



Diogo Leal Reske

**CÂMBIO MANUAL E AUTOMÁTICO: DIFERENÇAS NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA DAS TRANSMISSÕES**

Horizontina - RS

2022

Diogo Leal Reske

**CÂMBIO MANUAL E AUTOMÁTICO: DIFERENÇAS NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA DAS TRANSMISSÕES**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Professora Me. Francine Centenaro Gomes.

Horizontina - RS

2022

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“CÂMBIO MANUAL E AUTOMÁTICO: DIFERENÇAS NA MANUTENÇÃO
PREVENTIVA DAS TRANSMISSÕES”**

**Elaborada por:
Diogo Leal Reske**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 30/06/2022
Pela Comissão Examinadora

Prof. Me. Francine Centenaro Gomes
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Prof. Dr. Rafael Luciano Dalcin
FAHOR – Faculdade Horizontina

Prof. Dr. Geovane Webler
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2022**

DEDICATÓRIA

À minha família, por acreditar na minha capacidade e investir em mim. Paulo Cesar Reske, Maria Helena Leal Reske, Daniela Leal Reske e Daiane Leal Reske, os quais amo acima de tudo.

AGRADECIMENTO

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“A verdadeira motivação vem de realização, desenvolvimento pessoal, satisfação no trabalho e reconhecimento”.

(HERZBERG, Frederick).

RESUMO

A manutenção preventiva em veículos é muito importante para aumentar a vida útil e reduzir custos com a manutenção corretiva. Sendo assim, realizou-se uma análise técnica e comparativa entre as transmissões manual e automática, demonstrando a troca de óleo do câmbio. Para isso, selecionou-se um modelo de veículo que possui opção de transmissão manual e automática, nesse caso, foi escolhida uma Toyota Hilux ano 2010. O estudo foi realizado na cidade de Santa Rosa/RS, na Oficina Mecânica Reske, tendo como objetivo conceituar as transmissões automotivas, diferenciando a manual da automática, explicar o funcionamento, demonstrar uma troca de óleo das transmissões e por fim montar uma matriz comparativa entre as transmissões, comparando os pontos fortes de cada uma, auxiliando os condutores na hora de adquirir um veículo. Com os estudos teóricos e a realização da prática na oficina observou-se resultados positivos, onde foi possível identificar a qualidade do óleo da transmissão, antes e após a realização da manutenção preventiva.

Palavras-chave: Manutenção preventiva. Troca de óleo. Transmissão automotiva.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Caixa de transmissão manual.....	15
Figura 2 - Conjunto de embreagem.....	15
Figura 3 - Embreagem desacoplada	16
Figura 4 - Acionamento da embreagem	17
Figura 5 - Eixo articulado.....	18
Figura 6 - Cruzeta do eixo cardan	19
Figura 7 - Conjunto diferencial traseiro	20
Figura 8 - Transmissão Automática.....	21
Figura 9 - Conversor de Torque	22
Figura 10 - Fluxograma das etapas do processo de troca do fluido da transmissão automática.....	25
Figura 11 - Fluxograma das etapas do processo de troca de óleo da transmissão manual	26
Figura 12 - Ficha técnica do veículo selecionado.....	27
Figura 13 - Lista de materiais e equipamentos para troca de óleo do câmbio automático.....	28
Figura 14 - Menu da máquina Waft Automotive	28
Figura 15 - Mangueira a conexão para a transmissão	29
Figura 16 - Processo de limpeza do óleo	29
Figura 17 - Apresentação do óleo usado e do óleo novo da transmissão automática	30
Figura 18 - Processo de recuperação do cárter da transmissão automática	30
Figura 19 – Limpeza do cárter da transmissão automática.....	31
Figura 20 – Processo de troca do filtro da transmissão automática e limpeza do sistema.....	31
Figura 21 - Limpeza do sistema concluída.....	32
Figura 22 - Cárter fixado após a limpeza	32
Figura 23 - Adição de óleo novo no cárter	33
Figura 24 - Processo de troca do óleo	33
Figura 25 - Comparação entre óleo antes e depois da troca	34
Figura 26 - Lista de materiais e equipamentos para a troca de óleo da transmissão manual	34

Figura 27 - Bujão inferior da transmissão manual	35
Figura 28 - Escoamento do óleo da transmissão manual	35
Figura 29 - Bujão superior da transmissão manual	36
Figura 30 - Bomba manual para adição de óleo.....	36
Figura 31 - Matriz comparativa entre as transmissões automática e manual.....	37

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 TEMA	10
1.1.1 Delimitação do tema	11
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	11
1.3 JUSTIFICATIVA	12
1.4 OBJETIVOS	13
1.4.1 Objetivo Geral	13
1.4.2 Objetivos Específicos	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 SISTEMAS DE TRANSMISSÃO	14
2.1.1 TRANSMISSÃO MANUAL	14
2.1.1.1 EMBREAGEM	15
2.1.1.2 Relação de marchas da Transmissão Manual	17
2.1.1.3 Eixo cardan	18
2.1.1.4 Diferencial Traseiro	19
2.1.2 TRANSMISSÃO AUTOMÁTICA.....	20
2.1.2.1 Conversor de Torque	21
2.1.2.1 FUNCIONAMENTO DA APLICAÇÃO DA MARCHA	22
2.2 MANUTENÇÃO DAS TRANSMISSÕES	23
2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	23
3 METODOLOGIA	24
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	24
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	26
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
4.1 DADOS DO VEÍCULO.....	27
4.1.1 Processo de troca do fluido da transmissão automática	27
4.1.2 Processo de troca do fluido da transmissão manual	34
4.2 MATRIZ COMPARATIVA	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS	40

1 INTRODUÇÃO

As exigências para desenvolver novas tecnologias no mercado automotivo têm-se ampliado nos últimos anos. A busca pela otimização dos métodos e a preocupação com o conforto e segurança são desafios constantes enfrentados pelos engenheiros. Neste sentido, um dos componentes que proporciona maior segurança ao condutor é o sistema de transmissão, pelo fato de ser responsável pela condução da energia gerada pelo motor, para as rodas. Além disso, regula o torque, ou seja, a força que vai para as rodas através da seleção das marchas. No mercado automotivo há quatro sistemas de transmissões, sendo elas, transmissão manual, transmissão automatizada, transmissão automática e CVT (Continuously Variable Transmission) (SENAI, 2002). Contudo, cada transmissão desempenha um comportamento diferente no veículo, alterando a potência do motor para as rodas, consumo de combustível, durabilidade e custo de manutenção (PADILHA, 2018).

