

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Gleison Waldir Brasil Junior

**PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BIELA AUTOMOTIVA POR
MANDRILAMENTO ASSISTIDO POR DISPOSITIVO DE
CONTROLE E MONITORAMENTO DE FALHAS**

Taubaté – SP
2019

Gleison Waldir Brasil Junior

**PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BIELA AUTOMOTIVA POR
MANDRILAMENTO ASSISTIDO POR DISPOSITIVO DE
CONTROLE E MONITORAMENTO DE FALHAS**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Projetos Mecânicos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Roque Antônio de Moura

Taubaté – SP

2019

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

B823p Brasil Jr, Gleison Waldir
Processo de fabricação de biela automotiva por mandrilamento assistido por dispositivo de controle e monitoramento / Gleison Waldir Brasil Junior. -- 2019.
38 f. : il.

Monografia (Especialização) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Roque Antônio de Moura, Departamento de Pesquisa e Pós-graduação.

1. Disponibilidade. MTTR. MTBF. Spare part. 2. Dispositivo de controle de falha e monitoramento de falhas. 3. Polia de roda livre. I. Título. II. Pós-graduação em Projeto Mecânico.

CDD – 658.562

Ficha catalográfica elaborada por Shirlei Righeti – CRB-8/6995

Gleison Waldir Brasil Junior

**PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BIELA AUTOMOTIVA POR
MANDRILAMENTO ASSISTIDO POR DISPOSITIVO DE
CONTROLE E MONITORAMENTO DE FALHAS**

Monografia apresentada para obtenção do Título de Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Projetos Mecânicos do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Engenharia Mecânica

Orientador: Prof. Dr. Roque Antônio de Moura

Data: _____

Resultado: _____

Universidade de Taubaté

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roque Antônio de Moura

Assinatura _____

Prof. Me. Milton Koiti Akiyama

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela direção atribuída em toda a minha vida, a minha família, em especial a minha esposa Claudete e aos meus filhos Gabriel e Vinicius, pelo apoio e paciência, que por muitas vezes me incentivava para que eu pudesse superar todos os obstáculos e desafios encontrados.

Ao Prof. Dr. e meu orientador Roque A. Moura, por todo apoio e incentivo durante a realização deste projeto.

A todos os docentes da UNITAU que colaboraram diretamente no meu desenvolvimento e crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Muito obrigado a todos que me apoiaram diretamente e indiretamente nesta etapa tão importante de minha vida.

RESUMO

Este trabalho foi realizado em uma indústria automotiva brasileira com o objetivo de aumentar a disponibilidade da máquina, visando o cumprimento de prazo de entrega das bielas usinadas aos clientes internos e externos. O foco do problema foi atuar sobre o tempo de reparo e o tempo entre falhas que tornavam a máquina indisponível, pois a linha de produção era interrompida porque o tempo médio de reparo (MTTR) era superior a 24 horas e o tempo entre falha (MTBF) era inferior a 8 horas. O método foi através de pesquisas bibliográficas e análise dos sistemas e seus elementos de máquinas, culminado em um projeto para adoção de uma unidade de *spare part* que atue imediatamente quando o conjunto principal entrar em módulo de falha. O resultado foi aumento da disponibilidade da máquina, através da redução do tempo médio de reparo e aumento do tempo médio entre falhas. Conclui-se que houve redução do tempo de reparo e aumento do tempo entre falhas, resultando na redução do (MTTR) e aumentando do (MTBF), ou seja, aumento da disponibilidade da máquina de 33,3 % para 66,7%.

Palavras-chave: Disponibilidade. MTTR. MTBF. *Spare part*.

Palavras-chave: Polia de roda livre.

Palavras-chave: Dispositivo de controle e monitoramento de falhas.

ABSTRACT

This work was carried out in a Brazilian automotive industry with the objective of increasing the availability of the machine, aiming at meeting the delivery deadlines of the machined connecting rods for internal and external customers. The focus of the problem was to act on the repair time and the time between failures that made the machine unavailable because the production line was interrupted because the average repair time (MTTR) was over 24 hours and the time between failure (MTBF) was less than 8 hours. The method was through bibliographical research and analysis of the system and its machine elements, culminating in a project to adopt a spare part unit that acts immediately when the main assembly goes into a fault module. The result was increased machine availability by reducing the average repair time and increasing the average time between failures. It was concluded that there was a reduction in repair time and an increase in the time between failures, resulting in MTTR reduction and MTBF increase, that is, machine availability increased from 33.3% to 66.7%.

Keywords: Availability. MTTR. MTBF. *Spare part*.

Keywords: Free wheel pulley.

Keywords: Fault monitoring and control device.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Exemplo de polias e representação técnica	15
Figura 2: Tipos de correias	16
Figura 3: Correia sincronizada	18
Figura 4: <i>Layout</i> do sistema de transmissão polia-correia.	26
Figura 5: Polia de roda livre	28
Figura 6: Desenho detalhado para a construção do eixo.	29
Figura 7: Vista explodida	30
Figura 8: Cabeçote da máquina	31

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Fórmula para calcular o MTBF	24
Equação 2: Fórmula para calcular o MTTR	24

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Danos que as correias podem sofrer	18
Tabela 2: Tabela de ação	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução da manutenção	20
Gráfico 2: Resultados do MTBF	32
Gráfico 3: Resultados do MTTR	32
Gráfico 4: Resultado da disponibilidade	33

LISTA DE SÍMBOLOS

CNC.....	Comandos Numéricos Computadorizados.
DT.....	(<i>Down Time</i>) Tempo de indisponibilidade da máquina.
MTBF.....	(<i>Mean Time Between Failures</i>) Tempo Médio entre Falhas.
MTTR.....	(<i>Mean Time To Repair</i>) Tempo Médio para Reparar.
HD.....	Horas Disponíveis.
NC.....	Números de Corretivas.
HIM.....	Horas Disponíveis para operação.
MT.....	Polia Motora
SF.....	<i>Set</i> de ferramenta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo do trabalho	13
1.2 Justificativa	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Polias	15
2.2 Polia motora e polia movida	15
2.3 Polia de roda livre	15
2.4 Tipos de correias	16
2.5 Correias mais utilizadas	16
2.6 Correia sincronizadas	17
2.7 Danos que as correias podem sofrer	18
2.8 Confiabilidade	19
2.9 Manutenção	19
2.9.1 Manutenibilidade	21
2.9.2 Manutenção centrada na confiabilidade	23
3 METODOLOGIA	25
3.1 Protocolo de ação	25
3.2 Identificação do problema	26
3.3 Metodologia utilizada	27
3.4 Estudo do problema	27
3.5 Construção do dispositivo	28
3.6 Desenho detalhado para a construção do eixo	29
3.7 Fabricação e solicitação de material	30
3.8 Condições de montagem do dispositivo no cabeçote	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXOS	37
Publicação	38

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os processos de usinagem encontram-se mais semelhantes, devido a este motivo à competitividade no mercado de trabalho esta ficando a cada dia mais acirrado.

Com os avanços tecnológicos faz-se necessário e de extrema importância a buscar constante pelo aperfeiçoamento e aplicações técnicas dos métodos.

Com isso, as empresas devem rever todos seus conceitos, formas e metodologia, os quais irão contribuir relevantemente para o aumento dos números e indicadores produtivos, aumentando a qualidade de seus serviços e produtos.

Esse trabalho apresenta uma proposta de melhoria no processo de usinagem da biela do motor em uma montadora localizada no estado de São Paulo, visando aumentar a disponibilidade da máquina, mesmo com a quebra de elementos mecânicos que possam afetar diretamente o processo por falta de recurso.

Essa máquina apresenta problemas voltados ao MTBF (*mean time between* ou tempo médio entre falha), problemas que atrapalha seu rendimento diante da sua disponibilidade do equipamento para produção das bielas dos motores, onde a máquina deve apresentar números produtivos aceitáveis para o nível de gerenciamento em busca de metas produtivas.

Esse projeto foi tratado através de estudo para avaliar a viabilidade de criar recurso para não impactar diretamente no volume produtivo da máquina, mesmo trabalhando abaixo da velocidade necessária para atingir as metas produtivas.

