o colaborador, a qualidade do produto acabado pode ser influenciada pelos fatores humanos como cansaço, falta de atenção, insatisfação com seu processo, fatores que recebem influência de um posto de trabalho não satisfatório.

Um processo produtivo é gerado com o objetivo de beneficiar a empresa e o produto a ser comercializado. O produto deve estar sempre dentro das normas de qualidade da empresa, visando obter sempre o melhor produto acabado com o intuito de obter um menor custo produtivo. Mas para isso é necessário seguir os padrões de qualidade especificados pela empresa e as entidades que regem os padrões de produtos comercializados. Este projeto visa manter os padrões de qualidade do produto acabado buscando a redução de custo para o processo de fabricação e redução de absenteísmos.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Otimizar os índices de qualidade, produtividade, segurança e ergonomia da montagem da trava dos sinalizadores da motocicleta, através da automatização do processo com dispositivo pneumático.

Objetivos específicos

- Levantar índices do processo de manufatura da trava dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro da motocicleta, partindo do registro da eficiência da produção.
- Estabelecer o mecanismo que leve a criação do dispositivo com a finalidade de automatizar o processo de montagem da trava dos sinalizadores direito e

esquerdo no paralamas traseiro da motocicleta, a fim de reduzir riscos ergonômicos.

- Comparar resultados após a aplicação do mecanismo no processo de montagem da trava dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro da motocicleta.

1.5 DESCRIÇÃO DO TRABALHO

Neste tópico da pesquisa do seguinte trabalho, foi desenvolvido uma análise de campo entre janeiro a dezembro do ano de 2017 tendo como base para a elaboração desta investigação, dando como marco inicial uma análise em um dos processos desenvolvidos em uma empresa de montagem de motocicletas Alfa (nome fictício), onde é estudando os indicadores setoriais de absenteísmo e qualidade, foi destacado o processo de montagem da trava dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro, no qual apresentou elevado índice de absenteísmo, ou seja, fora de padrão, que estava causando elevados índices de defeitos, por apresentar montagem incorreta, além da dificuldade do colaborador em administrar, executar a função de montagem, trazendo riscos a sua saúde e comprometendo a qualidade do produto acabado.

Dadas as dificuldades, foi desenvolvido um sistema que seja de fácil instalação e que ofereça o melhor custo benefício a empresa. Esse sistema utiliza como uso necessário, uma simples pneumática nesse posto de trabalho, cuja sua função ameniza o impacto da força causada pelo colaborador do processo, promovendo agilidade e eficiência na execução, reduzindo problemas de qualidade e aumentando possíveis lucros a empresa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

PROCESSO DE MONTAGEM

A NBR-ISO 8.402 (1994 apud Costa 2007, p. 196) afirma que “processo é um conjunto de recurso e atividades inter-relacionados que transforma insumos (entrada)

em produtos (saídas)”. Entende-se que processo é a transformação de recursos em produtos acabado. Considerando, ainda, o pensamento de Costa (2007), o seguinte autor menciona, no cenário exemplar, que o processo se inicia com a vinda de um produto, de um pedido, de uma reclamação, de um insumo, de um lado, de uma notícia negativa podendo sofrer várias operações, sequenciais ou paralelo, posteriormente cruza seções, departamentos, áreas, regiões e etc. Sendo incluso ou afastado da organização. Desenvolvendo também um processo é finalizado quando se alcança um produto ou serviço, seja para um cliente, público alvo, ou seja, se uni de forma objetiva tento um valor para a organização.

Para Werkema (1995) processo é:

“Uma combinação dos elementos equipamentos, insumos, métodos ou procedimentos, condições ambientais, pessoas e informações do processo ou medidas, tendo como objetivo a fabricação de um bem ou o fornecimento de um serviço”. (WERKEMA, 1995, p. 6 apud MARIANI, 2005, p. 111).

Rotondaro et al (2002, p. 74) enfatizam que “processo é uma sequência de atividades organizadas que transformam as entradas dos fornecedores em saídas para os clientes com valor agregado gerados pela unidade”.

Desta forma, todo processo projetado corretamente tem a voz do cliente perfeitamente embutida em todas as fases de execução. (ROTONDARO, RAMOS, et al., 2002, p. 74).

MANUFATURA MANUAL

A manufatura [do latim, manu = mão e factura = feitiço] compreende uma enorme diversidade de atividades humanas, desde o artesanato até a alta tecnologia.

Segundo Black (1998 apud Fischer, 2000, p. 13) os “elementos físicos importantes para todo o sistema de manufatura são pessoas, processos, e equipamentos para estocar e manusear materiais. Matérias-primas e produtos são entradas/saídas em processo/saída do sistema.” Neste contexto o autor deixa explícito que o processo demanda de pessoas e equipamentos para produzir o produto final.

De acordo com Slack (2002) a manufatura é um exemplo de mudança todos os bens ou serviços, podendo gerar os dois, implicando na utilização de recursos para transformar o estado ou a condição de algo para manufaturar os resultados ou o produto acabado. Neste parágrafo Slack diz que processo manual é a modificação de recursos em produto final.

Womack, Jones e Roos (1992, apud Yamaute, 2010, p. 26)

“destaca que desde 1980 haviam indústrias que trabalhavam com o conceito de manufatura em série de forma manual, com tarefas bastante simples e velocidades baixas, o que por sua vez trazia um volume produção extremamente baixo, sendo que os custos de produção não baixavam com o aumento da demanda. A partir daí, surgiram novas técnicas por Henry Ford que reduziu drasticamente os custos aumentando a qualidade do produto, uma façanha para a época”.

Por conseguinte, veremos algumas vantagens e desvantagens de um processo ou manufatura manual, do ponto de vista dos autores supracitados.

Vantagens:

- Produtos exclusivos, que sua fabricação dependem exclusivamente de um indivíduo;
- Controle de qualidade próprio durante a fabricação do produto;
- Produtos com qualidade elevada;
- Atuação em caso de avarias ou desvios;
- Reparação e manutenção.

Desvantagens:

- Custo de materiais para a produção elevado;
- Dificuldade de alteração em algum parâmetro produtivo;
- Probabilidade de erros;
- Dificuldade em execução de tarefas múltiplas;
- Limitadas aquisição de dados.

PNEUMÁTICA INDUSTRIAL

O ar existe em grande quantidade e está acessível em todos os locais. Em uma troca normal de processo, como é o caso de sistemas hidráulicos, ele não é necessário. Com isso diminui os custos e a necessidade de manutenção e ainda melhora o tempo de trabalho. O ar comprimido não ocasiona impurezas, favorecendo o processo de limpeza do equipamento.

Segundo Fialho (2004, p.19) “Pneumática provém da raiz grega PNEUMA, que significa fôlego, vento, sopro. Logo, pneumática é conceituada como sendo a matéria que trata dos movimentos e fenômenos dos gases”.

A pneumática refere-se à utilização de gases, o que proporciona para o processo de automação uma grande possibilidade de funcionalidade para máquinas e equipamentos. As muitas características oferecidas por ela, a tornam primordial para métodos de automação.

“[...] A pneumática é sem dúvida o elemento mais simples, de maior rendimento e de menor custo que pode ser utilizado na solução de muitos problemas de automatização” (FIALHO 2004, p.20).

Ar comprimido pode ser conduzido em tubulações (rede) por uma grande distância. Isso favorece a instalação de uma central de geração de ar comprimido, a qual proporciona o ar necessário para os pontos de consumo, com pressão de trabalho constante. Dessa forma, a energia oriunda do ar comprimido pode ser compartilhada por longas distâncias. Nenhuma linha de retorno de ar é fundamental, já que a exaustão de ar é se faz pela abertura de descarga.

Segundo Fialho (2004, p.41) “[...] pneumática utiliza-se do ar como fonte de energia para acionamento de seus automatismos”.

Pelo fato da pneumática fazer uso do ar para seu funcionamento, e o mesmo existir em proporções infinitas na atmosfera e o valor para a sua utilização torna-se baixo, proporcionando um excelente custo benefício. Ar comprimido pode, sem dúvidas, ser armazenado em reservatórios. Além disso, a reserva de pressão disponível no reservatório permite, ainda por algum tempo, a realização de um trabalho iniciado, após o sistema provedor de energia deixar de trabalhar. Ferramentas pneumáticas e/ou tubulações com vazamento de ar não interferem na

segurança do funcionário e do local de trabalho. Por conseguinte, estes têm longa vida útil e um baixo índice de falha. Em relação a fogo, explosão e riscos elétricos e até mesmo com gás inflamável, as ferramentas pneumáticas não apresentam riscos e são muito seguras, podendo ser manuseadas sem equipamentos de proteção caros e volumosos. Até mesmo embaixo d'água as ferramentas podem ser operadas, se devidamente equipadas e vedadas.

“[...] O custo da energia é em parte compensado pelos elementos de preços vantajosos e rentabilidade do equipamento, ” de acordo com (FIALHO 2004, p.23).

Quando uma empresa decide fazer o uso dos equipamentos pneumáticos, o custo gerado pode ser considerado relativamente alto, porém os inúmeros benefícios que esse sistema proporciona é possível compensar os investimentos em pouco tempo.

ELETROPNEUMÁTICA

Um dos segmentos aplicados atualmente na área de automação industrial é certamente a pneumática, pois apresenta características de velocidade e força para a efetivação de atividades que envolva ar comprimido como fonte de energia. Mas a força não é absolutamente nada sem controle, portanto é indicado conceitos de elaboração de circuitos eletropneumáticos para o controle de elementos pneumáticos como pistões, válvulas e motores, como uso de elementos de comutações elétricas.

Eletropneumática é segundo Fialho (2004, p.19):

“Ramo da pneumática que passa a utilizar energia elétrica CC ou CA como fonte de energia para o acionamento de válvulas direcionais, compondo as assim as chamadas eletroválvulas e válvulas proporcionais, energizando ainda sensores magnéticos de posicionamento, pressostatos, micro-switchs, etc”.

A aplicação do sistema eletropneumáticos ao invés do pneumático, se dá pelo resultado satisfatório em diversas ocasiões que compreendam velocidade de transmissão, perda e segurança. E se dá pela combinação da energia elétrica com a energia pneumática.

PLANEJAMENTO

Nos últimos anos o ramo de planejamento evoluiu positivamente. Esta evolução proporcionou o surgimento de sistemas de planejamento inteligente de ações que possibilitam descobrir recursos para vários problemas de forma rápida e automática (TONIDANDEL e RILLO, 2002).

“O Planejamento Estratégico de Automação (PEA) é uma atividade essencial para o sucesso de qualquer empresa do setor industrial. Neste trabalho se apresenta uma metodologia para a elaboração do PEA tendo em vista não somente os inerentes componentes do sistema de manufatura (máquinas, sistemas de informação, aplicações e redes de comunicação), mas também a necessidade de alinhamento com os sistemas de informação de suporte empresarial e sua Tecnologia de Informação (TI). Pressupõe-se que o Planejamento Estratégico Empresarial (PEE) é a base desse desejado alinhamento” (DANTAS E JÚNIOR, 2003, p.1).

Segundo Chiavenato (2004), o planejamento se estabelece na primeira atividade do processo administrativo, possibilitando a formação dos objetivos organizacionais em função dos recursos fundamentais para alcançá-los de forma eficaz.

Para um cálculo de produção de uma determinada empresa, são levados em contemplação os recursos que a mesma possui para adquirir os resultados aguardados, como a quantidade de máquinas e de pessoas, no entanto a maioria dos planejamentos necessita ser revistos e recalculados em decorrências das variáveis sucedidas durante processo, sendo a falta de pessoal uma das principais causas do problema.

Segundo Oliveira (1996), planejamento pode ser determinado como um processo que leva em conta os aspectos apontados pelas dimensões previamente demonstradas, no sentido de obter uma situação almejada de maneira mais eficiente e satisfatória, com a melhor concentração de empenho e recursos pela organização. Quando uma empresa possui um percentual baixo de funcionários, e requer atender um quantitativo elevado de grande demanda sobre o produto, é necessário que os recursos existentes apresentem o máximo de eficiência possível, para que as metas sejam atingidas, sendo necessário não ocorrer dispêndio de energia desnecessárias para a realização laborativa.

AUTOMAÇÃO

Automação pode ser estabelecida como a tecnologia mediante um processo ou procedimento é obtida sem assistência humana. Elaborada beneficiando-se um programa de instruções combinado a um sistema de controle que processa as instruções. Para automatizar um processo, é necessária energia não só para gerenciar a técnica de modo a operar o programa e o sistema de controle. Apesar de ser efetuada em inúmeras áreas, a automação está imediatamente agregada às indústrias de produção. Nessa circunstância, o termo foi originalmente desenvolvido, em 1946, por um engenheiro da Ford Motor Company, para reproduzir a variedade de dispositivos automáticos de transferência e os mecanismos de alimentação que haviam sido instalados nas plantas de produção da empresa (GROOVER, 2011).

As novas técnicas de controle são sempre consideradas no processo da automação industrial. Nivelando a elevação de produtividade, como razão notável do aumento da qualidade de vida através do poder de compra obtido pela sociedade, fazer-se o maior poder gerador de riquezas que nunca existiu. A expressão automatização se ampliou desde o início da construção das primeiras máquinas e se estabeleceu com a revolução industrial; entretanto, automatização está profundamente ligada à sugestão de movimento automático, repetitivo, mecânico e é sinônimo de mecanização, então reproduz ação. Caso se compreenda que tal mecanização conflita apenas com uma ação irrestrita, sem correção, tem-se um sistema no qual a saída independe da entrada, ou seja, não existe uma relação entre o valor esperado para um sistema e o valor obtido por este, mediante da variável responsável por sua atuação.

A definição de automatização é um agregado de técnicas por meio das quais se englobam sistemas ativos organizados de forma a atuar com uma eficiente de forma utilizar de informações obtidas mediante o qual atuam. Referentes às informações, o sistema calcula a ação corretiva mais propício para a execução da ação e esta é um padrão em malha fechada, conhecidos como sistemas de realimentação, ou seja: envolvem uma relação expressa entre o valor da saída em relação ao da entrada de referência do processo. Essa relação entrada/saída serve para restaurar eventuais valores na saída que estejam fora dos valores desejados. Para isso, são aplicados controladores que, por intermédio da execução algorítmica

de um programa ou um circuito eletrônico, equiparam o valor atual com o valor esperado, executando o cálculo para ajuste e correção (SILVEIRA e SANTOS, 2003).