Estudos semelhantes com transmissões já foram realizados, como é o caso do estudo de Soares (2021), onde foram esclarecidos os princípios de funcionamento das transmissões automáticas e manuais e realizado um estudo comparativo entre a versão manual e automática de um modelo de veículo. Outro estudo, desenvolvido por Junior (2018), aponta as principais diferenças entre as transmissões, além de realizar uma análise SWOT do estudo de caso.

Assim, este estudo busca analisar as transmissões manual e automática, apresentando as diferenças entre o funcionamento e suas manutenções. Para tal, primeiramente será escolhido um veículo que disponibilize de versão com transmissão manual e automática e realizar-se-á uma análise técnica entre seus componentes, para poder explicar, detalhadamente, as diferenças em suas manutenções. Por fim, com os dados das análises, será elaborada uma matriz comparativa, verificando os pontos positivos e negativos de cada transmissão.

1.1 TEMA

Manutenção das transmissões automotivas do tipo manual e automática em veículos de passeio.

1.1.1 Delimitação do tema

Devido a abrangência dos tipos de manutenções em transmissões automotivas, o estudo delimitou-se nas trocas de óleo dos câmbios manual e automático de uma Toyota Hilux ano 2010, tratando-se de uma manutenção preventiva do sistema de transmissão do veículo.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A manutenção preventiva em transmissões se faz necessária pelo fato de que, o óleo não é vitalício. Existe um problema relacionado a este assunto, principalmente em transmissões automáticas, pois proprietários que possuem esse modelo de veículo não recebem as devidas orientações sobre os tipos de manutenções que devem ser realizadas nas transmissões. Grande parte dos condutores que possuem veículos com transmissão automática desconhecem os procedimentos da manutenção preventiva do componente, dessa forma prejudicando a durabilidade do câmbio.

De acordo com a reportagem divulgada no site Revista carro, no dia 13 de setembro de 2021, se não realizada a substituição do óleo da transmissão automática, o acúmulo de impurezas pode causar algum código de falha no painel do veículo e deixando a transmissão em modo de emergência. Dessa forma, sendo necessária a manutenção corretiva, onde o custo é extremamente alto.

Quando realizada nos períodos corretos, a troca de óleo do câmbio previne desgastes prematuros nos componentes internos da transmissão, evitando eventuais danos aos veículos e até a necessidade de realizar uma manutenção muito mais cara e profunda (VALVOLINE, 2021).

É de suma importância que reparadores automotivos busquem conhecimentos específicos sobre as transmissões automáticas e adquiram equipamentos necessários para que assim possam passar confiança e informações adequadas nos serviços prestados. Sendo assim, de que forma a análise das transmissões automotivas do tipo manual e automática auxiliam o condutor na hora de realizar a manutenção em seu veículo?

1.3 JUSTIFICATIVA

As transmissões automotivas sofreram mudanças no decorrer dos anos, tendo como objetivo atender as necessidades dos consumidores. As transmissões eram muito simplificadas, formadas apenas por uma corrente, duas engrenagens e um acoplamento. Diante das deficiências da simplicidade do sistema de transmissão do veículo, engenheiros inovaram e criaram uma caixa com diversas engrenagens (VOLKSWAGEN, 2021). Com as tecnologias entrando cada vez mais no mercado automotivo, desenvolveu-se o câmbio automático, fornecendo um conforto ainda maior para os condutores. Portanto, é necessário acompanhar a realização dessas modificações (FRAS-LE, 2021).

É fundamental entender o princípio de funcionamento de um veículo e ter conhecimento sobre hábitos corretos na manutenção para prolongar a vida útil do mesmo. De acordo com Automotive News (2021), a tendência é de que as transmissões manuais sejam extinguidas no mercado automotivo, devido ao quesito segurança dos carros. A transmissão automática é um sistema mais avançado, possuindo auxílio de frenagem ao motorista e controle de cruzeiro, gerando assim maior segurança aos condutores.

A partir desse cenário, esse estudo propõe-se a esclarecer as principais manutenções dos câmbios manuais e automáticos, realizando uma análise técnica fundamentada em vantagens e desvantagens, para que os condutores tenham a capacidade de identificar, na hora da compra, o veículo que atenderá suas necessidades.

O rápido crescimento dos veículos de passeio equipados com transmissões automáticas popularizou esse componente para diversas classes sociais. Juntamente com isso, o grande avanço tecnológico embarcado dificulta a manutenção e ocasiona graves panes. Sendo assim, reparadores automotivos necessitam buscar novas informações e qualificações para que possam solucionar futuros problemas nas transmissões automotivas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Realizar análise comparativa da manutenção das transmissões automotivas do tipo manual e automática, de modo a auxiliar o condutor no momento da aquisição de um veículo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Conceituar transmissões automotivas;
- Diferenciar transmissão manual de automática;
- Explicar o funcionamento entre transmissão manual e automática;
- Realizar uma análise técnica das transmissões manual e automática;
- Demonstrar uma troca de óleo das transmissões manual e automática;
- Realizar uma matriz comparativa entre as transmissões manual e automática.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SISTEMAS DE TRANSMISSÃO

O sistema de transmissão transmite o torque gerado pelo motor para as rodas do veículo, possibilitando o movimento e fornecendo forças de tração e impulsão necessárias para movimentar o veículo (NAUNHEIMER et al., 2011). Os veículos possuem características diferentes de um modelo para outro, alterando aspectos de potência, torque e relação do sistema de transmissão, no entanto, o funcionamento responsável pelo seu movimento é semelhante (SENAI, 2016).

