

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
EDMIRO LUIZ SUPPI

**ESTUDO DE SOLUÇÃO PARA FOLGA GERADA ENTRE ENGRENAGENS NO  
SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE MARCHAS EM TRATORES AGRÍCOLAS**

LAGES

2018

EDMIRO LUIZ SUPPI

**ESTUDO DE SOLUÇÃO PARA FOLGA GERADA ENTRE ENGRENAGENS NO  
SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE MARCHAS EM TRATORES AGRÍCOLAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro  
Universitário UNIFACVEST como parte dos requisitos  
para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
Mecânica.

Prof.: Paulo f. Schmidt Spieker

LAGES

2018

EDMIRO LUIZ SUPPI

**ESTUDO DE SOLUÇÃO PARA FOLGA GERADA ENTRE ENGRENAGENS NO  
SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE MARCHAS EM TRATORES AGRÍCOLAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro  
Universitário UNIFACVEST, como parte dos  
requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Mecânica.

Prof. Paulo F. Schmidt Spieker

Lages, SC \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 2018. Nota: \_\_\_\_\_

---

Rodrigo Botan

LAGES

2018

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por conceder-me saúde e determinação para realizar e concluir este objetivo, a graduação em engenharia mecânica, sem Ele isto não seria possível.

Agradeço à minha família, meus pais Clemente Suppi e Maria de Lourdes Grassi Suppi, por apoiarem-me sempre em todos os meus projetos, por inspirarem-me a ser uma pessoa melhor e a trilhar o caminho da honestidade, da seriedade e do conhecimento. Aos meus irmãos Edimilton, Hermínio, Elizabete e Eliane, companheiros de vida, engajados em meus propósitos. À minha esposa, Carla Suppi, companheira e amiga de todos os momentos, minha grande fonte de incentivo e força. Ao meu filho Lucas Suppi, que me faz querer ser um pai melhor todos os dias. À meu sogro Saturnino Neto Velho e sogra Oralda Leroy Fagundes Velho (*in memoriam*) grande incentivadora, que com o seu apoio, encorajou-me a trilhar essa jornada.

Aos meus professores, principalmente ao meu orientador Paulo Spieker, mestres que desempenharam com muita dedicação as aulas, assim contribuindo muito, para meu crescimento enquanto acadêmico.

Aos meus amigos e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para que esse projeto fosse concluído.

Muito obrigado.

# ESTUDO DE SOLUÇÃO PARA FOLGA GERADA ENTRE ENGRENAGENS NO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE MARCHAS EM TRATORES AGRICOLAS

Edmiro Luiz Suppi <sup>1</sup>

Paulo F. Schmidt Spieker <sup>2</sup>

## RESUMO

A presente pesquisa tem objetivo de identificar o motivo de escapar marchas e folga gerada entre duas engrenagens após horas de trabalho, no sistema de transmissão de marchas nos tratores marca MASSEY FERGUSON, modelo 4275 4x4, de 12 velocidades, que contem 2 alavancas, que acionadas fazem as trocas de marchas. Após a quebra de uma arruela calço localizada entre duas engrenagens, no sistema de transmissão gera folga entre as mesmas, ocasionando escapamento de marchas. Este trabalho será realizado com base no conhecimento prático e convivência com operadores de máquinas e proprietários. Na utilização do equipamento, constata o problema, e nos apresentam o que está acontecendo, assim segundo as informações, definimos as medidas à serem tomadas, para que seja solucionado o problema o mais rápido possível, com menor custo e perda de tempo, pois apesar do baixo custo de uma arruela calço, o custo agregado entre as falhas do equipamento, a retirada e desmontagem completa do sistema de transmissão para a troca da arruela calço torna esse procedimento de custo muito elevado. Encontrar um material substituto para a arruela calço com melhores propriedades mecânicas, com maior durabilidade o que irá contribuir para que essas substituições também ocorram em um intervalo de tempo maior, elevando ainda mais os ganhos em manutenção.

**Palavras-chaves:** Arruela calço, sistema de transmissão, material, durabilidade.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, 10ª fase, Disciplina de TCC 1, do Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Mecânica, Professor de graduação do Centro Universitário UNIFACVEST.

# STUDY OF SOLUTION FOR FOLGE GENERATED ENTRANCE GEARS IN THE SYSTEM OF TRANSMISSION OF MARCHES IN AGRICULTURAL TRACTORS

Edmiro Luiz Suppi <sup>1</sup>

Paulo F. Schmidt Spieker <sup>2</sup>

## ABSTRACT

The present research aims to identify the reason for escaping gears and gap generated between two gears after hours of work, in the system of transmission of gears in the tractors brand MASSEY FERGUSON, model 4275 4x4, of 12 speeds, that contains 2 levers, that activated make the gears. After breaking a shim washer located between two gears, in the transmission system generates slack between them, causing gears to escape. This work will be carried out based on practical knowledge and coexistence with machine operators and owners. In the use of the equipment, they verify the problem, and show us what is happening, so according to the information, we define the measures to be taken, so that the problem is solved as fast as possible, with less cost and time loss, because despite of the low cost of a chock washer, the aggregate cost between equipment failures, complete removal and dismantling of the transmission system for changing the chock washer makes this cost procedure very high. Find a substitute material for the chock washer with better mechanical properties, with greater durability, which will contribute to these replacements also occurring in a longer time interval, further raising maintenance gains.

**Keywords:** Washer wedge, transmission system, material, durability.

---

<sup>1</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, 10ª fase, Disciplina de TCC 1, do Centro Universitário UNIFACVEST

<sup>2</sup> Graduação em Engenharia Mecânica, Professor de graduação do Centro Universitário UNIFACVEST.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sistema de transmissão - Engrenagem.....	21
Figura 2: Sistema de transmissão - Peças.....	22
Figura 3: Sincronia de engrenamento - Caixa câmbio sincronizada .....	23
Figura 4: Sistema de marchas.....	24
Figura 5: Troca de marchas .....	25
Figura 6: Seleção de velocidades .....	25
Figura 7: Arruelas calço teflon e material a ser estudado .....	35
Figura 8: Medidas da arruela.....	36
Figura 9: Aferindo o aparelho durômetro.....	36
Figura 10: Medição de dureza, material teflon (1).....	37
Figura 11: Medição de dureza, material teflon (2).....	37
Figura 12: Medição de dureza, material teflon (3).....	38
Figura 13: Medição de dureza, material aço (1).....	38
Figura 14: Medição de dureza, material aço (2).....	39
Figura 15: Medição de dureza, material aço (3).....	39
Figura 16: Medição de dureza, material aço (4).....	40
Figura 17: Orientação e supervisão professor Alisson.....	40
Figura 18: Trator Massey Ferguson modelo 4275 .....	41
Figura 19: Vista traseira do trator sem o sistema de transmissão.....	41
Figura 20: Trator Massey Ferguson 4275 .....	42
Figura 21: Caixa de câmbio (2).....	43
Figura 22: Caixa de câmbio (3).....	43
Figura 23: Caixa de câmbio (3).....	44
Figura 24: Caixa de câmbio (4).....	44
Figura 25: Caixa de câmbio (5).....	45
Figura 26: Desmontagem da caixa de câmbio.....	45

Figura 27: Componentes do sistema de transmissão.....	46
Figura 28: Engrenagens.....	46
Figura 29: Ponto de localização da folga .....	47
Figura 30: Engrenagem do eixo primário (1).....	48
Figura 31: Engrenagem do eixo primário (2).....	48
Figura 32: Medição da folga entre as engrenagens .....	49



## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>4</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.2 HISTÓRICO DA ORGANIZAÇÃO .....	13
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>3. O PROBLEMA PESQUISADO</b> .....	<b>14</b>
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
4.1 OBJETIVO GERAL .....	16
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>5. HIPÓTESE</b> .....	<b>16</b>
<b>6. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
6.1 O TRATOR E SUA IMPORTÂNCIA PARA A AGRICULTURA .....	17
6.2 EMBREAGEM.....	19
6.3 CAIXA DE CÂMBIO .....	19
6.4 ENGRENAGENS .....	20
6.4.1 Engrenagens deslizantes .....	20
6.4.2 Engrenagens sincronizadas .....	21
6.4.3 Sistema de transmissão do movimento de rotação da caixa de câmbio .....	21
6.5 TIPOS DE CAIXA DE CÂMBIO .....	22
6.5.1 Caixa de câmbio sincronizada .....	23
6.5.2 Caixa de câmbio <i>powershift</i> .....	23
6.5.3 Troca de marchas .....	24
6.6 MANUTENÇÃO .....	25
6.7 FALHA .....	26
6.8 MATERIAL.....	27
6.8.1 Aços 1045 e 8640.....	28
6.8.2 Temperabilidade .....	29
6.8.3 Dureza .....	30
6.8.4 Resistência .....	30
6.8.5 Impacto .....	31

6.9 CUSTOS .....	31
6.10 INVESTIMENTOS .....	32
<b>7. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
7.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	33
7.2 POPULAÇÃO ALVO OU ÁREA.....	33
7.3 PLANOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS .....	34
7.4 PLANO DE ANÁLISE DE DADOS .....	34
<b>8. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>35</b>
8.1 ANÁLISE DO MATERIAL .....	35
8.2 DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL SUBSTITUTO .....	35
8.3 DESMONTAGEM DO SISTEMA E SUBSTITUIÇÃO DA PEÇA .....	41
8.3.1 Desacoplar a caixa do trator .....	42
8.3.2 Desmontar a caixa de câmbio .....	43
8.3.3. Verificar folga entre duas engrenagens.....	47
8.4 ANÁLISE DO TEMPO DE NOVA OCORRÊNCIA DO PROBLEMA .....	47
<b>9. CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho é um estudo de caso sobre uma possível falha, detectada e estudada no decorrer deste projeto, que ocorre entre engrenagens de tratores agrícolas, motivo pelo qual, ocasiona o mal funcionamento dos mesmos, tornando-se uma das principais causas da paralização dos serviços, e conseqüentemente refletindo na produção e lucratividade do ramo agrícola.

No decorrer deste projeto, assuntos específicos relacionado ao tema, foram devidamente pesquisados e aqui abordados com embasamento teórico, para a fundamentação e compreensão do trabalho, mesmo alguns tópicos que constam termos técnicos, foram exemplificados, tornando uma leitura dinâmica e compreensiva.

Com trabalhos constantes e esforços contínuos em que esses tratores são submetidos, percebeu-se que, em algum momento de sua operação, exercendo esforço de tração, ocorre o sintoma de escapar marcha, levando o operador a deixar de trabalhar devido a este problema, gerando perda de tempo, e atraso na execução das atividades. Deixando muitas vezes de executar tarefas, que só poderiam ser realizadas naquele momento devido a sua cultura da época, como por exemplo, na hora da plantação.

Dentre os pontos apresentados e de grande importância estão o tempo parado e o alto custo da manutenção, são fatores que causam preocupações aos proprietários e produtores agrícolas. Por exemplo, o sistema de transmissão muito complexo e de alto rendimento, o sistema não passa por manutenções preventivas, só se revisa após algum problema ser detectado. Quando ocorre este problema, aí sim todo o sistema deve passar por um processo de revisão, para constatar, o que levou a esta falta de engrenamento gerado no sistema. O motivo de ocorrer o desengate da marcha quando em operação, é o que leva a este estudo dirigido, ao menor custo possível, e elevar o maior tempo de operação em horas trabalhadas.

Este projeto tem como objetivo geral: Solucionar o problema de escapar marchas e folga entre engrenagens no sistema de transmissão, nos tratores agrícolas de pneus de grande compressibilidade a esforços gerados por uso no campo, substituindo a arruela calço do sistema de transmissão por outro material com melhores propriedades mecânicas e de maior durabilidade.

O projeto justifica-se na apresentação da solução para o reparo de um sistema complexo de tratores agrícolas, oportunizando ao acadêmico em propor uma solução de reparação para a falha e prolongue a vida útil dessas máquinas. A viabilidade do projeto apresenta-se no aspecto financeiro, sem custos para o aluno, salvo se for aplica-lo realmente.

Destaca-se a importância deste trabalho por ser direcionado a todos os proprietários de tratores.

O tema foi importante e escolhido, pelo aluno, devido a sua longa experiência no ramo da mecânica e a com base adquirida nos conhecimentos em sala de aula.

A metodologia do trabalho aplicada foi a pesquisa qualitativa e quantitativa através de estudo de caso. Qualitativa que facilitou a descrição e análises dos dados, quantitativa que garantiu a objetividade das informações e precisão dos resultados, através dos testes realizados.

Este projeto tem como foco, analisar as causas que ocasionam o problema nas engrenagens desses tratores agrícolas e verificar quais são as possíveis soluções que proporcionem a redução dos gastos com manutenção e paralização dos serviços na produção.

## 1.2 HISTÓRICO DA ORGANIZAÇÃO

Este projeto acadêmico tem sua realização na empresa Suppi Tratores, neste tópico, será descrito a história breve da empresa que há muitos anos pertence à família Suppi do acadêmico autor deste.

A empresa foi fundada em 16 de dezembro de 1997 pelos sócios Edmiro Luiz Suppi e sua esposa Carla Adriana F. Velho Suppi, nesta época com o nome de ELS Empresa de Transporte Rodoviários com sede na Rua: Cruz Junior, 162 no centro da cidade de Lages SC.