ERGONOMIA

A ergonomia é conhecida preliminarmente na luta pela saúde do colaborador contra os acidentes e pela melhoria das condições de trabalho, trouxe contribuições consideradas para a acomodação do sistema técnico, dando vantagens econômicas e financeiras quando da introdução das novas tecnologias. A ergonomia envolve um conjunto de conhecimentos onde é embasado em respostas a diferentes demandas. As colaborações da ergonomia, na introdução de reparos que envolvam situações no trabalho, ocorrem em direções que rodeiam ações ergonômicas que busquem compreender as atividades dos indivíduos em diversas situações de trabalho. Sendo o foco de ação é a situação de trabalho incluindo em um quadro sociotécnico, com finalidade de descobrir as lógicas de funcionamento e suas consequências, assim como a qualidade de vida no trabalho, quanto para o desempenho da produção (ABRAHÃO, 2000).

O objetivo da ergonomia é facilitar na satisfação das necessidades humanas laborativa, incorporando a promoção de saúde e de bem-estar. Sendo um dos pontos básicos para alcançar este objetivo a prática de uma análise minucioso do trabalho, voltada para o reconhecimento dos fatores de desconformidade no quadro de trabalho e seus resultados para o colaborador. Ao analisar de forma precisa e metodológica as situações de trabalho, a ergonomia propõe reorganizá-las de forma a excluir fontes de perda, ou seja, eliminar notáveis elementos agressores que podem gerar danos tanto parcial ou total de qualquer função vital, em curto, médio ou longo prazo (ALEXANDRE, 1998).

Com o elevado nível de pessoas afastadas do trabalho por problemas relacionados à ergonomia, faz-se necessário o desenvolvimento de sistemas e dispositivos que pudessem proporcionar melhor conforto durante suas atividades.

A ergonomia é formada por um conjunto de instruções científicos compatível ao ser humano e primordial para o conceito de ferramentas, máquinas e dispositivos

que venham ser empregados com o máximo de conforto, segurança e eficácia (WISNER, 1987).

Atualmente os gastos com pessoas que são afastadas por problemas relacionados a processos anti-ergonômico, somam elevados custos para empresa. Além dos afastamentos constantes, as empresas também mantêm altos gastos através de processos judiciais, consequências dos afastamentos. Com isso pode-se concluir que, melhorias ao processo proporcionam conforto das atividades dos colaboradores estão diretamente ligados à redução de custos.

Através da automação, dispositivos e máquinas são desenvolvidas a fim de oferecer maior desempenho as atividades do homem, contribuindo com a diminuição de esforços repetitivos, proporcionando melhor resultado do seu trabalho, com isso contribuindo de forma significativamente para um aumento de produção.

QUALIDADE

A qualidade está associada a formação e produção de um produto, com objetivo de um melhor atendimento, gerando a satisfação das necessidades do cliente, e do ponto de vista do cliente, a qualidade está associada ao valor e à benefício que ele identifica no produto.

O histórico da qualidade mostra que distintos aspectos foram aderidos durante muito tempo, transformando-se numa questão fundamental no êxito das empresas, o seu perfeito conhecimento, se dá ao aumento da concorrência em equidade da globalização da economia (ROTH, 2011).

“O princípio que se assenta esta visão da qualidade total [...] é que para se conseguir uma verdadeira eficácia, o controle precisa começar pelo projeto do produto e só terminar quando um produto tiver chegado as mãos de um freguês que fique satisfeito [...]” (FEIGENBAUN, 1961 apud MARSHALL, 2012, p.27).

Em uma linha de produção, as inúmeras etapas por onde o produto passa, devem ser analisados de maneira rigorosa, onde todos os requisitos da qualidade possam ser atendidos de forma que não venha ocorrer diminuição na eficiência de produtividade. Grande parte dos problemas relacionados a qualidade de um produto, estão relacionadas a falha durante o processo, mais precisamente pela intervenção

de pessoas. Na abordagem anterior, o foco era na inspeção do produto final; com a introdução do controle da qualidade, a inspeção passa a ser nas diferentes etapas do processo produtivo, pelo controle estatístico da qualidade, com ênfase na detecção de defeitos.

“Os custos das falhas internas são decorrentes da produção de peças defeituosas ou mesmo com falhas em atividades de projetos, compras, suprimentos e programação e controle da produção” (ROBLES JR., 2003).

“De modo semelhante, tornou-se prática usual analisar os elementos que participam do custo da não qualidade, ou seja, as consequências em perdas quantificáveis, como retrabalho, refugo, devoluções, manutenção, vendas, imagem, entre outros, que podem comprometer sensivelmente o desenvolvimento de uma organização” (MARSHALL, 2012, p.26).

Quando um processo é realizado de maneira manual, o mesmo fica sujeito a apresentar maior probabilidade nas manifestações de defeitos, onde parte deles é vista somente quando chega à mão do consumidor final, acarretando em retrabalhos por parte das empresas fabricantes e muitas vezes até em perdas de contrato. Uma das maneiras de diminuir o número de defeitos e de melhor padronizar a qualidade dos produtos é substituindo pessoas por máquinas

Para Marshall (2012, p.31) “qualidade é um termo que passou a fazer parte do jargão das organizações, independentemente do ramo de atividade e da abrangência de atuação, pública ou privada”.

Para as empresas, a qualidade se tornou muito mais que uma simples etapa no processo, passou a significar a garantia dos lucros, evitando possíveis retrabalhos e aumentando a preferência de mercado. Quando ocorrem investimentos para que todas as exigências dos clientes em cima de um produto sejam cumpridas, a empresa passa a aumentar de forma significativa seus lucros.

Para que uma empresa possa garantir sempre a qualidade em seus produtos, investimentos em máquinas e equipamentos são necessários, pois através deles é possível aumentar o nível de confiabilidade, garantir maior qualidade e evitar retrabalhos por conta de falhas de produção. Apesar dos elevados custos com a qualidade, os ganhos obtidos podem ser considerados bastante vantajosos.

A expressão qualidade é bem conhecida, e até mais do que isso – referir-se de um termo de controle público e prática frequente, passa a ser interessante levar em conta, em sua definição técnica, dos aspectos fundamentais:

- Toda definição sugerida para a qualidade, almeja que não negue a noção intuitiva que se tem sobre ela, ou seja, o que se compreende a respeito do assunto;
- A questão da qualidade faz parte do cotidiano das pessoas, não se pode diferenciar e restringir seu significado com precisão.

Dentro desse quadro, a gestão da qualidade não deve deixar de ter em vista que os colaboradores da empresa são previamente pessoas comuns receptoras de carga considerável de informações externa a fábrica, de forma a perceber em termos da qualidade de produtos e serviços como qualquer consumidor. De maneira estratégica o envolvimento dos recursos humanos com a qualidade pode aproveitar-se do fato de que já se tem um conhecimento evidente da qualidade gerencial. Ainda assim, por tudo que já foi mostrado, deve-se evitar que conceitos estabelecidos aplicados para determina-la sejam analisados como a única base de organizações e normas de funcionamento do sistema em termos da qualidade. De fato, como acontece habitualmente há muitos conceitos errôneos indiscriminadamente empregados, é espontâneo supor que eles mudem com eminente intensidade para os processos produtivos das empresas. Portanto há conceitos da qualidade permitidos (PALADINI, 2012).

- “Qualidade é a adequação ao uso” (Juran e Gryna, 1993).
- “Qualidade é grau de ajuste de um produto à demanda que pretende satisfazer” (Jenkins, 1971).

Anteriormente, parecia muito evidente que a gestão da qualidade era uma área de gestão da produção, qualificado e com contornos bem estabelecidos. E, principalmente, tinha características nitidamente operacionais. Sendo a qualidade passou a ser uma variável estratégica das organizações. Em vez de estabelecer entre produzir e produzir com qualidade, as empresas atualmente optam entre produzir com qualidade ou colocar em risco sua sobrevivência.

Gestão de qualidade é um bom processo de gestão. Em qualquer área, o envolvimento do artigo na expressão gestão de qualidade modifica-a em algo específico. A gestão da qualidade é, no entanto, a gestão de algo bem indicado, chamado qualidade. Gestão de qualidade é algo geral; gestão da qualidade é uma área técnica da organização (PALADINI, 2012).

FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade são dispositivos favoráveis para a aplicação do método, utilizando com os dados, sua coleta e manipulação. Mediante a verificação dos resultados e prescrição de suas causas, podem-se constatar operações de controle e melhoria e sua prioridade, auxiliando nos processos de tomada de definição e no desfecho de problemas (ROTH, 2011).

Segundo Marshall (2012, p.78) sobre 5W2H, “Essa ferramenta é utilizada principalmente no mapeamento e na padronização de processos, na elaboração de plano de ação e no estabelecimento de procedimento associados a indicadores”.

É necessário um plano de ação da prática para organizar uma estrutura de pesquisa durante a execução de um projeto, para que sejam apresentados de forma clara os pontos de melhorias a serem tratados durante um processo de automação.

Segundo Marshall (2012, p.77) “matriz GUT é a representação de problemas, ou riscos potenciais, através de quantificações que buscam estabelecer prioridades para aborda-los, visando minimizar os impactos”.

NR10-INSTALAÇÕES E SERVIÇOS EM ELETRICIDADE

A Norma Regulamentadora 10, cujo título é Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, estabelece os requisitos e condições mínimas exigíveis para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que interajam direta ou indiretamente em instalações elétricas (NR10, NR12, NR17; 2008).

Em uma automação a parte elétrica possui uma grande importância, no entanto as condições com a sua utilização devem garantir a segurança de quem irá utilizar o equipamento, onde para atender os requisitos da norma regulamentadoras ações devem ser tomadas, como o isolamento e proteção de fios e cabos e identificação de painéis de controle.

NR12-SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A Norma Regulamentadora 12, cujo título é Máquinas e Equipamentos, estabelece as medidas preventivas de segurança e higiene do trabalho a serem adotadas na instalação, operação e manutenção de máquinas e equipamentos, visando a prevenção de acidentes do trabalho (NR10, NR12, NR17; 2008).

Para que uma máquina ou equipamento seja colocado em funcionamento, é necessário que algumas medidas sejam tomadas, como a realização de manutenção e proteção de parte dos equipamentos que podem ocasionar futuros acidentes, com isso é possível preservar a segurança do operador e evitar constantes paradas de máquina.

NR17-ERGONOMIA

A Norma Regulamentadora 17, cujo título é Ergonomia, visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às condições psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente (NR10, NR12, NR17; 2008).

De maneira a atender a norma regulamentadora a respeito de segurança, faz-se necessário o uso de equipamentos que venham proporcionar o máximo de conforto das atividades de trabalho para os funcionários, sem que isso afete a produtividade.

USINAGEM

A usinagem é um dos mais importantes processos de fabricação da indústria mecânica. Embora pareça simples, é muito complexa sua otimização para se obter bons resultados de trabalho devido à quantidade de variáveis envolvidas. Considerando-se estes fatos, pôde-se concluir que qualquer diminuição nas perdas de tempo ocasionadas durante a fabricação das peças, o ganho em produtividade se tornaria muito significativo a ponto de manter e/ou tornar a empresa mais competitiva no mercado, reduzir custos ou evitar a compra de novos equipamentos.

Segundo Rocha (2009, p.5) “A usinagem tem ainda a peculiaridade de ser um processo essencialmente prático e que envolve um elevado número de variáveis”.

O entendimento das reações do mercado a usinagem estabelecendo melhor disposição estratégica. Ela pode ser aplicada na técnica de baixos custos, na qualidade dos produtos/serviços ou em distintos oriundos da habilidade em algumas etapas dos processos produtivos (BRAGA, 2000).

Através do processo de usinagem, é possível fazer confecções de peças de forma rápida e prática, sendo possível utilizar diferentes tipos de materiais com tamanho e formas dos mais diferentes tipos.

MÉTODO OCRA: *Occupational Repetitive Assemente* (Estudo dos Movimentos Repetitivos)

O método OCRA foi criado em 1998 por Enrico Occhipinti e Daniela Colombini com o intuito de proporcionar uma ferramenta de avaliação que quantificasse a correlação entre o número médio diário de ações adequada executados pelos membros superiores em trabalhos repetitivos e o número correspondente de ações estipulados. A ferramenta analisa as tensões promovidas nos membros superiores decorrentes de trabalhos repetitivos onde os mesmos são usados predominantemente no manuseio de materiais, privilegiando as doenças musculoesqueléticas oriundas por repetição, força, posturas e movimentos estranhos (MATIAS et al, 2014).

Um formato de mensuração desta execução pode se dar através do uso de instrumentos de avaliação de riscos ergonômicos que conduza o investimento baseado em fundamento técnico-científicos, de forma a diminuir a margem de erro e auxiliar os gestores a obterem seus objetivos (PAVANI, 2006).

Este método avalia e quantifica as causas que originam os riscos ergonômicos vigente na execução do trabalho e constitui através de um modelo de cálculo, um índice de exibição a partir da comparação entre as variáveis identificadas na prática de trabalho e aquilo que o método indica como aconselhável naquele mesmo ambiente de trabalho (COLOMBINI, 2005).

Os fatores de risco para avaliar com método OCRA check list são: tempo de recuperação, frequência da ação, força, fator postura e fatores adicionais. A soma dos resultados obtidos em cada um dos fatores de risco referidos permite obter a pontuação final OCRA do membro superior avaliado.

3 METODOLOGIA

Pesquisa de campo tem como propósito obter referências e/ou compreensão diante de uma dificuldade, no qual busca uma solução, ou de uma teoria, que se almeja certificar, além disso, constatar uma vigente ocorrência ou as vinculações entre eles (MARCONI e LAKATOS, 2003).

