

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**Isabela Mendonça Ferreira**

**MELHORIA DE MECANISMO PARA MOVIMENTAR  
LATERAIS DA CARROCERIA NO PROCESSO DE  
ARMAÇÃO DE VEÍCULOS**

**Taubaté - SP**

**2017**

**Isabela Mendonça Ferreira**

**MELHORIA DE MECANISMO PARA MOVIMENTAR  
LATERAIS DA CARROCERIA NO PROCESSO DE  
ARMAÇÃO DE VEÍCULOS**

Monografia apresentada para a obtenção do Certificado de Especialização pelo Curso Projetos Mecânicos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes

**Taubaté - SP**

**2017**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas / UNITAU - Biblioteca das Engenharias**

F383m Ferreira, Isabela Mendonça  
Melhoria de mecanismo para movimentar laterais da  
carroceria no processo de armação de veículos. / Isabela  
Mendonça Ferreira - 2017.

54f. : il; 30 cm.

Monografia (Especialização em Projeto Mecânico) –  
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia  
Mecânica, 2017

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardp Nicolini do Patrocinio  
Nunes, Departamento de Informática.

1. Manutenção. 2. PDCA. 3. Modernização. 4. *Retrofitting*.  
I. Título

**ISABELA MENDONÇA FERREIRA**

**MELHORIA DE MECANISMO PARA MOVIMENTAR LATERAIS DA CARROCERIA  
NO PROCESSO DE ARMAÇÃO DE VEÍCULOS**

Monografia apresentada para a obtenção do Certificado de Especialização em Projetos Mecânicos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.  
Área de concentração: Engenharia Mecânica

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Professor: Dr. Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Professor: Dr. Giorgio Giacaglia \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Ao meu amigo Alexandre do Vale das Chagas por seu companheirismo.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ser força nos momentos de superação, por ser guia nos momentos de incertezas, por ser amparo nos momentos de deslize e por me conceder saúde para aproveitar essa oportunidade.

Aos meus pais, por serem pilares de vida. Principalmente à minha avó Luiza, por ser um exemplo de amor e serenidade capaz de me fazer acreditar no que sou e buscar evoluir a cada dia.

A todos os amigos, ao meu namorado e aos meus familiares que compreenderam a ausência e incentivaram o caminhar nessa trajetória. Especialmente ao meu primo Davi Ferreira que sempre acreditou em mim e me auxiliou na revisão ortográfica desse trabalho.

Aos colegas de classe, sempre dispostos a ajudar, aconselhar e enfrentar juntos as dificuldades. Principalmente ao meu amigo e companheiro de classe Alexandre do Vale, que sempre esteve presente quando precisei, superando desafios desde o SENAI, na graduação e agora na especialização. Sem o estímulo dele, certamente esse passo não teria sido dado.

Agradeço também ao orientador desse trabalho e a todos os professores do curso, que compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para meu processo de formação.

Sou grata a todos que indiretamente contribuíram com essa conquista.

É uma arte não pensar em si mesmo.

## RESUMO

O objetivo do trabalho é caracterizar a adequação de um mecanismo para movimentar as laterais da carroceria no processo de armação de veículos. Não se trata de conceber um novo mecanismo manipulador, mas modernizar sua concepção existente, uma ação de *retrofitting*. Mediante uma pesquisa aplicada, a metodologia utilizada foi de pesquisa exploratória, bibliográfica e documental com abordagem qualitativa. Os resultados obtidos mostram que a melhoria do mecanismo manipulador reduziu as perturbações no processo e reduziu o tempo de ciclo do posto de trabalho de modo que o tempo de movimentação das laterais se ajustasse ao mínimo possível. Como contribuição, o trabalho explana um modelo de melhoria baseado no PDCA capaz de ser reproduzido em problemas de outra natureza.

Palavras-chave: Manutenção. PDCA. Modernização. *Retrofitting*.



## **ABSTRACT**

*The objective of this work is to characterize the suitability of a mechanism to move the sides of the body in the process of Body shop of vehicles. It is not about conception a new manipulator mechanism, but modernizing its existing design, a retrofitting process. Through an applied research, the methodology used was exploratory, bibliographical and documentary research with a qualitative approach. The results show that the improvement of the manipulator mechanism reduced the disturbances in the process and reduced the cycle time of the work station so that the time of movement of the sides was adjusted to the minimum possible. As a contribution, the work explores a PDCA based improvement model that can be replicated in problems of another nature.*

*Keywords: Maintenance. PDCA. Modernization. Retrofitting.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de Gerenciamento da Manutenção .....	20
Figura 2 – Dimensão do <i>Retrofitting</i> .....	22
Figura 3 - Ciclo de Deming.....	27
Figura 4 – Tipos de Pesquisa Científica.....	28
Figura 5 – Passo a Passo Melhoria.....	33
Figura 6 – KBK ilustrativo .....	34
Figura 7 – Método de Operação.....	35
Figura 8 - Talha elétrica ilustrativa .....	37
Figura 9 – Estado da trava .....	38
Figura 10 – Estado da trava .....	39
Figura 11 – Estado da trava .....	39
Figura 12 – Estado da trava .....	39
Figura 13 – Estado da trava .....	40
Figura 14 – Nova trava mecânica (Vista Isométrica).....	40
Figura 15 – Nova trava mecânica (Planta) .....	41
Figura 16 – Nova trava mecânica (Elevação).....	41
Figura 17 – Nova trava mecânica (Laterais).....	41
Figura 18 – Nova trava mecânica (Vista traseira) .....	41
Figura 19 – Nova trava mecânica (Vista Superior).....	42

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise de tempos das operações por modelo de veículo.....	36
Gráfico 2 - Análise de tempos após modificação .....	43

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição das operações e tempos .....	36
Quadro 2 - Descrição das operações e tempos após modificação .....	43

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Definição do Problema.....	14
1.2	Hipótese.....	14
1.3	Objetivos.....	15
1.4	Relevância.....	15
1.5	Metodologia.....	15
1.6	Delimitações.....	16
1.7	Estrutura do Trabalho.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1	Setor de Manutenção.....	17
2.1.1	Objetivos do Setor de Manutenção.....	17
2.1.2	Custos de Manutenção.....	18
2.1.3	Tipos de Manutenção.....	19
2.2	Ciclo de Gerenciamento da Manutenção.....	20
2.2.1	Origem.....	20
2.2.2	Planejamento e Programação.....	21
2.2.3	Execução.....	21
2.2.4	Controle.....	21
2.2.5	Análises.....	21
2.3	Retrofit.....	22
2.4	Setor de Produção, produtividade e estudo de tempos.....	23
2.5	Ciclo PDCA.....	26
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	Métodos utilizados na Monografia.....	30
4	RESULTADOS.....	31
4.1	Funcionamento da Linha Produtiva.....	31
4.2	Ciclo de melhoria.....	31

4.3 Passo 0 – Observação do posto e dos resultados .....	34
4.3.1 Funcionamento do mecanismo manipulador.....	34
4.3.2 Observação do Posto .....	35
4.3.3 Resultados do processo .....	37
4.4 Passo 1 - Análise e identificação de requisitos ou alternativas .....	38
4.5 Passo 2 – Reprojeto.....	40
4.6 Passo 3 – Execução.....	42
4.7 Passo 4 – Avaliação.....	42
4.8 Passo 5 – Otimização.....	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	44
GLOSSÁRIO .....	46
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	47
REFERÊNCIAS.....	48
APÊNDICE A – Método de Operação .....	51
APÊNDICE B - Manutenção Preventiva do mecanismo manipulador .....	52

## **1 INTRODUÇÃO**

A realização de melhorias nas operações, tanto nas operações principais como nas auxiliares é um caminho para reduzir o tempo de ciclo, segundo Dos Reis Alvarez e Antunes Jr (2001). Para Rocha (1995), pouco adianta o gestor de produção procurar ganho de produtividade se os equipamentos não dispõem de manutenção adequada. À manutenção cabe zelar pela conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos.

Donas (2004) salienta que a deficiência na manutenção de equipamentos acarreta em baixo aproveitamento dos mesmos, pois não conseguem manter o rendimento ideal durante a vida útil para a qual foram projetados, sendo desativados precocemente, prejudicando a produtividade. Mas é possível controlar a degradação dos equipamentos e mecanismos por meio de manutenção e modernização.

### **1.1 Definição do Problema**

Para realizar a movimentação de chapas soldadas das laterais que compõem a carroceria no processo de armação de veículos, utiliza-se de mecanismos manipuladores que tem curso de deslocamento horizontal através de KBK's e trollers e tem curso vertical por meio da talha elétrica.

Um dos objetivos da manutenção é garantir a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos de produção (SAMPAIO, 2015). Ainda que o setor de manutenção esteja organizado de forma a zelar pela conservação da indústria, os mecanismos e equipamentos apresentam ilimitadas possibilidades de melhoria que impactam diretamente na disponibilidade da linha produtiva (ROCHA, 1995). Nesse contexto, este trabalho buscar responder ao seguinte questionamento: A melhoria no mecanismo que movimenta as laterais consegue reduzir as perturbações no processo e reduzir o tempo de operação de modo que o tempo de movimentação das laterais seja o mínimo possível?

### **1.2 Hipótese**

Como proposição, acredita-se que as falhas no mecanismo de movimentação das laterais geram impacto na disponibilidade da linha, aumentam o tempo da operação e consomem mão de obra da equipe de manutenção para reparos recorrentes.

### 1.3 Objetivos

Por meio de uma análise de melhoria, este trabalho busca caracterizar a adequação do mecanismo que movimenta as laterais da carroceria.

Não se trata de conceber um novo mecanismo manipulador, mas modernizar (*retrofit*) sua concepção existente a fim de reduzir as perturbações no processo e avaliar o tempo de operação do posto de trabalho de modo que o tempo de movimentação das laterais seja o mínimo possível.

Como objeto de estudo, procura-se também demonstrar os possíveis impactos que as falhas nesse mecanismo de movimentação podem gerar, como: aumentar o tempo de operação para qual foi projetado, diminuir o tempo de disponibilidade do equipamento em operação, gerando desprendimento de mão de obra de manutenção para resolver problemas muitas vezes reincidentes e outras perdas de diversas dimensões para a produção e manutenção.

### 1.4 Relevância

As ações de modernização e readequação de instalações, equipamentos e mecanismos da linha produtiva, uma vez que sejam capazes de gerar a melhoria dos processos, auxiliam no desempenho e produtividade da empresa.

Peinaldo e Graeml (2007) mencionam que a maioria dos aumentos de produtividade ocorre por conta de melhorias de processo e treinamento adequado.

Para Ghisi (1997) *retrofit* é o termo utilizado, em sua forma original, para definir qualquer tipo de reforma ou modernização.

Vale destacar que o *retrofit* proporciona, mesmo que de forma singela, o reaproveitamento de materiais já descartados ou obsoletos, dando um novo destino a um material de difícil degradação, como por exemplo, estruturas plásticas, metálicas de máquinas e respectivos componentes eletrônicos (ALVES, 2016).

### 1.5 Metodologia

Para Fachin (2003), o conhecimento científico se apresenta como o resultado de uma investigação que segue uma metodologia, baseada na realidade de fatos e fenômenos capaz de analisar, descobrir, concluir, criar e resolver novos e antigos problemas.

Como essa monografia busca contribuir na melhoria de um mecanismo do processo produtivo, quanto à natureza, essa pesquisa se classifica em aplicada, pois



conforme expressa Romero (2014) esse tipo de pesquisa tem como objetivo o avanço do conhecimento científico com um propósito prático específico.

A abordagem utilizada é a de pesquisa qualitativa. Do ponto de vista de seus objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois aborda a investigação de algum objeto de estudo que possui poucas informações (DALFOVO *et al.*, 2008). Pelo enfoque dos procedimentos técnicos, para a coleta de dados adotou-se as pesquisas bibliográficas e pesquisa documental (KÖCHE, 2011).

### **1.6 Delimitações**

O foco da pesquisa é sobre a análise de melhoria na função mecânica do mecanismo manipulador que possui uma estrutura leve, simples e incomum, característica para o emprego ao qual é requerido no processo de movimentação de laterais que compõem a carroceria do veículo.