1.1 Objetivosdo Trabalho

Esse trabalho tem como objetivo, melhorar o índice de MTBF(*Mean Time Between Failures* - Tempo Médio entre Falhas) e MTTR(*Mean Time To Repair*- Tempo Médio para Reparar) da máquina e qualidade da biela do motor em máquina CNC, atendendo todos os parâmetros e necessidades de qualidade no produto final e especificações exigidas pela engenharia respeitando as dimensões de perpendicularidade da peça e circularidade.

1.2 Justificativa

No processo produtivo em indústrias em gerais pode ocorrer alguns problemas relacionados na produção.

Buscando em melhorar a disponibilidade da máquina e sanar o problema que a mesma vem apresentando devido à quebra de elementos de máquina e impactando diretamente no funcionamento de todo o conjunto e afetando diretamente o índice de gerenciamento de manutenção (MTBF) e impactando no volume de produção da biela.

Esta situação ocorre devido dois dos trêssets de ferramentas utilizarem a mesma correia sincronizada e quando necessário retirar um dos dois sets de ferramenta citados para reparo o outro set de ferramenta que utiliza a mesma correia fica inoperante devido à falta de transmissão.

Não sendo viável que a máquina usine apenas uma peça por ciclo, quando a mesma tem a capacidade de usinar três peças dentro do mesmo ciclo e devido ao problema apresentado diminui a capacidade do volume produtivo a índices inaceitáveis.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa etapa serão abordados os temas relacionados diretamente com o assunto principal deste trabalho. Os tópicos fundamentais para analogia foram com base nos estudos realizados conforme as referências bibliográficas apresentadas, com suma importância para a validação da aplicação do tema principal do trabalho.

2.1 Polias

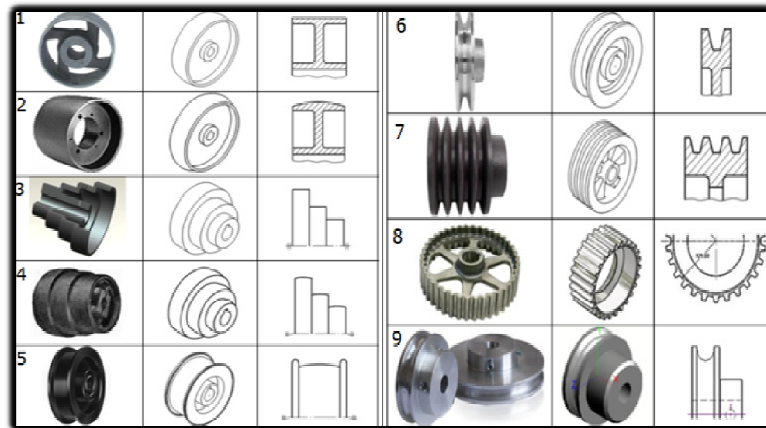
Segundo Lino (2013) as polias são peças cilíndricas, movimentadas pela rotação do eixo do motor e por correias, os tipos de polia são estabelecidos pela forma da superfície da correia que será utilizada.

A Figura 1 ilustra alguns modelos de polias utilizadas e ao lado a forma como são representadas em desenho técnico.

Os materiais empregados na confecção de uma polia são: ferro fundido, ligas leves, aços e materiais sintéticos. Os tipos de polias são:

1. Polia de aro plano;
2. Polia de aro abaulado;
3. Polia escalonada de aro plano;
4. Polia escalonada de aro abaulado;
5. Polia com guia;
6. Polia em "V" simples;
7. Polia em "V" múltipla;
8. Polia para correia dentada;
9. Polia para correia redonda.

Figura 1: Exemplos de polias e representação técnica.



Fonte: Lino (2013).

2.2 Polia motora e Polia movida

De acordo com Lino (2013) as polias motoras ou condutoras são aquelas que transmitem forças e movimentos. Já as polias que recebem forças e movimentos são chamadas de polias movidas ou conduzidas.

2.3 Polia de roda livre

Segundo Shigley, Mischke e Budynas (2005) o sistema de roda-livre é um rolamento dentado ou liso para acionar um dispositivo que torna possível o funcionamento de equipamentos rolantes, permitindo converter um movimento linear em movimento rotativo sendo que o mecanismo para desligar a roda de seu eixo motriz desengata automaticamente quando o eixo movido gira mais rápido que o eixo motriz.

O sistema de roda livres são montados em equipamentos que possuem dois ou mais acionamentos, sendo encontrados principalmente nos eixos dianteiros de veículos, com a finalidade de reduzir os desgastes dos componentes mecânicos.

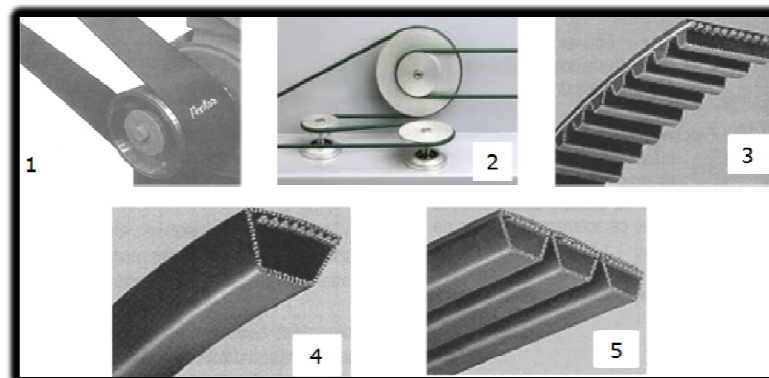
Outro uso bastante comum do sistema de roda-livre é nos cubos traseiros das rodas das bicicletas, caso não existissem, os ciclistas seria obrigado a pedalar mesmo em situações onde não haveria necessidades, como por exemplo a descida de uma rampa.

2.4 Tipos de Correias

Segundo Lino (2013) as correias são elementos de máquinas que transmitem movimentos de rotação entre o eixo do motor e o movido por intermédio de polias, que são empregadas quando se pretende transmitir potência de um eixo para o outro a uma distância em que o uso de engrenagens é inviável, de acordo com tipos de correias (Figura 2).

1. Planas "flat";
2. Redondas;
3. Dentada;
4. Trapezoidal ou "V" simples;
5. Trapezoidal ou "V" múltipla;

Figura 2: Tipos de correias.



Fonte: Lino (2013)

2.5 Correias mais utilizadas

Ainda segundo Lino (2013) as correias mais utilizadas são as planas e as trapezoidais.

Sendo fabricadas com borracha revestida de lona, e em seu interior por cordões vulcanizados para suportar força de tração. A preferência por utilizar correias V ou trapezoidal é superior à utilização das correias planas, devido as vantagens consideráveis.

- Praticamente não apresenta deslizamento;
- Permite o uso de polias bem próximas;
- Eliminam os ruídos e choques, típicos das correias emendadas (planas).

Devido as diferentes características de fabricação em cada empresa, o ideal e seguir as orientações sugeridas no manual do fabricante da máquina, dispositivo etc. Devemos levar em conta que em um projeto que utiliza correias para transmissão devem-se seguir os seguintes critérios:

- Potência a ser transmitida;
- Tipos de máquinas motoras e movidas;
- Velocidade angular da polia motora e da polia movida;
- Distância entre os eixos das polias sendo que o comprimento máximo admitido deve ser igual a três vezes o produto da soma dos diâmetros da polia motora e movida.
- Tipos de cargas: (choques moderados, choques intensos).

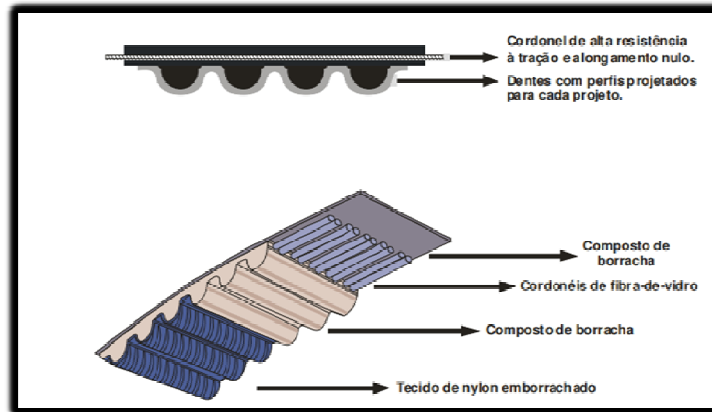
Após seguir os critérios de seleção, pretende-se selecionar a correia a ser utilizada observando o tipo, a secção e o comprimento primitivo. Outra correia utilizada é a correia dentada, para casos em que não se pode ter nenhum deslizamento, como no comando de válvulas do automóvel.