Em 2002, a empresa foi incorporada junto a empresa Suppi Tratores especializada em conserto e manutenção de tratores agrícolas de pneus, pertencente ao Sr. Clemente Suppi, o qual trouxe consigo grande experiência no ramo de manutenção de tratores agrícolas.

A junção das empresas formou a empresa Suppi Tratores Ltda ME com CNPJ 01.594.622/0001-58, localizada na Av. Belizário Ramos, 237 no bairro Copacabana na cidade de Lages SC, no ramo de atividade em manutenção e reparação mecânica de veículos automotores, direcionada ao atendimento a manutenção de tratores agrícolas.

A empresa conta com um amplo espaço e estrutura para atender o segmento de tratores, possui uma carteira de clientes em Lages e região. Sua especialidade e profissionalismo tradicional conhecida na região, contribui para a fidelização dos clientes e indicações para novos. O quadro funcional é composto por dois profissionais em mecânica, um auxiliar de serviços gerais e um colaborador no administrativo.

A seguir o desenvolvimento do projeto, que abrange a justificativa, o problema pesquisado, objetivo geral, objetivos específicos, hipótese e revisão de literatura.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A oportunidade deste trabalho, justifica-se, na apresentação da solução de reparo em um sistema complexo e essencial para o bom funcionamento dos tratores agrícolas. Os tratores desenvolvem, o defeito ou falha mecânica, muito cedo comparado com sua vida útil, sendo assim, esse projeto é uma grande oportunidade no que diz respeito em propor uma solução que repare essa falha e prolongue a vida desse equipamento.

O tema abordado, foi escolhido, com base nos conhecimentos adquiridos em sala de aula e principalmente na prática, onde o acadêmico possui familiaridade de longo tempo, em manutenção de tratores. Visando buscar uma redução nos gastos, houve então a motivação de encontrar solução para suprir o alto custo de manutenção solucionando esse problema.

A viabilidade do projeto apresenta-se no aspecto financeiro, no sentido de que não há necessidade de investimento por parte do aluno na execução do estudo teórico, porém se o projeto for aplicado na prática, aí sim terá algum investimento.

A importância deste projeto deve-se ao fato de ser destinado a todos os proprietários de tratores, que fazem uso em suas propriedades, sendo ela nos mais diversos ramos da agricultura. Com base no desempenho de todo sistema de transmissão, utilizados no trator, vamos nos dedicar em desmontar todo o sistema, num local, com grande suporte físico e estrutural, com grande conhecimento para este problema e de não poder deixar um equipamento de grande utilização no meio rural, sem uso.

## **3. O PROBLEMA PESQUISADO**

O problema pesquisado neste projeto, foi elaborado a partir das observações decorrentes aos vários atendimentos prestados à manutenção dos tratores agrícolas, durante um longo período, realizados pela Mecânica Suppi Tratores. Vários tratores chegam na oficina com o mesmo defeito em suas caixas de câmbio. A princípio, ao analisar o problema, o mecânico relata e confirma a existência de uma instabilidade do câmbio manual, ao realizar a troca de marchas constata-se que elas “escapam”.

Observou-se durante esses atendimentos realizados na oficina que, esse problema, aparece em alguns tratores agrícolas, mais frequentemente no modelo 4275 da Massey Ferguson. O que chama atenção nesses modelos é que esse defeito surge com pouco tempo de uso, antes que chegue a 2.000 horas trabalhadas, considerado cedo, sendo que a média

referencial para o surgimento desse defeito seria na casa das 10.000 horas trabalhadas aproximadamente.

Levando em consideração de que não se trata de um produto qualquer, pelo contrário, trata-se de uma máquina utilitária de valor consideravelmente alto, que ao ser adquirido, têm-se a pretensão de que exerça sua função com a máxima eficiência e rendimento esperado por seu proprietário, o qual se surpreende quando depara-se com esse defeito que surge tão cedo.

Ao aprofundar a análise desse problema pela mecânica, notou-se que, o que ocorre é a existência de folga entre as engrenagens no sistema de transmissão de marchas, ocasionado pela quebra de arruela calço. Percebeu-se que a arruela calço original, tem uma durabilidade curta, levando em conta a vida útil do trator. Atualmente, o recurso utilizado para sanar esse problema está sendo a troca da arruela por outra de material superior, mas ainda não adequado.

Analisando essa peça, arruela calço, descobriu-se que se trata de uma peça fabricada por material de baixa resistência, tornando este projeto desafiador em busca de uma solução, onde o problema de pesquisa é o estudo da substituição do material que constitui essa peça, por outro material que seja adequado.

O problema da pesquisa nos leva a seguinte questão:

A substituição dessa peça, arruela calço, por outra, poderá garantir que não ocorra também sua quebra?

A resposta para essa pergunta e o que se pode fazer para reduzir as quebras está na realização dos vários testes de resistência, a escolha certa do material para a fabricação de uma nova peça, arruela calço, de maior resistência que venha a substituir a peça original e não cause outros danos prejudiciais para outras funções do sistema de transmissão ou ainda, qualquer outro problema interligado ao conjunto.

A nova peça deve possibilitar um prolongamento de vida ao trator, resolvendo o problema da folga entre as engrenagens e conseqüentemente reduzindo gastos aos proprietários desses tratores, os quais terão suas funções executadas dentro do prazo estipulado por suas fábricas.

## **4. OBJETIVOS**

A seguir representam-se os objetivos geral e específicos do presente trabalho.

### **4.1 OBJETIVO GERAL**

Solucionar o problema de escapar marchas e folga entre engrenagens no sistema de transmissão, nos tratores agrícolas de pneus de grande compressibilidade a esforços gerados por uso no campo, substituindo a arruela calço do sistema de transmissão por outro material que possua melhores propriedades mecânicas, de maior durabilidade.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analisar o material da arruela calço utilizada no equipamento.
- Desenvolver um material substituto para a arruela calço com maior durabilidade.
- Desmontar sistema de transmissão (caixa de marchas) de 12 velocidades do trator MASSEY FERGUSON modelo 4275 (4x4) e substituir a arruela calço.
- Analisar o tempo de nova ocorrência do problema.

## **5. HIPÓTESE**

Com material de baixa resistência à compressão e atrito, com isso pouca durabilidade, supõe-se a troca de uma arruela calço no sistema de transmissão de marchas por outra igual, porém de material diferente, de maior resistência à compressão e atrito, aumentando assim o tempo de funcionamento de todo o sistema nos tratores.

## **6. REVISÃO DA LITERATURA**

Este tópico apresenta obras e conceitos fundamentais de autores que falam do assunto abordado neste projeto, têm como objetivo proporcionar o embasamento teórico para compreensão e desenvolvimento deste projeto.



## 6.1 O TRATOR E SUA IMPORTÂNCIA PARA A AGRICULTURA

Conforme Silveira (2001) define trator como uma unidade móvel de potência, constituído de motor, transmissão e sistema de direção e locomoção. O trator é um veículo agrícola tradicionalmente usado para mecanizar tarefas agrícolas como o plantio direto.

Os tratores agrícolas são máquinas fundamentais para a agricultura, são projetados para tracionar, transportar e fornecer potência para máquinas e implementos agrícolas.

O trator agrícola é a fonte de potência mais importante do meio rural, contribuindo para o desenvolvimento e avanço tecnológico dos sistemas agrícolas de produção de alimentos e também de fontes alternativas de energias renováveis, tais como álcool e o biodiesel. (MONTEIRO E SILVA, 2009, p. 8).

Segundo Mazoyer e Roudart (2010), o trator já percorreu um longo caminho desde a sua criação como uma máquina a vapor sobre rodas durante o começo do século XIX. Hoje os tratores são usados para arar, cultivar e plantar os campos. Tratores modernos podem ser usados em mais de uma variedade de tarefas, desde o preparo da terra, movendo-se ou espalhando fertilizantes.

Para Schlosser (2001) existe uma grande quantidade de modelos de tratores disponíveis hoje em dia. O trator possui opções de configurações capazes de atender às necessidades dos mais diferentes tipos de culturas e também pecuaristas. Tratores de pneus são fabricados na forma de chassi, formado por eixo dianteiro, motor, sistema de transmissão, sistema de direção e eixo traseiro.

Segundo consta no caderno técnico da Massey Ferguson escrito por Schlosser (2001), um do sistema de transmissão usado nos tratores de pneus, é do tipo 12x4 proporciona mais opções de marcha ao operador e melhora o desempenho do equipamento: para uma velocidade ideal, a caixa de câmbio de 12 marchas possui sete velocidades na principal faixa de trabalho, de 4 a 12 km/h. para cada tipo de trabalho, há uma marcha com velocidade ideal para produzir com alto rendimento e economia de combustível.

Todo lançamento de um equipamento será aprovado para suas funções, após testes e uso contínuo. Neste tempo surgem problemas e soluções.

A manutenção realizada, durante um longo período, nos tratores agrícolas, possibilitou maior proximidade e entendimento, da importância do setor agrícola para a economia de um país. Partindo dessas observações direcionadas ao setor agrícola, percebe-se que a agricultura é indiscutivelmente uma prática realizada para o desenvolvimento da sociedade, pois, a partir

dela, se cultiva o solo e se produz os alimentos garantindo a subsistência humana. (PENA, 2014).

Conforme Pena (2014), A agricultura, assim como outros ramos de atividades humana, acompanha a evolução no que diz respeito a tecnologia, máquinas, ferramentas e equipamentos em geral. O progresso foi um fator determinante que ocasionou a substituição do trabalho manual pelo trabalho mecanizado.

Conforme Goodman Et. Al, (1990, p. 43) “a mecanização e, mais recentemente, a automação, reduziram ainda mais as necessidades de mão de obra na criação de animais domésticos, reproduzindo a tendência a uma maior intensidade do capital, evidente na agricultura motorizada”.

A mecanização assume grande importância na execução de práticas conservacionistas de caráter mecânico. Tratores equipados com plainas terraceadoras ou arados são empregados na construção e manutenção de terraços, canais escoadouros, patamares e sulcos de nível em pastagem. A tratorização também é importante no trabalho de sistematização, isto é, adaptação do terreno para a irrigação por métodos de superfícies (sulcos, tabuleiros) bem como para drenagem de solos com excesso de água. (PEIXOTO, 2002, p. 458).

Conforme Rocha (2013) a mecanização possibilitou a multiplicação dos resultados, potencializou a agricultura com o uso essencial do trator, o qual têm uma parcela maior de contribuição na evolução desse setor, como na adaptação dos terrenos para a irrigação, plantio, colheita entre outras tarefas do campo.

Pode-se dizer que o trator é considerado a base da mecanização agrícola, é o principal responsável pelo desenvolvimento da agricultura no que diz respeito a, mudanças dos métodos de trabalho como por exemplo a substituição da tração animal, o que agiliza os processos de trabalho no campo, bem como, proporciona o menor tempo, uma maior produção, um maior retorno em lucratividade contribuindo para o crescimento da economia de um País (ROCHA, 2013).

Conforme Castro (2013), observa que a modernização leva os proprietários agrícolas a investirem cada vez mais em mecanização, esse fato ocorre por alguns motivos, por exemplo, a grande quantidade de produção é realizada mais rapidamente pelo serviço mecanizado, comparando, com o serviço humano ou animal os quais são bem mais demorados. Também têm a mão de obra que se torna mais cara se for substituir por pessoas no lugar da máquina.

Porém, segundo Furlani e Silva (2006), o custo da mecanização também é alto, atingindo até 40% do custo total. Por esse motivo as operações agrícolas devem alcançarem o máximo em eficiência. O autor considera que as operações devem ser perfeitas, sem

ocorrência de falhas, principalmente defeitos mecânicos em máquinas os quais retardam os processos produtivos causando enormes prejuízos.

Conforme Furlani e Silva (2006, p. 6) “nos tratores, normalmente perde-se entre 20% e 45% da energia gerada no motor, para os equipamentos, portanto a principal reação a isso é a aquisição de tratores mais potentes, o que acarreta em redução do tempo de trabalho”.

Cada vez mais, a agricultura necessita de máquinas mais potentes e principalmente que tenham o mínimo de manutenção possível obedecendo a vida útil do equipamento, assim não causando prejuízos inesperados ao proprietário.

A seguir, alguns componentes do trator que envolvem a problemática abordada neste projeto:

## 6.2 EMBREAGEM

A embreagem está localizada entre o volante do motor e o eixo primário da caixa de câmbio, é um dispositivo destinado a efetuar o acoplamento ou separação entre estas.

Segundo Furlani e Silva (2006), o acoplamento faz-se necessário para que a potência do motor seja transmitida à caixa de câmbio, é feito gradualmente, quando o trator parado vai iniciar o movimento e quando vai mudar as marchas, isso é importante para que não ocorra um esforço brusco no sistema de transmissão. A interrupção do movimento de rotação do motor para o restante da transmissão é necessária para que o trator possa parar sem desligar o motor e para selecionar a combinação de engrenagens na caixa de câmbio e também permitir que se dê a partida do motor, tornando a partida mais leve.

A embreagem dupla, pode existir em tratores que possuam tomadas de potência, fazendo com que o trator se movimente e tome força conjuntamente ou apenas a tomada de força em funcionamento.

## 6.3 CAIXA DE CÂMBIO

Conforme Furlani e Silva (2006, p. 4), “A caixa de câmbio situa-se após a embreagem, suas funções são seleção adequada de velocidade e torque transmitida as rodas motrizes, e ainda alterar o sentido do movimento do trator”.