A carroceria é formada pela união de chapas e reforços metálicos, que definem o habitáculo, ou seja, os espaços internos e as principais dimensões do veículo. A formação da carroceria é feita através de diversos processos de união por soldagem, grafagem, colagem, rebitagem e fixação com parafusos. Para a formação da lateral do veículo, há uma ilha robotizada que faz as soldas por resistência das chapas e reforços, além dos postos manuais.

Embora a análise do mecanismo seja característica, o modelo de melhoria baseado no ciclo PDCA pode ser reproduzido em problemas de outra natureza.

### **1.7 Estrutura do Trabalho**

Sobre a organização do trabalho, o capítulo 2 traz a revisão da literatura com abordagem dos principais conceitos de manutenção, produção, estudo de tempos e o ciclo PDCA para fundamentar, contextualizar e reportar o conhecimento. No capítulo 3 são apresentados conceitos relacionados à metodologia de pesquisa, bem como a classificação quanto à natureza, abordagem, objetivo e procedimento da pesquisa.

No capítulo 4, expõe-se a interpretação e a análise dos resultados obtidos, descrevendo o ciclo de melhoria do mecanismo. As contribuições dos resultados, as limitações do estudo e propostas de desenvolvimento futuro encerram o trabalho no capítulo 5.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Setor de Manutenção**

No caso de uma organização industrial, o setor de manutenção é um dos mais expressivos, pois como destaca Branco (2000), a organização confia a este setor a função de controlar constantemente suas instalações, bem como todo o trabalho de reparos e revisões necessárias à garantia do bom estado de conservação de seus equipamentos, de suas instalações produtivas, serviços e instrumentação de seus estabelecimentos, mantendo-os sempre disponíveis ao processo produtivo.

Para Rocha (1995) o departamento de manutenção tem importância vital no funcionamento de uma indústria, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos. O planejamento criterioso da manutenção e a execução rigorosa do plano permitem a fabricação permanente dos produtos graças ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica.

A frequência de problemas com equipamentos pode decorrer não só da qualidade inferior deles, mas também da qualificação da mão-de-obra utilizada na manutenção. Quanto maior o grau de mecanização das linhas de produção, mais qualificadas devem ser as pessoas. A utilização de mão-de-obra inferior pode trazer duas consequências danosas: a primeira, uma frequente repetição de serviços em função de má realização; a segunda, inevitáveis interrupções da produção decorrentes da parada de equipamentos, o que eleva custos e compromete o prazo de entrega dos pedidos. Em serviços de manutenção que se repetem com frequência, pode-se atribuir, via cronometragem, padronização do tempo de execução, permitindo controle sobre a operação. Para isso, a mão-de-obra deve ser suficientemente treinada (ROCHA, 1995, p. 243).

#### **2.1.1 Objetivos do Setor de Manutenção**

Os objetivos da manutenção estão diretamente relacionados com os objetivos gerais que se pretendem atingir na área de produção. Estes são, por um lado, garantir a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos de produção e por outro maximizar a eficiência dos recursos de manutenção (SAMPAIO, 2015).

Nas indústrias onde operam vários equipamentos e se transformam vários produtos, a complexidade das linhas tende a aumentar, assim como a linearidade dos problemas tende a diminuir. Um dos maiores objetivos da manutenção é garantir que os equipamentos estejam disponíveis durante o maior tempo possível (SAMPAIO, 2015).

Para Brown (1998) disponibilidade é o intervalo de tempo em que um dispositivo e/ ou sistema permanece operacional e sem falhas. Já para Fogliato (2009) disponibilidade é definida como a capacidade de um item, mediante manutenção apropriada, desempenhar sua função requerida em um determinado instante do tempo ou em um período de tempo predeterminado. Raposo (2004) representa a disponibilidade como a relação entre o tempo que o sistema ficou disponível para produzir e o tempo total, dada pela equação 1:

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (1)$$

A (do inglês *availability*) denota a disponibilidade média da unidade, MTBF é o tempo médio entre falhas (ou seja, o tempo médio de funcionamento da unidade) e o MTTR é o tempo médio até a conclusão de reparos feitos na unidade.

Para Rocha (1995) os objetivos da manutenção podem ser sintetizados em:

- Acompanhar o desempenho dos equipamentos envolvidos na produção, maximizando sua vida útil e minimizando tempo de parada por ocasião do trabalho.
- Elaborar controles que registrem anormalidades e ocorrências com as máquinas, visando identificar tipo e frequência dos problemas mais comuns e possibilitando correção antecipada. O reparo deve ocorrer em tempo hábil e permitir retorno do bem ao fim a que se propõe sem prejuízo ao processo.
- Selecionar dentro de uma abordagem técnica, insumos e peças de reposição a serem utilizados programando suprir na quantidade necessária à plena funcionalidade do processo.
- Primar por qualidade nos serviços executados, garantindo o uso contínuo e a operação dos equipamentos e das instalações.

### **2.1.2 Custos de Manutenção**

Em desempenho normal, os equipamentos e máquinas apresentam custo de manutenção crescente com o tempo de uso e é preciso detectar o momento a partir

do qual as despesas com manutenção superam os lucros de cada bem. A partir de então, a reforma ou substituição deve ser estudada (ROCHA, 1995).

A pesquisa “A Situação da Manutenção no Brasil” realizada em 2001 pela Associação Brasileira de Manutenção (Abraman) mostra que os custos com esta atividade no país representam 4,2% do PIB, o equivalente a US\$ 28 bilhões anuais. Cerca de 4% do faturamento bruto das empresas são gastos em ações de manutenção, uma indicação de que parte significativa do lucro pode estar sendo consumida nessa área (FERNANDES, 2003).

Nestes custos constam gastos com mão de obra, peças sobressalentes e contratação de serviços. Também foram incorporados os gastos adicionais com horas extras dos funcionários da manutenção, em decorrência das paradas imprevistas causadas por manutenções corretivas e compra de materiais/ serviços de manutenção em situações de emergência.

No entanto, para Fernandes (2003) esses custos não incluem outros gastos ou prejuízos como:

- Lucro cessante decorrente do tempo perdido de produção;
- Aumento de gastos com horas extras de funcionários da produção;
- Aumento de gastos com energia por produção fora do horário contratado;
- Gastos extras decorrentes de acidentes com pessoal e instalações;
- Multas e prejuízos de imagem associados a acidentes ambientais ou decorrentes de atrasos na entrega de produtos e
- Lotes perdidos ou refugados por falta de qualidade no processo produtivo.

### **2.1.3 Tipos de Manutenção**

Manutenção corretiva não planejada ou emergencial – Trata-se da manutenção realizada somente após os equipamentos apresentarem falhas de operação (ROCHA, 1995), ou seja, é a correção da falha ou desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois, causa perdas de produção e, em consequência, os danos aos equipamentos é maior (OTANI e MACHADO, 2008).

Manutenção preventiva – caracteriza-se pelo planejamento de inspeção periódica realizada junto aos equipamentos, obedecendo a um plano previamente estabelecido (ROCHA, 1995, p. 246). Para Otani e Machado (2008 apud XAVIER, 2003) além de reduzir as falhas e quedas no desempenho, um dos segredos de uma

boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como, na dúvida, o responsável pelo planejamento tem a tendência de ser mais conservador, os intervalos normalmente são menores que o necessário, o que implicam em substituições desnecessárias de peças.

Manutenção autónoma – Sampaio (2015 apud FOGLIATO & RIBEIRO, 2009) caracteriza a manutenção autónoma como um tipo de manutenção, que envolve os operadores nas atividades diárias de manutenção como ações de inspeção, limpeza, lubrificação e de ajuste. Este tipo de manutenção permite detectar e tratar pequenas anomalias antes que elas evoluam para uma falha mais complexa.

## 2.2 Ciclo de Gerenciamento da Manutenção

Fernandes (2003) descreve o ciclo de gerenciamento da manutenção que caracteriza de forma clara o funcionamento do setor de manutenção e sua interface com o setor de produção de automóveis da montadora estudada no presente trabalho. Para ele, o ciclo de gerenciamento da manutenção é formado pelas etapas de origem, planejamento e programação, execução, controle e análise e engloba a manutenção preventiva e corretiva, conforme Figura 1:

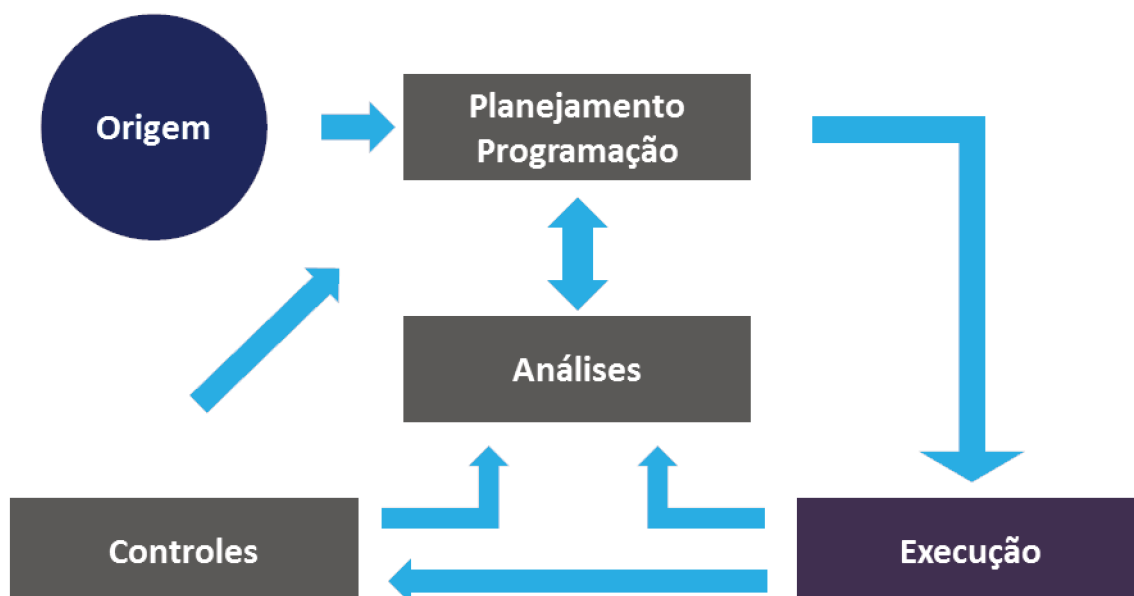


Figura 1 – Ciclo de Gerenciamento da Manutenção  
Fonte: Adaptado de Fernandes (2003)

### 2.2.1 Origem

A equipe de operação/ produção identifica anomalias dos equipamentos, mecanismos, máquinas e informa as partes ao setor de manutenção. Durante a manutenção, os inspetores identificam precocemente a existência de falhas. Nesta

fase também é apontada a necessidade de melhorias, reformas e manutenções preventivas.

### **2.2.2 Planejamento e Programação**

As necessidades de manutenção dos equipamentos, mecanismos e máquinas são encaminhadas ao planejamento, que se encarrega de, em conjunto com os supervisores de manutenção, descrever, para cada uma delas, o que e como deve ser feito, relacionar profissionais e estimar tempos de execução, relacionar materiais sobressalentes, ferramentas e serviços a contratar. Na etapa de programação dos serviços são definidas as prioridades de execução dos serviços e as datas de execução, com base na disponibilidade dos recursos, na preparação dos materiais e ferramentas.

### **2.2.3 Execução**

Nesta etapa, os serviços são executados e são coletadas informações como horas trabalhadas por cada funcionário, sobressalentes utilizados, tempos de atendimento, medição de serviços de terceiros, comentários e observações sobre os serviços e classificação dos componentes, defeitos, causas e intervenções.

### **2.2.4 Controle**

As informações são lançadas em um sistema informatizado de gerenciamento, onde são encerradas as ordens de serviço, atualizando os planos de manutenção e formando histórico técnico e estruturado dos equipamentos.