“As fases da pesquisa de campo requerem, em primeiro lugar, a realização de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em questão. Ela servirá, como primeiro passo, para se saber em que estado se encontra atualmente o problema, que trabalhos já foram realizados a respeito e quais são as opiniões reinantes sobre o assunto. Como segundo passo, permitirá que se estabeleça um modelo teórico inicial de referência, da mesma forma que auxiliará na determinação das variáveis e elaboração do plano geral da pesquisa” (MARCONI e LAKATOS, 2003, p.186).

As informações e dados que serviram como base para elaboração desta pesquisa foi obtida através de uma coleta de dados produtivos do setor de montagem de componentes da empresa de motocicletas, artigos científicos publicados nas bases de dados indexadas como SCIELO (Scientific Library Online) e livros textos. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando os seguintes indicadores: qualidade, produção, pessoal e segurança.

No item qualidade, foram coletados dados sobre a rejeição interna nos processos de submontagem e a quantidade de bloqueios e suspensões. Os indicadores de produção abrangem a eficiência na montagem dos componentes e uma análise na quantidade de paradas de linha. Para a coleta de dados do indicador pessoal, foi considerada a quantidade de absenteísmo no setor. O indicador segurança é determinado pela quantidade de acidentes no setor.

Após a coleta de dados foram analisados os indicadores e determinado que havia necessidade de melhora na área pessoal, pois os níveis de absenteísmo estavam ultrapassando a meta estipulada. Com a estratificação do indicador absenteísmo e executando uma análise dos motivos deste indicador, está acima da meta, foi identificado que os problemas ergonômicos se destacavam como um dos motivos para a elevação do indicador absenteísmo. Com foco nos problemas ergonômicos, foi identificado no processo produtivo que tinha o maior número de ocorrências de problemas ocasionados por métodos anti-ergonômicos. O processo

identificado foi a montagem da trava do sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro.

A partir da definição do ponto de melhoria a ser executado, foi necessário observar os fatores técnicos e humanos que faziam este posto de trabalho ter um elevado risco ergonômico. Foi separado um conjunto de peças conforme a do posto de trabalho que formam parte do conjunto sinalizador traseiro, assim definidas as peças a serem avaliadas.

O conjunto sinalizador traseiro é formado pelo paralamas traseiro, os sinalizadores direito e esquerdo e a trava do sinalizador. Os métodos para a avaliação desses itens foram uma análise dimensional executada com um paquímetro e a análise da dureza do material, realizada no laboratório do setor Controle de Qualidade (CQ).

Constatado que as propriedades mecânicas das peças, e que todas elas estavam conforme o especificado em projeto foi necessária uma análise na forma de montagem do conjunto sinalizador traseiro, e verificada a existência de uma interferência de quatro milímetros entre a trava do sinalizador e o sinalizador traseiro o que ocasionava a dificuldade na montagem do conjunto, porém necessária para a fixação adequada do sinalizador traseiro. Certificado que as peças estavam conforme o especificado, com a utilização de um dinamômetro foi medida a força utilizada para a fixação da trava no sinalizador e verificada que estava muito além do permitido pelas normas ergonômicas, que é de 0,6 kgf, conforme ferramenta de ergonomia Brief.

Com a definição da força necessária para o travamento do sinalizador, foi executado o cálculo para a definição do atuador pneumático com capacidade de executar esse processo, e a elaboração do esquema pneumático e elétrico para a instalação do dispositivo.

Em posse dos desenhos em 3D das peças que envolvem o processo com a utilização do software Solid Edge foi desenhado uma proposta de dispositivo que posicionasse o conjunto paralamas traseiro e garantisse sua fixação com o intuito de utilizar atuadores pneumáticos para execução do processo montagem da trava do sinalizador, retirando do colaborador do processo a necessidade de executar uma força além do determinado pelas ferramentas ergonômicas.

Com a lista de materiais que eram necessários para o desenvolvimento do projeto, foi executado uma busca dos itens disponíveis no setor responsável pela confecção, e assim foi possível a fabricação com materiais encontrados no setor.

Para a confecção do dispositivo de apoio foi utilizado máquinas ferramentas para usinagem como o torno, furadeira e fresadora de coluna, arco de serra e outras ferramentas. Após concluída a confecção, foi montado um esquema pneumático simplificado para execução de testes e a validação do dispositivo.

Após a validação do dispositivo, houve a necessidade de adequação as Normas Regulamentadoras que regem a implantação de dispositivos de automação, como a NR 10, NR 12 e NR 17. Com essas adequações, o dispositivo necessitou ser enclausurado, instalado uma fotocélula com o intuito de impedir o acionamento do cilindro pneumático com algum corpo estranho entre o acesso ao dispositivo, botoeiras bi manuais para que o acionamento do cilindro seja efetuado utilizando as duas mãos do colaborador, impedindo de alguma forma que ele esteja com a mão em algum local inadequado, e um painel elétrico devidamente identificado para a utilização correta do dispositivo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

RESULTADOS REFERENTES AO HISTÓRICO DA SITUAÇÃO PROBLEMÁTICA

Ao realizar uma análise em relação aos indicadores para a definição do posto de trabalho em que é necessária implantação de melhoria foram seguindo os dados de qualidade, produção, pessoal e segurança.

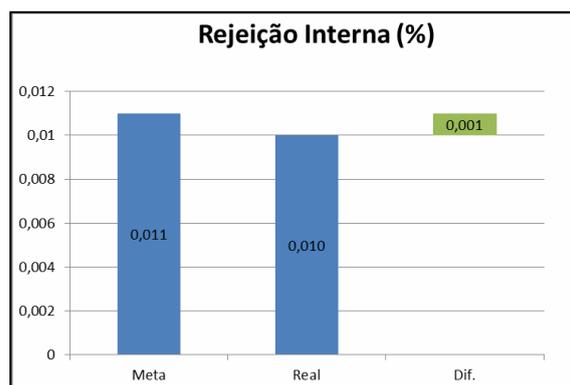


Gráfico 1: Índice de Rejeição Interna na Montagem de Componentes.
Fonte: Registos de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 1 mostra os dados históricos dos indicadores de Rejeição Interna nos processos de submontagem no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, referente ao item qualidade. Onde é perceptível através da análise do gráfico a Rejeição Interna favorável de 0,001% entre a Meta 0,011% e o Real 0,010%.

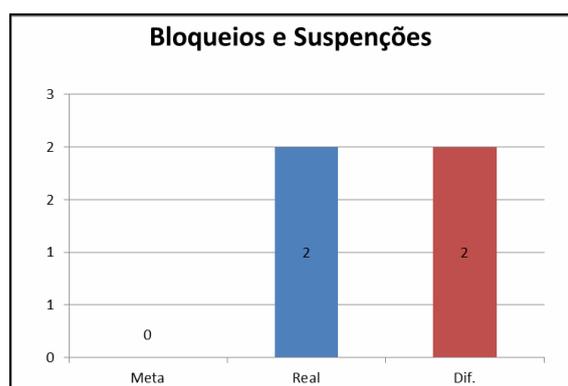


Gráfico 2: Bloqueios e Suspensões registrados no setor Montagem de Componentes.
Fonte: Registos de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 2 apresenta a quantidade de Bloqueios e Suspensões relacionados a montagem de componentes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017 referente ao item Qualidade. Através da análise do gráfico houve diferença desfavorável de 2 entre a Meta 0 e o Real 2.

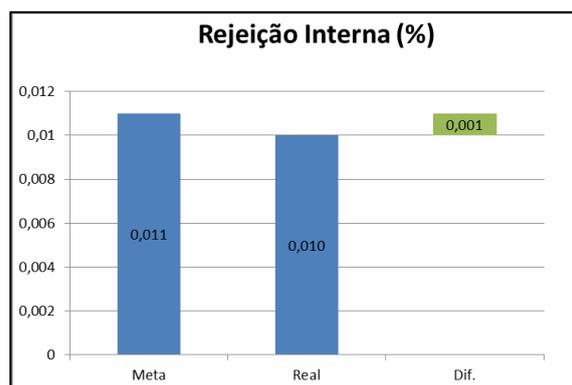


Gráfico 3: Eficiência no setor Montagem de Componentes.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 3 apresenta a Eficiência na montagem de componentes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, referente ao item produção. Onde é possível visualizar através da análise do gráfico a Eficiência desfavorável de 4,430% entre a Meta 70% e o Real 65,57%.

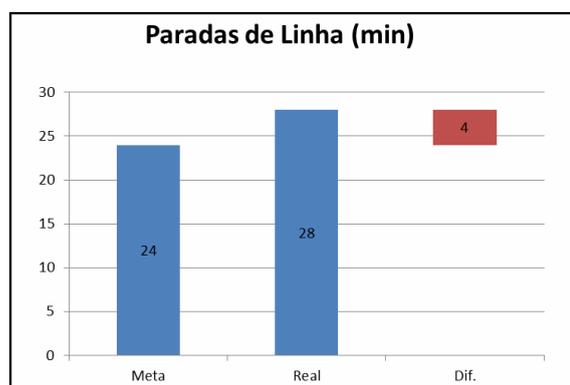


Gráfico 4: Quantidade média Diária de Paradas de Linha na Montagem de Componentes.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 4 apresenta a Quantidade média Diária de Paradas de Linha ocasionados pela Montagem de Componentes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017 referente ao item produção. Onde é possível visualizar através da análise do gráfico houve diferença desfavorável de 4 minutos entre a Meta 24 minutos e o Real 28 minutos.

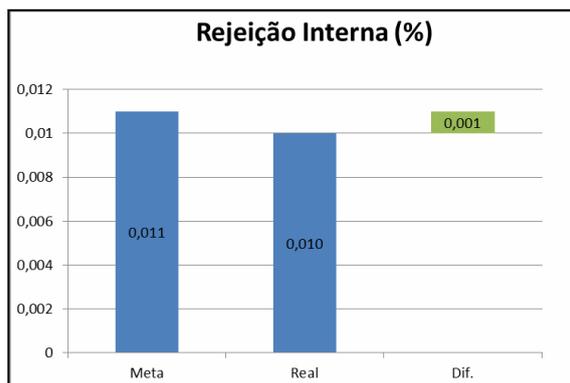


Gráfico 5: Percentual de absenteísmo no setor Montagem de Componentes.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 5 apresenta Percentual de Absenteísmo na Montagem de Componentes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017 referentes ao item pessoal. Onde é perceptível através da análise do gráfico houve diferença desfavorável de 4,70% entre a Meta 2,1% e o Real 6,80%.

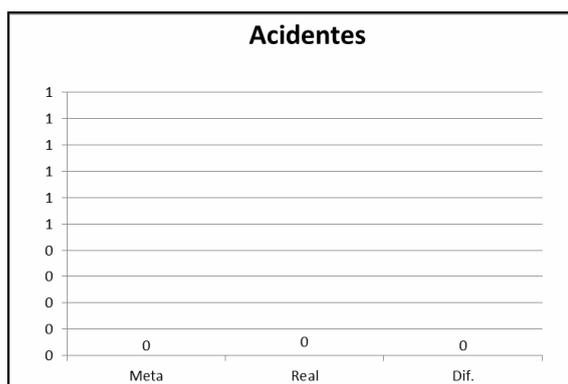


Gráfico 6: Quantidade de acidentes registrados no setor Montagem de Componentes.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 6 apresenta a quantidade de acidentes registrados na montagem de componentes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017 referentes ao item segurança. Conforme a análise do gráfico não houve ocorrência de acidentes.

Com a análise desses indicadores, foi utilizada ferramenta de qualidade GUT - Gravidade, Urgência e Tendência para definição da área a ser escolhido o tema de melhoria. Um dos itens alarmantes a serem estudados é o item qualidade, porém havia um trabalho de melhoria sendo implantado para a redução desse indicador com isso, foi reduzido o fator urgência, assim deixando em destaque o item pessoal pela quantidade de absenteísmo acima da meta setorial estipulada.

Estratificando o item absenteísmo, foram coletados os dados a seguir:

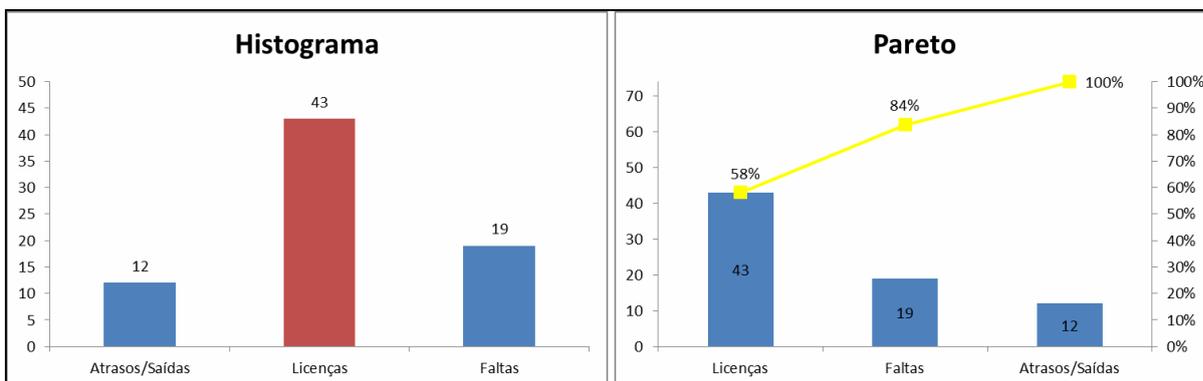


Gráfico 7: Estratificação do indicador Absenteísmo.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O Gráfico 7 estratifica o item Absenteísmo, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, onde o subitem Licenças que se destaca com 43 casos, equivalendo a 58% deste indicador, se comparado aos itens Faltas 19 equivalendo a 26% e Atrasos/Saídas 12 equivalendo a 16%.