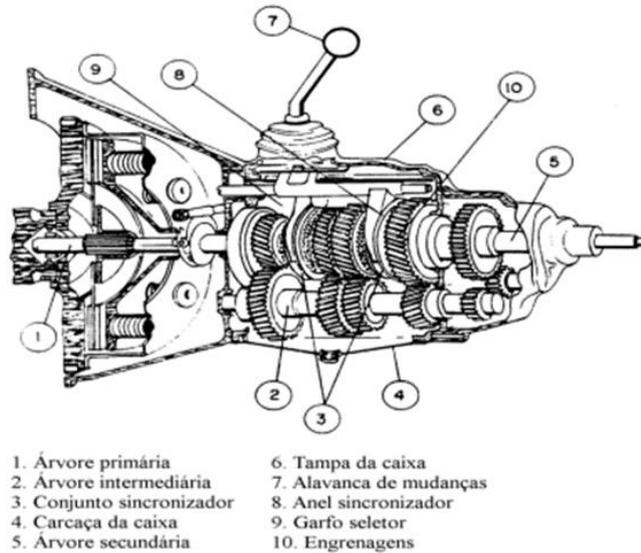
Na indústria automobilística há quatro tipos de transmissões (NAKATA AUTOMOTIVA, 2018):

- Transmissão manual;
- Transmissão automatizada;
- Transmissão automática;
- Transmissão automática do tipo *Continuously Variable Transmission* (CVT).

2.1.1 TRANSMISSÃO MANUAL

A transmissão manual é a mais simples forma de transmissão automotiva. A combinação de marcha indica a força gerada pelo motor que será transmitida até as rodas. As relações altas são utilizadas em marchas mais baixas, com isso, a força aumenta permitindo que o veículo se movimente com maior facilidade. Na transmissão manual há apenas um compartimento, ou seja, as engrenagens são agrupadas nos eixos e assim, banhadas no óleo (WEIHERMANN, 2015), conforme a Figura 1.

Figura 1 - Caixa de transmissão manual



Fonte: Adaptado de (EEEP, 2014, p.21).

Em marchas mais altas, a relação será menor para que assim, o motor trabalhe com menor esforço em altas velocidades. Além disso, sua característica principal é a troca de marcha manual em conjunto com o acionamento do pedal de embreagem (MERCEDES-BENZ, 2002).

2.1.1.1 EMBREAGEM

A embreagem é um sistema que interliga o virabrequim do motor ao eixo primário de transmissão da caixa de velocidades. As principais funções são apartar o sistema de transmissão do motor, em momentos que o condutor realiza a troca de marchas e, transmitir o torque gerado pelo motor. O conjunto é composto pelo volante do motor, platô, disco e rolamento (BOSCH, 2005), conforme a Figura 2.

Figura 2 - Conjunto de embreagem

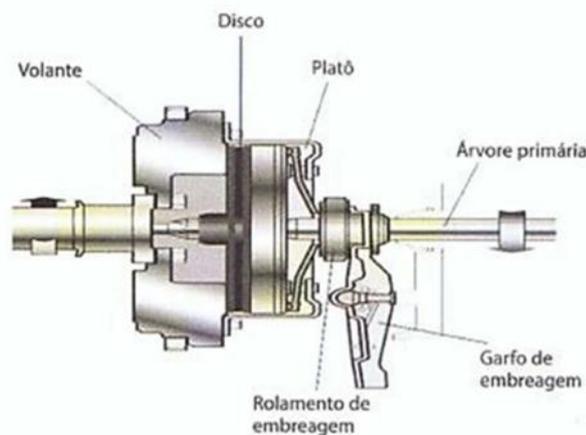


Fonte: Adaptado de NAUNHEIMER, 2011.

O kit de embreagem é parafusado ao volante do motor, dessa forma, gira com ele. Quando o pedal de embreagem não está acionado e o veículo está com as marchas desengatadas, o motor, embreagem e câmbio trabalham juntos (CALABEZ, 2015). O objetivo da embreagem é transferir o torque gerado pelo virabrequim do motor para a caixa de marchas, conectando os eixos suavemente. Também, afastar o kit de disco e platô de embreagem do volante do motor, possibilitando as alterações de velocidade e também permitindo que o automóvel permaneça parado com o motor em funcionamento (GENTA e MORELLO, 2009).

Quando a embreagem está desacoplada, o platô comprime o disco de embreagem contra o volante (Figura 3). Dessa forma, o torque e a rotação do motor são transferidos para o disco da embreagem, produzindo o movimento e acionando o eixo de transmissão da caixa. Assim, o conjunto todo gira na mesma velocidade (EEEP, 2014).

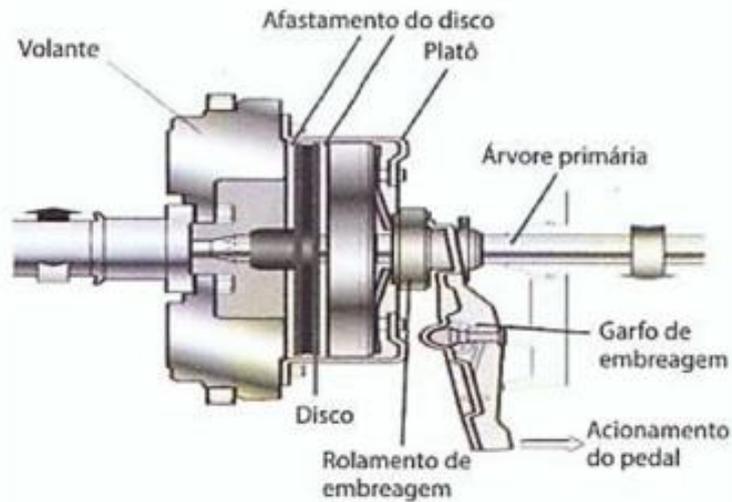
Figura 3 - Embreagem desacoplada



Fonte: SENAI (2016, p.25)

Quando o condutor aciona o pedal da embreagem, o disco se afasta e libera o volante, fazendo com que a rotação e o torque gerados pelo motor não cheguem até o sistema de transmissão, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Acionamento da embreagem



Fonte: SENAI (2016, p.25)

O condutor retorna o pedal da embreagem à posição inicial, dessa maneira, aliviando a pressão sobre a mola diafragma, após a troca de marchas.