O controle das atividades da equipe é realizado com base nessas informações, com a emissão dos relatórios de desempenho dos grupos de trabalho e dos equipamentos, para promover o aperfeiçoamento de métodos e resultados. A auditoria permanente é realizada sobre esses dados, avaliando a qualidade e a quantidade dos dados inseridos no sistema.

### **2.2.5 Análises**

O sucesso da política de manutenção adotada é medido nesta etapa, quando são geradas as recomendações à equipe de manutenção a partir da avaliação dos custos de manutenção, classificação ABC, análise das paradas dos equipamentos e detecção de avarias repetitivas.

### 2.3 Retrofit

*Retrofitting* ou apenas *Retrofit*, termo que não possui uma tradução literal, possui uma diversidade de conceitos, conforme relacionados abaixo:

Para Berezovsky (2008), *retrofitting* é um termo utilizado principalmente em engenharia para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado ultrapassado ou fora de norma.

Tanto para Vale (2006) como para Bandt Neto (2014 apud BARRIENTOS, 2004), *retrofit* é a conjunção do termo “retro” oriundo do latim, que significa movimentar-se para trás e de fit, do inglês, que significa adaptação, ajuste. A princípio o termo começou a ser utilizado na indústria aeronáutica, quando se referia à atualização de aeronaves, adaptando-as aos novos e modernos equipamentos disponíveis no mercado. Com o passar do tempo, o termo e o conceito de *retrofit* começou a ser empregado em outras indústrias, inclusive na construção civil.

Como demonstra a Figura 2, pode-se referir também à atualização de um sistema, melhorias, modificações, reformas, integração de parte de um sistema antigo com a tecnologia atual conforme exemplifica (BANDT NETO, 2014).

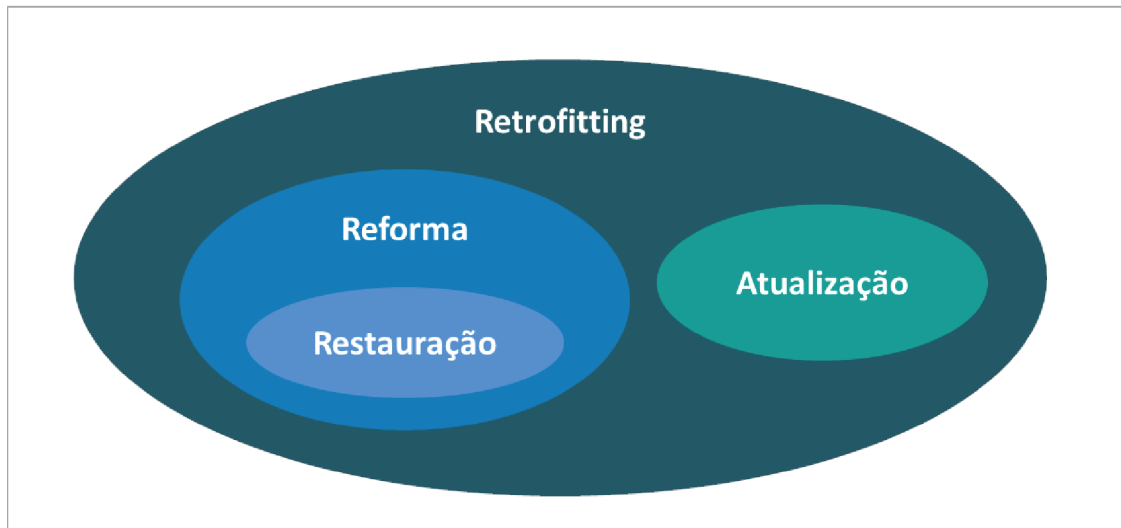


Figura 2 – Dimensão do *Retrofitting*.  
Fonte: Adaptado de Bandt Neto (2014)

Defeitos e desgastes generalizados nos equipamentos, como rolamentos, guias de deslizamento, fusos de esferas, componentes eletroeletrônicos, acarreta folgas, ruídos, imprecisões, descontinuidades no seu funcionamento. Quando isso ocorre, é necessário reformar o equipamento, para que retorne às suas condições originais de funcionamento. Uma máquina que passa por uma operação de modernização e reforma bem executadas, oferecerá uma vida útil que pode

compensar amplamente tal reaproveitamento. Assim, o custo de um *retrofit* gira em torno de até 25% de um equipamento novo e o custo de uma reforma completa pode custar até 40%. O custo é menor e o serviço pode ser feito em prazo inferior ao prazo de entrega de uma máquina nova. (O MUNDO DA USINAGEM, 2008).

Na arquitetura, a adaptação e reutilização de edifícios e estruturas para diferentes usos têm sido constante exemplo de *retrofitting* e são evidenciadas por relevantes exemplos construídos e inúmeras análises teóricas sobre o tema (MARTINS, 2016).

Para Fagundes *et al.* (2010), do ponto de vista imobiliário a SíndicoNet tem a seguinte definição: “*Retrofit* consiste em conservar a estrutura original do edifício, acrescentando a ela materiais e equipamentos modernos. O *Retrofit* difere substancialmente da simples restauração, que consiste na restituição do imóvel à sua condição original, ou da reforma, que visa à introdução de melhorias, sem compromisso com suas características anteriores.”, fazendo assim um prolongamento de vida desse imóvel. Já na mecânica, aplicar o *retrofitting* em um equipamento é modernizá-lo, com a aplicação de um novo controle numérico computadorizado (CNC) e/ ou comando lógico programável (CLP ou PLC), de tal modo que permita controlar o posicionamento de eixos lineares ou rotativos, de forma individual ou simultânea, além de controlar conjuntos auxiliares.

#### **2.4 Setor de Produção, produtividade e estudo de tempos**

Para Rocha (1995) administrar produção significa lidar com os meios de produção (matéria-prima, mão-de-obra e equipamentos/ instalações), obtendo deles a funcionalidade que permita conseguir bens com qualidade assegurada e o montante correspondente aos recursos usados. O tempo de produção é um dos recursos mais estudados. No estudo de tempos e métodos de trabalho, o homem é o elemento essencial, tanto como observador do processo, quanto como executor. Preocupa-se em encontrar a melhor maneira de executar as operações, sejam de máquinas ou de pessoas, buscando reduzir ao máximo, ou até eliminar, o tempo ocioso e o trabalho desnecessário. Koskela (1992) destaca que a movimentação de materiais, de pessoas e informações são atividades caracterizadas por não agregar valor ao produto.

Martins e Laugeni (2005) expõem que a produtividade é uma avaliação entre dois instantes no tempo, entre dois períodos consecutivos de tempo ou não e tem



relação entre o valor do produto e/ ou serviço produzido e o custo dos insumos para produzi-lo. A administração da produtividade corresponde ao processo formal de gestão, envolvendo a todos, tanto os níveis gerenciais como os colaboradores, com a finalidade de reduzir os custos de manufatura.

Segundo Moura e Banzato (1996) qualquer ideia para reduzir tempo ou algum dispositivo que dê agilidade e aumente a segurança no processo deve ser colocada em prática ou pelo menos testada. Conforme relata Caxito (2008), os objetivos de melhoria de produtividade e da qualidade são alcançados pela busca contínua da eliminação das causas dos problemas e desperdícios de tempo.

O estudo de movimentos e tempos é definido como o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com o objetivo de projetar o melhor método de trabalho, geralmente o de menor custo, padronizar este método de trabalho e determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando em ritmo normal, para executar uma operação específica. (CHIROLI *et al.*, 2010 apud CONTADOR, 1998)

Chirolí *et al.* (2010 apud Michelino, 1964) afirma que um elemento da operação consiste em um ou vários movimentos combinados numa determinada sequência para alcançar um certo resultado. Dividindo uma operação em elementos, a padronização de métodos fica mais próxima à realidade, os gargalos, os desperdícios e tempos de espera ficam mais visíveis, problemas pequenos acabam sendo descobertos para correções, assim como ociosidade de mão-de-obra, que sendo observadas de uma forma geral não poderia ser analisada. No entanto, de um modo detalhado, torna-se possível a percepção para resolução.

Há quatro pontos básicos para esta divisão: (i) escolher elementos de mais curta duração possível, mas que possam ser cronometrados; (ii) definir pontos de separação claros entre vários elementos, para que possa ter a leitura exata dos tempos; (iii) os elementos das máquinas devem ser separados dos manuais; e, (iv) os elementos regulares devem ser separados dos irregulares (CHIROLI *et al.*, 2010 apud MICHELINO, 1964).

De acordo com Martins e Laugeni (2005), os principais equipamentos para o estudo de tempos são: cronômetro, filmadora (quando possível), prancheta e folha de observação.

Segundo Chirolí *et al.* (2010 apud MICHELINO, 1964) um Estudo de Tempos é composto por quatro fases, sendo elas:

A) Preliminares – consiste em entrar em contato com o ambiente de trabalho, identificar a operação, verificar os materiais, equipamentos, instalações e mecanismos usados. Notificar a data e hora do estudo;

B) Análises da Operação – esta fase engloba as seguintes atividades: descrever a operação em seu conjunto; verificar as condições de trabalho; traçar o croqui do lugar de trabalho e o esquema cronológico; descrever os elementos da operação; e, criticar o método usado.

C) Cronometragem – esta etapa consiste em definir os pontos de leitura, ler e anotar os tempos de vários ciclos sucessivos, tomar nota de qualquer irregularidade, avaliar e anotar a atividade do operador, anotar os coeficientes de fadiga.

D) Cálculos – esta fase é composta das seguintes atividades: eliminar erros e irregularidades; calcular as médias das atividades e dos tempos; normalizar os tempos médios; calcular os tempos-base; determinar o tempo-base do ciclo por unidade; determinar as tolerâncias para demora; e, calcular o tempo-padrão por unidade.

Para Ohno (1996) “o takt-time é obtido pela divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia”.

Dos Reis Alvarez e Antunes Jr (2001) afirmam que o takt-time pode ser legitimamente entendido como o tempo que rege o fluxo dos materiais em uma linha ou célula. Já o tempo de ciclo é a duração de um ciclo, que é dada pelo período transcorrido entre a repetição de um mesmo evento que caracteriza o início ou fim desse ciclo.

Um dos princípios que auxiliam na gestão de processos é reduzir o tempo de ciclo. Este é um princípio que tem origem na filosofia Just in Time, uma das ferramentas para alcançar o objetivo do Sistema Toyota de Produção (GHINATO, 1995). A aplicação deste princípio está relacionada à necessidade de reduzir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo e, baseado na compressão do tempo das atividades de inspeção, espera e movimentação, é possível obter uma diminuição. A redução do tempo de ciclo também leva a outras vantagens: entrega mais rápida ao cliente; maior facilidade na gestão dos processos; o efeito aprendizagem tende a aumentar; maior precisão na estimativa de futuras demandas; e maior flexibilidade (KOSKELA, 1992, p.19).

## 2.5 Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA é um método gerencial de tomada de decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização (WERKEMA, 1995).

Segundo Campos (1992), PDCA é um método que visa controlar e obter resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização. É um modo eficiente de planejar e implantar a melhoria dos processos e produtos, possibilitando a padronização nas informações do controle de qualidade e a menor probabilidade de erros nas análises ao tornar as informações mais compreensíveis.

O PDCA foi desenvolvido pelo americano Walter A. Shewhart, porém o seu maior divulgador foi William Edward Deming, por isso é conhecido como ciclo de Deming ou ciclo de Shewhart. É também denominado método de solução de problemas, pois cada meta de melhoria origina um problema que a empresa deve solucionar.

Na intenção de coordenar os esforços para obter qualidade, Nogueira (2003) cita a importância de seguir um processo, ou seja, um conjunto de meios para se chegar a um fim. Seria uma sequência de ações (passos) que norteiam as atividades a serem desenvolvidas. O ciclo PDCA vem de encontro com esse pensamento com o intuito de trabalhar esses processos.