A caixa de câmbio possui três eixos, conhecidos como árvores: primária (eixo piloto), secundária e terciária, engrenagens, pinhão de ré, garfos e alavancas. O funcionamento acontece a partir do recebimento, pela árvore primária, de rotação do motor que através da

embreagem transmite a rotação para a árvore secundária que por sua vez transmite para as terciárias. A rotação pode ser maior ou menor dependendo da combinação de engrenagens.

Conforme Furlani e Silva (2006), para que a caixa de marchas execute a função de alterar o sentido de movimento do trator, existe o pinhão da ré, que se encontra acoplado a última engrenagem da árvore secundária. O acoplamento da primeira marcha com essa engrenagem do pinhão da ré faz com que ocorra a inversão do movimento na árvore terciária, consequentemente essa inversão chega às rodas.

## 6.4 ENGRENAGENS

As engrenagens são um conjunto de peças dentadas, utilizadas para movimentar eixos das mais variadas máquinas.

As engrenagens são usadas para transmitir torque e velocidade angular em uma ampla variedade de aplicações. Existem vários tipos de engrenagens, entre elas as cilíndricas retas, as helicoidais, as cônicas, sem-fim e pinhão-cremalheira (NORTON, 2004).

Observou-se que a mudança de velocidade nos tratores é realizada conforme a troca de marchas, quando se aumenta as mesmas, o torque é menor e vice-versa.

Nas transmissões mecânicas, a caixa de câmbio pode ser classificada, em função do engrenamento, em: engrenagens deslizantes e sincronizadas.

### 6.4.1 Engrenagens deslizantes

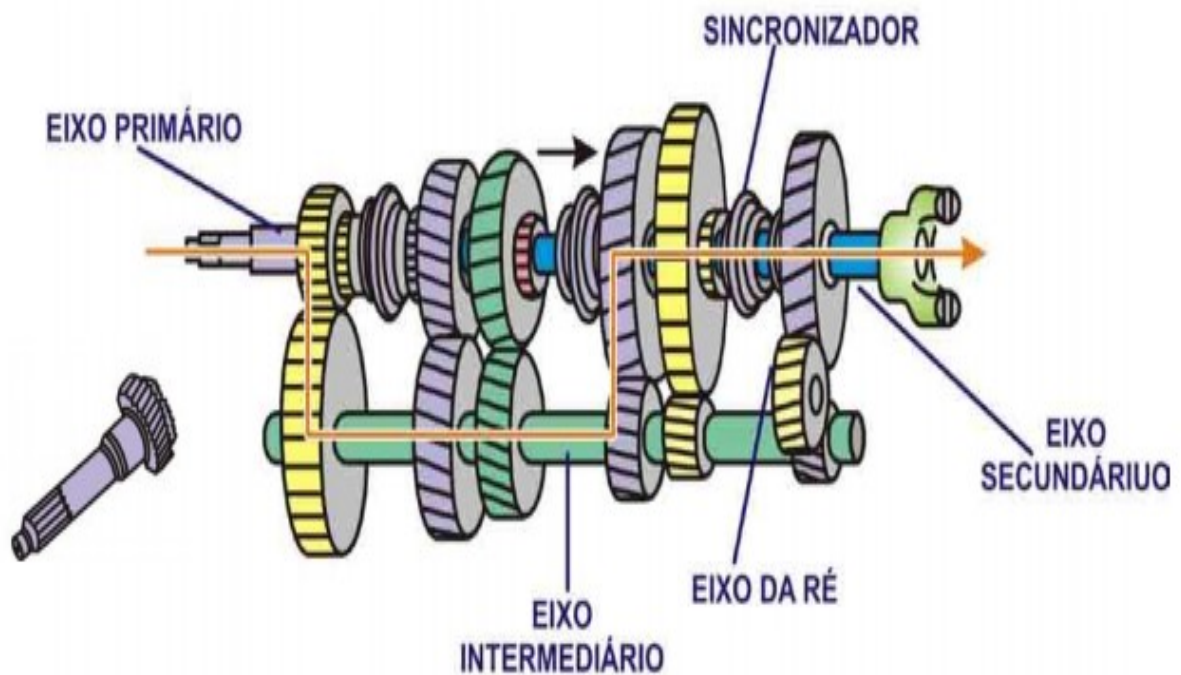
Para Santos et al (2015) a transmissão mecânica conhecida como engrenagens deslizantes é a mais simples e tem um elevado grau de eficiência, porém, os dentes estão submetidos a um maior desgaste e não é possível a sincronização. Assim, sua utilização fica limitada às transmissões mais simples, pois obriga o operador a parar completamente o trator antes de efetuar a troca de marcha ou selecioná-la antes do início do trabalho. O movimento, entre todos os eixos sucessivos, nesta transmissão, se realiza por pares de engrenagens, que se deslocam em eixos com ranhuras, para se encaixarem umas às outras. Assim, a velocidade de saída depende do número de pares engrenados e do número de dentes das engrenagens.

### 6.4.2 Engrenagens sincronizadas

Segundo Santos et al (2015), na transmissão mecânica sincronizada existem anéis sincronizadores, que giram continuamente com o eixo, os quais se unem às engrenagens, e giram livres até que se produza o acoplamento. Isso facilita a troca de marchas, pois torna possível a aproximação das velocidades de giro das engrenagens que serão acopladas, dando origem ao que se conhece como sincronização. Essa transmissão permite mudar de velocidade sem que se parem as engrenagens, mas a transmissão de potência entre o motor e as rodas se interrompe, devido a necessidade do acionamento da embreagem.

Abaixo, figura 1, uma embreagem representando o sistema de transmissão:

Figura 1: Sistema de transmissão - Engrenagem



Fonte: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) - Manual, 2010.

### 6.4.3 Sistema de transmissão do movimento de rotação da caixa de câmbio

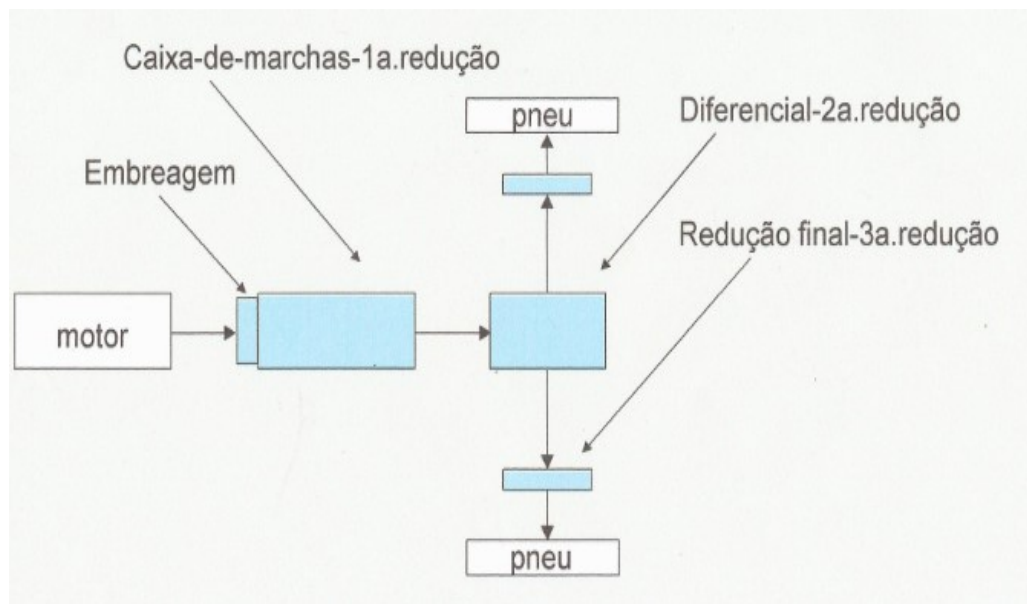
Segundo Furlani e Silva (2006) a transmissão final do trator é composta de pinhão e coroa (diferencial) e redução final, estas são responsáveis pela transmissão do movimento de rotação da caixa de câmbio até os rodados motrizes.

O movimento de rotação da árvore terciária da caixa de câmbio é recebido pelo pinhão, que é uma engrenagem de pequeno tamanho, acoplado ao pinhão existente a coroa, uma engrenagem maior, que tem como funções, redução na rotação e aumento de torque e mudança em 90° a direção do movimento, ou seja, altera o plano de rotação do movimento de transversal ao trator, que ocorre na caixa de câmbio, em longitudinal nas rodas (FURLANI E SILVA, 2006, p. 5)

A principal função do diferencial é a de diferenciar a rotação entre as duas rodas motrizes, traseiras ou dianteiras, sob certas circunstâncias como curvas e patinagem. O diferencial tem também as funções de transferir o movimento em ângulo de 90o do pinhão para os semieixos e aumentar o torque para as rodas através da redução da relação pinhão e coroa (SENAR, 2010, p. 18).

O sistema de transmissão é constituído de: embreagem, caixa-de-marchas, diferencial e redução final, conforme representado na figura que segue:

Figura 2: Sistema de transmissão - Peças



Fonte: Massey Ferguson – Manual de treinamento e operação, 2012.

## 6.5 TIPOS DE CAIXA DE CÂMBIO

Os tipos de caixa de câmbio são:

- Sincronizada e
- *Powershift* (do inglês *power* significa força / potência e *shift* mudar / deslocar)

### 6.5.1 Caixa de câmbio sincronizada

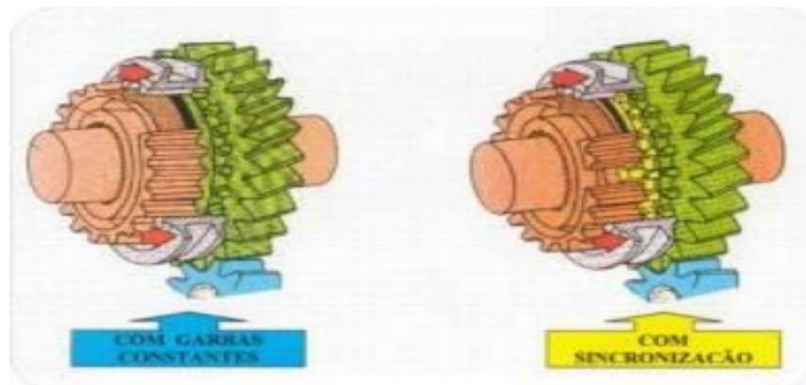
Conforme Schlosser (2001, p. 4) “a caixa de câmbio sincronizada é um mecanismo composto de garras e pontas que proporciona que o eixo se bloqueie em relação à engrenagem ou a deixe girar independentemente”.

Ainda Schlosser (2001) cita alguns grupos de componentes específicos da caixa sincronizada:

- ✓ Anéis sincronizadores acertam a velocidade de giro das engrenagens a serem acopladas.
- ✓ Os pares de engrenagens estão em engrenamento constantes. A peça que se movimenta e faz a combinação de uma nova relação de engrenamento é a luva acionadora.
- ✓ Engrenamento Parcialmente Sincronizado: as marchas são sincronizadas e os grupos são de engrenamento constante ou deslizante.

Abaixo, segue a figura 3 representando a sincronia de engrenamento com garras constantes e com sincronização:

Figura 3: Sincronia de engrenamento - Caixa câmbio sincronizada



Fonte: Massey Ferguson – Manual de treinamento e operação 2012.

### 6.5.2 Caixa de câmbio *powershift*

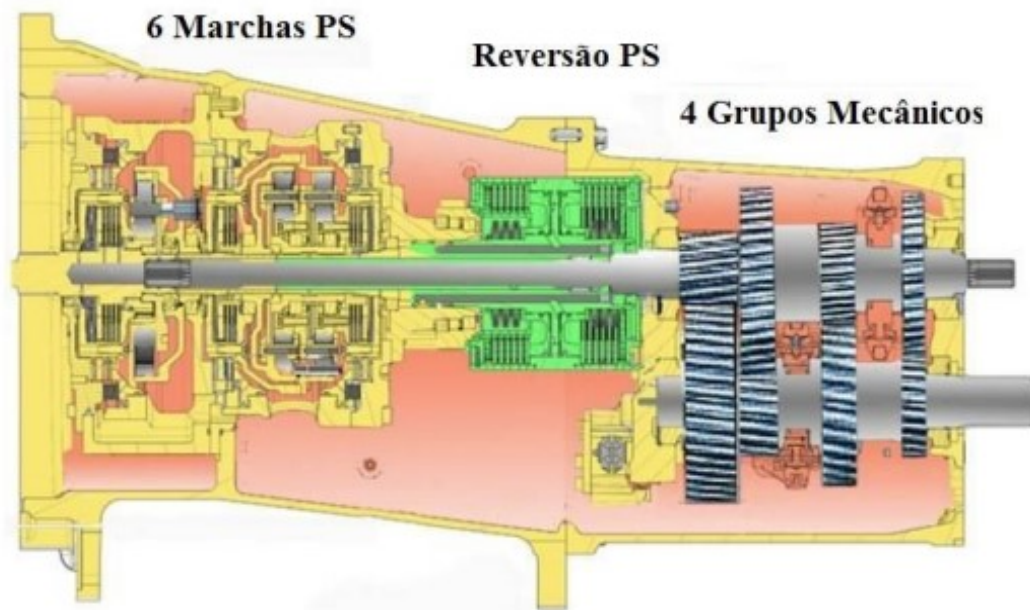
Conforme o manual da Massey Ferguson (2012) o *powershift* é um sistema de transmissão que permite a troca de marchas sem que o motor perca a potência.