2.6 Correias Sincronizadas

De acordo com a Gates (2010) correias sincronizadoras é um produto técnico que transmite potência de um sistema motor para uma polia movida. A carga é aplicada através da cavidade da polia motora para os dentes das correias e segue para o elemento de tração, diferente da correia tipo V, em que a potência é transmitida por fricção. A correia sincronizada devido aos contatos dos dentes com as cavidades da polia, a transmissão de carga é sincronizada e consistente entre as polias, sem escorregamento.

Para garantir o perfeito funcionamento, o perfil dos dentes da correia é moldado com precisão e as cavidades das polias são especialmente projetadas para cada sistema de transmissão, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3: Correia Sincronizada.



Fonte: Gates (2010).

2.7 Danos que as correias podem sofrer

Segundo Lino (2013) a Tabela 1 ilustra os prováveis danos que podem sofrer as correias, indicando os problemas, causas e recomendando prováveis soluções.

Quebra /Erros / Defeitos	Causas	Soluções
Deformação / Desgaste	Excesso de óleo.	Verificar nível de lubrificação.
Trincas / Rachaduras	Exposição ao tempo	Proteger, trocar as correias.
Desgaste área de contato	Polia movida presa / Tensão insuficiente	Tensionar adequadamente; limpar e soltar a polia presa.
Quebra	Cargas momentâneas excessivas.	Instalar adequadamente; operar adequadamente.
Desalinhamento	Polias desalinhadas; polias gastas; vibração excessiva.	Alinhar o sistema; trocar as polias.
Superaquecimento	Ambiente com altas temperaturas.	Providenciar ventilação.
Sobre carga polia-correia	Cargas momentâneas excessivas.	Tensionar adequadamente.
Vibração excessiva	Tensão insuficiente.	Substituir correias

Fonte: Lino 2013

2.8 Confiabilidade

De acordo com Lafraia (2001) a confiabilidade é a avaliação da falha de um sistema, ou a probabilidade do risco de um produto característico do aspecto fundamental, chamada análise de confiabilidade, é uma característica historicamente buscada por projetistas e construtores de todos os tipos de sistemas.

Esse mecanismo possui como objetivo proporcionar um bom desempenho funcional com baixo índice de falhas em um produto, pois os esforços tradicionais de projetos não eram suficientes para conferir estas características em equipamentos cada vez mais complexos.

O termo confiabilidade pode também ser definido como, a probabilidade de um sistema funcionando dentro dos limites especificados de projetos ou de forma conveniente com a probabilidade de um componente, que no período de tempo previsto em sua vida útil não ocorra falhas no projeto, dentro das condições de agressividade ao meio.

Levando em consideração quatro pontos ou observação nas quais devem ser considerados, fatores de análise.

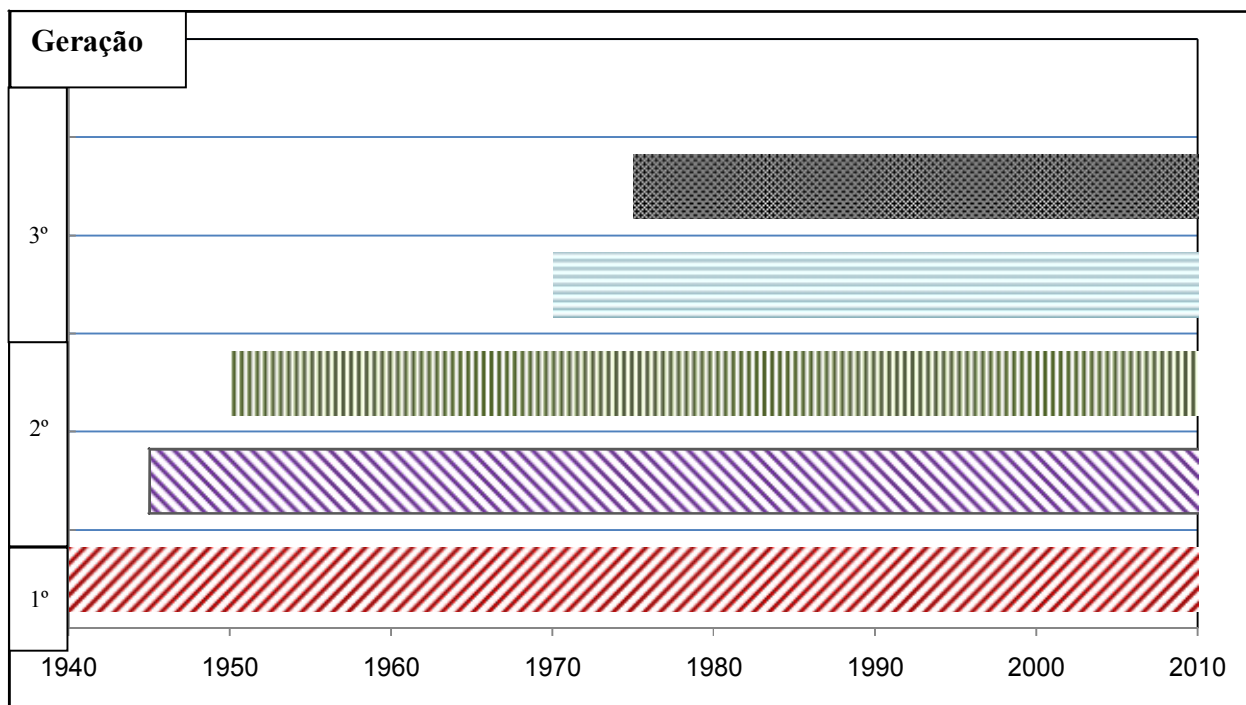
- A quantificação de confiabilidade em termos de uma probabilidade;
- Definição de desempenho requisitada, de acordo com fatores ou detalhes catalogados, deve ser seguida para a amostragem de confiabilidade, se não alterarem os resultados esperados.
- Definição do tempo de operação exigido entre falhas, quando o produto fica além do tempo estabelecido de uso, com certeza sua confiabilidade irá diminuir e com isso comprometendo a vida útil do mesmo.
- As condições ambientais também devem ser levadas em consideração, pois devem ser bem definidos, ao menos trabalhar dentro das faixas de tolerância mínimas necessárias para ganhar a confiabilidade.

2.9 Manutenção






Segundo Lafraia (2001) não existe um tempo correto para a manutenção, definindo manutenção como a capacidade de resolver um problema de um determinado equipamento. No decorrer dos anos a manutenção sofreu uma evolução muito grande,

por sua vez fez-se temas complexos de estudos e implementações, esta evolução será vista no Gráfico 1.

Gráfico1: Evolução da Manutenção.



Fonte: Autor.

-  Manutenção da Confiabilidade.
-  Manutenção Produtiva.
-  Manutenção Preditiva.
-  Manutenção Preventiva.
-  Manutenção Corretiva.

Ao decorrer desta evolução, é notável que muito fosse aprendido em relação em fazer primeiramente uma análise correta no processo ou dos equipamentos e só após a análise correta da situação, atuar para solucionar o problema ou definir a origem da causa raiz.

De acordo com Siqueira (2004) o foco da manutenção é a confiabilidade, fornecer um método estruturado para selecionar as atividades de manutenção para qualquer processo produtivo, o método deve ser formado por um conjunto de passos muitos bem definidos, sendo seguido à risca de forma sequencial com o objetivo em atingir as questões estabelecida pela manutenção focada na confiabilidade e alcançar os resultados previstos.

As atividades de manutenção vêm sendo classificadas de acordo com a forma de programação e o objetivo das tarefas executadas, dividindo-se entre manutenção não programada (manutenção corretiva) e a manutenção programada (onde se encaixa a manutenção preventiva e a preditiva), podendo-se adotar a manutenção corretiva como uma manutenção programada, existindo o ato do planejamento em cima das respectivas ações.