O ciclo PDCA é composto de quatro fases, que conforme a percepção de Campos (1992) são listadas a seguir:

- Planejar (*Plan*) – estabelecer metas sobre os itens de controle e estabelecer a maneira (caminho, método) para atingi-las;
- Executar (*Do*) – execução das tarefas como prevista no plano e coleta de dados para verificação do processo, além do treinamento decorrente da fase de planejamento;
- Verificar (*Check*) – a partir dos dados coletados na execução, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada;
- Atuar corretivamente (*Act*) – etapa onde o usuário ao detectar desvios, atuará no sentido de fazer correções definitivas, de forma que o problema nunca volte a ocorrer.

A Figura 3 mostra o Ciclo PDCA e suas etapas.

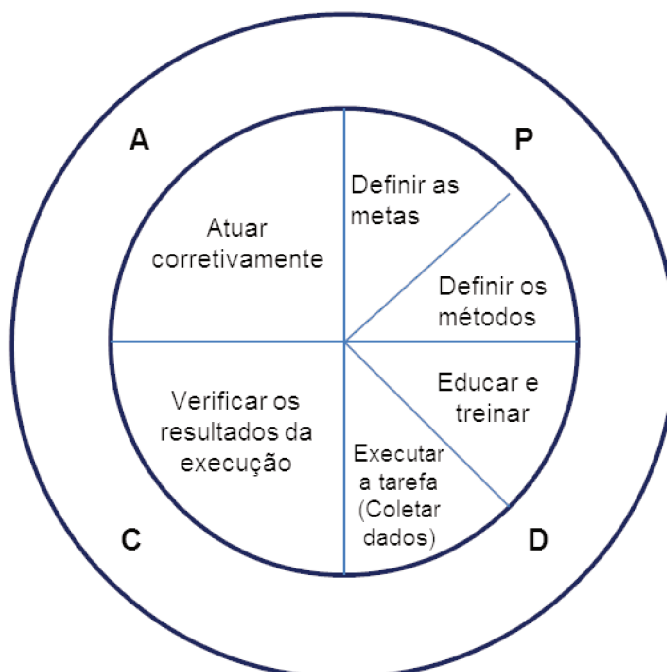


Figura 3 - Ciclo de Deming.  
Fonte: Campos (1992)

Para Campos (1992), na fase *PLAN*, o planejamento deve ser estabelecido com base nas diretrizes da empresa, considerando três fases importantes: estabelecimento dos objetivos, do caminho para chegar até eles e a definição do método usado para alcançá-los. Um bom planejamento evita falhas e perdas de tempo na resolução do problema.

No planejamento, devem-se estabelecer ações de contenção para eliminar uma não conformidade identificada. Um plano de ações corretivas para eliminar a causa das não conformidades existentes, visando eliminar ou reduzir a possibilidade de reincidência dessa não conformidade. Além disso, devem-se estabelecer ações de prevenção, para eliminar a causa de não conformidade potencial, a fim de eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência dessa não conformidade.

O segundo passo do PDCA é a fase *DO* que consiste no treinamento dos envolvidos no método a ser empregado, a execução propriamente dita e a coleta de dados para posterior análise.

Por meio do acompanhamento dos resultados é possível fazer a análise de desvios entre os resultados reais e planejados na fase *CHECK*. Com isso, na fase *ACT* deve-se tomar ações corretivas sobre essas diferenças, além de estabelecer um plano de ação de melhorias e padronização para implementar melhorias contínuas nos processos e padronizar as boas práticas.

### 3 METODOLOGIA

Demo (2000) entende a pesquisa tanto como procedimento de fabricação do conhecimento, quanto como procedimento de aprendizagem (princípio científico e educativo), sendo parte integrante de todo processo reconstrutivo de conhecimento. A finalidade da pesquisa é resolver problemas e solucionar dúvidas, mediante a utilização de procedimentos científicos (BARROS; LEHFELD, 2000).

Segundo Prodanov e De Freitas (2013 apud SILVA, 2004), existem várias formas de classificar as pesquisas, sendo que as formas clássicas de classificação são apresentadas na Figura 4.

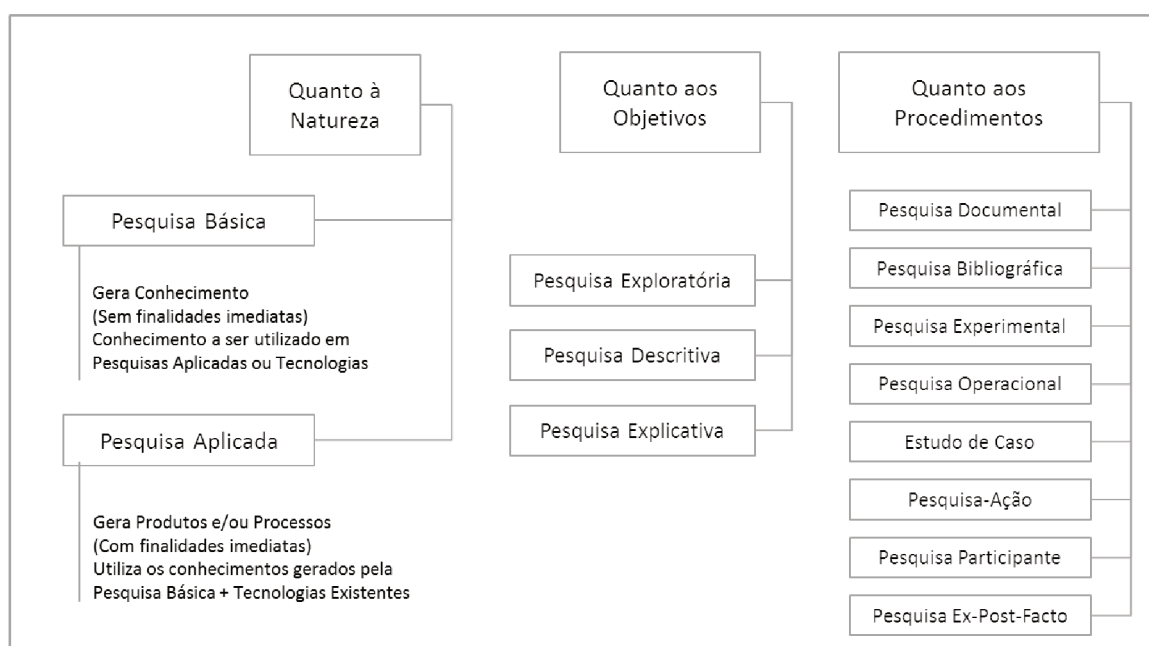


Figura 4 – Tipos de Pesquisa Científica.

Fonte: Adaptado de Prodanov e De Freitas (2013 apud SILVA, 2004)

Para Vieira e Hossne (2015) em linhas gerais, uma pesquisa pode ser básica ou aplicada. A pesquisa básica aumenta o conhecimento científico; a aplicada utiliza esse conhecimento na prática para resolver problemas e desenvolver novas técnicas e novos produtos.

Método de pesquisa é a estratégia usada pelo pesquisador para coletar as informações de que precisa para desenvolver seu projeto. Uma pesquisa pode ser feita, basicamente, conforme um de dois métodos, sendo então identificada como pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa. Os dois métodos de pesquisa não são nem opostos nem oponentes; ao contrário, são complementares (VIEIRA; HOSSNE, 2015).

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, para Prodanov e De Freitas (2013), a pesquisa pode ser:

a) Pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, traduzindo em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.

b) Pesquisa qualitativa: considera uma relação dinâmica entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. No processo de pesquisa qualitativa a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas e não requer de métodos e técnicas estatísticas. Os dados são analisados indutivamente pelos pesquisadores, com foco principal de abordagem no processo e seu significado.

Köche (2011) destaca que o planejamento de uma pesquisa depende tanto do problema a ser estudado, da sua natureza e situação espaço-temporal em que se encontra, quanto da natureza e nível de conhecimento do pesquisador.

Para classificar os tipos de pesquisa, Köche (2011) leva em conta o procedimento geral que é utilizado para investigar o problema. Conforme esse critério podem-se distinguir no mínimo três tipos de pesquisa: a bibliográfica, a experimental e a descritiva (não-experimental, ou *ex post facto*).

Já segundo Prodanov e De Freitas (2013), adiciona-se a essa classificação o estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa participante, pesquisa operacional e pesquisa documental.

O estudo de caso refere-se ao estudo minucioso e profundo de um ou mais objetos. O estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo – com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados. Por lidar com fatos/ fenômenos normalmente isolados, o estudo de caso exige do pesquisador grande equilíbrio intelectual e capacidade de observação, além de parcimônia (moderação) quanto à generalização dos resultados (YIN, 2015).

A pesquisa documental pode ser confundida com a pesquisa bibliográfica (PRODANOV e DE FREITAS, 2013). A principal diferença entre esses tipos está na natureza das fontes dessas pesquisas (GIL, 2008).

Outro tipo de pesquisa que tem grande utilização, principalmente nas ciências sociais, é a exploratória. A pesquisa experimental e a descritiva pressupõem que o investigador tenha um conhecimento aprofundado a respeito dos fenômenos e problemas que está estudando. Há casos, porém, que não apresentam ainda um sistema de teorias e conhecimentos desenvolvidos. Nesses casos é necessário

desencadear um processo de investigação que identifique a natureza do fenômeno e aponte as características essenciais das variáveis que se quer estudar. Na pesquisa exploratória se trabalha com o levantamento da presença das variáveis e da sua caracterização quantitativa ou qualitativa (KÖCHE, 2011).

### **3.1 Métodos utilizados na Monografia**

Como essa monografia busca contribuir na melhoria de um mecanismo do processo produtivo da armação do veículo, quanto à natureza, essa pesquisa se classifica em aplicada, pois conforme expressa Romero (2014) esse tipo de pesquisa tem como objetivo o avanço do conhecimento científico com um propósito prático específico.

A abordagem utilizada é a de pesquisa qualitativa, na qual o pesquisador procura aprofundar-se na compreensão dos fenômenos do processo que estuda – ações dos indivíduos, grupos ou organizações em seu ambiente e contexto social – interpretando-os segundo a perspectiva dos participantes da situação enfocada, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito (TERENCE e ESCRIVÃO FILHO, 2006).

Do ponto de vista de seus objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória. O objetivo fundamental desse tipo de pesquisa é o de descrever ou caracterizar a natureza das variáveis que se quer conhecer (KÖCHE, 2011).

Pelo enfoque dos procedimentos técnicos, para a coleta de dados adotou-se as pesquisas bibliográficas e pesquisa documental. A pesquisa bibliográfica é a que se desenvolve tentando explicar um problema, utilizando o conhecimento disponível a partir das teorias publicadas em livros ou obras congêneres (KÖCHE, 2011). Nesse caso, por meio da pesquisa bibliográfica feita no capítulo 2, busca-se fundamentar o estudo e apresentar uma nova visão sobre as discussões existentes, na tentativa de explorar as possibilidades de conclusões.

Gil (2008) destaca que a pesquisa documental se baseia em materiais que não receberam ainda um tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Essa monografia explora também dados e documentos específicos da empresa estudada, justificando o método de pesquisa documental.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Funcionamento da Linha Produtiva**

A carroceria é formada pela união de chapas e reforços metálicos, que definem o habitáculo, ou seja, os espaços internos e as principais dimensões do veículo. A formação da carroceria é feita através de diversos processos de união por soldagem, grafagem, colagem, rebitagem e fixação com parafusos. Para a formação da lateral do veículo, há uma ilha robotizada que faz as soldas por resistência das chapas e reforços para formar a lateral.

Em conjunto com essas tecnologias o operador de produção deve realizar cordões de solda MAG, retirar a lateral da ilha robotizada, aplicar rebites e posicionar a lateral no carrinho para ser levada para outra linha para compor a armação do veículo.

### **4.2 Ciclo de melhoria**

Além das manutenções corretivas e do plano periódico de manutenções preventivas dos equipamentos, na empresa estudada há um ciclo de melhoria desenvolvido internamente baseado no ciclo PDCA que visa avaliar qualquer possibilidade de adequação, melhoria ou ganho para obter o máximo de desempenho dos processos, equipamentos, máquinas, mecanismos e dos próprios operadores de produção. Esse procedimento interno da empresa é composto pelos seguintes passos:

Passo 0 - Observação do posto e dos resultados: Avaliar o mecanismo em execução pelo operador de produção e seus possíveis impactos para a produção em caso de anomalias no funcionamento. Explorar os resultados do posto ligados à manutenção, qualidade, segurança e respeito ao prazo.