Estratificando o item Licenças, obtemos os seguintes dados:

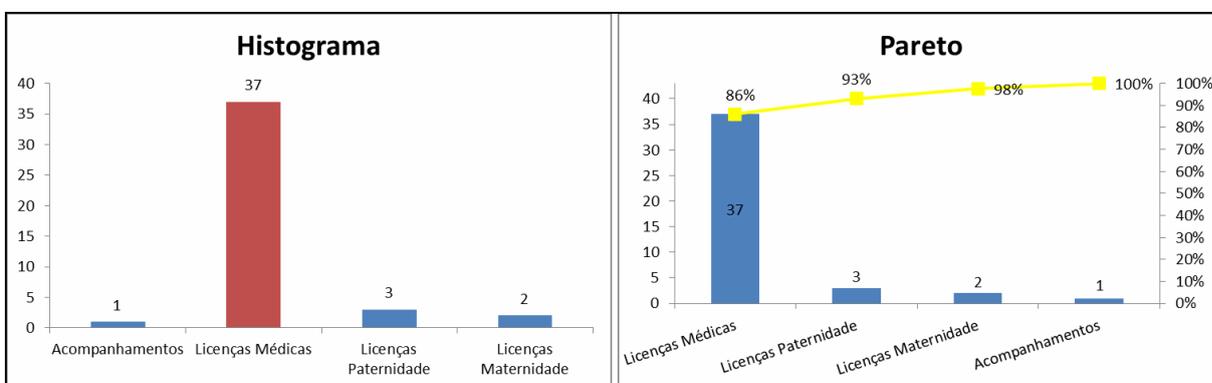


Gráfico 8: Estratificação do item Licenças.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 8 estratifica o item Licenças, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, onde o subitem Licenças Médicas que se destaca com 37 casos, equivalendo a 86% deste indicador, se comparado aos itens Licenças Paternidade 3 equivalendo a 7%, Licenças Maternidade 2 equivalendo a 5% e Acompanhamentos 1 equivalendo a 2%.

Coletando os dados no item Licenças Médicas conseguimos apontar os principais motivos dessas Licenças.

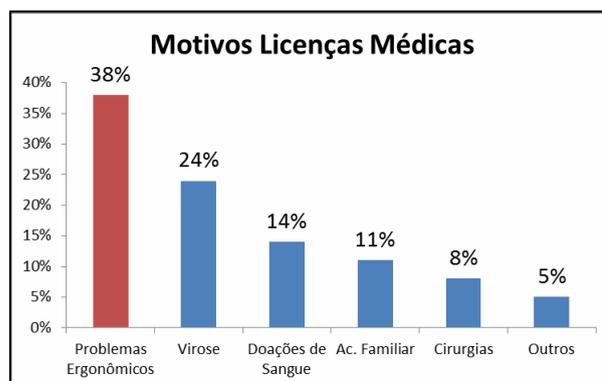


Gráfico 9: Principais motivos de Licenças Médicas.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

O gráfico 9 apresenta os principais motivos de Licenças Médicas, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, com destaque para Problemas Ergonômicos que correspondem a 38%, se comparado aos itens Virose com 24%, Doações de Sangue com 14%, Ac. Familiar com 11%, Cirurgias com 8% e outros com 5%.

Estratificando os Problemas Ergonômicos nos postos de trabalho do setor Montagem de Componentes, obtemos os seguintes dados:

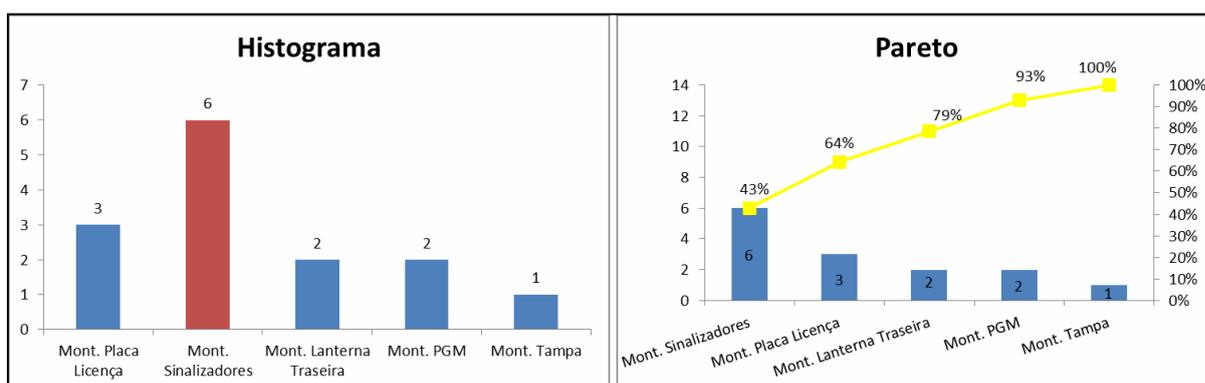


Gráfico 10: Problemas Ergonômicos no Setor Montagem de Componentes.
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017

O gráfico 10 apresenta os postos de trabalho com ocorrências de Problemas Ergonômicos, no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, com destaque para a Montagem dos Sinalizadores Traseiro com 6 equivalentes a 43%, se comparado aos

itens Mont. Placa Licença 3 equivalendo a 21%, Mont. Lanterna Traseira 2 equivalendo a 15%, Mont. PGM 2 equivalendo a 14% e Mont. Tampa 1 equivalendo a 7%. O que justifica o motivo da escolha do tema deste projeto.

A Montagem do Sinalizador Traseiro se destaca também no indicador de problemas de qualidade do setor Montagem de Componentes. O gráfico 11 apresenta problemas referentes a esse processo.

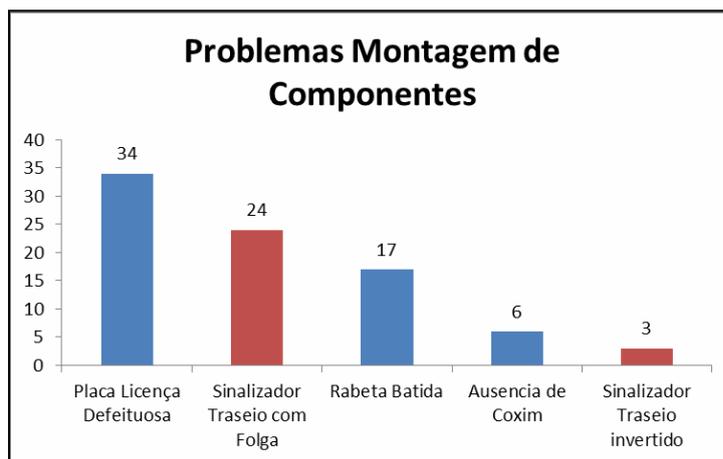


Gráfico 11: Problemas Relacionados à Montagem do Sinalizador Traseiro
Fonte: Registros de relatórios técnicos da empresa Alfa – 2017.

Através do gráfico 11 podemos verificar que a Montagem do Sinalizador Traseiro é responsável por aproximadamente 33% dos problemas de qualidade no Setor Montagem de Componentes se comparado aos itens Placa Licença Defeituosa com 34, Rabeta Batida 17 e Ausência de Coxim 6.

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS COMPONENTES

Análise dos Componentes

A montagem dos sinalizadores envolvem três peças a serem estudadas para encontrar a causa da ocorrência dos problemas ergonômicos ocorridos nesse posto de trabalho. O paralama traseiro (figura 1) é o item onde são fixados os Sinalizadores Direito e Esquerdo (figura 2). A Trava do Sinalizador (figura 3) tem o objetivo de fixar os sinalizadores traseiros na posição correta no paralama traseiro.

De acordo com a Lei nº 9503, de 23 de setembro de 1997, os sinalizadores direito e esquerdo são itens obrigatórios e tem a função de indicar a direção que o motociclista deseja se deslocar.

Com a disponibilidade das peças a serem estudadas, foi executada a análise dimensional nos itens e a análise para identificar se a dureza (figura 4) do material estava conforme especificado em desenho, com a finalidade de certificar que as peças estavam dentro dos parâmetros exigidas para sua fabricação.

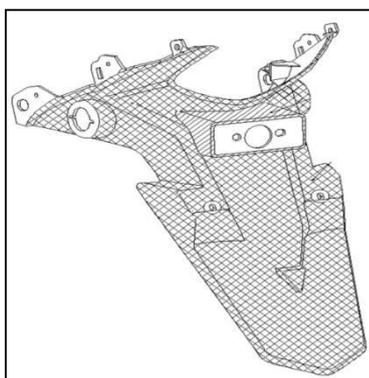


Figura 1: Ilustração do Paralama Traseiro.
Fonte: Acervo de Ilustrações da empresa Alfa – 2018.

A figura 1 apresenta a ilustração do paralama traseiro da motocicleta. Nesse item são fixados os sinalizadores traseiro, a placa licença e a lanterna traseira da motocicleta.

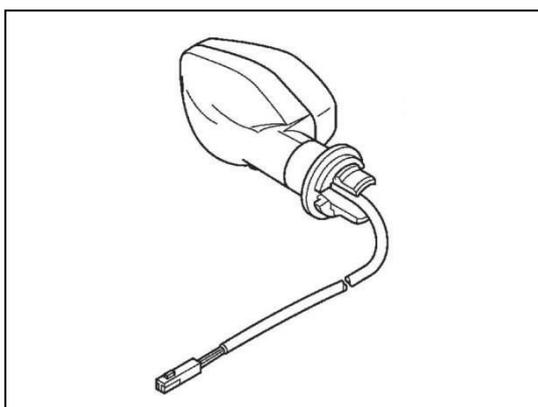


Figura 2: Ilustração do Sinalizador.
Fonte: Acervo de Ilustrações da empresa Alfa – 2018.

A figura 2 apresenta a ilustração do sinalizador que é responsável pela indicação da direção que o motociclista deseja se deslocar.

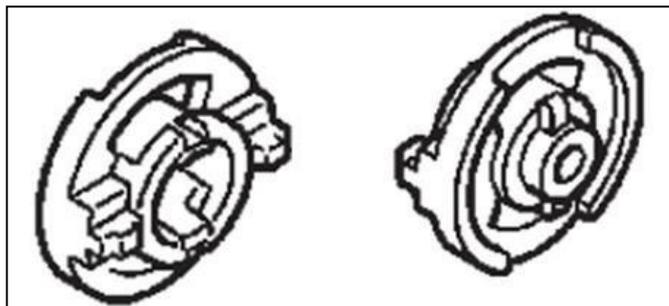


Figura 3: Ilustração Trava do Sinalizador.
Fonte: Acervo de Ilustrações da empresa Alfa – 2018.

A figura 3 apresenta a ilustração da trava do sinalizador, item responsável pela fixação dos sinalizadores.

Análise Laboratorial										SSCQ 1598/15	
CÓDIGO: 33600KVS F012 M1			DESCRIÇÃO: Conj. Sinal. Tras. Dir.				LAUDO: CONFORME				
1.0 Dados da Análise: Realizar medição de camada nos itens abaixo. Norma Utilizada:HES C 201											
2.0 Ensaio Laboratorial: Item Avaliado: 											
2.1 Ensaio Laboratorial:											
Tipo de Ensaio / Equipamento	Especificado	Pontos	Encontrado								
			Amostra 1			Amostra 2			Amostra 3		
			Medições	Média	Laudo	Medições	Média	Laudo	Medições	Média	Laudo
Dureza/ Hardness Durômetro	Dureza 70 ± 5 Shore A	1	72,0	72,5	C	72,0	69,5	C	69,0	68,0	C
		2	74,0			67,0			66,0		
		3	72,0			71,0			68,0		
		4	72,0			68,0			68,0		
3.0 Conclusão: As amostras avaliadas atendem à especificação do ensaio realizado..											
Eline Santiago/ Alcenilza Souza Manaus, 24 de Março de 2017.											
Analista: Eline Santiago			Período de retenção: 20 Anos				EQ F 1501 R03-00				

Figura 4: Análise Laboratorial de Dureza do Material.
Fonte: Acervo de Relatórios Técnicos da empresa Alfa – 2017.

A figura 4 apresenta o relatório sobre a medição da dureza do item sinalizador, atestando que o item está conforme o especificado em desenho.

Análise da Montagem dos Componentes

Com a confirmação que as peças estavam conforme o especificado foi realizado um teste de montagem para verificar as condições e interferências nos itens estudados. Foi executada a montagem manual de acordo com as condições do processo produtivo (figura 5) e com os dados do dimensionamento das peças do conjunto foi verificada a interferência de 4 mm entre a haste do sinalizador e a trava (figura 6).



Figura 5: Montagem Manual da Trava do Sinalizador
Fonte: Acervo de *fotográfico* do autor – 2017.

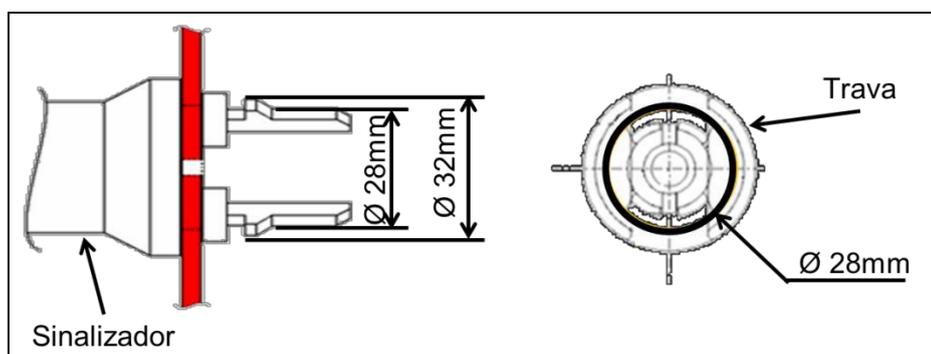


Figura 6: Ilustração da Interferência entre o Sinalizador e Trava
Fonte: Desenho Técnico adaptado pelo Autor – 2017.

Para a melhor visualização da interferência entre os itens foi realizado um corte na secção longitudinal do sinalizador e da trava para análise da interferência de montagem, onde o item em cor branca é o sinalizador e o item em vermelho a trava.