A manutenção está diretamente ligada à manutenibilidade, envolvendo habilidades em realizar uma boa manutenção e confiabilidade, no qual são os objetivos de qualquer empresa.

2.9.1 Manutenibilidade

Segundo Siqueira (2005) a maioria dos sistemas que sofrem manutenção, reparando o mecanismo quando falham, além de sofrer outras atividades para se manterem em operação.

A facilidade com que se efetuam reparos e outras atividades de manutenção são a manutenibilidade de um sistema.

A manutenibilidade foi definida pelo departamento de defesa dos Estados Unidos da América, com a qualidade dos objetivos e características combinadas do projeto de um equipamento que permite realçar a realização da manutenção por pessoal de média especialização em condições naturais, normais e ambientais em que irá operar.

Sobre a visão de matemáticos, a definição mais objetiva a manutenibilidade é a probabilidade do equipamento ser relocado em condições normais de trabalho em um determinado período de tempo quando a ação da manutenção é feita de maneira a cumprir os procedimentos prescritos.

Deve-se atentar na diferenciação de manutenibilidade e manutenção, sendo a manutenção o conjunto das ações destinadas a manter ou relocalar um item num estado no qual se pode executar sua função requerida, dividindo a manutenção em dois grupos:

- ✓ Tempo de manutenção ativa - isolar a falha, realizar manutenção efetiva e testar.

- ✓ Tempo administrativo - Planejar a intervenção, localizar o pessoal, deslocamento, equipamento de teste e obtenção do ferramental.

Ainda devendo a serem levados em conta em seu escopo, alguns itens referentes à manutenibilidade.

- ✓ Tempo médio entre falha.
- ✓ Tempo médio entre substituições.
- ✓ Tempo para manutenção.
- ✓ Hora homem de manutenção e hora de operação.
- ✓ Custo de manutenção / hora de manutenção

Geralmente o conteúdo de programa de manutenibilidade, inclui as seguintes atividades ou etapas.

- ✓ Plano do programa de manutenibilidade.
- ✓ Monitorar, controlar fornecedores e contratados.
- ✓ Revisão do programa.
- ✓ Coleta de dados, análise e ações corretivas.
- ✓ Modelagem da manutenibilidade.
- ✓ FMEA para manutenibilidade.
- ✓ Análise da manutenibilidade.
- ✓ Critério do projeto para manutenibilidade.
- ✓ Plano de manutenção e análise de logística.
- ✓ Demonstração da manutenibilidade.

Dessa forma, tem-se a necessidade de um programa aprofundado de gestão de planejamento de manutenção e da própria gestão da qualidade, como já mencionado, o produto ou serviço perde força ao consumidor sem a confiabilidade.

2.9.2 Manutenção Centrada na Confiabilidade

Ainda segundo Siqueira (2005) a confiabilidade do equipamento é quase inteiramente uma função da qualidade do programa de manutenção, porém com algumas exceções, a confiabilidade dada pelo fabricante do equipamento não é um fator significativo. Detalhe é que o equipamento é substancialmente mais confiável do que os profissionais de manutenção, o que permitem mostrar, é o fator homem na Interface homem / máquina que é o problema e não o fator máquina.

Trabalhando o fator homem da interface, melhora-se a confiabilidade, nesse contexto o homem significa tratar da filosofia de manutenção, política, prática, estrutura organizacional ou hierárquica, nível de habilitação, treinamento, entre outros fatores. Mais os fatores relacionados a pessoas do que a máquina. Ou seja, a manutenção centrada na confiabilidade esta mais para um valor pessoal de administração dos potenciais problemas que possam vir a ocorrer nos equipamentos de uma linha de produção.

Pode-se dizer que há mais coisas sendo feitas erradas na área de manutenção do que qualquer outro setor no ramo industrial, fatores nos quais podem gerar queda de confiabilidade, muitas vezes por falta de treinamento, de mão de obra ou redução de custo.

A presença do pessoal no chão de fábrica geralmente acontece quando há paradas no equipamento, portanto, genericamente, a melhor política seria centralizar o gerenciamento de manutenção e permitir a atuação do pessoal de reparos nas áreas de operação somente quando:

- ✓ Há um trabalho de manutenção programada e planejada a ser realizado.
- ✓ Há um defeito no equipamento.

Mediante isso, existem alguns métodos estabelecidos, baseado em outros itens. De acordo com Lafraia (2001) MTBF "*Mean Time Between Failures*"- Tempo médio entre falha;

Todas as indústrias ou setores devem ter esse dado conhecido e pré-estabelecido para que a gerência de manutenção possa trabalhar baseando-se nisso, para atingir suas metas.

Também assim para MTTR "*Mean Time to Repair*"- Tempo necessário, padrão e pré-estabelecido, para se desenvolver o trabalho de reparo.

É possível analisar para uma auditoria, o índice DT "*Dow Time*" Tempo de parada da produção, o tempo que não produziu, gerando prejuízo devido algum problema dos equipamentos da produção.

O cálculo de MTBF é a divisão da soma das horas disponíveis do equipamento para a operação (HD), pelo número de intervenções corretivas nesse equipamento no período (NC), conforme a Equação 1.

$$MTBF = \frac{HD}{NC} \text{ min.} \quad (1)$$

De acordo com Lafraia (2001) um fabricante de motor testar 1000 motores no período de 30 dias, ou seja, 720 horas trabalhada e um motor apresentar defeito, o MTBF será de 720.000 horas (1000 motores x 720 horas / 1 defeito).

O cálculo de MTTR é a divisão da soma das horas de indisponibilidade para a operação, dividindo a manutenção (HIM) pelo número de intervenções corretivas no período (NC), conforme a Equação 2.

$$MTTR = \frac{HIM}{NC} \text{ min.} \quad (2)$$

Segundo ainda Lafraia (2001) uma linha de produção de celulares trabalha com fechamentos numéricos diários, portanto a sua referência seriam 24 horas, então a divisão da quantidade de tempo para se realizar a manutenção é o tempo referência.

De acordo com Lafraia (2001) o "*Down Time*" seria a quantidade em porcentagem de tempo de parada da linha de produção.

Então por exemplo para uma referência mensal de 30 dias, trabalhando-se 24 horas ao dia, a quantidade seriam de 720 horas.

Se a linha parar por três momentos durante o mês e cada parada respectivamente durou 1 hora, 3 horas e 2 horas, tendo uma somatória de 6 horas em 720 horas, resultando em 0,008% de "*Down Time*".

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será mostrado detalhadamente os passos para a resolução do problema apontado.

3.1 Protocolo de ação

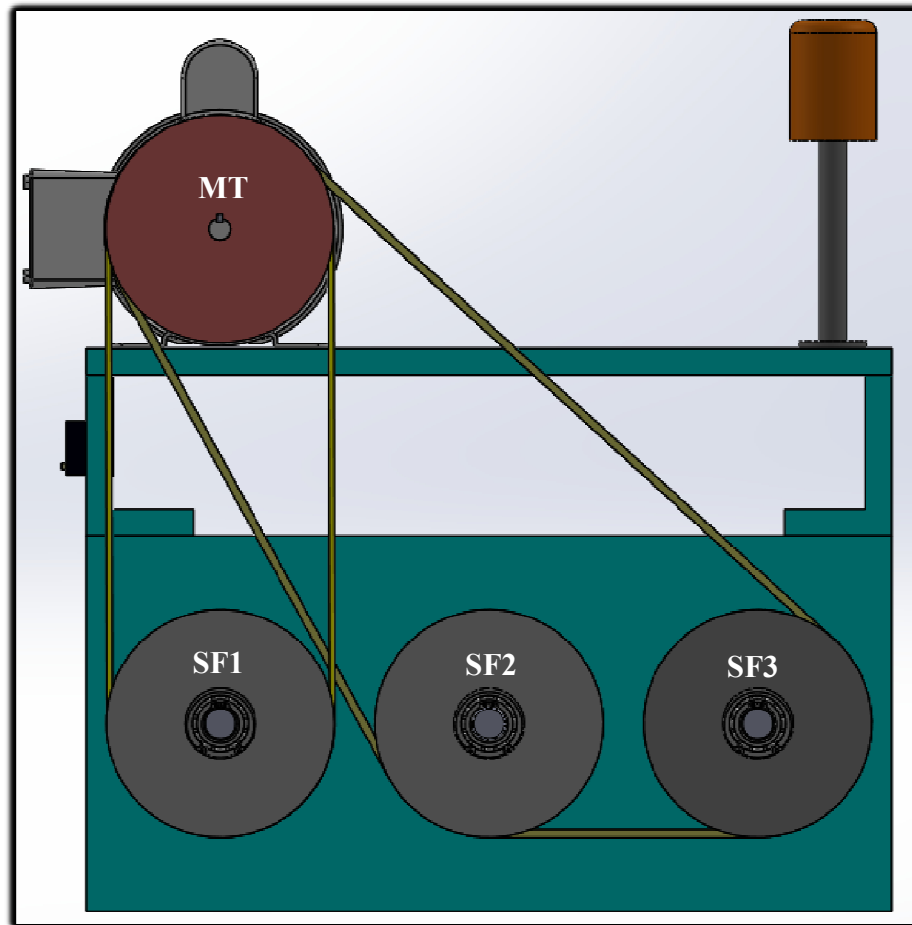
O cenário atual em relação à proposta de TCC apresentada é a ocorrência de quebra dos *sets* das ferramentas durante a usinagem de autopeças, por exemplo, a biela dos motores.