Passo 1 - Análise e identificação de requisitos ou alternativas a serem alteradas: Definição de reformas, acréscimo ou redução dos componentes. Avaliação técnica e financeira das alternativas para estabelecer uma lista dos componentes a serem incorporados ou trocados.

Passo 2 - Reprojetado: Realiza-se diversas tarefas direcionadas ao detalhamento e concretização das alternativas selecionadas, por meio de levantamento de informações, concepção, dimensionamento, análise e planejamento da execução.



Passo 3 - Execução: Esta etapa inclui as ações de montagem, ajustes, alterações, conforme definido.

Passo 4 - Avaliação: Testes e observação sobre o comportamento do mecanismo após a modernização durante o funcionamento em produção por determinado período de tempo para corroborar a efetividade das etapas anteriores e garantir o bom funcionamento do mecanismo.

Passo 5 - Otimização: Realização de ajustes para corrigir e melhorar os itens avaliados.

A Figura 5 ilustra o passo a passo para melhoria de processo.

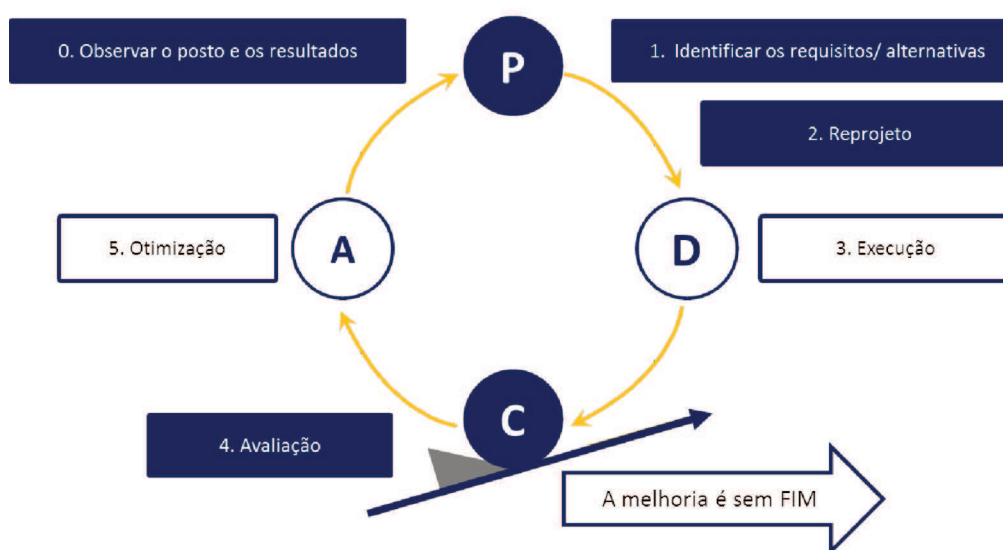


Figura 5 – Passo a Passo Melhoria  
Fonte: Autora

### 4.3 Passo 0 – Observação do posto e dos resultados

#### 4.3.1 Funcionamento do mecanismo manipulador

O mecanismo foi projetado como solução ergonômica em relação ao peso e tamanho das peças (laterais) que devem ser movimentadas no processo de armação da carroceria do veículo.

Com uma estrutura leve, simples e incomum, visa reduzir o esforço físico dos operadores na movimentação das laterais e reduzir o risco de acidentes (corte nas chapas, queda da peça do mecanismo, impactos, dentre outros).

Para operar o mecanismo, deve-se posicionar um piloto na cavidade da coluna central da lateral, depois de encaixado, posicionar as garras entre as chapas e fechar duas travas mecânicas. As travas eliminam o risco de queda da peça e permitem a manipulação e movimentação da lateral.

Na posição inicial de pega, a lateral é retirada da ilha na posição horizontal e o manipulador permite um giro de 90° para deixar a lateral na posição vertical, mantendo-a suspensa para aplicação dos rebites e posterior posicionamento no carrinho de laterais. O manipulador tem curso de deslocamento horizontal através de KBK's e trollers (Figura 6) e tem curso vertical por meio da talha elétrica.

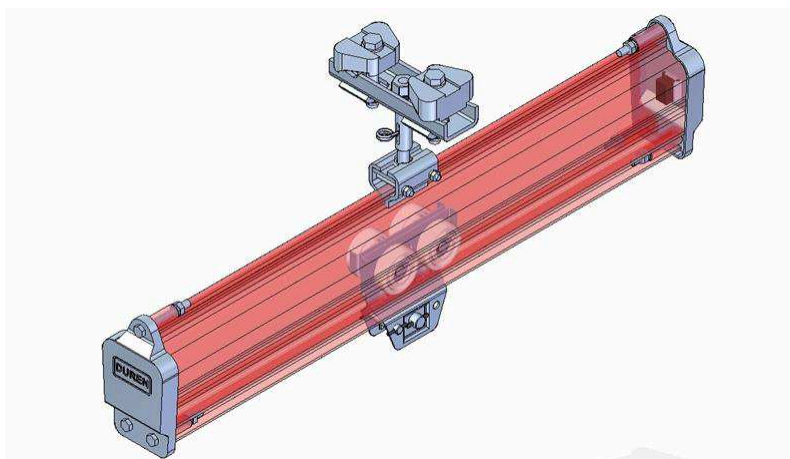


Figura 6 – KBK ilustrativo  
Fonte: Düren (2017).

Depois de posicionar a lateral no carrinho com auxílio do manipulador, abrem-se as travas mecânicas manualmente e retiram-se as garras da lateral. Por meio dessa instrução, é possível cumprir o método de trabalho do posto, conforme sintetiza o Apêndice A.

Na movimentação da lateral da ilha robótica para o carrinho de laterais, é preciso conhecer os comandos da talha elétrica, conforme Figura 7:



Figura 7 – Método de Operação  
Fonte: Autora.

#### 4.3.2 Observação do Posto

- Observação do ciclo de trabalho do operador de cada turno de produção (Mínimo de 5 ciclos).
- Avaliação dos documentos que definem a cronologia da operação, o detalhe das atividades, o tempo de cada operação, os riscos ergonômicos e de segurança do posto.
- Análise da interface entre o operador, o mecanismo manipulador e a ilha robotizada.
- Avaliação do uso do mecanismo manipulador no tempo de ciclo da operação (Utilizar o cronômetro para medição de tempos).

Durante a observação foi possível identificar um atraso entre determinados ciclos em função do agarramento durante o fechamento ou abertura da trava mecânica do mecanismo manipulador, demonstrado no Gráfico 1 e no Quadro 1. De acordo com o operador de produção, o agarramento da trava é frequente.

Em caso de mau posicionamento das travas na peça, durante a elevação, giro ou translação da lateral, há risco de queda da peça do manipulador, podendo gerar acidentes de segurança, cortes no operador ou refugo da peça. Além disso, a forma como a trava é colocada na peça pode gerar degradação do aspecto da chapa metálica da lateral e impactar nos resultados de qualidade do processo.

Fase	Descrição das operações (O quê?)	VA	NVA	Veículo		
				A	B	C
Volume em % ----->				21	19	60
1	Posicionar Peça X (Apenas para veículo C)	14	6		x	
2	Verificar furo obstruído da peça X	0	8		x	
3	Realizar 3 cordões de solda MAG na lateral C	26	4		x	
4	Realizar 2 cordões de solda MAG na lateral A ou C	20	2	x		x
5	Retirar a lateral do dispositivo	0	46	x	x	x
6	Aplicar dois rebites na Lateral A	18	2	x		
7	Aplicar quatro rebites na Lateral B	42	3		x	
8	Aplicar três rebites na Lateral C	28	2			x
9	Posicionar a Lateral no carrinho de transporte	0	24	x	X	x
Total (em segundos)				112	173	122

Quadro 1 - Descrição das operações e tempos  
Fonte: Autora.

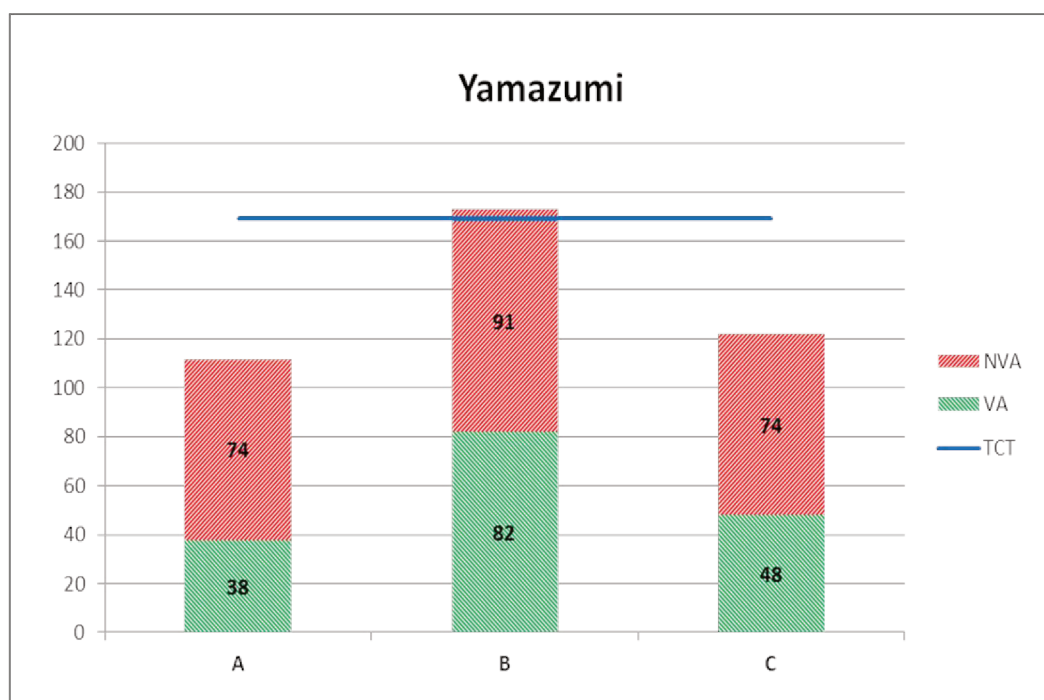


Gráfico 1 - Análise de tempos das operações por modelo de veículo  
Fonte: Autora.

Os tempos de deslocamento, movimentação e controle de qualidade são caracterizados como NVA (Não valor agregado), enquanto que as operações que agregam componentes e processos ao veículo são definidas como VA (Valor

agregado). Com base no Gráfico 1 verifica-se que o impacto de NVA do veículo B chega a exceder o tempo de ciclo da operação (TCT = 169 segundos).

### 4.3.3 Resultados do processo

Dentre os principais indicadores de manutenção que demonstram os resultados das falhas e impactos do mecanismo manipulador, o principal indicador considerado foi a Disponibilidade Própria (DP) da linha.

Por intermédio de sistemas informáticos internos de lançamentos de panes e paradas de produção é possível obter planilhas em excel com a compilação das falhas das máquinas, mecanismos e equipamentos da linha produtiva estudada com informações como data/ semana, setor, operação, tipo de imputação, n° do equipamento, defeito/ falha, hora inicial e final da falha, duração, quantidade, equipe de manutenção que atuou na correção.

Com a avaliação desses dados no período de 1 (um) ano foi possível extrair os seguintes impactos na disponibilidade da linha relacionados ao mecanismo que faz a movimentação das laterais da carroceria no posto avaliado:

- Manopla da trava quebrada
- Quebra na solda da trava
- Talha de elevação não funciona
- Botoeira da talha com problema
- Articulação com anomalia

Essas são as principais falhas que geraram parada da linha produtiva, impactando a disponibilidade da linha para a produção de veículos. Pela extração no período de 1 (um) ano, algumas falhas foram recorrentes, principalmente sobre a talha elétrica (Figura 8).



Figura 8 - Talha elétrica ilustrativa  
Fonte: Düren (2017).