- ✓ Troca de marchas é feita por acionamento hidráulico ou eletro-hidráulico;

- ✓ *Parcial Powershift*: engrenamento dos grupos sincronizado – troca ocorre com embreagem tradicional;
- ✓ *Full Powershift*: permite a troca das marchas e grupos sem interrupção do deslocamento.

A seguir, figura 4, representando o sistema de marchas da caixa de câmbio *powershift*:

Figura 4: Sistema de marchas



Fonte: Massey Ferguson – Manual de treinamento e operação 2012.

### 6.5.3 Troca de marchas

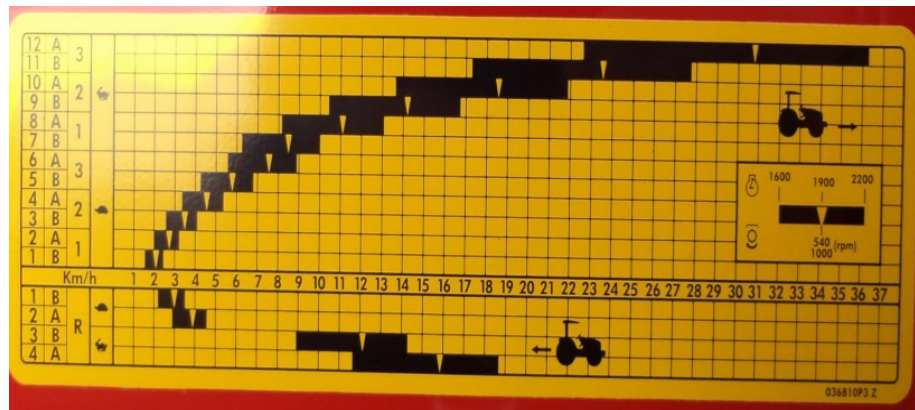
Conforme o manual da Massey Ferguson (2012) referente a troca de marchas para tratores:

- ✓ Velocidade de deslocamento entre 1 e 30 km/h;
- ✓ Número adequado de marchas – economia de combustível e o melhor rendimento operacional;
- ✓ Maior concentração de marchas em determinada faixa de velocidades;
- ✓ Concentração das operações agrícolas: 4 a 12 km/h;
- ✓ A escolha do câmbio pelo número de marchas depende do esforço de tração e da velocidade das operações que ele vai executar.

Segue a figura 5, ilustrativa:



Figura 5: Troca de marchas



Fonte: Massey Ferguson – Manual de treinamento e operação 2012.

A figura 6 abaixo, demonstra a posição das marchas, de duas alavancas de câmbio, a mais baixa é a “reduzida”:

Figura 6: Seleção de velocidades

VELOCIDADE	ALAVANCA (1)	ALAVANCA (2)	ALAVANCA (2)
1ª	1	B	TARTARUGA
2ª	1	A	TARTARUGA
3ª	2	B	TARTARUGA
4ª	2	A	TARTARUGA
5ª	3	B	TARTARUGA
6ª	3	A	TARTARUGA
7ª	1	B	LEBRE
8ª	1	A	LEBRE
9ª	2	B	LEBRE
10ª	2	A	LEBRE
11ª	3	B	LEBRE
12ª	3	A	LEBRE
<b>A RÉ</b>			
1ª	R	B	TARTARUGA
2ª	R	A	TARTARUGA
3ª	R	B	LEBRE
4ª	R	A	LEBRE



Fonte: Massey Ferguson – Manual de treinamento e operação 2012.

## 6.6 MANUTENÇÃO

Manutenção significa conservação em alguns casos, em outros, conserto ou restauração de algum equipamento ou máquina com o propósito de auxiliar no bom funcionamento deles preservando suas funções.

Manutenção é combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A manutenção pode incluir uma modificação de um item. (ABNT 5462, 1994).

A manutenção proporciona a garantia do funcionamento dos equipamentos tornando-os confiáveis e seguros na execução dos serviços.

Segundo Kardec e Nascif (2009, p. 22) definem um conceito moderno de manutenção: “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequados”.

A manutenção serve para consertar determinado problema e prolongar a vida útil do equipamento, mantendo-o em funcionamento por mais tempo com os reparos realizados.

Conforme o SENAR (2010), manutenção é o conjunto de procedimentos realizados com o propósito de prolongar a vida útil do trator, deixando em perfeitas condições de funcionamento e com isso reduzir o custo operacional.

## 6.7 FALHA

Uma falha pode ser considerada como um enguiço e ocorre quando determinado item, uma peça por exemplo, por algum motivo pare de desempenhar sua funcionalidade, seja parcial ou total. A falha impede o funcionamento deste item afetando o sistema a qual ele pertença.

Conforme Nepomuceno (1989, p. 61) “uma falha é qualquer enguiço num sistema ou circuito que permanece até que sejam tomadas providências corretivas”. O autor classifica as falhas em:

a) identificáveis: quando são atribuídas a um erro ou defeito de projeto, a degradação física de um componente, tempo prolongado de uso em condições compatíveis a de sua fabricação.

b) não-identificáveis: a exposição de um item a um esforço ou tensão operacional, a tensão estrutural acima do limite especificado em projeto, devido a erros do operador, manuseio inadequado, ou manutenção insatisfatória.

As origens de uma falha em um sistema são as mais diversas, porém, qualquer que seja o motivo pode arruinar sua geometria.

Falha pode significar que uma peça tenha se separado em dois ou mais pedaços; tenha se tornado permanentemente distorcida, arruinando assim sua geometria; tenha tido sua confiabilidade depreciada ou sua função comprometida, qualquer que seja a razão. Um projetista falando de falhas pode referir-se a qualquer ou a todas essas possibilidades. (BUDYNAS & NISBETT, 2016, p. 226)

Analisar uma falha exige-se um bom treinamento, conhecimento, precisão, enfim, que o profissional seja capacitado a fim de identifica-la.

Para Affonso (2002, p. 31), “a análise de uma falha nada mais é que o enquadramento da imagem da falha no conjunto de imagens conhecidas, para que seja possível uma identificação”.

## 6.8 MATERIAL

A escolha do tipo de material para a fabricação de uma peça deve ser bem estudada considerando as exigências dessa peça é recomendável realizar cálculos comparativos antes.

Conforme Niemann (1971, p 13) o projeto de uma peça deve adaptar-se ao tipo de fabricação e ao material, exigindo-se uma escolha prévia desses materiais, comparando segundo suas propriedades características e tipo de fabricação a ser adotado, recomendável fazer esboços e cálculos comparativos.

Na escolha de materiais devem-se considerar, inicialmente, as exigências a serem satisfeitas pela peça fabricada relativamente a sua função, solicitação e durabilidade e, a seguir, as exigências relativas à conformação e a fabricação, bem como os custos de fabricação e os problemas de obtenção dos materiais. (NIEMANN, 1971, p. 78).

Alguns autores afirmam que podem-se tomar como base, experiências anteriores, as quais, já se conhece os resultados, caso essas experiências não forem suficientes é necessário examinar as exigências a serem satisfeitas pela peça, as condições de fabricação e as características dos materiais.

Segundo Faires (1974, p. 59) ao escolher um material, a experiência já adquirida é um bom guia, tão bom, realmente, que muitos engenheiros, frequentemente, não se detêm a examinar novos materiais de fato vantajosos.

A seleção de um material para uma peça de máquina ou elemento de estrutura é uma das decisões mais importantes que o projetista deve tomar. Normalmente, essa decisão precede o dimensionamento das peças. Após escolher o processo de criação da geometria desejada, bem como o material a ser empregado (os dois não podem estar divorciados), o projetista pode dar proporções ao componente de modo que impeça perda de função ou que a chance de perda de função possa ser mantida em um nível de risco aceitável. (BUDYNAS & NISBETT, 2016, p. 41)

O material a ser escolhido é uma das decisões mais importantes para o projetista o que precede a dimensão, após a geometria e o material designado da peça.

### 6.8.1 Aços 1045 e 8640

O aço é um material muito utilizado em estruturas metálicas e fabricação das mais variadas peças devido as suas propriedades específicas, como resistência e ductilidade.

Conforme Dias (1997, p. 59) “Aço é uma liga metálica constituída basicamente de ferro e carbono, obtida pelo refino de ferro-gusa em equipamentos apropriados”.

Chiaverini (2005) define aço como uma liga ferro-carbono que contém 0,008 % a 2,11 % de teor carbono além de certos elementos residuais. O limite inferior a 0,008 % corresponde à máxima solubilidade do carbono no ferro à temperatura ambiente e o limite superior 2,11 % corresponde à máxima quantidade de carbono que se dissolve no ferro a 1140 °C.

#### ➤ Aço 1045:

O aço 1045 também é chamado de AISI 1045 (*American Iron and Steel Institute-EUA*) e SAE 1045 (*Society of Automotive Engineers – EUA*) que são entidades americanas. A ABNT 1045 (Associação Brasileira de Normas Técnicas) admite o emprego de normas internacionais.

Conforme Azevedo (2002) o aço ABNT 1045 é um tipo de aço utilizado para beneficiamento, com baixa penetração de dureza na seção transversal, possuindo relação adequada entre as resistências mecânica e de fratura. Esse aço é utilizado geralmente com dureza entre 180 e 300 HB (*Hardness Brinell*), sendo utilizado em muitos segmentos como eixos para pinhões, eixos árvores, pinos dentre diversos tipos de aplicação. Deve ser utilizado tratamento térmico de normalização nas grandes seções.

O aço 1045 é um aço comum de média resistência e temperabilidade baixa é resistente a fraturas e utilizado na fabricação de componentes de uso geral.

Segundo Chiaverini (1986) o aço ABNT 1045 tem temperabilidade baixa, ou seja, uma baixa penetração de dureza na seção transversal, discute-se a influência no tratamento térmico por têmpera.

➤ Aço 8640:

O aço 8640 geralmente é aplicado em diferentes componentes mecânicos ou peças que exigem alta resistência, amplamente utilizado pelas indústrias agrícolas, automobilística e outras.

Conforme site ggdmets (2015) “o aço SAE 8640 é um dos aços de médio carbono e baixa liga mais utilizados. É um aço para beneficiamento com temperabilidade média. É utilizado na fabricação de diferentes componentes mecânicos combinando elevada resistência mecânica combinada com resistência à fratura. Pode ser nitretado para elevar a resistência ao desgaste”.

A classificação do aço SAE/AISI 8640 corresponde:

- ✓ É um aço liga ao Cromo e Molibdênio, contendo 0,38 a 0,43%C, 0,40 até 0,60%Cr, 0,15 a 0,25%Mo e 0,40 a 0,70%Ni em peso e um aço SAE/AISI 8620 é um aço liga ao Cromo, Níquel e Molibdênio, contendo 0,18 a 0,23%C, 0,40 até 0,60%Cr, 0,15 a 0,25%Mo e 0,40 a 0,70%Ni em peso.

### 6.8.2 Temperabilidade

Temperabilidade é uma propriedade utilizada para descrever a capacidade de um material de ser endurecido.

Segundo Faires (1974, p. 65) “têmpera é o aquecimento de certos aços acima da linha de transformação seguido de resfriamento rápido com o objetivo de fazer crescer a dureza”.

A temperabilidade de um aço pode ser entendida como sua capacidade de endurecimento ou a capacidade que o aço possui em obter a estrutura martensítica (formada a partir de uma solução sólida de carbono e ferro sob temperatura elevada).

Para Freitas (2014) o tratamento térmico por têmpera é a obtenção da estrutura martensítica com alta dureza. A composição química, temperatura e o tempo de austenitização são elementos que definem o tipo de estrutura e a dureza no tratamento térmico por têmpera.

A têmpera é um processo térmico de aços serve para aumentar a dureza e a resistência dos mesmos, têm duas etapas o aquecimento e o resfriamento rápido.

Conforme Costa (2013) define como tratamento térmico o conjunto de operações que são compostos do aquecimento e resfriamento dos aços, de maneira controlada, a fim de conferir propriedades e características especiais.

### 6.8.3 Dureza

Dureza é a propriedade característica de um material sólido, é a resistência que o material tem quanto a penetração de uma ferramenta pontiaguda.

Conforme Faires (1974, p. 67) A dureza de um material é a medida de sua resistência à penetração (a sofrer uma “mossa” em sua superfície. É uma das propriedades de maior significado porque, quando corretamente interpretada, muito esclarece sobre as condições do metal. Existem vários processos para a determinação da dureza, sendo os mais comuns os denominados Brinell, Rockwell, Vickers e o esclerocópio de Shore. Os vários números que medem dureza formam uma escala crescente, isto é, números maiores indicam dureza maior.

A dureza do material é uma das propriedades mais importantes pois demonstra as condições do metal e a sua resistência.