Fazem parte da metodologia, o uso de dois do total de três *set* de ferramentas, correia e polias movidas como elementos de transmissão de rotação. A máquina trabalha com três *set* de ferramentas em sua normalidade, totalizando 100% da capacidade produtiva, quando necessário retirar um dos dois *set* de ferramentas que utilizam a mesma correia de transmissão para reparo, fica inviável que a máquina produza, pois a mesma fica com a capacidade produtiva abaixo do permitido que é de 66,7%, que corresponde a dois *set* de ferramenta operando normalmente.

Devido não ser possível tensionar a correia de transmissão do *set* de ferramenta que ficou na máquina e que utiliza a mesma correia de transmissão do *set* de ferramenta que foi retirado totalmente para ser reparado, a máquina só ficaria com um *set* de ferramenta nº 1 que trabalha independente dos *set* de ferramentas 2 e 3, que são considerados críticos, devido utilizarem a mesma correia de transmissão, onde cada *set* de ferramenta corresponde a 33,3% da capacidade produtiva.

Foi sugerido instalar um *spare part* no local onde for retirado o *set* de ferramenta danificado para reparo e que utilizam a mesma correia de transmissão do *set* de ferramenta que está na máquina, com o objetivo de que a máquina consiga trabalhar com 66,7% da sua capacidade produtiva, ou seja, com dois *set* de ferramenta ativos e instalar um sinalizador na máquina informando que a mesma está trabalhando em *by pass* e sendo monitorado o tempo de trabalho do *spare part*, a Figura 4 ilustra oposição de cada *set* de ferramenta no cabeçote da máquina sem o uso do *spare part*.

Figura 4: *Layout* do sistema de transmissão polia-correia.



Fonte: Autor.

Legenda:

MT- Polia Motora

SF1-Set de ferramenta 1

SF2- Set de ferramenta 2

SF3- Set de ferramenta 3

Diante da situação apresentada, é perceptível o impacto negativo diretamente em todo o resultado da produção, atraso no cumprimento de prazo tanto para o consumo interno quanto para o consumo externo, sendo um efeito em sequência.

3.2 Identificação do Problema

Quando é necessário retirar qualquer um dos setde ferramentaque utilizam a mesma correia, a máquina fica completamente inoperante devido os set de ferramentas citados utilizar a mesma correia para a transmissão, causando um grande transtorno para o processo produtivo, não conseguindo manter o mínimo necessário do volume produtivo para atender o cronograma programado.

Para realizar o reparo completo do *set* de ferramenta desde a retirada, troca de elementos de máquinas, ajuste, montagem na máquina e validação de usinagem, pode demorar de 6 a 8 dias, ou seja, deixando de produzir por muitos dias, porém a linha de montagem de motores não para, devido à necessidade do cronograma de produção a ser seguido e com isso podendo impactar diretamente na produção de motores e podendo interromper até o processo de montagem dos veículos.

3.3 Metodologia Utilizada

Não existe nenhuma alternativa técnica legal e rápida para amenizar a situação diante o impacto negativo do *downtime* gerado pela quebra da máquina na descrição do cenário atual, afetando diretamente o volume de produção, quando quebra um dos *set* de ferramentas que utilizam a mesma correia de transmissão.

3.4 Estudo do problema

Levando-se em consideração os argumentos da identificação do problema, em uma reunião com o departamento de engenharia, foi sugerido pela manutenção criar um *spare part*, um sistema de polia de roda livre “polia louca”, para que quando necessário retirar um dos *set* de ferramenta crítico, para ser reparado e utilizando a mesma correia de transmissão. O *spare part* será montado na máquina, substituindo a polia movida do *set* de ferramenta, com a finalidade de realizar a mesma função da polia movida do *set* de ferramenta retirada da máquina e usinando com dois *set* de ferramentas em atividade.

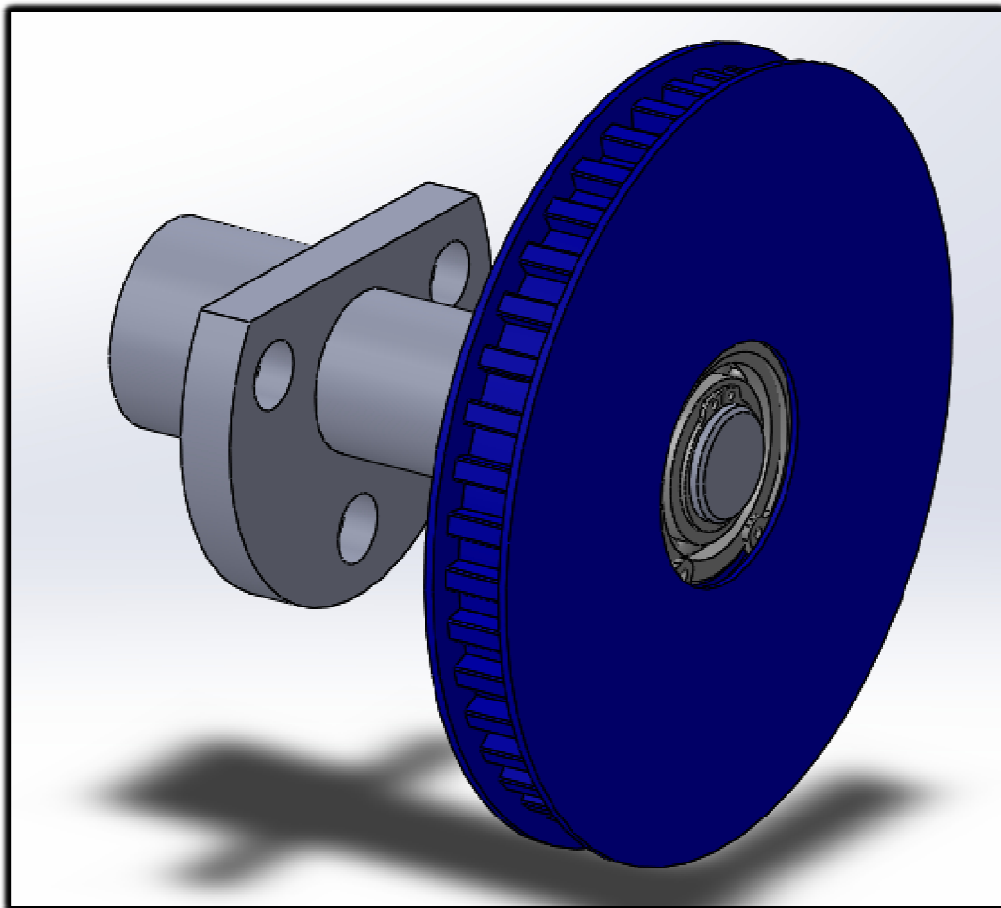
Assim não impactando diretamente no volume produtivo e disponibilizando a máquina para trabalhar com a capacidade produtiva mínima que é de 66,7%, utilizando dois *set* de ferramentas em atividades.