Pelo histórico de tratativa, as falhas relacionadas à talha elétrica, botoeira e ao conjunto mecânico (articulações, garras, manopla da trava, etc) foram solucionadas por meio de análise de causas e manutenções corretivas.

Além disso, há um plano de manutenções preventivas associados a alguns desses tipos de problemas. O Apêndice B detalha o método de manutenção preventiva do mecanismo manipulador.

#### **4.4 Passo 1 - Análise e identificação de requisitos ou alternativas**

Com base na observação do posto e dos principais impactos nos resultados de manutenção do mecanismo, foi feita uma análise para identificar os requisitos que precisam ser alterados para erradicar o problema.

O foco desse ciclo de melhoria será a função mecânica do mecanismo manipulador. Apesar de não ter nenhum lançamento de parada de linha por conta do agarramento das travas, durante a observação do posto evidenciou-se que o operador de produção chega a exceder o tempo de ciclo em determinado veículo durante a abertura ou fechamento da trava.

Para esse caso, a alternativa proposta foi a troca da trava mecânica (Figura 9) que fixa o mecanismo nas chapas metálicas, para permitir a abertura e fechamento de forma mais suave e rápida.



Figura 9 – Estado da trava  
Fonte: Autora.

O estado físico da trava evidencia que a manopla da trava é uma adaptação soldada (Figura 10 e Figura 11), a guia linear está danificada (Figura 12) e sem acesso para lubrificação. Há indícios de desgaste, de quebra e de correção com solda (Figura 13) reduzindo o pleno funcionamento da trava.



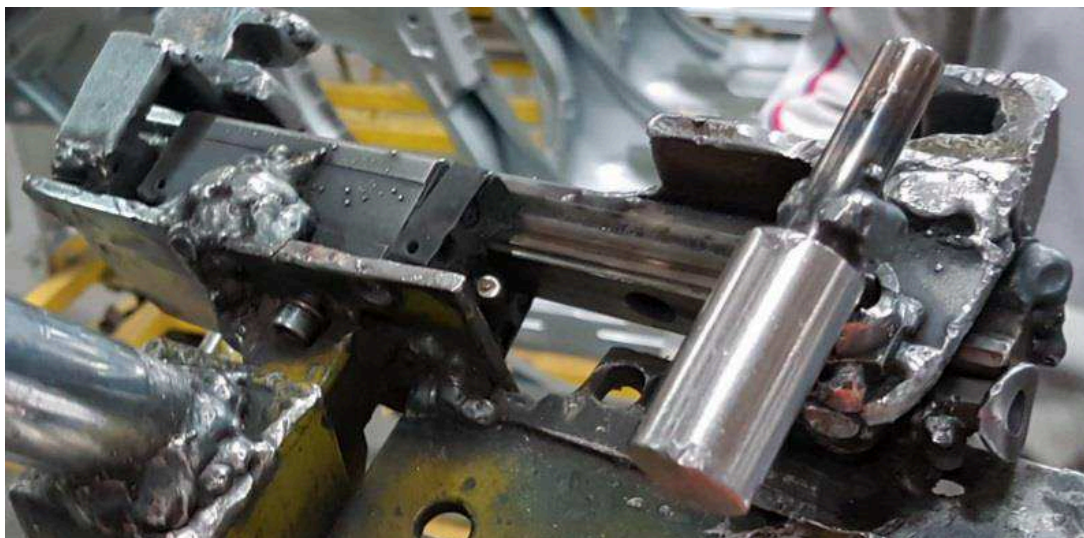


Figura 10 – Estado da trava  
Fonte: Autora.

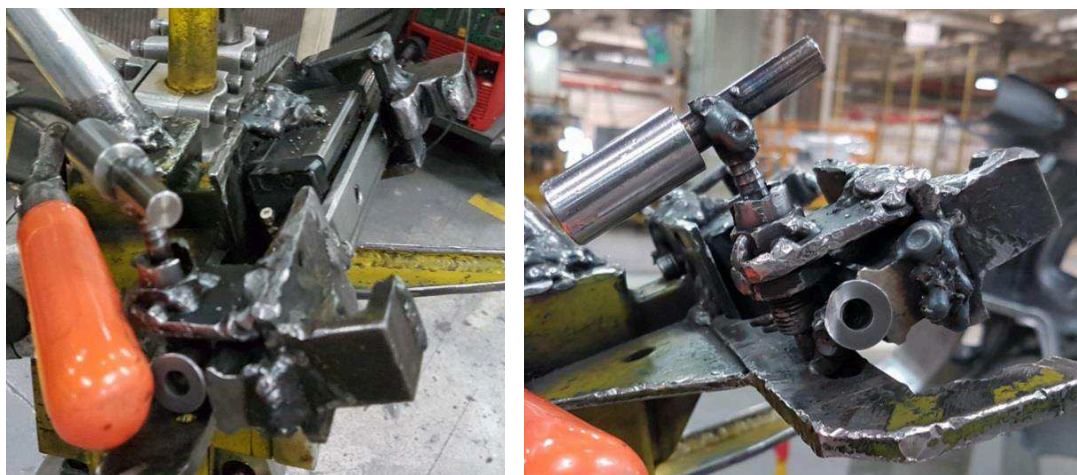


Figura 11 – Estado da trava  
Fonte: Autora.



Figura 12 – Estado da trava  
Fonte: Autora.





Figura 13 – Estado da trava  
Fonte: Autora.

#### 4.5 Passo 2 – Reprojeto

O dimensionamento da trava atual foi feito, bem como uma análise de possíveis mudanças na concepção da mesma. A decisão final foi a criação de uma trava com uma nova guia, com um batente que permita um curso de abertura maior para possibilitar a rápida retirada do mecanismo manipulador ao destravá-lo. Além disso, a manopla para abrir e fechar a trava ficaria sem folga e perpendicular à barra da guia permitindo um funcionamento mais efetivo, rápido e suave. A seguir são apresentadas as vistas: Isométrica (Figura 14), Planta (Figura 15), Elevação (Figura 16), Laterais (Figura 17), Traseira (Figura 18) e Superior (Figura 19).

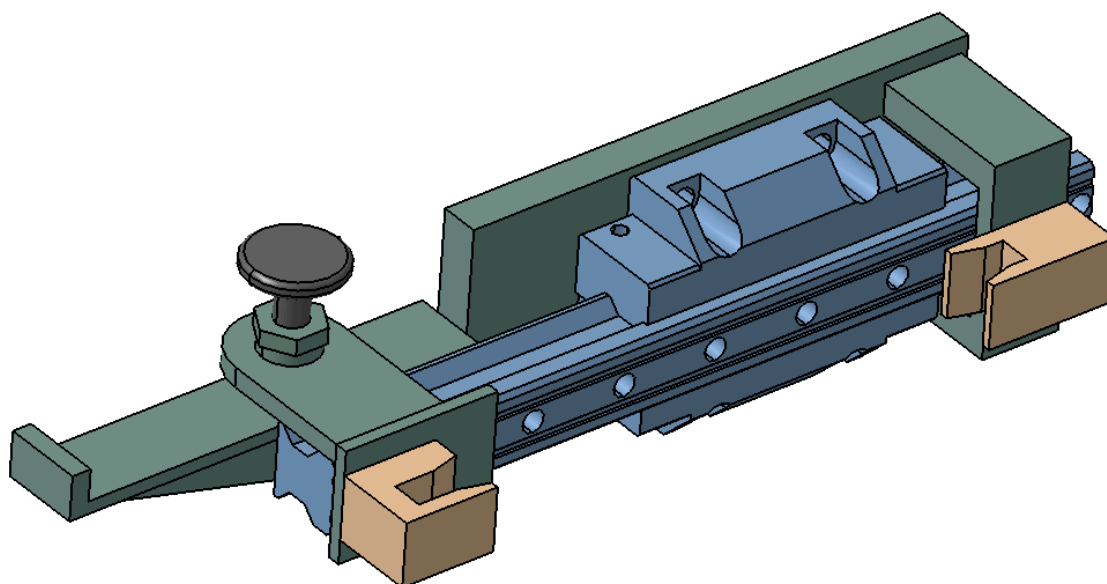


Figura 14 – Nova trava mecânica (Vista Isométrica)  
Fonte: Autora.

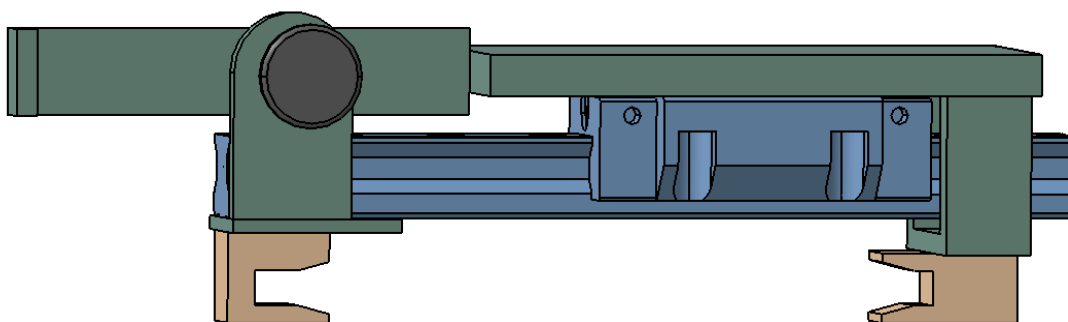


Figura 15 – Nova trava mecânica (Planta)  
Fonte: Autora.

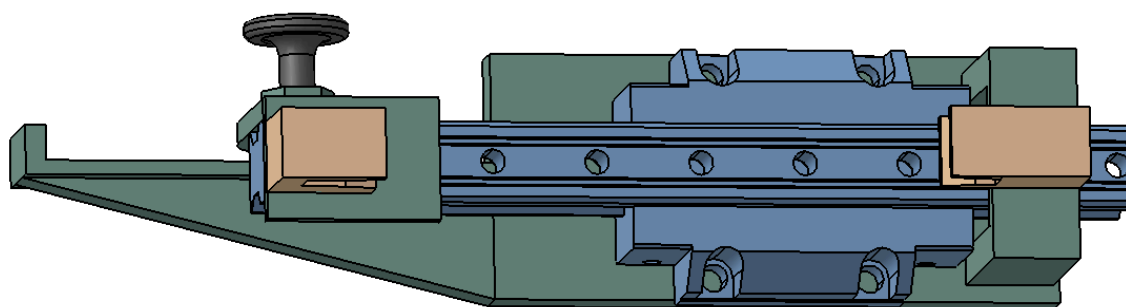


Figura 16 – Nova trava mecânica (Elevação)  
Fonte: Autora.

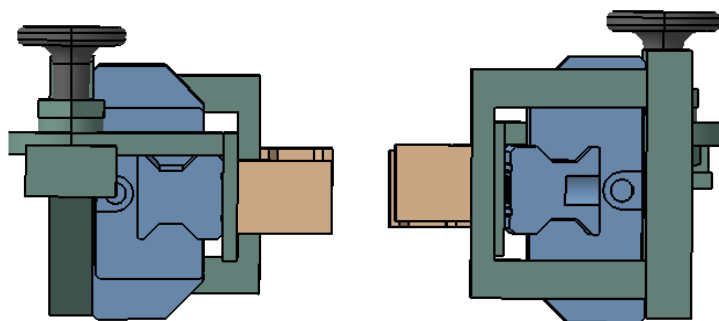


Figura 17 – Nova trava mecânica (Laterais)  
Fonte: Autora.