Conforme Budynas & Nisbett (2016, p. 50) “ A resistência de um material à penetração de uma ferramenta pontiaguda é denominada dureza. Embora existam muitos sistemas de medição de dureza, consideraremos aqui apenas os dois mais usados”. Para o autor os testes de dureza mais comuns:

- ✓ *Rockwell*: método de dureza E-18 do padrão ASTM (*American Society for Testing and Materials*, é um órgão estadunidense de normalização), o número de dureza é lido diretamente de um mostrador e as escalas são designadas pelas letras A, B, C. Os indentadores são descritos como um diamante, uma esfera de diâmetro 1,6 mm, a carga a ser aplicada pode ser 60kg, 100 Kg ou 150kg.
- ✓ *Brinell*: a ferramenta indentante, a qual se aplica a força é uma esfera e o número de dureza é HB é determinado como um número igual a carga aplicada dividida pela área da superfície esférica de dureza HB.

### 6.8.4 Resistência

A resistência de materiais determina as forças ou cargas externas sobre um corpo e o grau de intensidade de forças internas.

Segundo Hibbeler (2010, p. 1) “A resistência dos materiais é um ramo da mecânica que estuda as relações entre as cargas externas aplicadas a um corpo deformável e a intensidade de forças internas que agem no interior do corpo”.

Para Botelho (2013) uma estrutura que recebe uma determinada carga sofrerá, com isso, uma série de esforços, deformando-se. A resistência dos materiais determinará tais

esforços e a lei da deformação dessa estrutura. Conhecendo o material com que se construiu a estrutura - suporte, saberemos se a estrutura resiste ou se rompe e as deformações que ocorrerão.

Idealmente, ao desenhar qualquer elemento de máquina, o engenheiro deve ter a seu dispor resultado de uma grande quantidade de ensaios de resistência do material particular que escolheu. Esses ensaios devem ser feitos em espécimes com o mesmo tratamento térmico, acabamento superficial e tamanho do elemento que o engenheiro se propõe a desenhar, e os ensaios devem ser feitos exatamente as mesmas condições de carregamento que a peça experimentará em serviço. (BUDYNAS & NISBETT, 2016, p. 228)

É necessário a realização de vários testes de resistência do material escolhido, com o mesmo tratamento térmico e tamanho da peça igual ao desenhado no projeto exatamente conforme a peça experimentará na sua função.

#### 6.8.5 Impacto

Conforme Souza (1982) a tendência de um metal se comportar de uma maneira frágil é então medida pelo ensaio de impacto. O corpo de prova é padronizado e provido de um entalhe para localizar a sua ruptura e produzir um estado triaxial de tensões, quando submetido a uma flexão por impacto produzida por um martelo pendular.

Uma força externa aplicada a uma estrutura ou peça é chamada de *carga de impacto* se o tempo em que ela é aplicada for inferior a um terço do menor período de vibração natural dessa peça ou estrutura, caso contrário, ela é denominada simplesmente *carga estática* (BUDYNAS & NISBETT, 2016, p. 52)

Os ensaios de impactos são utilizados para medir as propriedades dos materiais obter dados comparativos e adequá-los para a utilização adequada.

Para Chiaverini (1986) na engenharia mecânica, há impactos em partes de vários tipos de máquinas, como martelos de forjamento, amortecedores da suspensão de automóveis, pistões e bielas de motores de combustão interna, caixas de câmbio (impacto torcional).

#### 6.9 CUSTOS

Custos envolve dinheiro gasto para a obtenção de um determinado produto ou serviço, podem ser relevantes ou não relevantes

De acordo com Leone (2000, p. 54) “custo é o consumo de um fator de produção, medido em termos monetários para a obtenção de um produto, de um serviço ou de uma atividade que poderá ou não gerar renda”.

A apropriação dos custos aos produtos depende de sua identificação ao produto, que pode ocorrer de forma direta ou indireta. A identificação é o reconhecimento da identidade dos insumos nos produtos, a forma com que se consegue a aplicação dos bens e serviços (insumos) nos itens produzidos ou nos serviços prestados (CORBARI E MACEDO, 2012, p. 31).

Para Bornia (2002, p. 44) custos relevantes são aqueles que se alteram dependendo da decisão tomada e custos não-relevantes são os que independem da tomada de decisão tomada.

## 6.10 INVESTIMENTOS

Corbari e Macedo (2012, p. 20) dizem que “o investimento, como o próprio nome indica, representa gastos que irão beneficiar a empresa em períodos futuros, seja por meio de sua aplicação no processo produtivo, seja nas atividades administrativas e de vendas”.

Na visão de Martins (2001, p. 25) investimento é um gasto ativado em função de sua vida útil ou de benefícios atribuíveis a futuros períodos. Diz ainda que todos os sacrifícios havidos pela aquisição de bens ou serviços (gastos) que são estocados nos Ativos a empresa para baixa ou amortização quando de sua venda, de seu consumo, de seu desaparecimento ou de sua desvalorização são especificamente chamados de investimentos. Investimentos são gastos que beneficiarão a empresa em períodos futuros (WERNKE, 2008).



## 7. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia deste projeto, quanto a sua finalidade é de pesquisa observacional e pesquisa aplicada conduzindo como um estudo de caso e que tem como objetivo, produzir conhecimentos científicos para posterior aplicação prática para a solução de problemas reais.

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico. O pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe. O estudo de caso pode decorrer de acordo com uma perspectiva interpretativa, que procura compreender como é o mundo do ponto de vista dos participantes, ou uma perspectiva pragmática, que visa simplesmente apresentar uma perspectiva global, tanto quanto possível completa e coerente, do objeto de estudo do ponto de vista do investigador (FONSECA, 2002, p. 33).

### 7.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O método de pesquisa utilizado no presente projeto foi a qualitativa e quantitativa, através de estudo de caso descritivo.

A abordagem qualitativa foi aplicada para facilitar na descrição e análises de situações e dados complexos.

Roesch (2007, p.154) “argumenta-se que a pesquisa qualitativa e seus métodos de coleta e análise de dados são apropriados para uma fase exploratória da pesquisa”.

A abordagem quantitativa foi utilizada para garantir objetividade nas informações e precisão dos resultados.

Se o propósito do projeto implica medir relações entre variáveis (associação ou causa-efeito), ou avaliar o resultado de algum sistema ou projeto, recomenda-se utilizar preferentemente o enfoque da pesquisa quantitativa e utilizar a melhor estratégia de controlar o delineamento da pesquisa para garantir uma boa interpretação dos resultados. (ROESCH, 2007, p 130).

### 7.2 POPULAÇÃO ALVO OU ÁREA

A área de estudo deste projeto teve como público alvo os proprietários de tratores agrícolas.

Segundo Marconi e Lakatos (2002, p. 41) “ universo ou população: é o conjunto de seres animados ou inanimados que apresentam pelo menos uma característica em comum”.

### 7.3 PLANOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Segundo Malhotra (2001) o fortalecimento de critérios tem como principal objetivo, compreender a situação problemática.

A coleta de dados foi realizada na Mecânica Suppi, nos tratores que necessitaram da manutenção e os instrumentos utilizados foram as observações e os testes realizados.

Segundo Roesch (2007), um projeto pode combinar técnicas desenvolvidas em um ou outro paradigma, se trata de coleta de dados primários, através de entrevistas, questionários, observações ou testes, é importante especificar nesta seção a fonte dos dados, quando estes serão levantados e através de que instrumentos.

### 7.4 PLANO DE ANÁLISE DE DADOS

Conforme Roesch (1999, p.128) “ o tipo de dado coletado delimita as possibilidades de análise, nesta seção, sugere-se que o aluno imagine como fará a descrição e análise dos resultados de seu estágio. Poderá prever a utilização de gráficos, tabelas e estatísticas. Pensar a análise ajuda a criticar a própria coleta de dados”.

O plano de análise de dados deste projeto foi fundamentado na revisão da literatura pesquisada e os testes realizados com o material, no caso o aço, para a certificação da resistência da peça substituta em conformidade com os objetivos propostos neste projeto.

## 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico do projeto, foi realizado o desenvolvimento dos objetivos propostos, baseado nos estudos e conhecimentos adquiridos até a etapa anterior, com testes realizados em laboratório e com simulação prática do funcionamento da máquina.

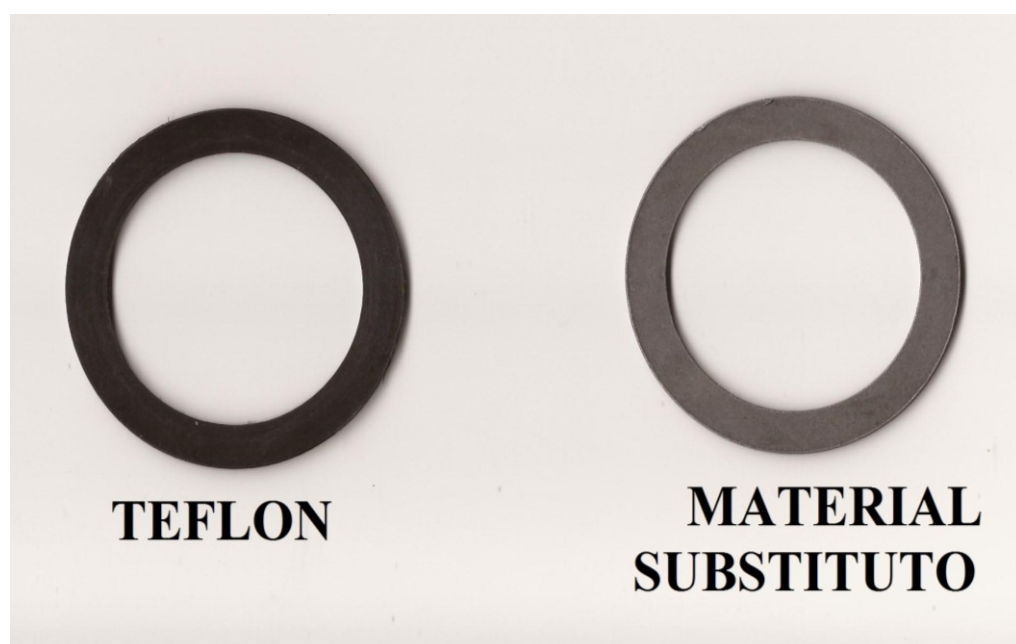
### 8.1 ANÁLISE DO MATERIAL

A análise do material da arruela calço original de fábrica utilizada no equipamento, foi identificada e se trata do material *polímero politetrafluoretileno* (composto químico), da marca Teflon, de baixa resistência a compressão e atrito. Para a possível substituição desse material, utilizaremos nos testes o material: aço 1045 e 8640.

### 8.2 DESENVOLVIMENTO DO MATERIAL SUBSTITUTO

A peça original de fábrica, arruela calço, é feita em material teflon. Nesta etapa do projeto foram realizados testes em laboratório para a substituição desse material teflon por outro de maior durabilidade. Representado na figura 7 abaixo:

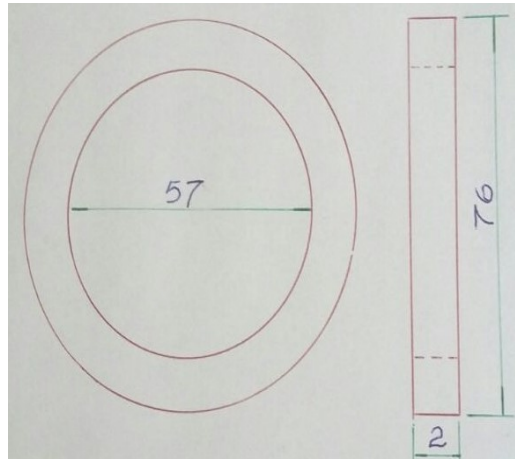
Figura 7: Arruelas calço teflon e material a ser estudado



Fonte: Autor, 2018.

Na figura acima, duas arruelas, a original de teflon, que após estudo e testes em laboratório, foi substituída por material testado: aço com dureza 52 HRC, contendo as mesmas medidas sendo: espessura de 2 mm, 57 mm diâmetro interno e 76 mm de diâmetro externo, conforme figura 8:

Figura 8: Medidas da arruela



Fonte: Autor, 2018.

Foi realizada a análise em laboratório, inicialmente com as medições em três pontos distantes um do outro e em todos o resultado foi o mesmo. Iniciando pela arruela de material teflon, conforme a figura 9 abaixo a aferição do aparelho durômetro para realizar as medições:

Figura 9: Aferindo o aparelho durômetro



Foto: Autor, 2018.

Na sequência de figuras 10, 11, 12 demonstram o aparelho medindo a dureza do material teflon em três pontos equidistantes um do outro, em todas mostram menos de 1 HRC:

Figura 10: Medição de dureza, material teflon (1)



Fonte: Autor, 2018.

Figura 11: Medição de dureza, material teflon (2)



Fonte: Autor, 2018.

Figura 12: Medição de dureza, material teflon (3)



Fonte: Autor, 2018.