2.1.1.2 Relação de marchas da Transmissão Manual

As transmissões manuais, geralmente compostas por cinco marchas possuem configurações nas relações de engrenamento, podendo ser, segundo (VOLKSWAGEN, 2021):

- **Ponto morto:** Permite que o veículo fique parado com o motor em funcionamento. É a ausência de engate de torque do motor.
- **Primeira marcha:** Possibilita a baixa velocidade e alta força devido ao engrenamento da menor engrenagem do eixo primário com a maior engrenagem do eixo secundário, reduzindo a velocidade e aumentando o torque.
- **Segunda marcha:** Disponibiliza uma velocidade maior que a primeira marcha e um menor torque. É indicada para subidas e descidas de inclinação média e intensa
- **Terceira marcha:** Sua velocidade é maior que a segunda marcha e seu torque será menor.
- **Quarta marcha:** Sua velocidade é maior que a terceira, mas seu torque é reduzido. Nessa marcha o consumo de combustível é reduzido pois a rotação do motor é menor.

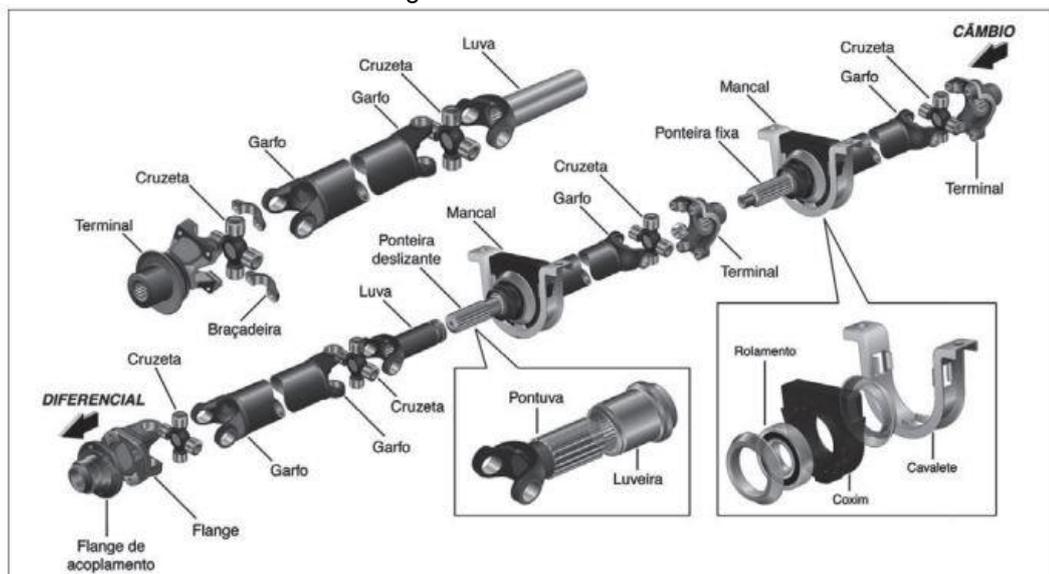
- **Quinta marcha:** Disponibiliza a maior velocidade e o menor torque. A vantagem das marchas altas é a baixa rotação, baixo consumo de combustível e com isso, o desgaste é reduzido.

- **Marcha ré:** É obtida por uma engrenagem intermediária, essa, inverte o sentido de rotação do eixo. Possui um torque alto e baixas velocidades.

2.1.1.3 Eixo cardan

O eixo cardan é utilizado em veículos com transmissão longitudinal, ou seja, as rodas motrizes estão nos eixos traseiros ou em automóveis que possuem tração nas quatro rodas (SPICER, 2021). A função do cardan é transmitir a energia proveniente do motor para o diferencial e assim, transmitir a mesma para as rodas do veículo (WEIHERMANN, 2015). Conforme a Figura 5, observa-se o conjunto do cardan completo.

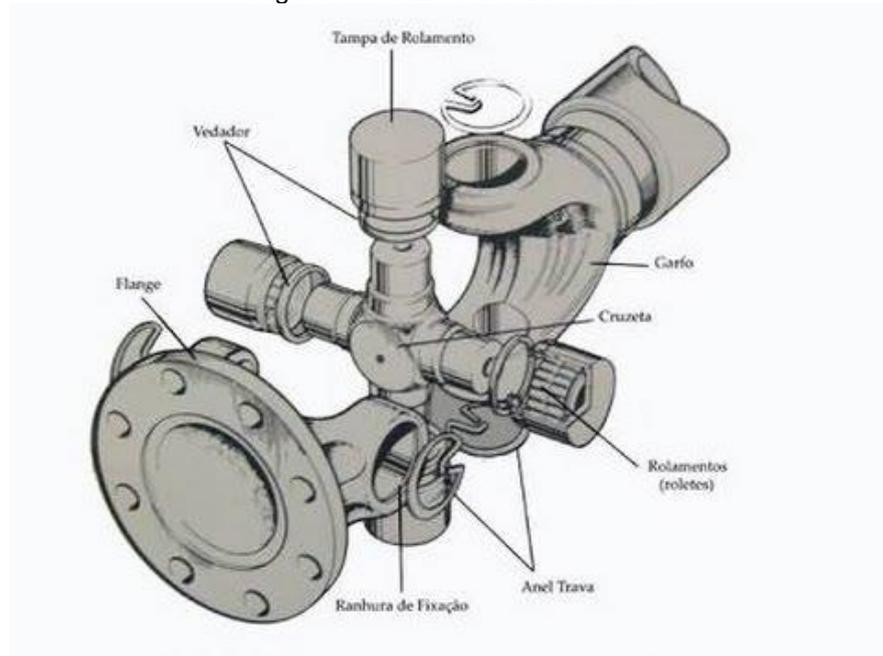
Figura 5 - Eixo articulado



Fonte: Adaptado de (Manual do cardan SPICER, p.3)