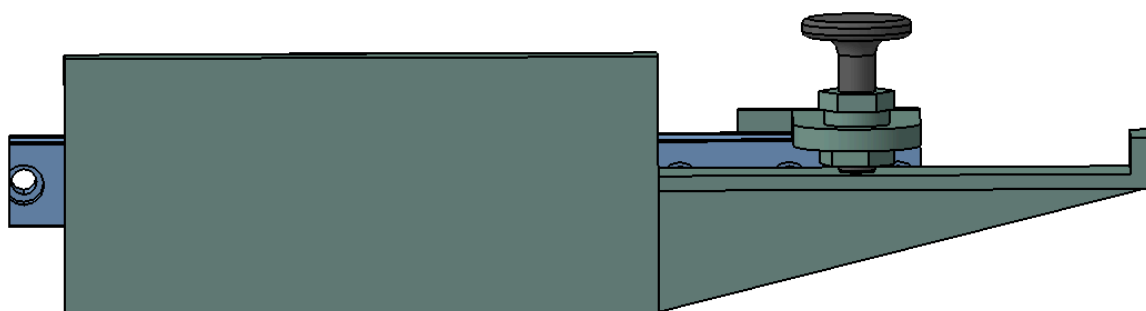


Figura 18 – Nova trava mecânica (Vista traseira)  
Fonte: Autora.

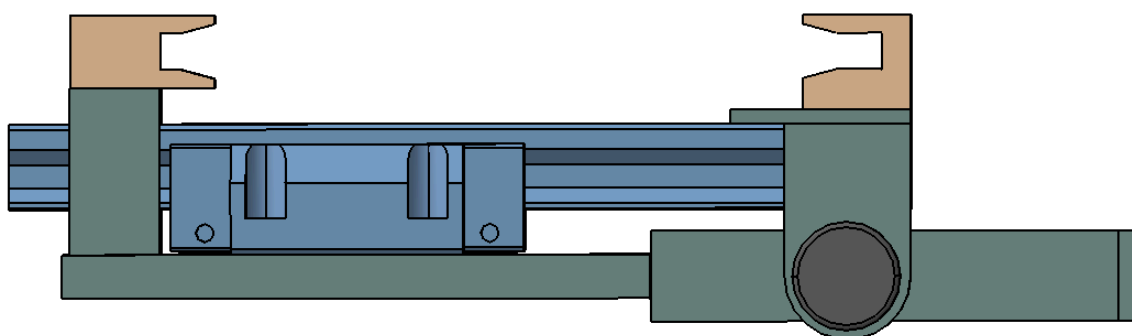


Figura 19 – Nova trava mecânica (Vista Superior)  
Fonte: Autora.

#### 4.6 Passo 3 – Execução

Nessa etapa, todas as ações relacionadas à concepção da nova trava ajuste na manopla para abertura e fechamento e soldagem da trava no conjunto mecânico do mecanismo foram realizadas.

Os equipamentos de proteção individual/ coletivos, materiais, peças e ferramentas para retirada da antiga trava e soldagem da nova chapa foram obtidos na oficina de manutenção da empresa, que dispõe de infraestrutura e mão-de-obra especializada nesse tipo de serviço.

#### 4.7 Passo 4 – Avaliação

Com a finalização das modificações, o mecanismo manipulador foi inserido na linha de produção para testes. Na observação do comportamento do mesmo após a modernização, verificou-se que o tempo gasto para fechamento e abertura da trava mecânica e retirada do mecanismo da peça foi reduzido ao justo e necessário, sem exceder cerca de 4 a 10 segundos nas fases do tempo de ciclo da operação, permitindo o pleno funcionamento do mecanismo durante a retirada da lateral da ilha robotizada e movimentação para o carrinho de peças.

O Quadro 2 e o Gráfico 2 apresentam os tempos das operações de movimentação com o manipulador após a modificação, evidenciando a adequação do tempo do veículo do modelo B dentro do tempo de ciclo do posto, além da redução da movimentação dos demais modelos por conta da eliminação do agarramento da trava.

Fase	Descrição das operações (O quê?)	VA	NVA	Veículo		
				A	B	C
Volume em % ----->				21	19	60
1	Posicionar Peça X (Apenas para veículo C)	14	6		x	
2	Verificar furo obstruído da peça X	0	8		x	
3	Realizar 3 cordões de solda MAG na lateral C	26	4		x	
4	Realizar 2 cordões de solda MAG na lateral A ou C	20	2	x		x
5	Retirar a lateral do dispositivo	0	36	x	x	x
6	Aplicar dois rebites na Lateral A	18	2	x		
7	Aplicar quatro rebites na Lateral B	42	3		x	
8	Aplicar três rebites na Lateral C	28	2			x
9	Posicionar a Lateral no carrinho de transporte	0	20	x	X	x
Total (em segundos)				98	159	108

Quadro 2 - Descrição das operações e tempos após modificação  
Fonte: Autora.

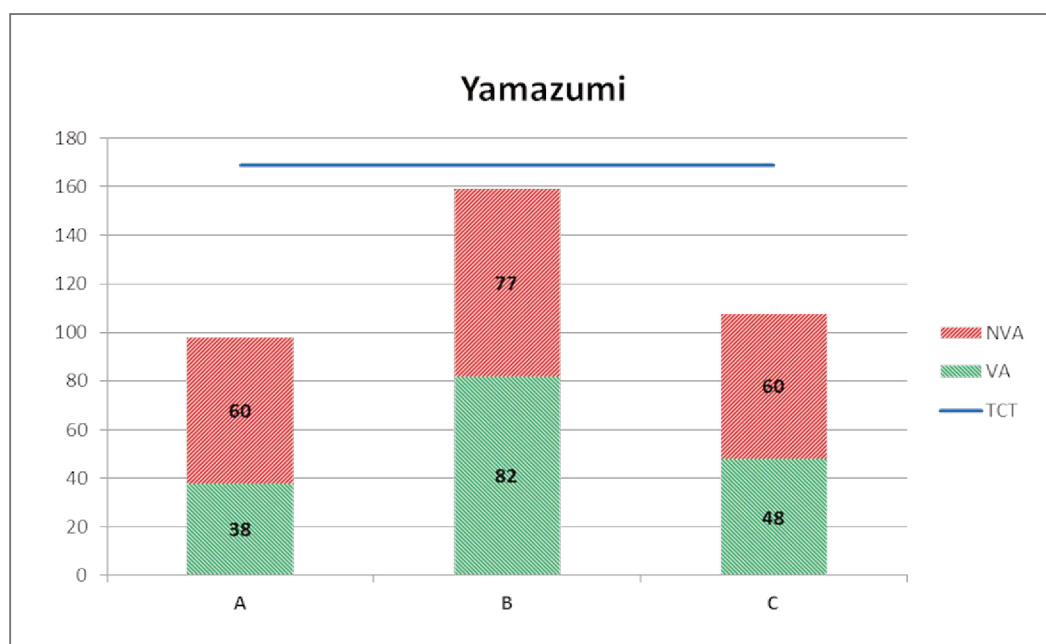


Gráfico 2 - Análise de tempos após modificação  
Fonte: Autora.

#### 4.8 Passo 5 – Otimização

Como a avaliação não demonstrou nenhuma necessidade de ajuste ou melhorias, nessa fase de otimização nenhuma ação foi tomada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise e nos resultados obtidos, evidenciou-se que a melhoria no mecanismo manipulador conseguiu atingir o objetivo de reduzir as perturbações no processo e reduzir o tempo de operação fazendo com que a movimentação das laterais seja no mínimo tempo possível ao qual foi projetado, sem desperdício de tempo pelo agarramento da trava. Além disso, a melhoria contribuiu para reduzir o risco de degradação da qualidade da peça e reduzir o risco de segurança de queda da lateral durante a movimentação, visto que qualquer possibilidade de não travamento da peça no mecanismo acarretaria em riscos de acidentes de segurança, cortes ou refugo da peça.

A geração de falhas ou anomalias no mecanismo é uma variável que influencia diretamente na disponibilidade da linha, no tempo de operação do posto e uso da mão-de-obra para manutenção, confirmando as hipóteses da pesquisa.

Pelo histórico de falhas no mecanismo de movimentação das laterais, foi possível destacar o impacto na disponibilidade da linha produtiva, bem como o desprendimento de mão-de-obra especializada do setor de manutenção para reparos da talha elétrica, botoeiras e do conjunto mecânico.

As principais contribuições desse estudo para o meio profissional estão na abordagem da interface ente setor de manutenção e o de produção. Ações de manutenção ligadas ao posto de trabalho podem ser ferramentas poderosas na busca por aumento de produtividade, redução de tempo de ciclo e otimização do conteúdo de trabalho de uma operação. Por meio dessa sinergia, é possível favorecer ambos os setores e a empresa como um todo.

Ações de adequação e modernização aparentemente simples que geram segundos de redução de tempo de ciclo, se avaliadas pelo total de veículos produzidos no dia, no mês e no ano, representam significativa fonte de produtividade. Além disso, na maioria das vezes o *retrofit* é uma alternativa mais econômica se comparada ao processo de aquisição de novos equipamentos e mecanismos para substituição de degradados.

Sob a perspectiva do Ciclo PDCA adaptado, demonstra-se a importância de seguir um processo, ou seja, um conjunto de ações previamente estudadas e planejadas para se chegar a um resultado, comprovar sua eficácia e reagir sobre eventuais desvios.

Como limitação do estudo, salienta-se que foram avaliadas apenas possíveis melhorias no conjunto mecânico do mecanismo, porém, as falhas na talha elétrica aparecem como significativa interferência nos relatórios que avaliam a disponibilidade do mecanismo.

Por fim, sugere-se que estudos futuros sejam desenvolvidos sob a perspectiva de pesquisa quantitativa, que mensure fielmente como as ações de modernizações em um universo mais amplo de operações conseguem derivar na melhoria dos resultados operacionais, principalmente da disponibilidade de toda a linha produtiva.

Como abrangência, é possível aplicar o passo a passo apresentado em outras operações de processos de outra natureza, visto que se trata de um método genérico de evolução de processos.

## **GLOSSÁRIO**

Grafagem - processo de dobra e união mecânica das chapas de metal. Usualmente utilizado para unir chapas de capô, portas e tampa de porta malas de veículos durante a formação da carroceria.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

Abraman – Associação Brasileira de Manutenção

DP – Disponibilidade Própria

MTTF – Mean time to failure – tempo esperado até a primeira ocorrência de defeito

MTTR – Mean time to repair – tempo médio para reparo do sistema

MTBF – Mean time between failure – tempo médio entre as falhas do sistema

PDCA – Plan, Do, Check e Act



## REFERÊNCIAS

ALVES, Glauber Maranhão. **Jogo educativo com recurso de comando por voz baseado em retrofit de impressora**. REGRAD-Revista Eletrônica de Graduação do UNIVEM-ISSN 1984-7866, v. 9, n. 1, p. 986-296, 2016.

BANDT NETO, Martim. **Retrofitting em um sistema de teste de infiltração de água em veículos**. 111 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Automação Industrial, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

BARROS, A. J. P. de; LEHFELD, N. A. de. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. 4. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

BEREZOVSKY, Rejane S. **Retrofit: O que é?. Pergunte ao Engenheiro**. [S.L.], out. 2008. Disponível em: <<http://www.pergunteaoengenheiro.com.br/novosmateriais/88-retrofit-o-que-e.html>>. Acesso em: 16 dez. 2016

BOAVENTURA, E. M. **Metodologia da Pesquisa: monografia, dissertação e tese**. São Paulo: Atlas, 2004.

BRANCO, Gil Branco Filho. **Dicionário de Termos de Manutenção e Confiabilidade**. Segunda edição. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2000.

BROWN, Anthony EP. **Análise de risco**. Boletim Técnico do GSI/NUTAU/USP, Ano III, n. 01, 1998.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total: no estilo japonês**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CAXITO, Fabiano de Andrade. **Produção: fundamentos e processos**. Curitiba: IESDE Brasil, 2008.

CHIROLI, Daiane Maria De Genaro; NUNES, Priscila Vieira; LEAL, Gislaine Camila Lapasini. **O uso da cronoanálise para implantação do plano mestre de produção em uma empresa avícola**. São Paulo: 2010.

DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, v.2, n.4, p.01-13, Sem II, Blumenau: 2008.

DONAS, Manoel Luiz Martins. **A gestão da manutenção de equipamentos em uma instituição pública de C&T em saúde**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: 2004.

DOS REIS ALVAREZ, Roberto; ANTUNES JR, José Antonio Valle. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. Rio de Janeiro: 2001.