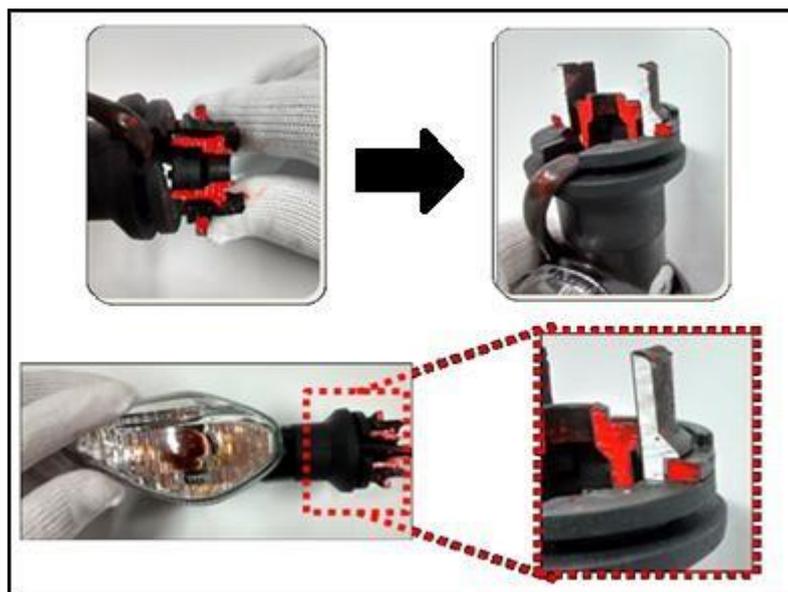


Figura 7: Corte Longitudinal para Visualização da Interferência.
Fonte: Acervo fotográfico do autor – 2017.

Com o auxílio do dinamômetro digital da marca Instrutemp, modelo ITFG-5005 com capacidade de medição até 150 kgf, foi verificada a força necessária para a montagem do sinalizador em 10 amostras (gráfico12) e concluído que a maior força aplicada foi de 16,5 kgf (figura 8).

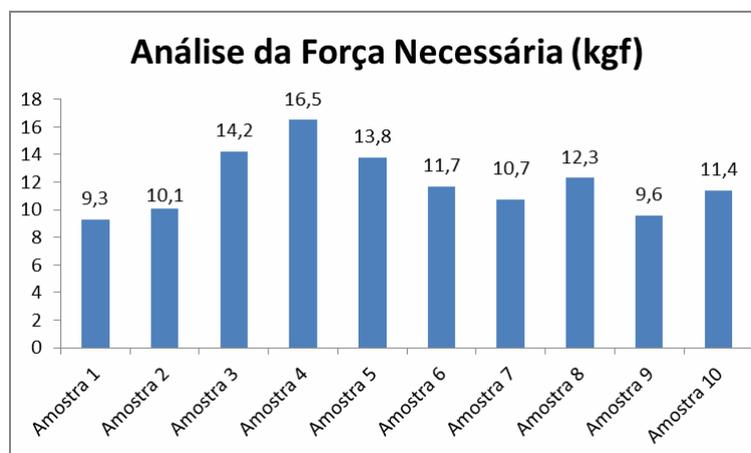


Gráfico 12: Análise da Força Necessária para Montagem da Trava.
Fonte: Testes realizados no processo produtivo – 2017.



Figura 8: Utilização do Dinamômetro para Análise da Força.
Fonte: Acervo fotográfico do autor – 2017.

De acordo com o gráfico 12 e a figura 8 pode se identificar um esforço para a montagem da trava no sinalizador muito além do permitido pelas ferramentas de análises ergonômicas. O máximo permitido para a aplicação de força manual em processos produtivos é de 0,6 kgf, conforme a ferramenta de ergonomia Brief.

RESULTADOS REFERENTES AO DESENVOLVIMENTO DO PROJETO DO DISPOSITIVO

Dimensionamento do Circuito Pneumático

Especificação do Atuador Pneumático

De acordo com os resultados sobre as características mecânicas dos componentes para a execução da montagem da trava é necessária à aplicação de uma força entre 9,3 kgf a 16,5 kgf. Para a aplicação desta força é necessário o cálculo para a definição deste Atuador Pneumático, este cálculo é definido pela Força (F) igual a Pressão do Ar Comprimido (p) multiplicada pela Área do êmbolo do cilindro (A) conforme equação 1.

$$F = p \times A \quad \text{equação (1)}$$

Onde: F: Força (kgf);

p: Pressão (bar);

A: Área do êmbolo (cm²).

Considerando a pressão encontrada na rede de distribuição de ar comprimido 6 bar temos:

$$16,5 = 6 \times A \times 10^{-2}$$

$$16,5 = 18,84 \times A$$

$$A = \frac{16,5}{18,84}$$

$$A = \sqrt{0,87}$$

$$A (\text{cm}^2) = 0,93 \text{ cm}^2 = 9,3 \text{ mm}^2$$

$$\varnothing (\text{mm}) = \sqrt{4 \times A} = \sqrt{4 \times 9,3} = 18,6 \text{ mm}$$

Com a aplicação de dados na equação 1 verificamos que para se atingir a força de 16,5 kgf é necessário um atuador pneumático com êmbolo de diâmetro 18,6mm. Após a definição do diâmetro do êmbolo é necessário à especificação do comprimento do curso. Com a análise do dimensional do paralama foi especificado um cilindro com o curso de 100mm.

Executando uma pesquisa em catálogos de peças foi encontrado um atuador com as especificações conforme a necessidade do projeto.



Figura 9: Especificações do Atuador Pneumático.
 Fonte: Catálogo de Peças Festo – 2017.

Elaboração do Esquema Pneumático

Após definição do atuador a ser utilizado, para seu correto funcionamento se faz necessário a elaboração do esquema pneumático para determinar os itens a serem utilizados no sistema.

Para criação de sistemas pneumáticos e elétricos foi utilizado o *software* FluidSIM distribuído pela Festo. Este software possibilita a elaboração de desenhos dos esquemas eletropneumáticos de uma forma simples e rápida além de demonstrar a simulação realista do desenho tendo base os modelos físicos dos componentes o tornando uma excelente ferramenta para a criação desses circuitos (figura 10).

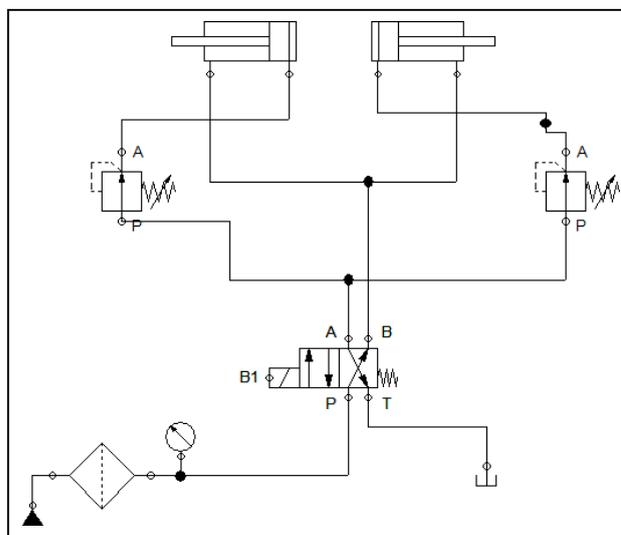


Figura 10: Circuito Pneumático Simplificado
 Fonte: O Autor – 2017.

A figura 10 apresenta o esquema pneumático simplificado do projeto, onde uma válvula aciona dois atuadores pneumáticos para a execução da montagem da trava do sinalizador.

Dimensionamento do Circuito Elétrico

Com a criação do circuito pneumático, tem informações suficientes para a criação do sistema elétrico do projeto. Para adequação as normas de segurança regidas pela NR10 e NR 12 é necessária a instalação de Fococélulas e botoeiras bi manuais, estando assim de acordo com as normas de segurança. O circuito elétrico também foi criado com a utilização do *software* FluidSIM (figura 11).

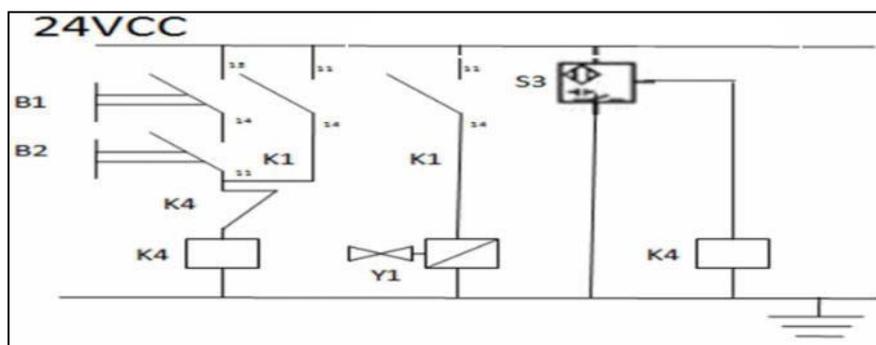


Figura 11: Circuito Elétrico Simplificado
Fonte: O Autor – 2017.

Dimensionamento da Estrutura Mecânica

Definido cilindro a ser utilizado na confecção do projeto foi elaborado o desenho da estrutura mecânica do dispositivo que tem o objetivo de garantir a fixação do conjunto para que seja realizada sua montagem. Para a criação deste desenho foi utilizado o *software* Solid Edge distribuído pela Siemens, um software CAD que teve início de sua criação na década de 90 e apresenta uma forma simples e prática para criação de projetos.

RESULTADOS REFERENTES À CONSTRUÇÃO DO DISPOSITIVO

Para a construção do dispositivo foram utilizadas máquinas e ferramentas de usinagem, materiais disponíveis no setor Grupo Técnico da empresa Alfa. Uma chapa de alumínio com a espessura 12mm e dimensões 400mm x 200mm foi utilizada como base do dispositivo (figura 14) e utilizando uma furadeira de coluna e brocas foi efetuada furações conforme o desenho do item.

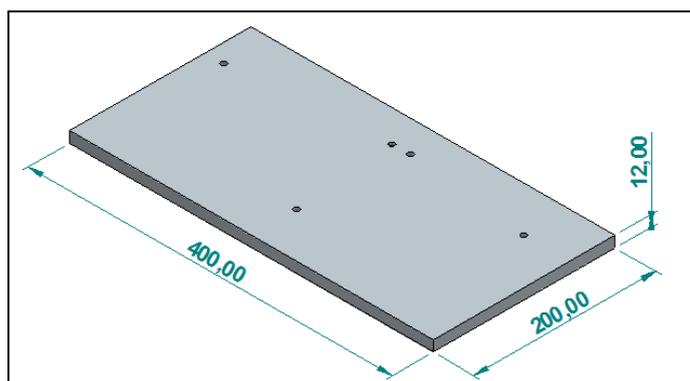


Figura 14: Base do Dispositivo.
Fonte: O Autor – 2017.

Para a fabricação dos apoios (figura 15) foram utilizados tarugos de Nylon e Poliuretano como matéria prima, e as usinagens executadas utilizando Torno Mecânico e Fresadora.

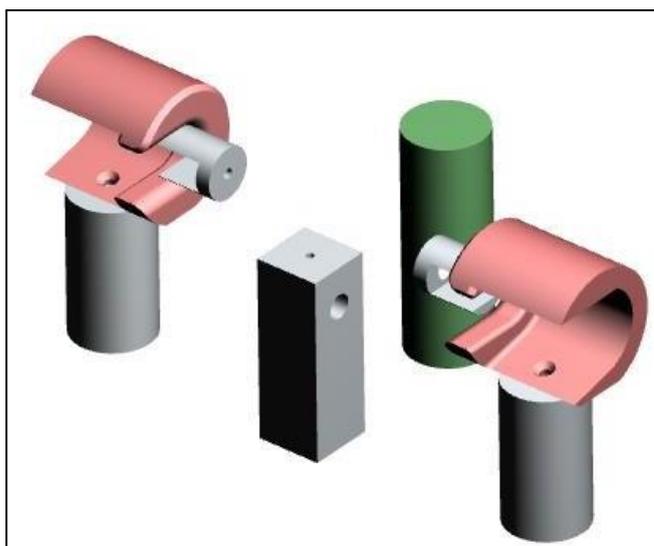


Figura 15: Apoios do Dispositivo.
Fonte: O Autor – 2017.

Para a fixação dos itens foi utilizado parafusos allen com cabeça cilíndrica com rosca métrica Ø 6mm, m6, e rosca métrica Ø5mm, m5. Como resultados temos o dispositivo (figura 16). Após construído o dispositivo e instalado os atuadores pneumáticos foi montado um sistema simples para testes do dispositivo. Comprovado o funcionamento do dispositivo se deu início a montagem do equipamento completo.



Figura 16: Dispositivo Trava do Sinalizador Montado.
Fonte: Acervo Fotográfico do Autor – 2017.

De Acordo com a NR12, Anexo 8 Item 2.1

Um dos sistemas de segurança nas zonas de prensagem ou trabalho aceitáveis seria o enclausuramento da zona de prensagem, com frestas ou passagens que não permitem o ingresso dos dedos e mãos nas zonas de perigo, conforme item A, do Anexo I, desta Norma, e podem ser constituídos de proteções fixas ou proteções móveis dotadas de intertravamento, conforme itens 12.38 a 12.55 e seus subitens desta Norma.

Para a adequação a essa norma foi reutilizada a estrutura de um equipamento desativado e ajustada para a utilização do dispositivo.