3.5 Construção do dispositivo

Utilizando *software* de projeto em CAD, foi desenvolvido o dispositivo “*spare part*” encaminhado o desenho de construção do eixo para confeccionar na ferramentaria.

A Figura 5 ilustra o “*spare part*”, mas não contempla o *set* de ferramenta onde será acoplado o dispositivo “*spare part*” permitindo manter a produtividade e reduzindo o *downtime*.

Figura 5: Polia de roda livre.

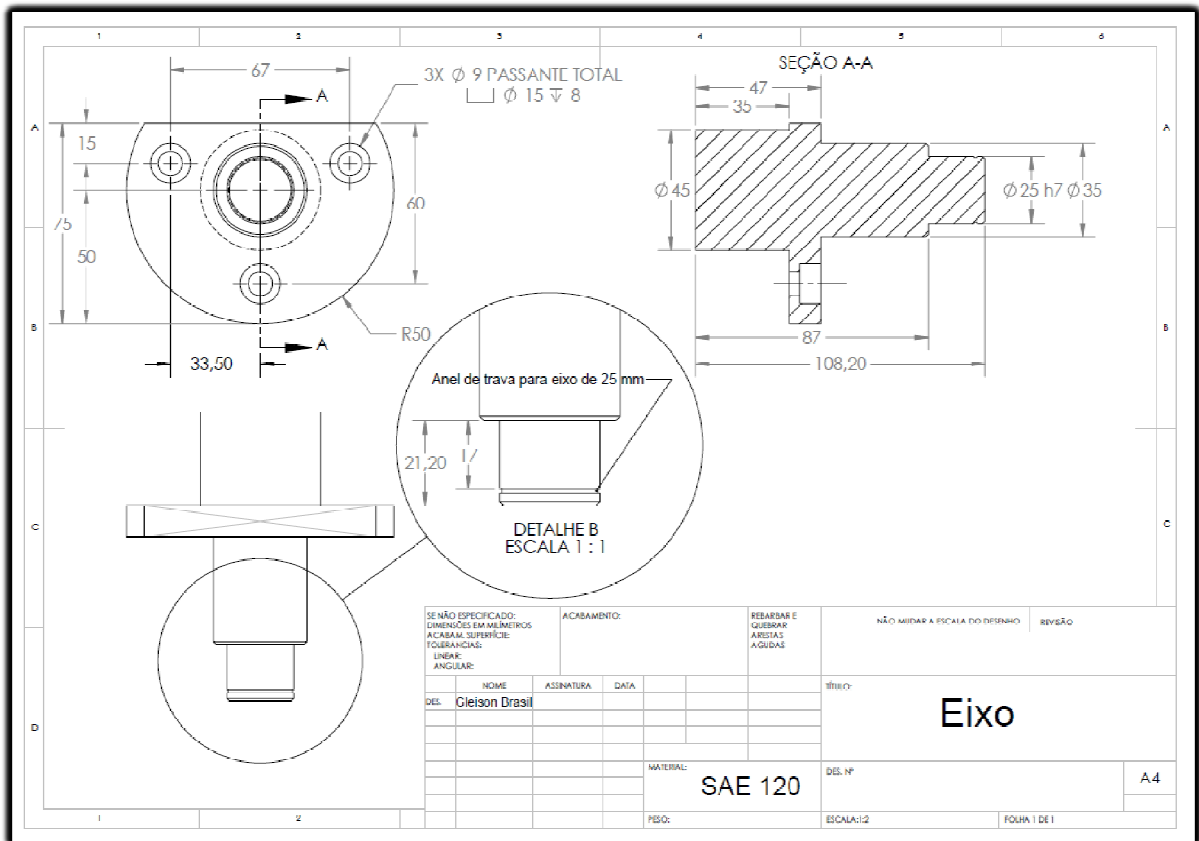


Fonte: Autor.

3.6 Desenho detalhado para construção do eixo

Foi definido junto à engenharia utilizar o aço carbono 1020 para a confecção do *spare part*, devido as suas característica mecânica atender as necessidades do projeto, onde o mesmo não sofrera esforços mecânicos, a Figura 6 ilustra o desenho detalhado em CAD.

Figura 6: Desenho detalhado em CAD.

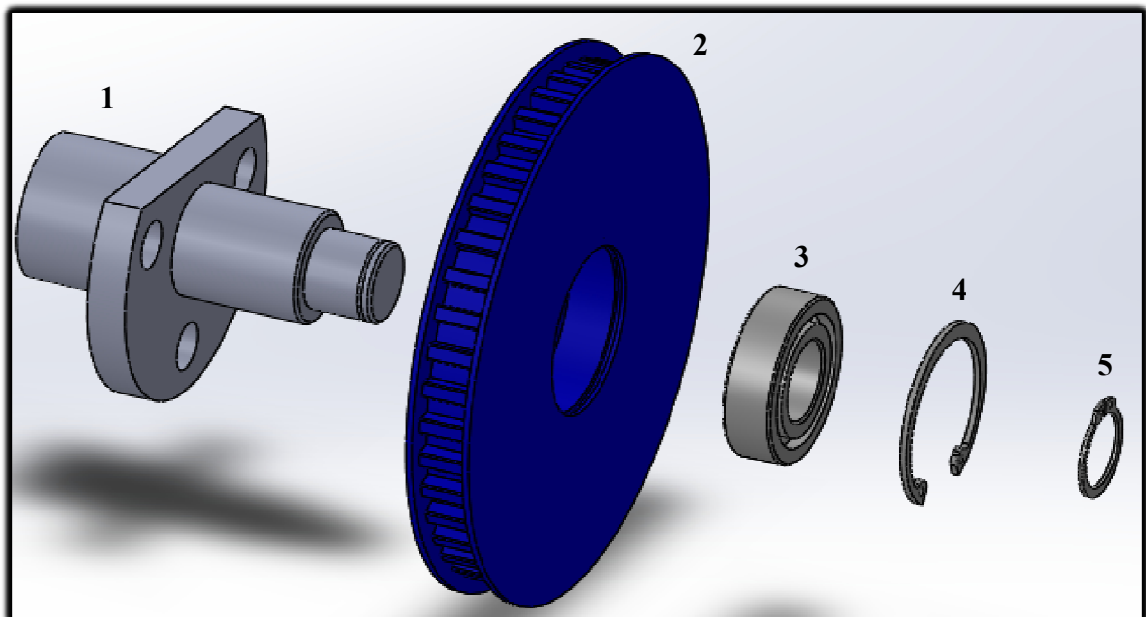


Fonte: Autor.

3.7 Fabricação e solicitação de material

Vista explodida do dispositivo “*spare part*” e componente para montagem do conjunto, na Figura 7 ilustra o nome de cada componente.

Figura 7: Vista explodida.



Fonte:Autor.

Legenda:

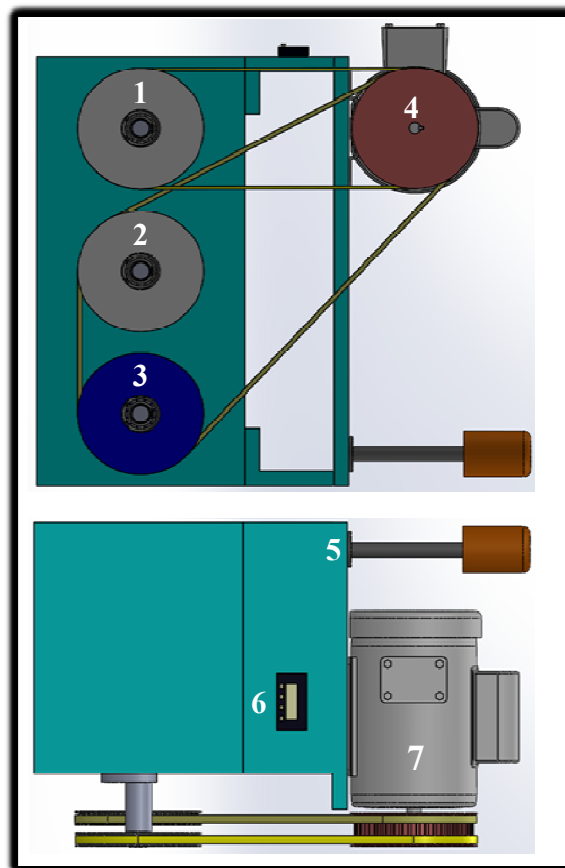
1 - Eixo.
2 - Polia.
3 - Rolamento.