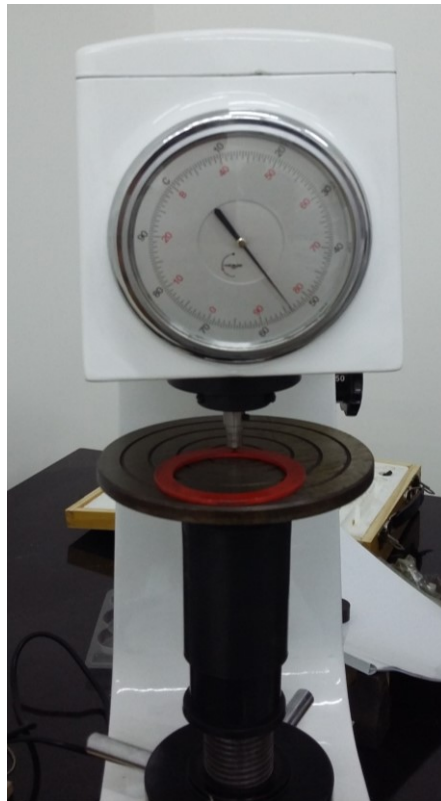
Abaixo, segue os testes realizados com o material aço, em que as três medições realizadas nesse material variaram de 51 até 53 HRC, conforme as figuras 13, 14, 15:

Figura 13: Medição de dureza, material aço (1)



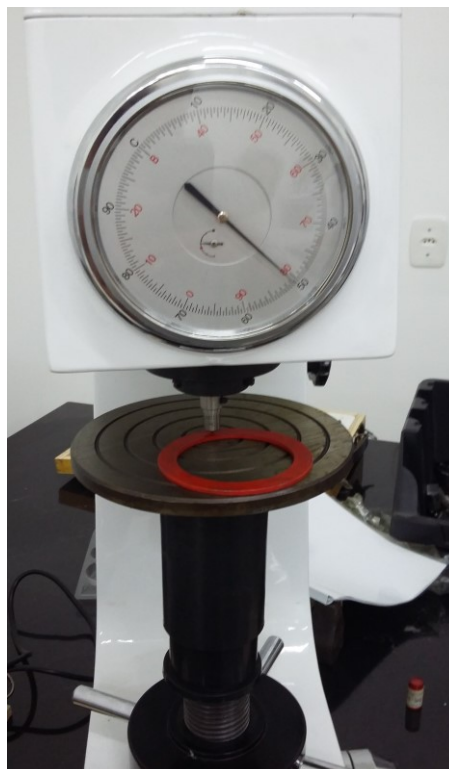
Fonte: Autor, 2018.

Figura 14: Medição de dureza, material aço (2)



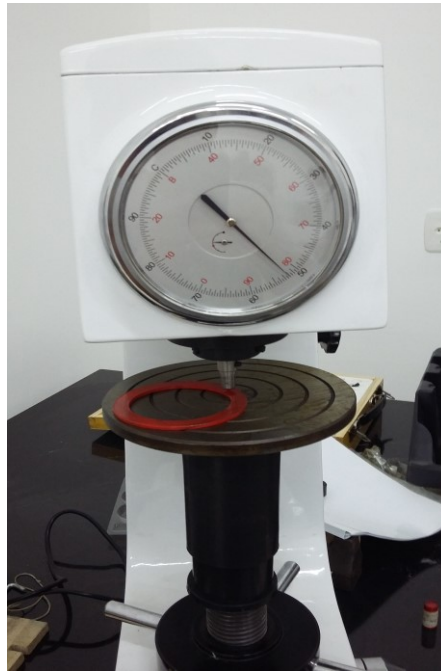
Fonte: Autor, 2018.

Figura 15: Medição de dureza, material aço (3)



Fonte: Autor, 2018.

Figura 16: Medição de dureza, material aço (4)



Fonte: Autor, 2018.

Os testes foram realizados no laboratório da Unifacvest, conforme demonstra a figura 17, com orientação e supervisão do professor Alisson Ribeiro de Oliveira, o qual, demonstrou notório conhecimento e satisfação ao realiza-los. Após esses testes de dureza, foram realizados experimentos práticos com a peça substituta já no material aço, no próprio trator, conforme a demonstração no próximo tópico.

Figura 17: Orientação e supervisão professor Alisson



Fonte: Autor, 2018.



### 8.3 DESMONTAGEM DO SISTEMA E SUBSTITUIÇÃO DA PEÇA

Conforme objetivo proposto neste projeto, a seguir passo a passo a desmontagem do sistema de câmbio e a substituição da peça. Para a realização desse objetivo, foi utilizado o trator da Massey Ferguson modelo 4275 conforme figura 18 abaixo:

Figura 18: Trator Massey Ferguson modelo 4275



Fonte: Autor, 2018.

A seguir a figura 19 abaixo, da parte traseira do trator sem o sistema de transmissão:

Figura 19: Vista traseira do trator sem o sistema de transmissão

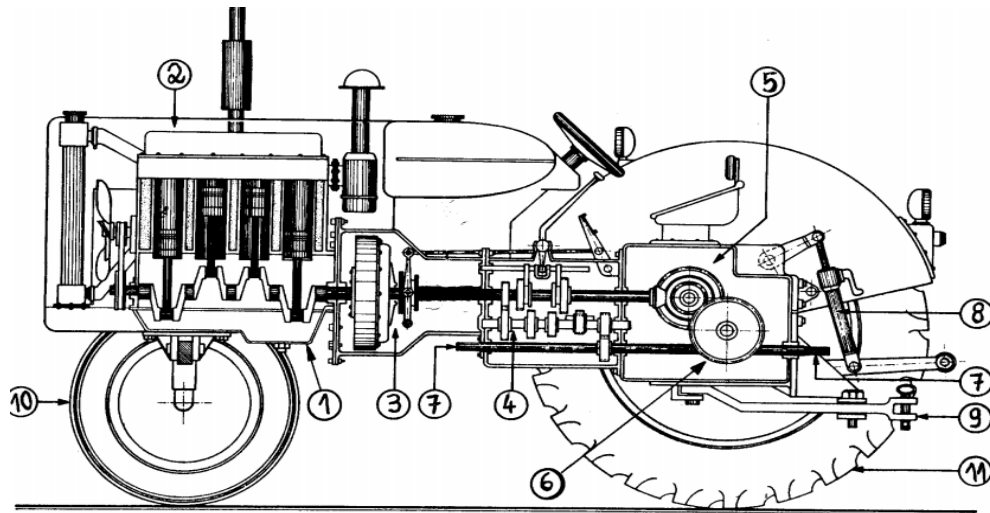


Fonte: Autor, 2018.

### 8.3.1 Desacoplar a caixa do trator

A figura 20 abaixo, refere-se ao modelo 4275 da Massey Ferguson e seus componentes:

Figura 20: Trator Massey Ferguson 4275



Fonte: Sistema Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR)

O trator é fabricado na união de componentes identificados na figura conforme ordem:

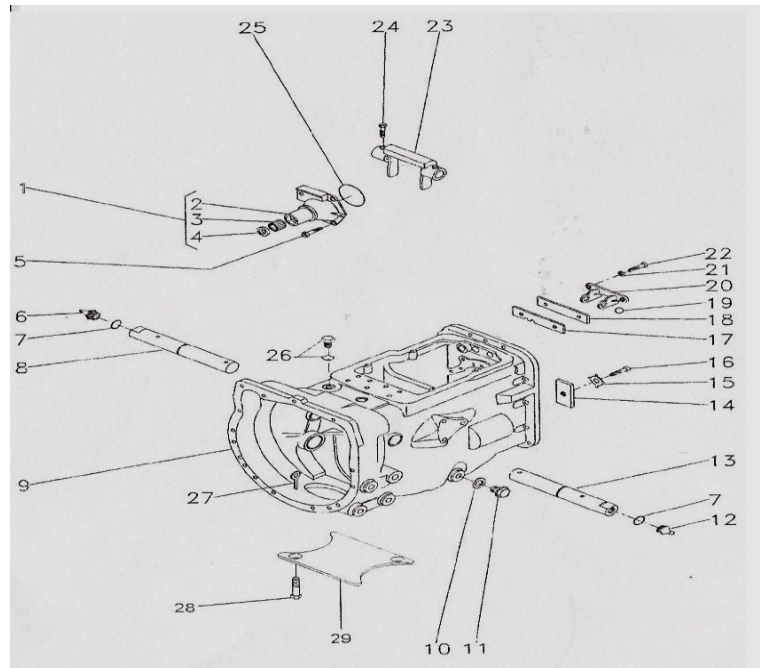
1. Eixo dianteiro
2. Motor
3. Embreagem
4. Caixa de Câmbio
5. Carcaça do Sistema Coroa e Pinhão
6. Redução de engrenagens no eixo traseiro
7. Eixo tomada de força
8. Braços do levante do hidráulico traseiro
9. Barra de tração
10. Pneu Dianteiro
11. Pneu traseiro

A desmontagem do sistema de transmissão começa separando o motor e embreagem da caixa de câmbio, em seguida separam, a caixa de câmbio da carcaça do sistema coroa e pinhão.

### 8.3.2 Desmontar a caixa de câmbio

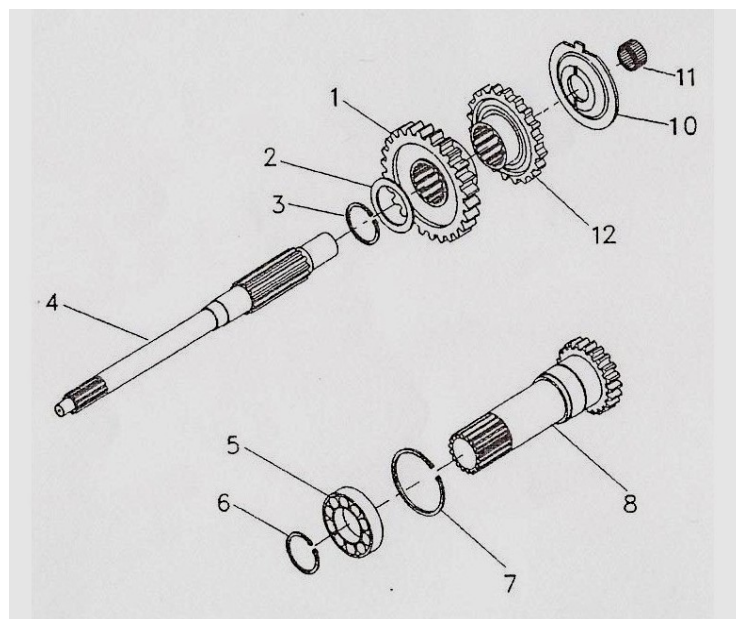
Conforme figuras 21, 22, 23, 24, 25 abaixo, estão numeradas a sequência da desmontagem de cada grupo da caixa de câmbio do trator.

Figura 21: Caixa de câmbio (2)



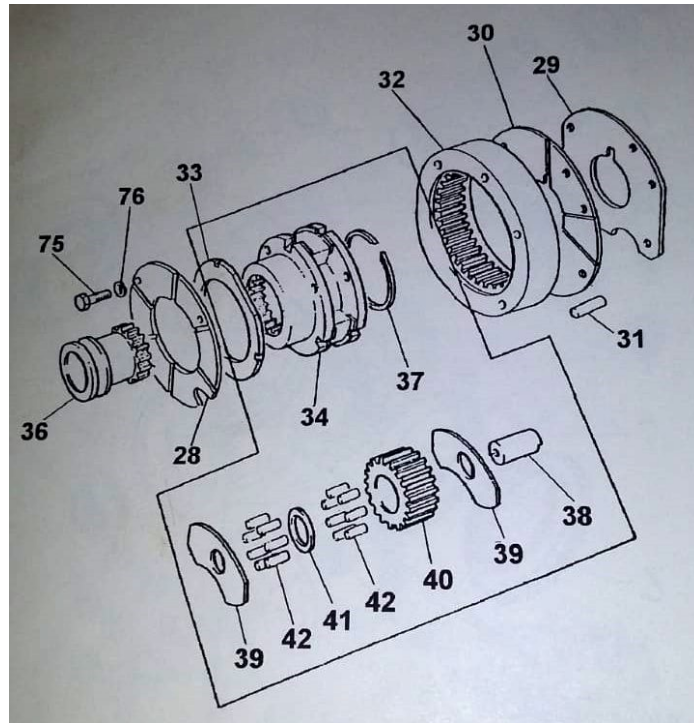
Fonte: Massey Ferguson- Catálogo de peças CPHYPER E 01 (1) 03/01

Figura 22: Caixa de câmbio (3)



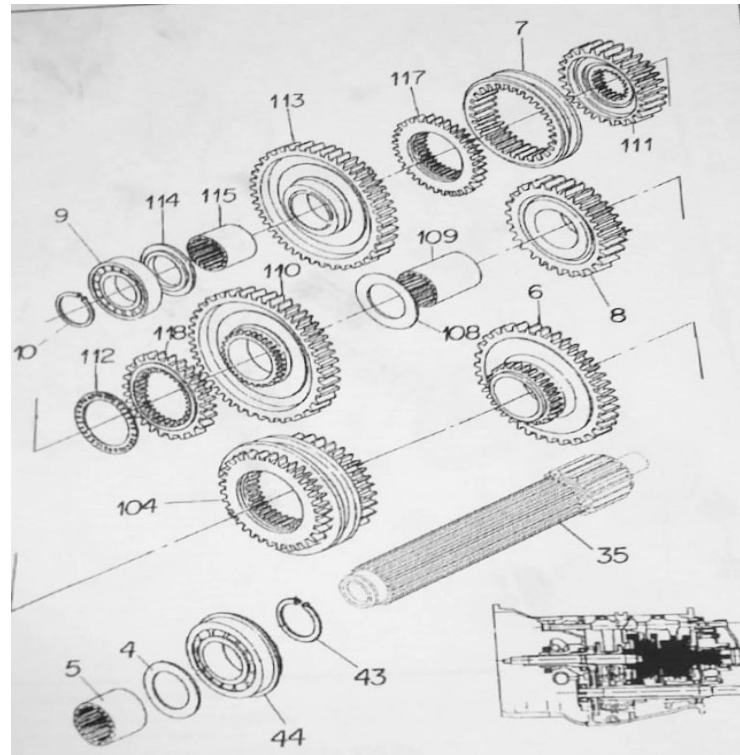
Fonte: Massey Ferguson- Catálogo de Peças CPHYPER E 01 (1) 03/01