De acordo com Spicer (2021), seu funcionamento, quando submetido à terrenos não planos, sofre variações verticais na pista e necessita transmitir movimento com qualidade. Devido a isso, o eixo possui duas juntas, conhecidas como cruzetas. Elas permitem o trabalho com diferentes angulações, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Cruzeta do eixo cardan



Fonte: Adaptado de (Manual do Cardan SPICER, p.2)

As cruzetas permitem que o cardan transmita a força da caixa de transmissão para o diferencial, pois a caixa está em um nível acima do diferencial. A cruzeta é formada por dois eixos em forma de cruz. Existem alguns roletes protegidos por uma capa de metal em suas extremidades. Esse conjunto de roletes permite a força de um eixo para outro, em ângulo (SPICER, 2021).

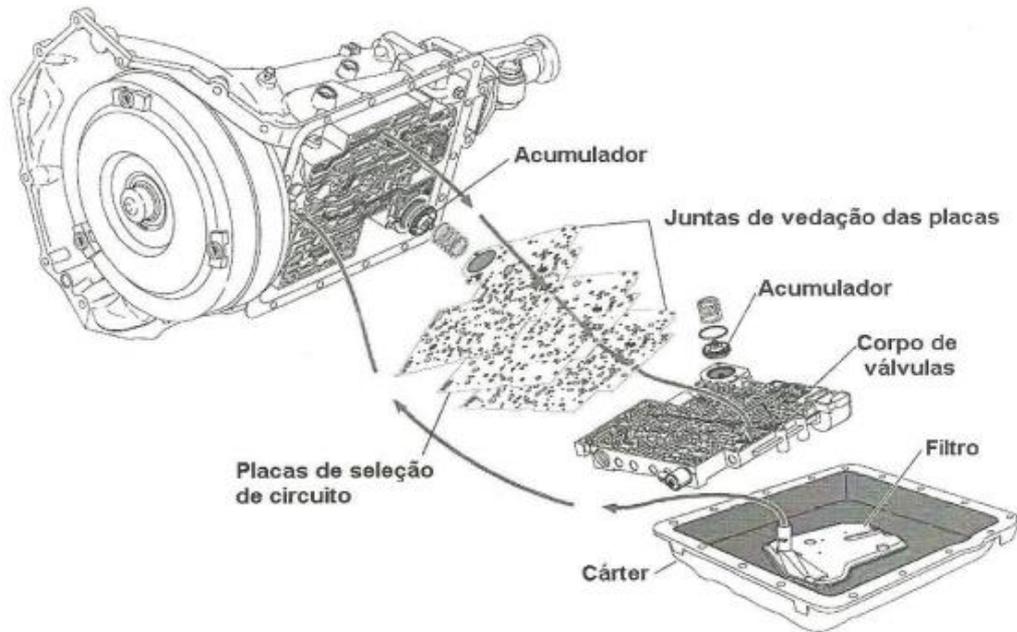
2.1.1.4 Diferencial Traseiro

Composto por engrenagens que possibilitam gerar velocidades diferentes nas rodas no momento que o veículo realiza uma curva (COSTA, 2002). É necessário um diferencial, pois ao realizar uma trajetória sinuosa, as rodas internas percorrem menos que as rodas externas, isso ocorre devido ao fato de o comprimento a ser percorrido em uma curva é diretamente proporcional ao raio. A velocidade é a variação do espaço percorrido pelo tempo, sendo assim, havendo um aumento na velocidade.

Sem um diferencial, a dificuldade para um veículo realizar uma curva fechada seria muito maior, pois os eixos motrizes na curva, ocasionariam um maior esforço na transmissão, e também, a possibilidade de derrapagens em curvas (CONTESINI, 2017). A Figura 7 mostra o conjunto do diferencial traseiro.

(LECHNER e NAUNHEIMER, 1999). A Figura 8 demonstra alguns itens da transmissão automática.

Figura 8 - Transmissão Automática



Fonte: Adaptado de (FCA e MOPAR, 2015).

Por mais complexo que seja, o câmbio automático possibilita que sejam desenvolvidos novos sistemas, como por exemplo, a transmissão CVT (*Continuously Variable Transmission*), dessa maneira, obtém vantagens se comparado ao câmbio manual, fornecendo ao condutor maior conforto e segurança, trocas de marchas mais precisas e otimizadas devido aos dispositivos eletrônicos e uma economia de combustível (CAMARGO, 2021). Na parte inferior da maioria das transmissões automáticas, encontram-se componentes vitais para o correto funcionamento do sistema, como por exemplo, o cárter, filtro, corpo de válvulas, placas seletoras e acumuladores (BRASIL AUTOMÁTICO, 2016).

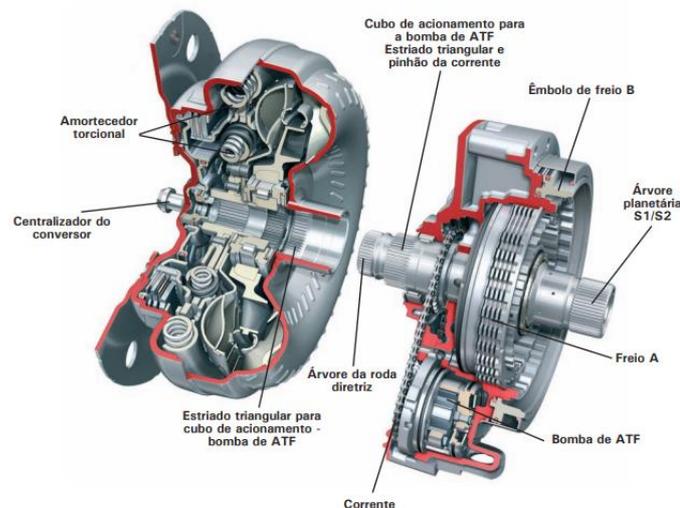
2.1.2.1 Conversor de Torque

É um componente da transmissão automática que substitui a embreagem nos veículos, tendo como objetivo conectar o volante do motor com o eixo de transmissão (CALABREZ, 2015). O conversor de torque utiliza princípios hidrodinâmicos para retirar o veículo do estado de inércia. Esse conjunto é composto por um impulsor, estator, turbina, conjunto de embreagem e capa.