4 - Anel de trava pra furo.
5 - Anel de trava para eixo.

3.8 Condições de montagem do *spare part* no cabeçote

O *spare part* criado propõe que seja montado em duas condições, pois conforme informado na identificação do problema osset de ferramentas críticos utilizam a mesma correia de transmissão. A Figura 8 ilustra as posições de montagem do dispositivo.

Figura 8: Cabeçote da máquina.



Fonte:Autor.

Legenda:

- 1- Polia movida
- 2- Polia movida
- 3- *Spare part*
- 4- Polia motora

- 5- Sinalizador
- 6- Contador
- 7- Motor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos em relação à aplicação da melhoria e projeto possibilitou o comparativo abaixo entre o anterior e atual no processo de produção da biela.

Gráfico 2: Resultados do MTBF.

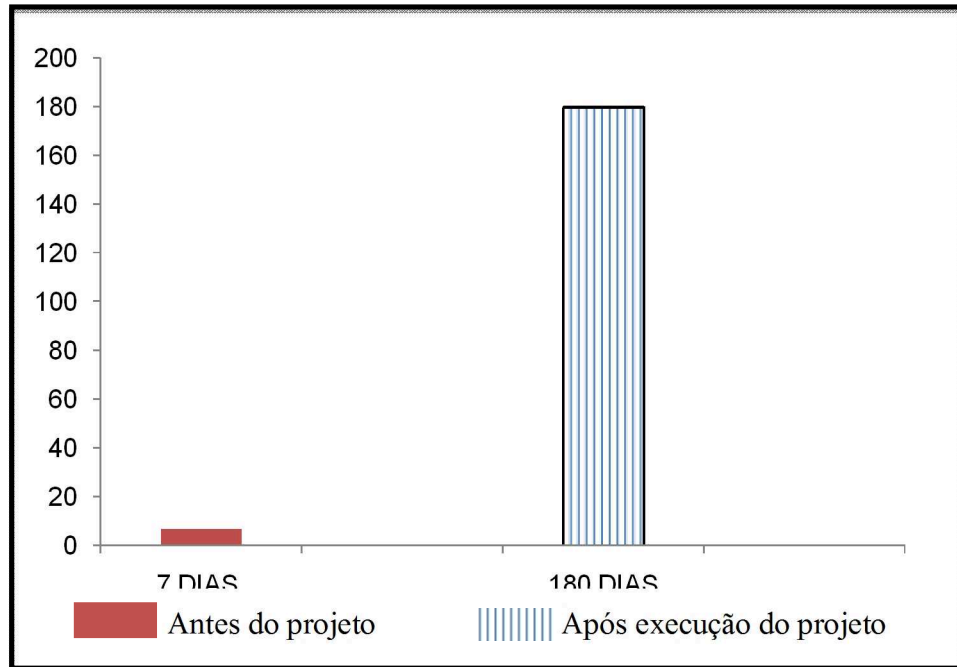


Gráfico 3: Resultados do MTTR.

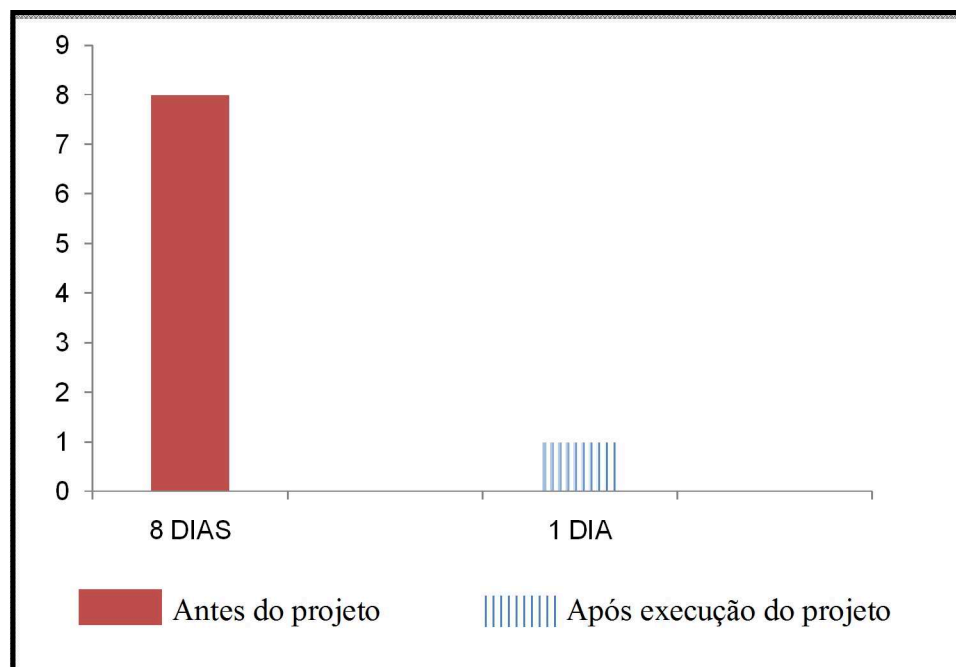
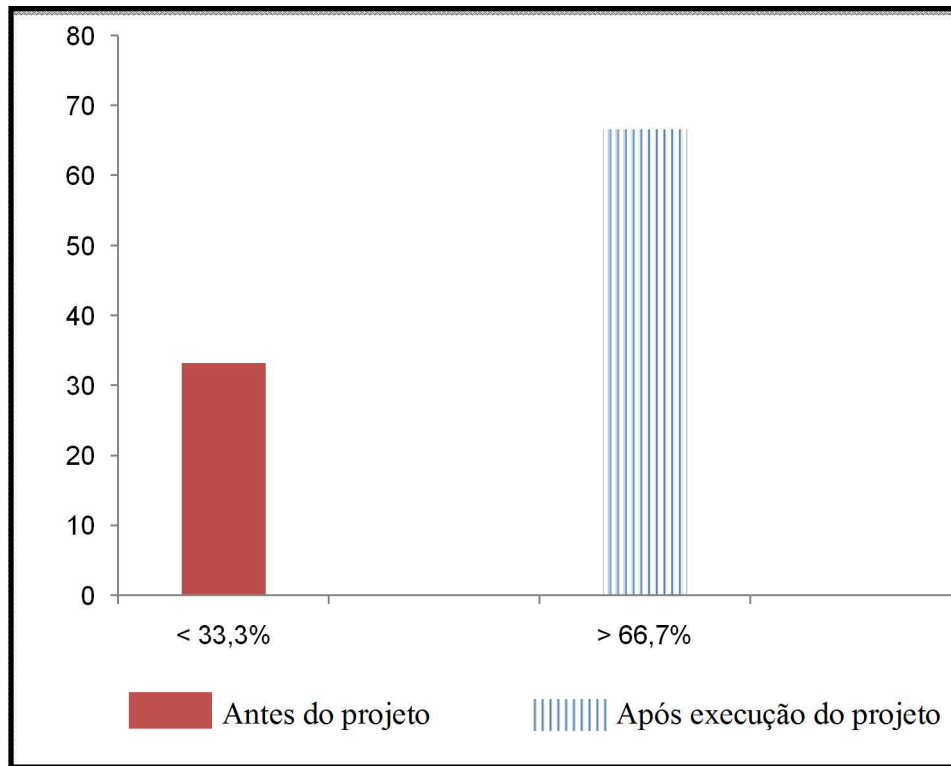


Gráfico 4: Resultados da disponibilidade.