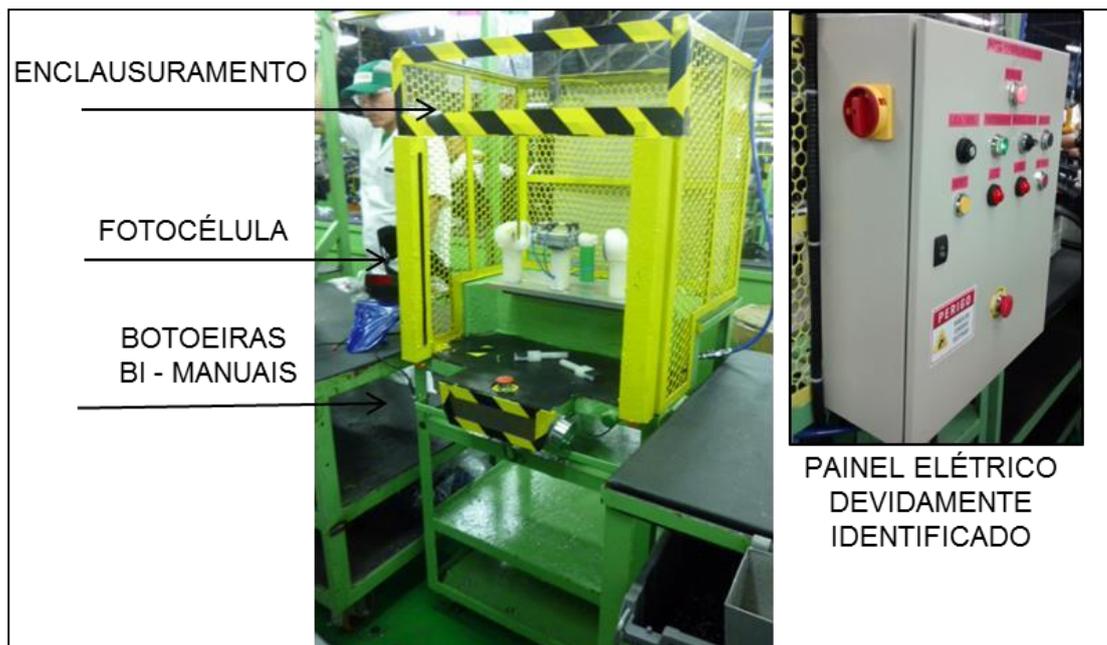


Figura 17: Adequação Necessária para Implantação em Processo Produtivo.
 Fonte: Acervo Fotográfico do Autor – 2017.

A figura 17 apresenta as adequações feitas no equipamento para sua implantação no processo produtivo.

RESULTADOS ESPERADOS REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DO DISPOSITIVO

Após a implantação do dispositivo é esperado a redução dos problemas ergonômicos relacionados ao processo de fixação da trava dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro, transferindo a aplicação da força manual necessária do travamento do sinalizador para o atuador pneumático, reduzindo assim o índice de absenteísmo do setor de montagem de componentes.

Segundo a avaliação obtido através do relatório de análise ergonômica OCRA em anexo, foi possível obter dados quanto ao processo referente a ergonomia. No qual foi possível detectar uma pontuação do OCRA de 26,7 quando o processo de montagem era feito de forma manual pelo colaborador, após efetivado a automatização do mesmo, o resultado reduziu para uma pontuação de 8,4 numa atividade que antes era considerada de alto risco ergonômico para baixo risco ergonômico.

Com a implantação do dispositivo também é esperado a redução de 33% de problemas de qualidade relacionados ao processo de montagem das travas dos sinalizadores direito e esquerdo no paralamas traseiro.

5 CONCLUSÃO

A implementação do dispositivo foi grande importância para a empresa, pois diminuiu custos, incrementou a produção através de baixos investimentos, e possibilitou um aumento da eficiência, diminuindo a fadiga humana. Desenvolver projetos de pneumática foi um grande trunfo, pois não houve problemas para a criação, por se tratar também de modificações convencionais, que estava intimamente ligada a um problema ergonômico.

Este projeto possibilitou um amplo conhecimento na área da pneumática, com os estudos realizados, na sala de aula, no local de estudo e no referencial bibliográfico, atribuindo qualidade ao discente para o mercado de trabalho. Através dele também obtive uma experiência de processos produtivos, proporcionando melhor percepção para a resolução de problemas relacionados a área de graduação. Apesar deste trabalho ser baseado em um ponto negativo da produção, não houve problema para a coleta de dados, tampouco no desenvolvimento do projeto. Os aspectos positivos foram à disponibilização do material, as ferramentas e softwares utilizados, e a análise feita dos postos de trabalho.

Dessa forma, conclui-se que o projeto de criação de um dispositivo pneumático baseado em um estudo de caso de métodos ergonômicos em processos metodológicos e referenciais, estabelecendo assim a elaboração e implantação de um projeto eficiente e eficaz, além de ser economicamente viável, proporcionando também a empresa seu desenvolvimento econômico. Conclui-se que os objetivos desse estudo foram devidamente alcançados.

Espero que o dispositivo seja de grande uso para a empresa e que assim possa eliminar qualquer fator que contribua para um problema ergonômico. E também que sejam feitos maiores estudos para a melhoria contínua deste projeto melhorando assim o processo produtivo e a saúde dos colaboradores que atuam neste setor. Como sugestão para trabalhos futuros, é importante que sejam explorados assuntos que não estão no escopo do projeto, mas que seu assunto possa ser usado como ponto de partida para outros trabalhos. Como já havia dito, este trabalho se preocupou com o projeto de um dispositivo pneumático em um processo produtivo, desenvolvido por softwares e implantado. Ele não propõe uma análise de dispositivos pneumáticos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, Júlia Issy. Reestruturação Produtiva e Variabilidade do Trabalho: Uma Abordagem da Ergonomia. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Jan-Abr 2000, Vol. 16 n. 1, pp. 049-054.

ALEXANDRE, Neusa Maria Costa. **Ergonomia e as Atividades Ocupacionais da Equipe de Enfermagem**. Rev.Esc.Enf.USP, v.32, n.1, p.84-90, abr. 1998.

BONDUELLE, Ghislaine Miranda. **Avaliação e Análise dos Custos da Má Qualidade na Indústria de Pápeis de Fibras**. Disponível: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/158144>. Data do acesso: 31 de Março de 2018.

BRAGA, C. E. **Gestão da Produtividade**, Sistema de Gestão e Vantagem Competitiva. 2000.

BRANDÃO, Z. **Entre questionários e entrevistas**. In: NOGUEIRA, M. A.; MANELLI, G.;ZAGO, N. (orgs.). **Família & escola**. Rio de Janeiro: Vozes, 2009.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; FANTI, M. **Il Metodo OCRA per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti**. Manuale per la valutazione e la Gestione del rischio. Milão: FrancoAngeli, 2005.

COSTA, Arlindo. **Metodologia da pesquisa científica**. Mafra-SC- Edição 2006.

COSTA, E. A. D. **Gestão Estratégica: da empresa que temos para a empresa que queremos**. 2ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

DANTAS, Murilo Gomes; JÚNIOR, José Lamartine Távora; **Planejamento estratégico da automação industrial em uma perspectiva de alinhamento estratégico;** Disponível:

http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0702_1694.pdf; Data do acesso: 27 de maio de 2018.

FIALHO, A. B. **Automação pneumática:** projetos, dimensionamento e análise de circuitos. São Paulo: Érica, 2004.

FISCHER, D. **Transformação de um Sistema de Manufatura Linear em Célula segundo os Aspectos Micro e Macro da Ergonomia,** 2000. Disponível: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10858>>. Data do acesso: 30 de Abril de 2017.

GONSALVES, Elisa Pereira. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica.** Campinas: Alínea, 2001.

GROOVER, Mikell P. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura.** 3ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção.** 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2005.

JENKINS, G. **Quality Control.** Lancaster, UK: University of Lancaster, 1971.

JURAN, J.M. & GRYNA, F.M.: **Quality planning and analysis.** Printed by MvGraw-Hill, 3rd edition, United States of America, 1993.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos Metodologia Científica.** 5a Edição. São Paulo. Editora Atlas S.A., 2003.

MARIANI, C. A. Revista de Administração e Inovação. **Método Pdca E Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais:** Um Estudo De Caso,

2005. Disponível: <<http://www.revistas.usp.br/rai/article/view/79051>>. Data de acesso: 12 de dezembro de 2016.

MARQUES, Jaen Liecheski; SPACEK, Anderson Diogo; NETO, João Mota; JUNIOR, Oswaldo Hideo Ando; **Proposta de uma Bancada de Baixo Custo para o Ensino de Automação Industrial de Acordo com as Normas de Segurança**; Revista de Ensino de Engenharia, v. 36, n. 2, p. 47-62, 2017 – ISSN 2236-0158.

MARSHALL, I.J. et al. **Gestão da qualidade e processos**, Rio de Janeiro: FGV, 2012.

MATIAS, Nelson Tavares; CARVALHO, Natalha Gabrieli Moreira; SENA, Paulo Sérgio de; PINA, Paulo Vinícios de Omena; RIBEIRO, Rosinei Batista. **Ferramentas de Análise Ergonômica em Benefício da Sociedade: Aplicação Prática do Método OCRA**. Disponível:

https://www.researchgate.net/profile/Natalha_Carvalho/publication/294580414_FERRAMENTAS_DE_ANALISE_ERGONOMICA_EM_BENEFICIO_DA_SOCIEDADE_APLICACAO_PRATICA_DO_METODO_OCRA/links/56c1f37c08ae44da37ff4a37.pdf.

Data do Acesso: 27 de maio de 2018.

NR10, NR12, NR17. Apostila. **Serviço social da Indústria**: Departamento Regional da Bahia. Salvador, 2008.

OLIVEIRA, M. H. M. A. (1996). **Funções da leitura para estudantes de graduação**.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da Qualidade: Teoria e Prática**. São Paulo: Atlas, 2012.

PAVANI, R.A. **A avaliação dos riscos ergonômicos como ferramenta gerencial em saúde ocupacional**. XIII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006.

ROTH, Claudio Weissheimer. **Curso técnico em automação industrial: Qualidade e Produtividade**. 3. ed. – Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2011.

ROTONDARO et al. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVEIRA, Paulo R. da; SANTOS, Winderson E. **Automação e Controle Discreto**. 5ª edição. São Paulo: Érica, 2003.

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

SOARES, João Cláudio Ferreira; NASCIMENTO, Andrew José de Lima; TEIXEIRA, Fátima Geísa Mendes. **Automação do processo de solda manual e semiautomático gmaw visando melhoria na qualidade do produto**. Disponível: <http://www.confea.org.br/media/contecc2016/mecanica/automa%C3%A7%C3%A3o%20do%20processo%20de%20soldagem%20manual%20semiautom%C3%A1tico%20gmaw%20visando%20melhoria%20da%20qualidade%20do%20produto.pdf>. Data do acesso: 24 de março de 2018.

TONIDANDEL, Flavio; RILLO Márcio. Planejamento de Ações para Automação Inteligente da Manufatura. **Gestão e Produção**; v.9, n.3, p.345-361, dez. 2002.

WISNER, Alain. **Por dentro do trabalho: ergonomia, método e técnica**. Tradução Flora Maria Gomide Vezzá. São Paulo: FTD / Oboré, 1987.

YAMAUTE, N. M. **Dificuldades e Benefícios da Aplicação da Manufatura Enxuta em Célula de Montagem e Injeção Plástica de Autopeças**, 2010. Disponível: http://www.bdttd.unitau.br/tesdesimplificado/tde_arquivos/5/TDE-2012-09-

25T163142Z-248/Publico/Nilton%20Masashique%20Yamaute.pdf>. Data do acesso:

26 de abril 2018.

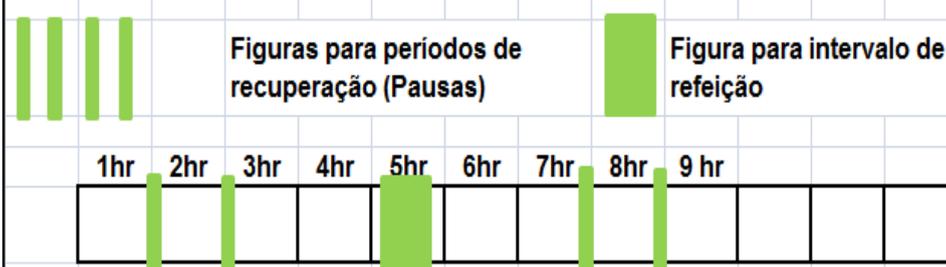
7 ANEXOS

ANEXO A – RELATÓRIO DE ANÁLISE ERGONÔMICA OCRA - MONTAGEM MANUAL DO SINALIZADOR

CHECK LIST OCRA ISO 11228-3				
ANALISTA:	JOSE ROBERTO MOREIRA		DATA:	23/02/2017
TAREFA:	MONTAGEM DA SINALIZADOR E TRAVA			
DESCRIÇÃO DA TAREFA :				
Inspeccionar Sinalizador traseiro esquerdo e amarrar saco plástico com liga de borracha (2 voltas com a liga),passar Fiação do Sinalizador Esquerdo traseiro pelo furo da trava sinalizador,posiciona trava do encaixa do sinalizador ,retira e coloca na bancada.				
Nr POSTOS/TAREFAS SIMILARES :	2	Nr DE TURNOS :	2	
Nr DE TRABALHADORES EXPOSTOS :	2	HOMENS :	2	MULHERES : 0
% DE TEMPO EXPOSTO À TAREFA/POSTO POR TURNO :	100%			
1) DADOS ORGANIZACIONAIS				
	DESCRIÇÃO		MINUTOS	
DURAÇÃO DO TURNO (min)	Oficial=	585	585	
	Efetivo=	585		
PAUSAS : PERÍODOS DE RECUPERAÇÃO (min)	Oficial=	25	25	
	Efetivo=	25		
INTERVALO REFEIÇÃO (min)	Oficial=	75	75	
	Efetivo=	75		
TRABALHOS NÃO REPETITIVOS (min). Ex.: Limpeza, Setup, etc...)	Oficial=	11,23	11,23	
	Efetivo=	11,23		
TEMPO LÍQUIDO DE TRABALHO REPETITIVO - TLTR (min)			473,77	
Nr.de PEÇAS (ou ciclos)	Programado =	1175	1175	
	Efetivo =	1175		
TEMPO LÍQUIDO DE CICLO (seg.) CALCULADO = TLTR x 60 / Nr de Peças Efetivo			24,19	
TEMPO DE CICLO OBSERVADO ou PERÍODO DE OBSERVAÇÃO (seg) - CRONOMETRADO			24,00	
DIFERENÇA ENTRE CICLO CALCULADO E OBSERVADO :			0,8%	
MÁXIMA DIFERENÇA ACEITÁVEL :			5%	
2) DEFINIR PONTUAÇÃO PARA O FATOR DURAÇÃO				
Passo 1: Verificar o TLTR em min. e seu respectivo multiplicador de duração;				
TLTR (min) : 473,77				
60-120 min : Fator multiplicativo = 0,5	121-180 min: Fator multiplicativo = 0,65	181-240 min: Fator multiplicativo = 0,75		
241-300 min: Fator multiplicativo = 0,85	301-360 min: Fator multiplicativo = 0,925	361-420 min: Fator multiplicativo = 0,95		
421-480 min: Fator multiplicativo = 1	sup.480 min: Fator multiplicativo = 1,5			
Passo 2: Pontuação para o Fator Duração (Multiplicador);			1	
SIGA PARA A PÁGINA RECUPERAÇÃO				

3) PONTUAÇÃO PARA N^o DE HORAS SEM PERÍODO ADEQUADO DE RECUPERAÇÃO

Passo 1 : Desenhe no quadro abaixo, a distribuição dos períodos de recuperação (Pausas) e intervalo para refeição que ocorrem, deslocando as figuras que representam os intervalos sobre o campo representado pela hora



Passo 2 : Quantifique as horas onde não há recuperação adequada (Proporção de 5:1 entre tarefa repetitiva e pausa). Recordar que os 60 minutos antes da refeição (Duração de pelo menos 30 min.) e os últimos 60 minutos do turno são considerados "recuperados".