Primeiramente, o conversor é preenchido com fluido de transmissão automática, sendo, aproximadamente 40% a 50% da quantidade total de óleo da transmissão (BRASIL AUTOMÁTICO, 2016). Seu funcionamento ocorre da seguinte forma, a bomba conectada ao volante do motor, recebe rotação e retira o fluido presente no conversor de torque da inércia. Quando se aciona o pedal do acelerador, há um aumento na rotação do motor pois a entrada de ar no sistema aumenta, e assim, as forças hidrodinâmicas introduzem para conduzir o movimento do óleo (SUDÉN, 2016).

A turbina é acionada com o movimento da bomba, suas pás são ativadas e o rotor é movimentado na mesma direção. O rotor recebe movimento através do óleo e redireciona esse movimento para a bomba, dessa forma, se mantém um ciclo (FCA e MOPAR 2015). A Figura 9 apresenta uma vista em corte de um conversor de torque.

Figura 9 - Conversor de Torque



Fonte: Academia Volkswagen, 2019.

De acordo com FCA e Mopar (2015), durante esse ciclo, o estator entra para coletar o óleo assim que o impulsor se movimenta, com o objetivo de redirecionar o fluxo do óleo que é transferido pela turbina, não atrapalhando o sentido do fluxo da bomba.

2.1.2.1 Funcionamento da aplicação da marcha

De acordo com Brasil Automático (2016), quando o fluido está sob pressão no interior do conjunto de embreagem, isso movimenta o pistão de aplicação contra os

discos de embreagem, eliminando a folga pré-estabelecida. Quando os discos estiverem comprimidos, irão formar uma peça única travando o cubo, de acordo com as ligações de cada transmissão. Essa embreagem iria acionar outro componente, o conjunto planetário, assim formando o conjunto de uma marcha. Quando a pressão é removida o conjunto de molas rapidamente retorna e o pistão para sua posição inicial desaplicando a marcha selecionada (MORENO, 2017).

2.2 MANUTENÇÃO DAS TRANSMISSÕES

A manutenção em transmissões é extremamente importante, pelo fato de o óleo não ser vitalício. Em câmbios manuais, é realizada a manutenção em casos onde o condutor identifica algum problema na hora da troca de marchas ou a cada 40 mil Km, onde apenas realiza-se a troca do óleo da transmissão (FCA e MOPAR, 2015).

A manutenção em câmbios automáticos torna-se mais complexa e necessita de qualificação adequada, pois esse sistema de transmissão exige uma série de testes para se realizar. O tempo de troca do fluido varia de acordo com o manual do fabricante do veículo, variando entre 80 mil Km e 100 mil Km para veículos de passeio, sendo que, para uso severo, esse tempo pode variar (TOYOTA, 2012).

De acordo com Toyota (2012), quando as transmissões automáticas foram lançadas no mercado automobilístico, não havia a indicação de manutenção preventiva para esse sistema, porém, atualmente, proprietários de veículos com esse sistema de transmissão estão orientados a realizar a troca do fluido do câmbio automático, prevenindo assim, a deficiência do sistema e possíveis danos.

2.3 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

A manutenção preventiva é efetuada em intervalos predeterminados ou conforme critérios a reduzir falhas ou desgastes no funcionamento de um componente. Esse tipo de manutenção contribui para reduzir as chances de desgastes e evita gastos maiores com outro tipo de manutenção, no caso, a manutenção corretiva (SLACK et al, 2016, p. 607).

De acordo com Slack (2016), a manutenção preventiva gera maior segurança, maior confiabilidade, custos operacionais menores e aumenta a vida útil do veículo.

3 METODOLOGIA

A pesquisa a qual se propôs o estudo foi desenvolvida na Oficina Mecânica Reske, localizada no município de Santa Rosa RS no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, tendo início no mês de março de 2022.

Foi realizado um estudo de caso onde analisou-se as transmissões manual e automática. O método de abordagem utilizado no presente trabalho foi o qualitativo do tipo descritivo. O procedimento para a realização da pesquisa foi a pesquisa bibliográfica, onde se consultou os tipos de obras escritas sobre os assuntos abordados, adquirindo maior conhecimento sobre os mesmos. E experimental, por meio da demonstração da troca de fluido das transmissões abordadas, onde foram utilizadas ferramentas para a apresentação dos resultados.

O estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Pode-se incluir tanto estudos de caso único quanto de múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa (YIN, 2011).

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Foram definidos os tipos de transmissões automotivas para a realização da troca do óleo, nesse caso a manual e automática. Para isso, foi selecionada a camioneta Toyota Hilux, versão SRV 2010, com motor 3.0. Nessa versão, estão disponíveis os câmbios manual e automático para o consumidor. Para a demonstração da troca de óleo das transmissões foram extraídos alguns dados dos veículos, como por exemplo, a quantidade de marchas da transmissão e o ano da camioneta para a correta seleção do óleo e filtro a serem utilizados.