Figura 23: Caixa de câmbio (3)



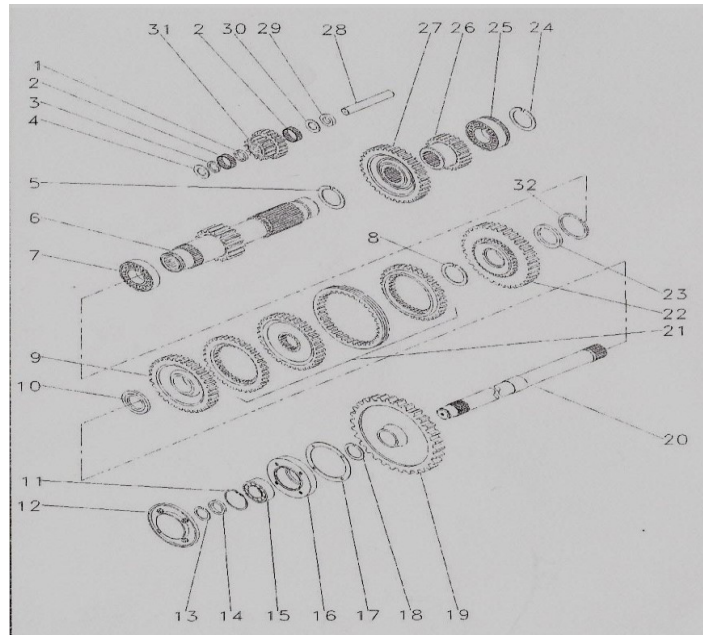
Fonte: Massey Ferguson- Catálogo de peças CPHYPER E 01 (1) 03/01

Figura 24: Caixa de câmbio (4)



Fonte: Massey Ferguson- Catálogo de peças CPHYPER E 01 (1) 03/01

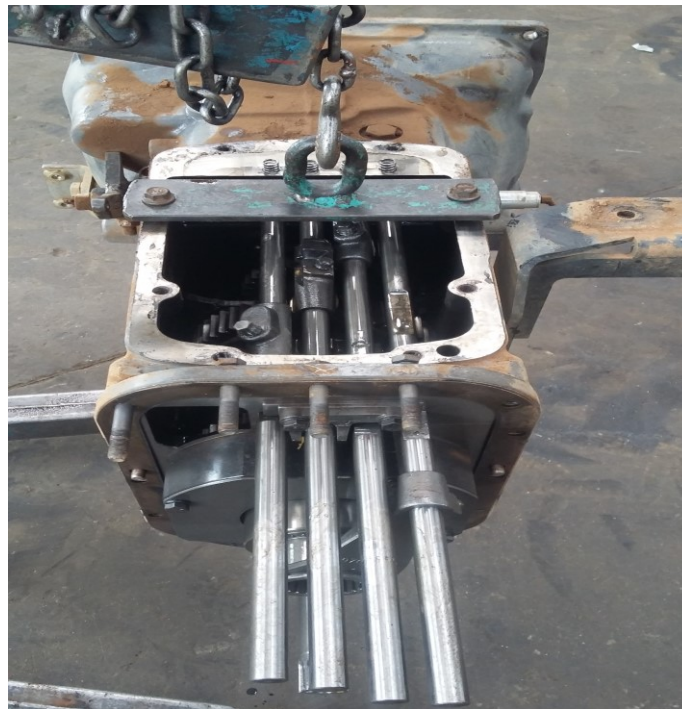
Figura 25: Caixa de câmbio (5)



Fonte: Massey Ferguson- Catálogo de Peças CPHYPER E 01 (1) 03/01

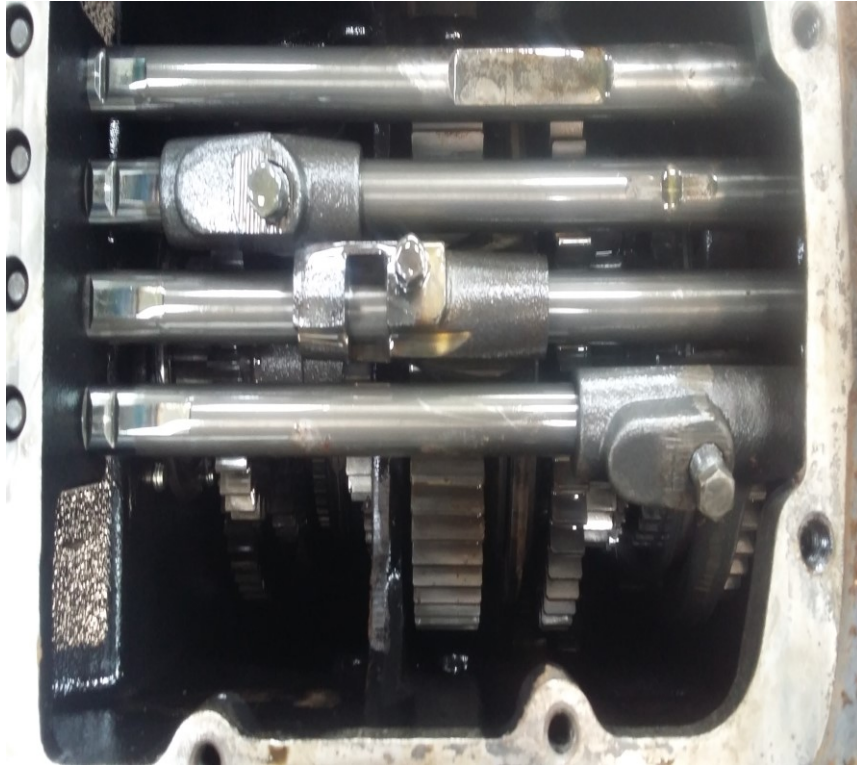
Abaixo, a figura 26, 27, 28 mostrando mais detalhadamente os componentes do sistema de transmissão:

Figura 26: Desmontagem da caixa de câmbio



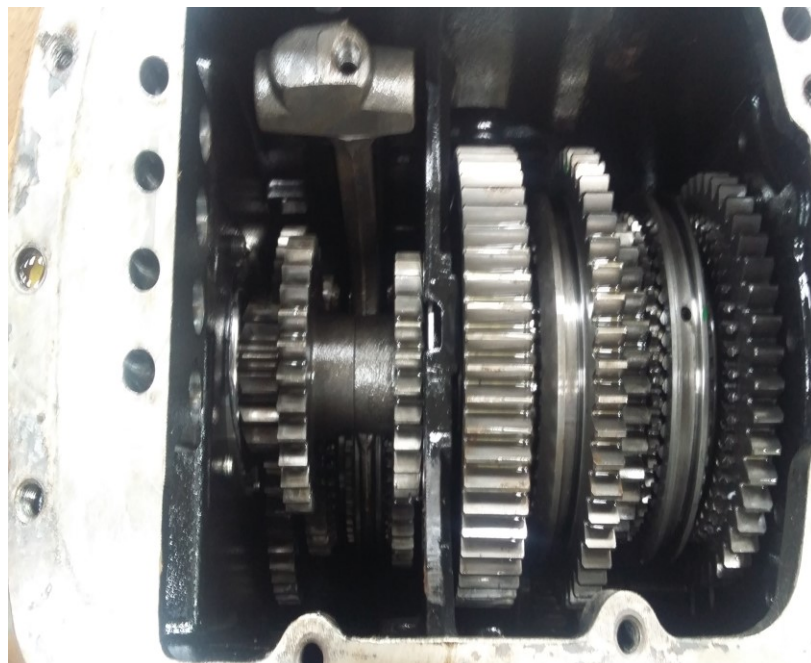
Fonte: Autor, 2018.

Figura 27: Componentes do sistema de transmissão



Fonte: Autor, 2018.

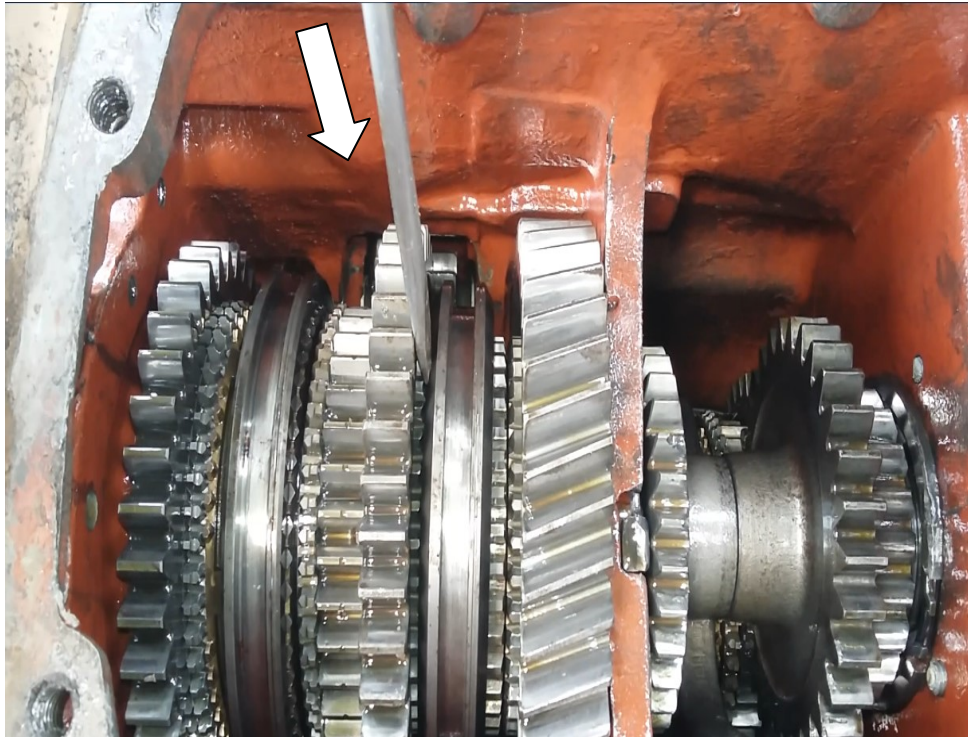
Figura 28: Engrenagens



Fonte: Autor, 2018.

### 8.3.3. Verificar folga entre duas engrenagens

Figura 29: Ponto de localização da folga



Fonte: Autor, 2018

A figura 29 acima está mostrando como foi determinado a localização da folga no conjunto de transmissão ao qual se percebe que houve desgaste na arruela calço.

### 8.4 ANÁLISE DO TEMPO DE NOVA OCORRÊNCIA DO PROBLEMA

Conforme dados levantados pela oficina Mecânica Suppi, foram observados e relatados que o tipo de operação executada pelo trator leva o tempo estimado para troca da arruela calço varia de 1500 a 2000 horas trabalhadas.

Durante a aplicação deste trabalho e com o estudo de um material substituto para a arruela calço, foi estimado um novo tempo de troca: 10.000 horas trabalhadas. Tempo este que vem sendo estudado com acompanhamento em horas trabalhadas, num trator Massey Ferguson modelo 4275 / 4x4, desde o ano de 2013. Até agora já realizou mais de 5.000 (cinco mil) horas trabalhadas, onde até o momento não apresentou o sintoma de escapar marchas, sendo o mesmo trabalhando em esforços constantes. Estes dados foram levantados com a desmontagem do mesmo, com autorização do proprietário para afim de estudos.

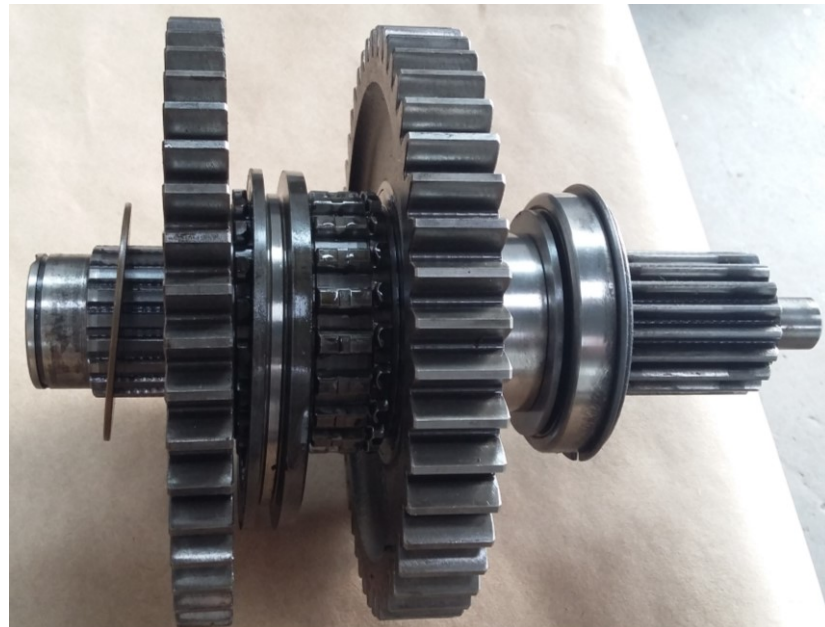
Abaixo as figuras 30 e 31 demonstram engrenagens do eixo primário do sistema de transmissão:

Figura 30: Engrenagem do eixo primário (1)



Fonte: Autor, 2018.