Total de horas sem período de recuperação : **2,5**

Passo 3 : Determine a pontuação para períodos sem recuperação de acordo com a tabela abaixo :

Nr de horas sem período de recuperação	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Multiplicador de Recuperação	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

Passo 3 : Anote a pontuação para Membro Superior Direito e Esquerdo :

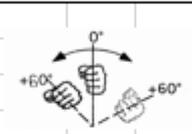
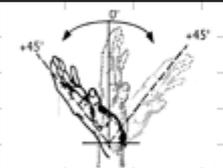
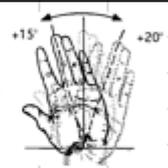
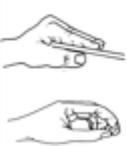
1,16 Dir.

1,16 Esq.

SIGA PARA A PÁGINA FREQUÊNCIA

4) PONTUAÇÃO PARA FATOR FREQUÊNCIA			
Passo 1: Identificar as ações técnicas dinâmicas por membro superior no ciclo :			
Ações Técnicas Direito:	PEGAR, POSICIONAR, ENCAIXAR, INSERIR, PUXAR.		
Ações Técnicas Esquerdo:	PEGAR, REPOSICIONAR, PEGAR		
Passo 2: Quantificar o nr de ações técnicas dinâmicas por membro superior no ciclo e anotar no campo abaixo :			
	Dir.	Esq.	
Número de ações técnicas contadas no ciclo	8	15	
Frequência de ações por minuto = nr ações x 60 / ciclo (calculado)	19,84	37,20	
Possibilidade de breve interrupções (Sim ou Não)	SIM	SIM	
Passo 3: Compare o nr de ações técnicas dinâmicas com os textos abaixo e determine a pontuação para o membro superior direito e esquerdo (Há possibilidade de pontuação intermediária) :			
PONTUAÇÃO PARA AÇÕES TÉCNICAS DINÂMICAS			
Movimentos dos braços são lentos com possibilidade de interrupções frequentes (20 ações por minuto);	0		
Movimentos dos braços não são muito velozes (30 ações/min ou uma ação a cada 2 segundos) com possibilidade de breves interrupções;	1		Dir.
Movimentos dos braços são mais rápidos (cerca de 40 ações por minuto) mas com possibilidade de breves interrupções;	3		0
Movimentos dos braços são bastante rápidos (cerca de 40 ações por minuto), a possibilidade de interrupção é mais escassa e não regular;	4		Esq.
Movimentos dos braços são rápidos e constantes (cerca de 50 ações por minuto) são possíveis somente pausas ocasionais e breves;	6		0
Movimentos dos braços são muito rápidos e constantes. A carência de interrupções torna difícil manter o ritmo (60 ações por minuto);	8		
Frequência elevadíssima (70 vezes por minuto), não são possíveis interrupções;	10		
Passo 4: Avaliar a presença de ações estáticas e o tempo de ocupação no ciclo para pontuar adequadamente :			
AÇÕES TÉCNICAS ESTÁTICAS			
Mantido objeto em apreensão estática por pelo menos 5 seg., que ocupa 2/3 do tempo de ciclo ou do período de observação;	2,5	Dir.	0
Mantido objeto em apreensão estática por pelo menos 5 seg., que ocupa 3/3 do tempo de ciclo ou do período de observação;	4,5	Esq.	0
Passo 5: Anotar a maior pontuação para frequência, entre as pontuações para Ações Dinâmicas e Estáticas:			
	0	Dir.	0 Esq.
SIGA PARA A PÁGINA FORÇA			

5) PONTUAÇÃO PARA FATOR FORÇA														
Passo 1: Entrevistar os trabalhadores e solicitar a identificação de ações técnicas que requerem o uso de força;														
Ações identificadas :		Direito:												
		Esquerdo:		REPOSICIONAR E PUXAR										
Passo 2: Solicitar aos trabalhadores que atribuam para cada ação técnica sua percepção sobre força interna, segundo a escala de Borg;														
0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
TOTALMENTE AUSENTE	EXTREMAMENTE LEVE	MUITO LEVE	LEVE	MODESTA	MODERADA	FORTE	FORTE +	MUITO FORTE	MUITO FORTE ++	MUITO FORTE +++	MÁXIMA			
Passo 3: Calcular o valor médio referido pelos trabalhadores para cada uma das ações técnicas; por membro superior														
Passo 4: Definir a pontuação para o Fator Força para cada uma das ações técnicas que exigem esforço; segundo os critérios abaixo:														
AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DE FORÇA QUASE MÁXIMA (pontuação 8 ou mais da escala de Borg) ao (Assinale a ação correspondente):														
<input type="checkbox"/>	Puxar ou empurrar alavancas													
<input type="checkbox"/>	Apertar botões					2 segundos cada 10 minutos					6			
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir					1 % do tempo					12			
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes					5 % o tempo					24			
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas					ALÉM DE 10% DO TEMPO (*)					32			
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos													
<input type="checkbox"/>	Usar o peso do corpo para executar uma ação de trabalho													
AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DE FORÇA ELEVADA OU MUITO ELEVADA (pontuação 5-6-7 da escala de Borg) AO (Assinale a ação correspondente):														
<input type="checkbox"/>	Puxar ou empurrar alavancas													
<input type="checkbox"/>	Apertar botões					2 segundos cada 10 minutos					4			
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir					1 % do tempo					8			
<input checked="" type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes					5 % o tempo					16			
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas					ALÉM DE 10% DO TEMPO (*)					24			
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos													
AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DA FORÇA MODERADA (Pontuação 3-4 da escala de Borg) AO (Assinale a ação correspondente):														
<input type="checkbox"/>	Puxar ou empurrar alavancas										1			
<input type="checkbox"/>	Apertar botões					1/3 do tempo					2			
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir					Cerca de metade do tempo					4			
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes					Mais da metade do tempo					6			
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas					Quase todo tempo					8			
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos													
Passo 5: Havendo mais de uma ação técnica com força, somar os resultados (Por membro superior).									Dir.	Esq.				
									8	16				
Passo 6: Pontuação Final para Fator Força para membro superior direito e esquerdo.														
			8			Dir.			16			Esq.		
SIGA PARA A PÁGINA POSTURA														

6) PONTUAÇÃO PARA FATOR POSTURA										
Passo 1: Identificar a Presença de Posturas ou Movimentos Inadequados ou Falta de Variação e/ou Esteriotipia durante a realização de Tarefa Repetitiva;										
A - BRAÇOS/ OMBROS										
Braços apoiados no plano de trabalho				0						
Braços não são apoiados no plano de trabalho; estão um pouco elevados por mais da metade do tempo				1						
			Braços são mantidos sem apoio quase à altura dos ombros	2	Por menos de 1/3 do tempo					
				6	Por cerca de 1/3 do tempo					
				8	Por cerca de 1/2 do tempo					
				12	Por cerca de 2/3 do tempo					
				24	Quase o tempo todo					
					Esq.	1	Dir.	6		
B - COTOVELO (MOVIMENTO)										
		Cotovelo executa amplos movimentos de flexo-extensão ou prona-supinação		0	Não há desvios					
				1	Por menos de 1/3 do tempo					
				2	Por cerca de 1/3 do tempo					
				3	Por cerca de 1/2 do tempo					
				4	Por cerca de 2/3 do tempo					
				8	Quase o tempo todo					
					Esq.	1	Dir.	1		
C - PUNHO										
		Punho realiza desvios extremos ou mantém posições incômodas (Como flexões ou extensões ou amplos desvios		0	Não há desvios					
				1	Por menos de 1/3 do tempo					
				2	Por cerca de 1/3 do tempo					
				3	Por cerca de 1/2 do tempo					
				4	Por mais da 2/3 do tempo					
				8	Quase o tempo todo					
					Esq.	2	Dir.	6		
D - MÃOS										
			Pega objetos, peças ou instrumentos com os dedos em pinça, ou mão quase aberta (preensão palmar). ou dedos em		0	Não há desvios				
					1	Por menos de 1/3 do tempo				
					2	Por cerca de 1/3 do tempo				
					3	Por cerca de 1/2 do tempo				
					4	Por mais da 2/3 do tempo				
				8	Quase o tempo todo					
					Esq.	6	Dir.	2		
E - FALTA DE VARIAÇÃO OU ESTERIO TIPIA										
Trabalho executado por gestos do mesmo tipo por 51 a 80% do tempo								1,5		
Tempo de ciclo entre 8 e 15 seg.								1,5		
Trabalho executado por gestos do mesmo tipo envolvendo por 81 a 100% do tempo								3,0		
Tempo de ciclo menor que 8 seg.								3,0		
					Esq.		Dir.			
Passo 2: Pontuação Final para Postura ou Movimento Inadequado										
Usar o maior valor obtido nas 4 etapas de análise (A,B,C,D) e somá-lo a (E):										
				Esq.	6,0	Dir.	6,0			
SIGA PARA A PÁGINA COMPLEMENTARES										

7) PONTUAÇÃO PARA FATORES COMPLEMENTARES				
Passo 1: Identificar a Presença de Fatores Complementares por mais da metade do tempo (Selecione um dos itens abaixo por grupo de fatores)				
FISICOS				
Utilizadas luvas inadequadas durante mais da metade do tempo				2
Utilizadas ferramentas vibratórias por pelo menos 1/3 do tempo. Aplicar pontuação 4 para uso de equipamentos com elevada vibração (Martelletes pneumáticos) por pelo menos 1/3 do tempo.				2
Utilizadas ferramentas que provocam compressão mecânica mais da metade do tempo.				2
A tarefa implica em impactos repetidos nas mãos (Uso das mãos como ferramenta)				2
Temperatura Baixa				2
Outro fator adicional presente. Especificar : _____ (Ex.: Trabalho de Precisão)				2
Mais de um fator complementar presente e ocupam quase o tempo todo				3
ORGANIZACIONAIS				
Os ritmos de trabalho são determinados pela máquina mas existem áreas de "pulmão" e, portanto, se pode acelerar ou desacelerar o ritmo de trabalho.				1
Os ritmos de trabalho são completamente determinados pela máquina.				2
Passo 2: Pontuação para Fatores Complementares				
	Esq.	1	Dir.	1
8) PONTUAÇÃO INTRINSECA CHECK LIST OCRA				
Passo 1: Somar os valores indicados nas 4 casas com os dizeres: Frequência + Força + Postura + Complementares e multiplicar pelo fator Recuperação				
		Esq.	Dir.	
FREQÜÊNCIA	0	0	+	
FORÇA	8	16	+	
POSTURA	6	6	+	
COMPLEMENTARES	1	1	+	
RECUPERAÇÃO	1,16	1,16	x	
PONTUAÇÃO INTRÍNSECA	17,4	26,7		
9) PONTUAÇÃO REAL CHECK LIST OCRA				
Passo 1: Multiplicar o resultado da pontuação intrínseca pela Fator Duração;				
	FAT. DURAÇÃO	1,000	1,000	x
	PONTUAÇÃO REAL	17,4	26,7	
CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO CHECK LIST OCRA	NÍVEIS DE RISCO	% DE TRABALHADORES COM ULTIMOS	RESULTADO EM 3 NÍVEIS
VERDE	Até 7,5	USENTE OU ACEITÁVEL	INF 5,5 %	BAIXO
AMARELO	7,6 - 11	LIMITE DO MUITO BAIXO	5,5 - 7,5 %	BAIXO
VERMELHO LEVE	11,1 - 14	BAIXO	7,5 - 9,6 %	MODERADO
VERMELHO MÉDIO	14,1 - 22,5	MÉDIO	9,6 - 19 %	ALTO
VERMELHO ALTO	> 22,5	ALTO	> 19 %	ALTO