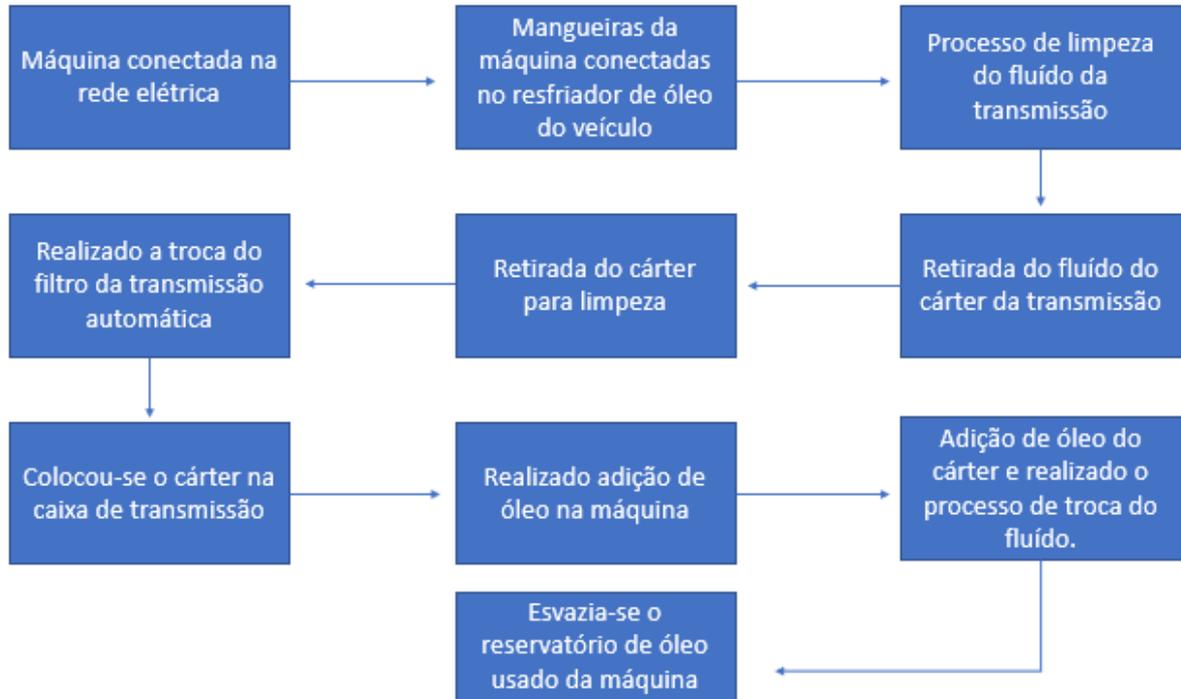
Para a transmissão automática, foram utilizados 12 litros de óleo DEXRON VI da Abro Lubrificantes, filtro do câmbio automático da marca Toyota e uma Máquina de troca de óleo do câmbio automático da marca WAFT Automotive. Para a transmissão manual, foram utilizados 3 litros de óleo 80W90 da marca TEXACO, conforme o manual de especificações do veículo.

Para o processo de troca do óleo do câmbio automático, inicialmente foi conectada a máquina na rede de energia e em seguida, uma mangueira da máquina na entrada de óleo da transmissão e uma mangueira na saída de óleo da transmissão. Foram realizados cinco processos no menu da máquina, sendo,

processo de limpeza, recuperação do óleo do cárter da caixa de transmissão, o carregamento de óleo novo na máquina, efetuada a troca do óleo e por fim, esvaziado o óleo deteriorado do reservatório da máquina, realizando o correto descarte.

A Figura 10, apresenta um fluxograma das etapas do processo de troca do fluído da transmissão automática realizada no veículo selecionado.

Figura 10 - Fluxograma das etapas do processo de troca do fluído da transmissão automática



Fonte: O autor, 2022.

Após a realização das etapas demonstradas no fluxograma, o reparador responsável pelo serviço deve verificar o nível do fluído.

Para a demonstração da troca de óleo da transmissão manual, foi utilizada uma chave 15/16 polegadas para soltar o bujão da caixa e uma bomba de óleo para adicionar óleo novo. A Figura 11, apresenta um fluxograma das etapas do processo de troca do fluído da transmissão manual realizada no veículo selecionado.

Figura 11 - Fluxograma das etapas do processo de troca de óleo da transmissão manual



Fonte: O autor, 2022

Por fim, foi realizada a coleta de dados sobre as trocas de óleo das transmissões manual e automática, e elaborada uma matriz comparativa entre os sistemas de transmissões estudados.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a realização deste estudo, foram necessários alguns materiais e equipamentos, conforme a lista abaixo:

- Manual do proprietário do veículo Toyota;
- Máquina para troca do óleo da transmissão automática, marca Waft Automotive;
- 12 litros de óleo Dexron IV da marca Abro Lubrificantes;
- 1 filtro do câmbio automático, marca Abro Lubrificantes;
- Chave canhão 7;
- Bomba manual de adição de óleo, marca Bozza;
- 3 litros de óleo 80w90, marca Texaco;
- Chave 15/16”;
- Bacia plástica para coletar óleo usado.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para o início das análises realizou-se a escolha de um modelo de veículo que disponibiliza os tipos de transmissão manual e automática. Realizou-se a análise comparativa do processo de funcionamento e troca do fluido entre os sistemas de transmissões escolhidas. O modelo selecionado para esse estudo foi uma Toyota Hilux SRV, ano 2010.

4.1 DADOS DO VEÍCULO

No primeiro momento do estudo escolheu-se o veículo Toyota Hilux SRV, ano 2010 e foram coletadas informações técnicas do manual técnico do veículo, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 - Ficha técnica do veículo selecionado

Toyota Diesel D-4D 3.0L 16V Turbo; dianteiro, longitudinal, 3.0 litros, 4 cilindros em linha, 16 válvulas; diesel	
Número de válvulas por cilindro	4; DOHC (duplo-eixo comando de válvulas no cabeçote)
Diâmetro x curso	96,0 x 103,0 mm
Cilindrada	2.982 cm ³
Potência máxima (cv / rpm)	163 / 3.400
Torque máximo (kgfm / rpm)	35,0 / 1.400-3.200
Taxa de compressão	17,9
Sistema de alimentação	Injeção direta e eletrônica de combustível tipo Common Rail; turbo de geometria variável e intercooler
TRANSMISSÃO	
Câmbio automático de 4 marchas com gerenciamento eletrônico ECT (Electronic Control Transmission); tração permanente nas quatro rodas (4x4) com reduzida	
Redução do diferencial	3,909

Fonte: Adaptado de (Manual do proprietário Toyota) 2010.