DISCUSSÕES

A análise da necessidade do cliente é a fase que foram avaliadas as necessidades do cliente final que é a linha de montagem dos motores, para que não afetasse o volume de produção e consiga cumprir o cronograma programado para a produção de motores. Tendo como objetivo manter a capacidade mínima do volume produtivo de usinagem da biela que é de 66,7% ou seja, a máquina deve trabalhar no mínimo com dois *set* de ferramentas por ciclo. Com a instalação do *spare part* na máquina, Polia de Roda livre “Polia Louca” quando é retirado um *set* de ferramenta que utilizam a mesma correia de transmissão. É possível fazer a retomada produtiva da máquina logo após a retirada do *set* de ferramenta danificado e liberando a máquina imediatamente para a produção trabalhar com a capacidade mínima de 66,7% usinando duas peças por ciclo. Deixando a máquina produzindo em sua capacidade mínima e viável para índices de gerenciamento de produção.

Visto que a máquina do início do processo se encontra na mesma condição também, foi aproveitada a ideia sugerida e desenvolvido outro dispositivo de Polia de Roda Livre “Polia Louca” para atender a mesma, quando necessário retirar o set de ferramenta para reparo e que utiliza a mesma correia de transmissão, a Tabela 2 ilustra o plano de ação.

Tabela 2: Plano de ação		
Problema	Ação	Apoio
Set de ferramenta dependente da mesma correia de transmissão	Criar <i>spare part</i> para não impactar nos índices de gerenciamento (MTBF e MTTR)	Manutenção, Engenharia e ferramentaria.

Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que este trabalho foi de extrema relevância para índices de gerenciamento de manutenção, ou seja, aumentou o MTBF e reduziu o MTTR, aumentando a disponibilidade da máquina quando a mesma se encontrava em condições desfavoráveis a produção ou em módulo de falha.

Com adoção do projeto, caso ocorra à quebra de algum set de ferramenta de um dos conjuntos, a adoção do projeto permite a possibilidade da máquina continuar trabalhando para não perder o ritmo e produtividade e dessa forma, embora trabalhe em módulo de compensação (by-pass) há redução de até 50% das perdas, pois a capacidade mínima aumenta de 33,3% para 66,7%.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8ª Edição. Nova Lima – MG: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. 1ª Edição, 5ª Reimpressão 2001.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção centrada na confiabilidade - Manual de Implementação**. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Equipe Qualitymark Ltda, 2005.

COSTA, Paulo Sérgio Lino. **Polias, Correias e Transmissão de Potência Blog Fatos Matemáticos**. Maio 2013.

SHIGLEY, MISCHKE, BUDYNAS. **Projeto de Engenharia Mecânica**. 7º Edição. Reimpressão 2005.

GATES,V. **O que é uma correia Sincronizadora**. Disponível em:http://www.nazi.com.br/PDF/GATES%20o_que_e_sincro.pdf . Acesso em 01/02/2019.


ANEXOS

Trabalho publicado no X FATECLOG - Logística 4.0 & Sociedade do Conhecimento, Fatec Guarulhos, Guarulhos/SP, Brasil, ISSN 2357-9684.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

X FATECLOG
 LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO
 FATEC GUARULHOS - GUARULHOS/SP - BRASIL
 31 DE MAIO E 01 DE JUNHO DE 2019
 ISSN 2357-9684



GESTÃO EMPRESARIAL ESTRATÉGICA DE MANUTENÇÃO NA PRODUÇÃO DE PEÇAS AUTOMOTIVAS COM CONTROLE E MONITORAMENTO DE FALHAS

GLEISON WALDIR BRASIL JUNIOR (UNITAU)
 gleison_brasil@yahoo.com.br
ROQUE ANTÔNIO DE MOURA (FATEC SJC)
 roque.moura@fatec.sp.gov.br

RESUMO
 Este trabalho foi realizado em uma indústria automotiva brasileira com o objetivo de aumentar a disponibilidade da máquina, visando o cumprimento de prazo de entrega das bielas usinadas aos clientes internos e externos. O foco do problema foi atuar sobre o tempo de reparo e o tempo entre falhas que tornavam a máquina indisponível, pois a linha de produção era interrompida porque o tempo médio de reparo (MTTR) era superior a 24 horas e o tempo entre falha (MTBF) era inferior a 8 horas. O método foi através de pesquisas bibliográficas e análise dos sistema e seus elementos de máquinas, culminado em um projeto para adoção de uma unidade de *spare part* que atue imediatamente quando o conjunto principal entrar em módulo de falha. O resultado foi aumento da disponibilidade da máquina, através da redução do tempo médio de reparo e aumento do tempo médio entre falhas. Conclui-se que houve redução do tempo de reparo e aumento do tempo entre falhas, resultando na redução do (MTTR) e aumentando do (MTBF), ou seja, aumento da disponibilidade da máquina de 33,3% para 66,7%.

PALAVRAS-CHAVE: Disponibilidade, MTTR, MTBF, Polia roda livre.

ABSTRACT
This work was carried out in a Brazilian automotive industry with the objective of increasing the availability of the machine, aiming at meeting the delivery deadlines of the machined connecting rods for internal and external customers. The focus of the problem was to act on the repair time and the time between failures that made the machine unavailable because the production line was interrupted because the average repair time (MTTR) was over 24 hours and the time between failure (MTBF) was less than 8 hours. The method was through bibliographical research and analysis of the system and its machine elements, culminating in a project to adopt a spare part unit that acts immediately when the main assembly goes into a fault module. The result was increased machine availability by reducing the average repair time and increasing the average time between failures. It was concluded that there was a reduction in repair time and an increase in the time between failures, resulting in MTTR reduction and MTBF increase, that is, machine availability increased from 33.3% to 66.7%.

Keywords: Availability, MTTR, MTBF, Spare part.

X FATECLOG - LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO
 FATEC GUARULHOS - GUARULHOS/SP - BRASIL
 31 DE MAIO E 01 DE JUNHO DE 2019
 ISSN 2357-9684

X FATECLOG - 2019 - FATEC GUARULHOS

LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

[CAPA](#) [SOBRE](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#) [PESQUISA](#) [CONFERÊNCIAS ATUAIS](#) [FATECLOG 2019](#) [ÁREA DE INTERESSE PARA AVALIAÇÃO](#) [GESTÃO](#)

Capa > Fateclog 2019 > Fateclog2019

FATECLOG2019

FATEC GUARULHOS

MAIO 31, 2019 – JUNHO 1, 2019

X FATECLOG - 2019 - FATEC GUARULHOS



INFORMAÇÕES SOBRE A CONFERÊNCIA

- [» Visão Geral](#)
- [» Políticas das Modalidades](#)
- [» Cronograma](#)

USUÁRIO
 Você está logado como...
[plano@brasil](#)
[Meu Perfil](#)
[Sair](#)

NOTIFICAÇÕES
[Visualizar](#)
[Gerenciar](#)

IDIOMA
 Português (Brasil) ▼

CONTEÚDO DA CONFERÊNCIA
 Pesquisa

 Todos ▼

Informações sobre a Conferência
[» Visão Geral](#)
[» Políticas das Modalidades](#)
[» Cronograma](#)
Procurar
[Por Conferência](#)
[Por Autor](#)
[Por título](#)

X FATECLOG - 2019 - FATEC GUARULHOS

LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO

[CAPA](#) [SOBRE](#) [PÁGINA DO USUÁRIO](#) [PESQUISA](#) [CONFERÊNCIAS ATUAIS](#) [FATECLOG 2019](#) [ÁREA DE INTERESSE PARA AVALIAÇÃO](#) [GESTÃO](#)

Capa > Usuário > Autor > Arquivado

ARQUIVADO

ATIVA		ARQUIVADO			
ID	MM-DD ENVIAR	MODALIDADE	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
204	04-10	GEN	DE MOURA, BRASIL JUNIOR	GESTÃO EMPRESARIAL ESTRATÉGICA DE MANUTENÇÃO NA PRODUÇÃO...	Publicado

SISTEMA ELETRÔNICO DE ADMINISTRAÇÃO DE CONFERÊNCIAS
[Ajuda](#)

USUÁRIO
 Você está logado como...
roquemoura
[Meu Perfil](#)
[Sair](#)

NOTIFICAÇÕES
[Visualizar](#)
[Gerenciar](#)

ID	MM-DD ENVIAR	MODALIDADE	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
204	04-10	GEN	DE MOURA, BRASIL JUNIOR	GESTÃO EMPRESARIAL ESTRATÉGICA DE MANUTENÇÃO NA PRODUÇÃO...	Publicado