Figura 31: Engrenagem do eixo primário (2)



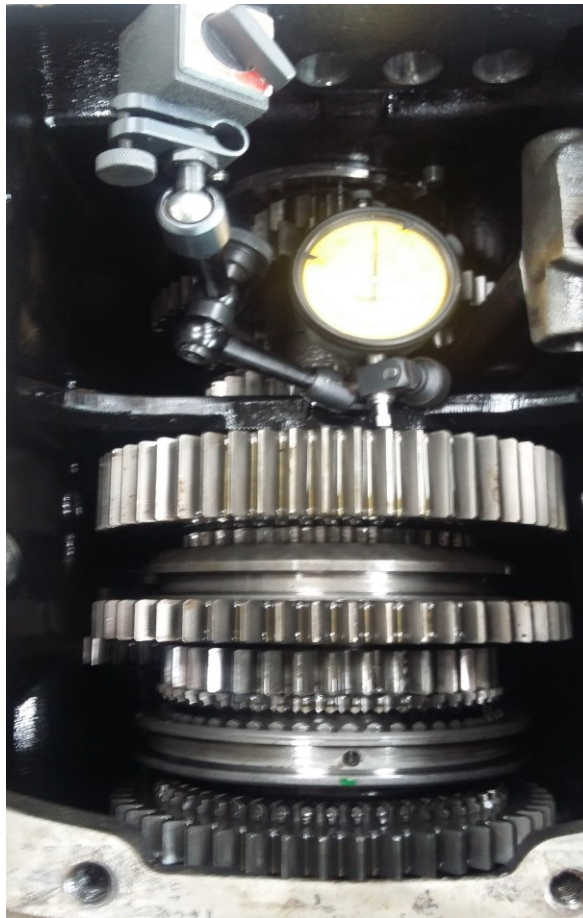
Fonte: Autor, 2018.

Na desmontagem não apresentou desgastes, trincas ou defeito aparente, e que seguindo nestas condições durará mais do que as 10.000 (Dez mil) horas previstas.

Para finalizar a figura 32 mostra o sistema de medição da folga entre as engrenagens utilizando uma base magnética, hastes e o relógio comparador.



Figura 32: Medição da folga entre as engrenagens



Fonte: Autor, 2018.

Com a análise feita da desmontagem da caixa de câmbio, verificou-se que a vida útil da peça substituída já alcançou quase três vezes comparando com a vida útil da peça original. Então pode-se afirmar que o ganho do proprietário foi de pelo menos o valor de duas peças substituídas e o ganho do custo e tempo necessário para desmontagem e montagem da caixa de transmissão de marchas. Visto que o custo da peça é quase insignificante perto do custo técnico que não será levado em conta, onde digo que o ganho financeiro até o momento é de duas vezes o valor cobrado na oficina, que é de aproximadamente dois mil reais em cada abertura e fechamento da caixa de câmbio.

Para que se possa trocar a arruela calço do sistema de transmissão de marchas, começamos na retirada dos componentes que ligam a caixa de câmbio ao trator, depois desacoplasse a caixa de câmbio do trator, em seguida faz-se a desmontagem da caixa de câmbio, troca-se a arruela calço e começa a montagem da caixa de câmbio, após o termino da montagem acopla-se a caixa ao trator e para finalizar faz-se as ligações dos componentes na mesma.

## 9. CONCLUSÃO

Hoje a modernidade e a tecnologia já estão à nossa frente, tanto na cidade como também no campo, só que infelizmente muitas pessoas não procuram conhecer melhor aquilo que está em sua mão, tanto em lazer como no trabalho. E nesse caso as tecnologias chegaram também até os equipamentos agrícolas, tratores, colheitadeiras, plantadeiras e outros. Um dos questionamentos dos proprietários é que tudo é muito caro, e por isso não investem em conhecimento, simplesmente utilizam o equipamento sem prévio treinamento e conhecimento do equipamento.

Os tratores desempenham um trabalho de extrema força bruta, exigindo conhecimento e habilidade do operador, que muitas vezes, por falta de conhecimento, influi diretamente na quebra de peças do veículo, porém, dentre os vários problemas de manutenção dessas máquinas, a quebra da arruela calço em sistema de transmissão, conforme o levantamento nesse estudo, comprova que, neste caso, o material original dessa peça (teflon) é o causador principal dessa quebra por não possuir a resistência necessária para desempenhar sua função, independente do operador em ter conhecimento ou não, nesta situação, realmente esta peça não têm durabilidade sendo inevitável a sua quebra precoce.

Após a aplicação desse trabalho há perspectiva de ótimos resultados na redução dos problemas gerados pela folga na arruela calço, pois os testes realizados neste projeto, comprovam que o novo material selecionado para a elaboração dessa peça mostrou uma maior resistência e durabilidade, assim, trazendo um rendimento melhor, que até o momento supera em aproximadamente duas vezes a vida útil do material anterior e uma redução significativa nos gastos de manutenção desses tratores e conseqüentemente uma maior satisfação aos proprietários.

## **10. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho foi realizado com a finalidade de concluir o curso de Engenharia Mecânica. Entretanto, também proporcionou a concretização de um projeto idealizado a muito tempo pelo autor, porém sem o auxílio acadêmico não seria possível executá-lo na prática.

A situação problemática proposta neste projeto: a falha no sistema de transmissão dos tratores agrícolas foi identificada e resolvida alcançando o objetivo aqui proposto. Neste sentido, este trabalho abre precedentes para a realização de outros estudos, observando que a manutenção realizada em tratores agrícolas abrange diversos tipos de falhas mecânicas, cada uma delas poderá servir de inspiração para futuros projetos a serem desenvolvidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFFONSO, Luiz O. M. **Equipamentos Mecânicos: análise de falhas e solução de problemas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462:1994: **Confiabilidade e manutenibilidade - Referências** - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BOTELHO, Manoel H.C. **Resistência dos materiais- para entender e gostar** 2ª ed. Blucher, São Paulo, 2013.

BUDYNAS, Richard G.; NISBET J. Keith. **Elementos de Máquinas de Shigley**. 10ª ed., 2016.

CASTRO, Marinella. **Mecanização no campo muda as relações de trabalho**. Portal: em.com.br / Economia, 2013. Disponível em: < [https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2013/01/14/internas\\_economia,343131/mecanizacao-no-campo-muda-as-relacoes-de-trabalho.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2013/01/14/internas_economia,343131/mecanizacao-no-campo-muda-as-relacoes-de-trabalho.shtml)>. Acesso em: 17.03.2018.

CHIAVERINI, Vicente. **“Aços e Ferros Fundidos” – Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM**, 7ª edição, 2005.

\_\_\_\_\_. **Tecnologia Mecânica**. São Paulo, Pearson, Vol.1, 2ª. Edição, 1986.

CORBARI, Ely Célia; MACEDO, Joel de Jesus. **Administração Estratégica de Custos**. Curitiba: IESDE, 2012.

FAIRES, Virgil Moring. **Elementos orgânicos de máquinas**; tradução de Humberto César Tavares Gonçalves, 2ª ed. Rio de Janeiro, ao livro técnico, 1974.

FURLANI, Carlos E. A.; SILVA Rouverson Pereira. **Apostila Didática nº 3 – Tratores agrícolas**. Jaboticabal SP, 2006. Disponível em: <http://lamma.com.br/private/docs/b875c895fd10dc93eef158b4396fef15.pdf>, acesso em 16 março 2018.

GGDMETALS. **Aço construção mecânica SAE 8640**. 2015. Disponível em: <http://www.ggdmetals.com.br/produto/sae-8640>, acesso em 09 abril 2018.

GOODMAN, David; SORJ, Bernardo; WILKINSON, John. **Da lavoura às biotecnologias: Agricultura e indústria no sistema internacional**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.  
MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence - **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**; [tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. – São Paulo: Editora UNESP; Brasília, DF: NEAD, 2010.

MASSEY FERGUSON. **Manual: Operação e manutenção de tratores**. 2012. Disponível em: < <http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Treinamento%20Tratores.pdf> > Acesso em: 09.04.2018.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva 2001.

MONTEIRO, Leonardo de Almeida; SILVA, Paulo Roberto Arbex. **Operação com tratores agrícolas**. 1ª ed. Botucatu, SP, 2009. Disponível em: [http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154\\_motores\\_e tratores/Literatura/Livro%20opera%E7%E3o%20com%20tratores%20agr%EDcolas.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/IT154_motores_e tratores/Literatura/Livro%20opera%E7%E3o%20com%20tratores%20agr%EDcolas.pdf), acesso em 21 março 2018.

NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo, Ed. Edgar Blucher, 1989.

NIEMANN, Gustav; **Elementos de máquinas**; tradutor Otto Alfredo Rehder – São Paulo: Edgard Blucher, 1971.

NORTON, Robert L. **Projeto de máquinas: uma abordagem integrada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004

PEIXOTO, Aristeu Mendes; **Enciclopédia Agrícola Brasileira**. Ed da Universidade de São Paulo – SP, 2002.

ROCHA, André. **Máquinas agrícolas: aumento da produtividade e da eficiência dos trabalhos agrícolas**. Portal Agropecuário, 2013. Disponível em: <http://www.portalagropecuário.com.br/agricultura/mecanizacao-agricola/maquinas-agricolas-aumento-da-produtividade-e-da-eficiencia-dos-trabalhos-agricolas/> Acesso em: 17.03.2018.

PENA, Rodolfo F. **Agricultura**. Mundo Educação. Geografia Econômica. Disponível em: < <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/agricultura.htm> > Acesso em: 16.03.2018.

SANTOS, Neivaldo B.; CAVALCANTE, Diego S.; FERNANDES, Haroldo C.; GADANHA, Casimiro. Ficha técnica: conheça o trator Agrale 540.4. **Cultivar Máquinas**. Pelotas, RS, ano XIII, ed. nº 149, p. 5, mar. 2015. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/281291728\\_Tempo\\_e\\_dinheiro](https://www.researchgate.net/publication/281291728_Tempo_e_dinheiro) >. Acesso em: 16 mar. 2018.

SILVEIRA, G. M. **Máquinas para plantio e condução de culturas**. 1o Ed. Viçosa: Aprenda fácil Ltda., 2001.

SENAR, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Tratores Agrícolas: manutenção de tratores agrícolas**. 2. ed. Coleção SENAR. 188p. Brasília: SENAR, 2010

SCHLOSSER, José Fernando. **Caderno técnico – Máquinas – Potência do motor às rodas**. 4ª ed. Universidade de Santa Maria, 2001. Disponível em: [http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/leb332/AULAS%202016/Aula%208%20%20Transmissao%20I\\_Prof%20Casimiro/POTENCIA\\_do\\_motor\\_as\\_rodas\\_caderno\\_maquinas\\_04.pdf](http://www.esalq.usp.br/departamentos/leb/aulas/leb332/AULAS%202016/Aula%208%20%20Transmissao%20I_Prof%20Casimiro/POTENCIA_do_motor_as_rodas_caderno_maquinas_04.pdf), acesso em 16 março 2018.

STEWART, Harry L. **Pneumática & hidráulica**. (Tradução de Luiz Roberto de Godoi Vidal) 3. Ed. – São Paulo: Hemus, 2006.

SOUZA, Sérgio A. **Ensaio mecânicos de materiais metálicos: Fundamentos teóricos e práticos**. 5.ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1982

WERNKE, Rodney. **Gestão de Custos: uma abordagem prática**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Outras fontes de pesquisas:

[WWW.esalq.usp.br/departamento/leb/disciplinas/Milan/leb332/manut\\_senar.pdf](http://WWW.esalq.usp.br/departamento/leb/disciplinas/Milan/leb332/manut_senar.pdf) (Acessado em out.2017)

[WWW.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/treinamento%20tratores.pdf](http://WWW.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/treinamento%20tratores.pdf)  
(Acessado em out.2017)

[WWW.Ufrj.br/instituto/it/de/acidentes/](http://WWW.Ufrj.br/instituto/it/de/acidentes/) (Acessado em nov.2017)

[WWW.Ufrj.Br/instituto/it/deng/varrela/Downloads/it154\\_motores\\_e\\_tratore/Aulas/](http://WWW.Ufrj.Br/instituto/it/deng/varrela/Downloads/it154_motores_e_tratore/Aulas/)  
(Acessado em nov.2017)

[WWW.Ufvjm.ed.br/disciplinas/agv045/files/2016/11/apostila-de-manutenção-de-tratores-e-motores.pdf](http://WWW.Ufvjm.ed.br/disciplinas/agv045/files/2016/11/apostila-de-manutenção-de-tratores-e-motores.pdf) (acessado em nov. 2017)

Treinamento: Operação e manutenção de tratores- linha 200 .2 eds. Porto Alegre: AGCO  
(Acessado em novembro de 2017)

[WWW.ebah.com.br/contente/ABAAAA40MAG/Sistema-transmissão-tratores-agricolas](http://WWW.ebah.com.br/contente/ABAAAA40MAG/Sistema-transmissão-tratores-agricolas)  
(Acessado em novembro 2017)

[WWW.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Milan/leb332/Manut\\_SENAR.pdf](http://WWW.esalq.usp.br/departamentos/leb/disciplinas/Milan/leb332/Manut_SENAR.pdf)