ANEXO B – RELATÓRIO DE ANÁLISE ERGONÔMICA OCRA – MONTAGEM AUTOMATIZADA DO SINALIZADOR

CHECK LIST OCRA ABNT NBR ISO 11228-3					
ANALISTA:	JOSE ROBERTO MOREIRA		DATA:	09/01/2018	
TAREFA:	MONTAGEM DO SINALIZADOR E TRAVA				
DESCRIÇÃO DA TAREFA:					
Inspeccionar sinalizador traseiro direito e esquerdo e amarrar					
Nr POSTOS/TAREFAS SIMILARES:	2	Nr DE TURNOS:	2		
Nr DE TRABALHADORES EXPOSTOS:	1	HOMENS:	1	MULHERES:	0
% DE TEMPO EXPOSTO À TAREFA/POSTO POR T	100%				
1) DADOS ORGANIZACIONAIS					
	DESCRIÇÃO		MINUTOS		
DURAÇÃO DO TURNO (min)	Oficial=	585	585		
	Efetivo=	585			
PAUSAS : PERÍODOS DE RECUPERAÇÃO (min)	Oficial=	25	25		
	Efetivo=	25			
INTERVALO REFEIÇÃO (min)	Oficial=	75	75		
	Efetivo=	75			
TRABALHOS NÃO REPETITIVOS (min). Ex.: Limpeza, Setup, etc...)	Oficial=	11,23	11,23		
	Efetivo=	11,23			
TEMPO LÍQUIDO DE TRABALHO REPETITIVO - TLTR (min)			473,77		
Nr.de PEÇAS (ou ciclos)	Programado =	1175	1175		
	Efetivo =	1175			
TEMPO LÍQUIDO DE CICLO (seg.) CALCULADO = TLTR x 60 / Nr de Peças Efetivo			24,19		
TEMPO DE CICLO OBSERVADO ou PERÍODO DE OBSERVAÇÃO (seg) - CRONOMETRADO					
DIFERENÇA ENTRE CICLO CALCULADO E OBSERVADO:			100,0%		
MÁXIMA DIFERENÇA ACEITÁVEL:			5%		
2) DEFINIR PONTUAÇÃO PARA O FATOR DURAÇÃO					
Passo 1: Verificar o TLTR em min. e seu respectivo multiplicador de duração;					
TLTR (min) : 473,77					
60-120 min : Fator multiplicativo =	121-180 min: Fator multiplicativo =	181-240 min: Fator multiplicativo =			
241-300 min: Fator multiplicativo =	301-360 min: Fator multiplicativo =	361-420 min: Fator multiplicativo =			
421-480 min: Fator multiplicativo =	sup.480 min: Fator multiplicativo =				
Passo 2: Pontuação para o Fator Duração (Multiplicador);			1		
SIGA PARA A PÁGINA RECUPERAÇÃO					

3) PONTUAÇÃO PARA N^o DE HORAS SEM PERÍODO ADEQUADO DE RECUPERAÇÃO

Passo 1 : Desenhe no quadro abaixo, a distribuição dos períodos de recuperação (Pausas) e intervalo para refeição que ocorrem, deslocando as figuras que representam os intervalos sobre o campo representado pela hora

Figuras para períodos de recuperação (Pausas) Figura para intervalo de refeição

1hr 2hr 3hr 4hr 5hr 6hr 7hr 8hr 9hr

Passo 2 : Quantifique as horas onde não há recuperação adequada (Proporção de 5:1 entre tarefa repetitiva e pausa). Recordar que os 60 minutos antes da refeição (Duração de pelo menos 30 min.) e os últimos 60 minutos do turno são considerados "recuperados".

Total de horas sem período de recuperação : **2,5**

Passo 3 : Determine a pontuação para períodos sem recuperação de acordo com a tabela abaixo :

Nr de horas sem período de recuperação	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Multiplicador de Recuperação	1,00	1,05	1,12	1,20	1,33	1,48	1,70	2,00	2,50

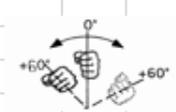
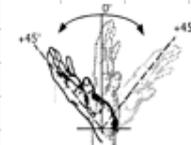
Passo 3 : Anote a pontuação para Membro Superior Direito e Esquerdo :

1,16 Esq. **1,16** Dir.

SIGA PARA A PÁGINA FREQUÊNCIA

4) PONTUAÇÃO PARA FATOR FREQUÊNCIA			
Passo 1: Identificar as ações técnicas dinâmicas por membro superior no ciclo :			
Ações Técnicas Direito:	PEGAR, POSICIONAR E APERTAR		
Ações Técnicas Esquerdo:	PEGAR, POSICIONAR E APERTAR		
Passo 2: Quantificar o nr de ações técnicas dinâmicas por membro superior no ciclo e anotar no campo abaixo :			
	Esq.	Dir.	
Número de ações técnicas contadas no ciclo	3	3	
Frequência de ações por minuto = nr ações x 60 / ciclo (calculado)	7,44	7,44	
Possibilidade de breves interrupções (Sim ou Não)	SIM	SIM	
Passo 3: Compare o nr de ações técnicas dinâmicas com os textos abaixo e determine a pontuação para o membro superior direito e esquerdo (Há possibilidade de pontuação intermediária) :			
PONTUAÇÃO PARA AÇÕES TÉCNICAS DINÂMICAS			
Movimentos dos braços são lentos com possibilidade de interrupções frequentes (20 ações por minuto);	0		
Movimentos dos braços não são muito rápidos (30 ações/min ou uma ação a cada 2 segundos) com possibilidade de breves interrupções;	1		Esq.
Movimentos dos braços são mais rápidos (cerca de 40 ações por minuto) mas com possibilidade de breves interrupções;	3		0
Movimentos dos braços são bastante rápidos (cerca de 40 ações por minuto), a possibilidade de interrupção é mais escassa e não regular;	4		Dir.
Movimentos dos braços são rápidos e constantes (cerca de 50 ações por minuto) são possíveis somente pausas ocasionais e breves;	6		0
Movimentos dos braços são muito rápidos e constantes. A carência de interrupções torna difícil manter o ritmo (60 ações por minuto);	8		
Frequência elevadíssima (70 vezes por minuto), não são possíveis interrupções;	10		
Passo 4: Avaliar a presença de ações estáticas e o tempo de ocupação no ciclo para pontuar adequadamente :			
AÇÕES TÉCNICAS ESTÁTICAS			
Mantido objeto em prensão estática por pelo menos 3 seg., que ocupa 2/3 do tempo de ciclo ou do período de observação;	2,5	Esq.	0
Mantido objeto em prensão estática por pelo menos 3 seg., que ocupa 3/3 do tempo de ciclo ou do período de observação;	4,5	Dir.	0
Passo 5: Anotar a maior pontuação para frequência, entre as pontuações para Ações Dinâmicas e Estáticas:			
	0	Esq.	0 Dir.
SIGA PARA A PÁGINA FORÇA			

5) PONTUAÇÃO PARA FATOR FORÇA												
Passo 1: Entrevistar os trabalhadores e solicitar a identificação de ações técnicas que requerem o uso de força;												
Ações identificadas		Direito:		APERTAR								
		Esquerdo:		APERTAR								
Passo 2: Solicitar aos trabalhadores que atribuam para cada ação técnica sua percepção sobre força interna, segundo a escala de Borg;												
	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TOTALMENTE AUSENTE	EXTREMAMENTE LEVE	MUITO LEVE	LEVE	MODESTA	MODERADA	FORTE	FORTE+	MUITO FORTE	MUITO FORTE++	MUITO FORTE+++	MÁXIMA
Passo 3: Calcular o valor médio referido pelos trabalhadores para cada uma das ações técnicas; por membro superior												
Passo 4: Definir a pontuação para o Fator Força para cada uma das ações técnicas que exigem esforço; segundo os critérios abaixo:												
AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DE FORÇA QUASE MÁXIMA (pontuação 8 ou mais da escala de Borg) ao (Assinale a ação correspondente):												
<input type="checkbox"/>	Puzar ou empurrar alavancas											
<input type="checkbox"/>	Apertar botões			2 segundos cada 10								6
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir			1 % do tempo								12
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes			5 % o tempo								24
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas			ALÉM DE 10% DO TEMPO								32
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos											
<input type="checkbox"/>	Usar o peso do corpo para executar uma ação de trabalho											
AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DE FORÇA ELEVADA OU MUITO ELEVADA (pontuação 5-6-7 da escala de Borg) AO (Assinale a ação correspondente):												
<input type="checkbox"/>	Puzar ou empurrar alavancas											
<input type="checkbox"/>	Apertar botões			2 segundos cada 10								4
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir			1 % do tempo								8
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes			5 % o tempo								16
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas			ALÉM DE 10% DO TEMPO								24
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos											
AÇÃO TÉCNICA EXIGINDO USO DA FORÇA MODERADA (Pontuação 3-4 da escala de Borg) AO (Assinale a ação correspondente):												
<input type="checkbox"/>	Puzar ou empurrar alavancas			Menos de 1/3 do tempo								1
<input type="checkbox"/>	Apertar botões			1/3 do tempo								2
<input type="checkbox"/>	Fechar ou abrir			Cerca de metade do tempo								4
<input type="checkbox"/>	Apertar ou manusear componentes			Mais da metade do tempo								6
<input type="checkbox"/>	Usar ferramentas			Quase todo tempo								8
<input type="checkbox"/>	Manipular ou levantar objetos											
Passo 5: Havendo mais de uma ação técnica com força, somar os resultados (Por membro superior).										Esq.	Dir.	
										3	3	
Passo 6: Pontuação Final para Fator Força para membro superior direito e esquerdo.												
				3	Esq.	3	Dir.					
SIGA PARA A PÁGINA POSTURA												

6) PONTUAÇÃO PARA FATOR POSTURA										
Passo 1: Identificar a Presença de Posturas ou Movimentos Inadequados ou Falta de Variação e/ou Esteriotipia durante a realização de Tarefa Repetitiva;										
A - BRAÇOS/ OMBROS										
Braços apoiados no plano de trabalho						0				
Braços não são apoiados no plano de trabalho; estão um pouco elevados por mais da metade do tempo						1				
						Braços são mantidos sem apoio quase à altura dos ombros	2	Por menos de 1/3 do tempo		
							6	Por cerca de 1/3 do tempo		
							8	Por cerca de 1/2 do tempo		
							12	Por cerca de 2/3 do tempo		
							24	Quase o tempo todo		
							Esq.	1	Dir.	1
B - COTOVELO (MOVIMENTO)										
				Cotovelo executa amplos movimentos de flexo-extensão ou prono-supinação			0	Não há desvios		
							1	Por menos de 1/3 do tempo		
							2	Por cerca de 1/3 do tempo		
							3	Por cerca de 1/2 do tempo		
							4	Por cerca de 2/3 do tempo		
						8	Quase o tempo todo			
							Esq.	1	Dir.	1
C - PUNHO										
				Punho realiza desvios extremos ou mantém posições incômodas (Como flexões ou extensões ou amplos desvios)			0	Não há desvios		
							1	Por menos de 1/3 do tempo		
							2	Por cerca de 1/3 do tempo		
							3	Por cerca de 1/2 do tempo		
							4	Por mais da 2/3 do tempo		
						8	Quase o tempo todo			
							Esq.	0	Dir.	0
D - MÃOS										
						Pega objetos, peças ou instrumentos com os dedos em pinça, ou mão quase aberta (preensão palmar), ou dedos em	0	Não há desvios		
							1	Por menos de 1/3 do tempo		
							2	Por cerca de 1/3 do tempo		
							3	Por cerca de 1/2 do tempo		
							4	Por mais da 2/3 do tempo		
						8	Quase o tempo todo			
							Esq.	1	Dir.	1
E - FALTA DE VARIAÇÃO OU ESTERIOPIA										
Trabalho executado por gestos do mesmo tipo por 51 a 80% do tempo								1,5		
Tempo de ciclo entre 8 e 15 seg.								1,5		
Trabalho executado por gestos do mesmo tipo envolvendo por 81 a 100% do tempo								3,0		
Tempo de ciclo menor que 8 seg.								3,0		
						Esq.		Dir.		
Passo 2: Pontuação Final para Postura ou Movimento Inadequado										
Usar o maior valor obtido nas 4 etapas de análise (A,B,C,D) e somá-lo a (E);										
						Esq.	1,0	Dir.	1,0	
SIGA PARA A PÁGINA COMPLEMENTARES										

7) PONTUAÇÃO PARA FATORES COMPLEMENTARES				
Passo 1: Identificar a Presença de Fatores Complementares por mais da metade do tempo (Selecione um dos itens abaixo por grupo de fatores)				
FISICOS				
Utilizadas luvas inadequadas durante mais da metade do tempo				2
Utilizadas ferramentas vibratórias por pelo menos 1/3 do tempo. Aplicar pontuação 4 para uso de equipamentos com elevada vibração (Martelletes pneumáticos) por pelo menos 1/3 do tempo.				2
Utilizadas ferramentas que provocam compressão mecânica mais da metade do tempo				2
A tarefa implica em impactos repetidos nas mãos (Uso das mãos como ferramenta)				2
Temperatura Baixa				2
Outro fator adicional presente. Especificar : _____ (Ex.: Trabalho de Precisão)				2
Mais de um fator complementar presente e ocupam quase o tempo todo				3
ORGANIZACIONAIS				
Os ritmos de trabalho são determinados pela máquina mas existem áreas de "pulmão" e, portanto, se pode acelerar ou desacelerar o ritmo de trabalho.				1
Os ritmos de trabalho são completamente determinados pela máquina.				2
Passo 2: Pontuação para Fatores Complementares				
	Esq.	1	Dir.	1
8) PONTUAÇÃO INTRINSECA CHECK LIST OCRA				
Passo 1: Somar os valores indicados nas 4 casas com os dizeres: Frequência + Força + Postura + Complementares e multiplicar pelo fator Recuperação				
		Esq.	Dir.	
FREQÜÊNCIA	0	0	+	
FORÇA	3	3	+	
POSTURA	1	1	+	
COMPLEMENTARES	1	1	+	
RECUPERAÇÃO	1,16	1,16	x	
PONTUAÇÃO INTRÍNSECA	8,4	8,4		
9) PONTUAÇÃO REAL CHECK LIST OCRA				
Passo 1: Multiplicar o resultado da pontuação intrínseca pela Fator Duração;				
	FAT. DURAÇÃO	1,000	1,000	x
	PONTUAÇÃO REAL	8,4	8,4	
CLASSIFICAÇÃO	PONTUAÇÃO CHECK LIST OCRA	NÍVEIS DE RISCO	% DE TRABALHADORES COM UL. UMCS	RESULTADO EM 3 NÍVEIS
VERDE	Até 7,5	USENTE OU ACEITÁVEL	INF 5,5 %	BAIXO
AMARELO	7,6 - 11	LIMITE DO MUITO BAIXO	5,5 - 7,5 %	BAIXO
VERMELHO LEVE	11,1 - 14	BAIXO	7,5 - 9,6 %	MODERADO
VERMELHO MÉDIO	14,1 - 22,5	MÉDIO	9,6 - 19 %	ALTO
VERMELHO ALTO	> 22,5	ALTO	> 19 %	ALTO