DÜREN, Catálogo – **Sistemas Modulares DR**. Disponível em: <  
[http://www.mecanica.com.br/\\_\\_novadocuments/230560?v=635951290030270000](http://www.mecanica.com.br/__novadocuments/230560?v=635951290030270000)>  
Acesso em: 27 mar. 2017

FACHIN, Odilia. **Fundamentos de metodologia**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

FAGUNDES, Ramon; CANDIDO, Lázaro; MENDES DA SILVA, Celina. **Criação de um dispositivo para a integração da função de uma furadeira fesadora a uma plaina limadora**. In: V CONNEPI-2010. 2010.

FERNANDES, M. A. **Como aumentar a disponibilidade das máquinas e reduzir custos de manutenção**. Revista Máquinas e Metais, v. 39, p. 316-329, 2003.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Production, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.

GHISI, Enedir. **Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina**. Dissertação, Florianópolis: 1997.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KÖCHE, José Carlos. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis: Vozes, 2011.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, 1992.

MARTINS, Elisa Toschi. **Sítios saturados: intervenções em vazios urbanos**. Dissertação de Mestrado. 199p, Porto Alegre: 2016.

MARTINS, Petrônio G; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2.ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, Eduardo. **Redução do Tempo de Setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas**. São Paulo: IMAM, 1996.

NOGUEIRA, L. C. L. **Gerenciamento pela qualidade total na saúde**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2003.

O Mundo da Usinagem; **Retrofitting pode ser um bom negócio?**. Revista da edição de fevereiro de 2008. Disponível em:

<<http://www.omundodausinagem.com.br/pdf/44.pdf>>. Acesso em 06 de dezembro 2016

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. **A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa: v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PEINALDO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da Produção (operações industriais e de serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PRODANOV, Cleber Cristiano; DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico** - 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAPOSO, José Luis Oliveira. **Manutenção Centrada em Confiabilidade aplicada a sistemas elétricos**: uma proposta para uso de análise de risco no diagrama de decisão. Dissertação de Mestrado. 134p, Bahia: 2004.

ROCHA, Duílio. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

ROMERO, Carlos Cortez. **Lei de Inovação Tecnológica: críticas e contribuições**. 2014.

SAMPAIO, Ana Cláudia Rodrigues. **Estudo de melhoria da disponibilidade de uma linha numa indústria alimentar**. Tese de Doutorado. Lisboa: 2015.

TERENCE, A.C.F.; ESCRIVÃO FILHO, E. **Abordagem quantitativa, qualitativa e a utilização da pesquisa-ação nos estudos organizacionais**. Fortaleza: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 26, 2006.

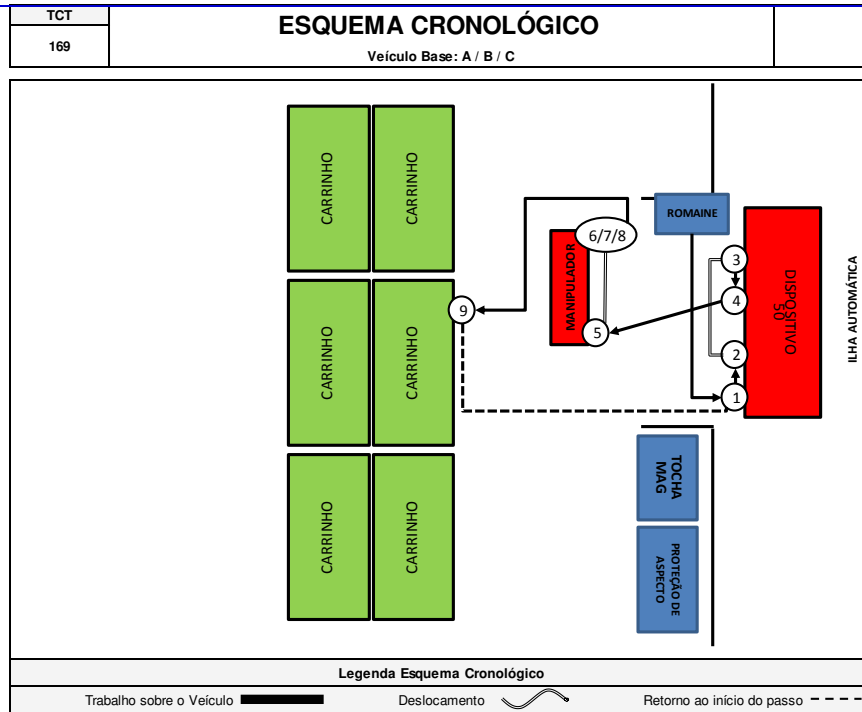
VALE, Maurício S. do. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do retrofit**. 2006. 220 f. Rio de Janeiro: Dissertação de Mestrado. UFRJ/FAU, 2006.

VIEIRA, Sônia; HOSSNE, William Saad. **Metodologia científica para a área da saúde**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

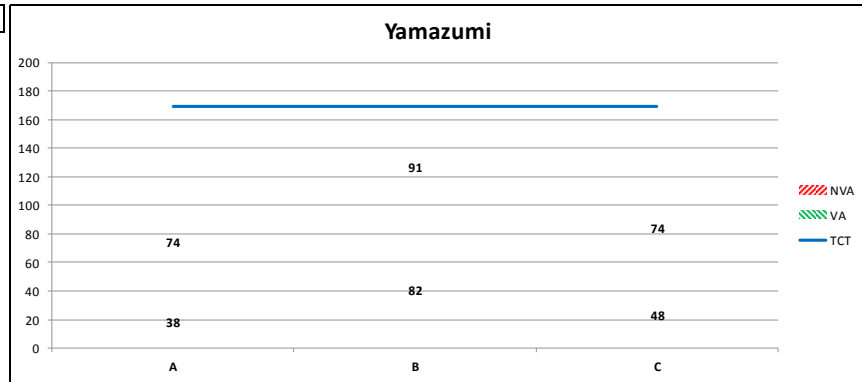
YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman editora, 2015.

Posto		CRONOLOGIA DO POSTO													
OPXX															
Fase	Nº JES	Descrição das operações (O quê?)	Tipo	Opção	PC	VA	NVA	Veículo							
								A	B	C	A	B	C		
								Volume em % ----->							
1	JES01	Posicionar Peça X (Apenas para veículo C)				14	6				x				
2	JES02	Verificar furo obstruído da peça X				0	8				x				
3	JES03	Realizar 3 cordões de solda MAG na lateral C				26	4				x				
4	JES04	Realizar 2 cordões de solda MAG na lateral				20	2			x		x			
5	JES05	Retirar a lateral do dispositivo			+	0	46			x	x	x			
6	JES06	Aplicar dois rebites na Lateral A				18	2			x					
7	JES07	Aplicar quatro rebites na Lateral B				42	3				x				
8	JES08	Aplicar três rebites na Lateral C				28	2					x			
9	JES09	Posicionar a Lateral no carrinho de transporte				0	24			x	x	x			
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															



Legenda Pontos Chaves						WACT										
Segurança / Ergonomia	+	Qualidade	♦	Métier	⚙️	Custos	+	Meio Ambiente	♻️	112	173	122	0	0	0	130

Pontos Particulares do Posto:



RU (Equipe Amarela)	RU (Equipe Verde)	RU (Kaizen)	Versão	Modificação	Data
	<b>VALIDAÇÃO ELETRÔNICA</b>		3	Atualização da descrição das operações	03/12/2016
			OPXX	CRONOLOGIA DO POSTO	

Data de aplicação	Código do Formulário	Versão	Classificação	Página
	FG.142	V002	Uso Interno	1 / 1

APÊNDICE A – Método de Operação

## **APÊNDICE B - Manutenção Preventiva do mecanismo manipulador**

Inspeção e Prevenção Mecânica do Manipulador

Designação da especialidade dos executantes: Mecânica

Habilitação necessária à execução da inspeção: Técnico em Mecânica

A frequência ou período de execução da inspeção: 2 meses

A operação de manutenção deve ser feita com equipamento parado.

### **Fase 1: Preparação**

Organização da maleta de manutenção (Materiais, ferramentas úteis,...)

### **Fase 2: Segurança**

Instruções de segurança gerais: Antes de qualquer intervenção, garantir a segurança da instalação respeitando a NR10 e as instruções de segurança fixadas no posto. Se não forem presentes, aplicar as instruções gerais da área. Colocar a proteção coletiva se necessário delimitando a zona de trabalho. Utilizar os EPI (Equipamentos de Proteção individual) e cumprir os procedimentos de energia nula como cadeados e cartão de identificação, em conformidade com o procedimento de acessos às linhas automatizadas. Se trabalhos ou intervenção de ordem elétrica: (Seccionar os disjuntores de alimentação do circuito, bloquear, testar e identificar). Se os trabalhos ou intervenção forem de ordem mecânica: (Seccionar as manoplas do circuito, bloquear e identificar. Drenar toda energia acumulada do sistema de alimentação em óleos, ar comprimido, gases, águas,...). Abrindo os purgativos para a saída de pressão. Somente as pessoas habilitadas são autorizadas a realizar as operações.

Equipamentos de Proteção Individual (EPI's): Boné de proteção, óculos de segurança, jaleco com manga longa, sapato de segurança com biqueira de aço, protetor auricular, luvas anti-corte.

Equipamentos de Proteção Coletiva: Cones, cerquite, cartão de identificação e cadeado para ilhas robotizadas, fita zebra.

### **Fase 3: Inspeção e prevenção**

#### **I. Estrutura Mecânica**

Inspecionar a estrutura, checando quanto a empenos e trincas, ausência de deformação; ausência de choques; o jogo funcional das diferentes articulações. Verificar fixação dos componentes de campo na estrutura.

Verificar a ausência de fissuras sobre as soldaduras utilizando líquido penetrante nas soldas do manipulador.

*Procedimento com líquido penetrante:*

Itens: líquido penetrante revelador, visível e limpador.

Modo operacional:

Efetivamente limpar as zonas a controlar. Pulverizar o penetrante VERMELHO sobre a zona a controlar. Deixar penetrar por pelo menos 10 minutos. Lavar até desaparecimento do fundo rosado e limpar. Pulverizar o revelador BRANCO sobre a zona a controlar. Esperar cerca de 5 minutos. Se houver uma fissura, o VERMELHO revelará. Se necessário, fazer a soldadura ou abrir uma ordem de serviço.

#### **II. Grampo Manual**

Inspecionar a estrutura, fixação e movimentação. Inspeção quanto a alguma avaria mecânica visível. Efetuar limpeza e lubrificação.

#### **III. Conectores**

Inspecionar estado de conservação, avarias mecânicas e a existência de vazamentos de ar. Reapertar os conectores, se necessário, trocá-los.

#### **IV. Interruptores de Acionamento**

Verificar estado de conservação. Testar se existe dificuldade no acionamento. Reapertar parafusos de fixação.

#### **V. Cabo de aço de Segurança**

Verificar o estado do cabo de aço (desgaste, fixação e torção), fixação das presilhas e posicionamento. Reapertar fixações e verificar o desgaste, se necessário trocar o cabo.

#### **VI. Elementos de fixação**

Verificar a ausência de parafusos de fixação afrouxados; a presença de sujeiras e contaminações (óleos, projeção de solda, cola....). Para controle, fazer a marcação dos parafusos e porcas com o marcador industrial.

## VII. Suportes de apoio e garras

Conferir estado de conservação do suporte de apoio de nylon, quanto ao desgaste e trincas. Verificar estrutura do convite de nylon para apoio da peça. Conferir estado dos pinos de articulação das garras (folgas nos eixos e falta de contra-pinos). Conferir fixação dos apoios. Conferir estado de conservação da regulagem dos apoios.

### **Fase 4: Testes**

Após a sequência das intervenções, deve ser feito um teste no mecanismo de manipulação para validar a operação. Para qualquer anomalia constatada que necessita de uma intervenção, deve-se realizar uma sub ordem de trabalho de acordo com a origem de criticidade.

### **Instruções finais:**

Deve-se limpar o local de trabalho e o equipamento que foi feita a manutenção preventiva.

Os trapos devem ser descartados no latão adequado para descontaminação e o descarte do material contaminado deve ser feito no latão de miscelânea contaminada.