O modelo selecionado para a análise possui potência máxima de 163 cv, porém, há diferença na quantidade de marchas entre um modelo de transmissão e outro, sendo assim, a automática possui quatro marchas e a manual cinco.

4.1.1 Processo de troca do fluido da transmissão automática

Para realizar a troca completa do fluido de transmissão automática do veículo selecionado, tem-se um custo total de R\$ 2.622,00, podendo variar a quantidade de litros de óleo necessários para a total limpeza do sistema.

Figura 13 - Lista de materiais e equipamentos para troca de óleo do câmbio automático

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	MARCA	VALOR
Manual do proprietário do veículo	Toyota	-
Máquina para troca do fluido da transmissão automática	Waft Automotive	R\$ 550,00
12 litros de óleo Dexron VI	Abro Lubrificantes	R\$ 1.272,00
Filtro do câmbio automático	Abro Lubrificantes	R\$ 480,00
Mão de obra	-	R\$ 320,00
Custo total	-	R\$ 2.622,00

Fonte: O autor, 2022.

Para a realização desse processo, primeiramente, a máquina utilizada para a troca desse fluido foi conectada na rede elétrica. A Waft Automotive disponibiliza no menu da máquina, 8 funções de serviços, como mostra na Figura 14.

Figura 14 - Menu da máquina Waft Automotive



Fonte: O autor, 2022.

O primeiro passo realizado foi selecionar a versão do veículo no menu inteligente da máquina para a correta seleção da mangueira e conexão. O modelo correto para uso nesse veículo é mostrado na Figura 15.

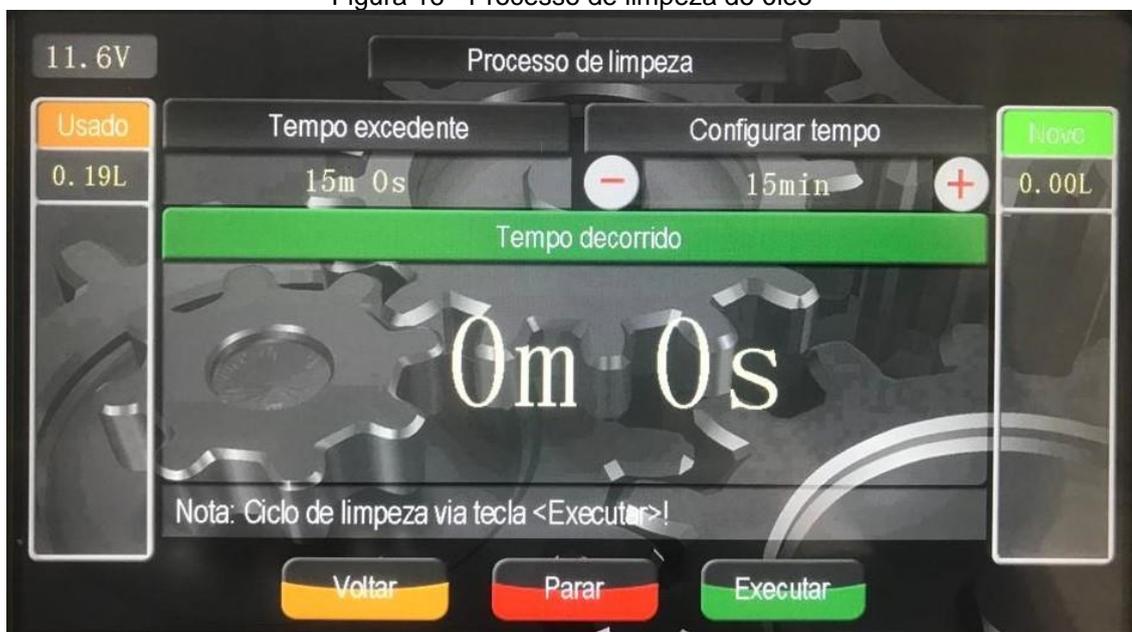
Figura 15 - Mangueira a conexão para a transmissão



Fonte: O autor, 2022.

Uma das extremidades da mangueira foi conectada na saída do resfriador de óleo do veículo e a outra extremidade conectada em uma das mangueiras da máquina. A conexão metálica foi conectada na mangueira que originalmente é ligada no resfriador de óleo e a outra extremidade da conexão foi ligada na segunda mangueira da máquina que realiza a troca do fluido da transmissão automática. Em seguida, realizou-se o processo de limpeza do óleo, conforme a Figura 16.

Figura 16 - Processo de limpeza do óleo



Fonte: O autor, 2022.

O processo de limpeza ocorre da seguinte maneira: com as mangueiras da máquina conectadas ao veículo, ligou-se o motor do mesmo para que o óleo que está na transmissão passe para a máquina, onde há um filtro de óleo que absorve

as impurezas e esse óleo volta para o câmbio. Esse processo repetiu-se por 15 minutos. Durante esse processo de limpeza, observou-se a diferença na coloração do óleo usado e do óleo novo, onde notou-se claramente a deterioração do óleo que estava na transmissão, conforme a Figura 17.

Figura 17 - Apresentação do óleo usado e do óleo novo da transmissão automática



Fonte: O autor, 2022.

Após isso, com o veículo ainda em funcionamento, foi selecionada a opção que indica que o óleo será retirado do cárter da transmissão, ou seja, processo de recuperação do óleo, conforme a Figura 18.

Figura 18 - Processo de recuperação do cárter da transmissão automática



Fonte: O autor, 2022.

Nesse processo de recuperação do óleo, foi configurada a quantidade de 4 litros para a retirada, e como mostra na Figura 18, o nível de óleo estava dentro do recomendado, que é entre 4 e 4,5 litros.

Em seguida, retirou-se o cárter da transmissão para realizar a troca do filtro e a limpeza do sistema. Nesse cárter, são posicionados 3 ímãs para a obtenção das impurezas ou qualquer material metálico, como mostra a Figura 19.

Figura 19 – Limpeza do cárter da transmissão automática



Fonte: O autor, 2022.

Foi realizada a limpeza do cárter e dos ímãs e em seguida, retirado o filtro de óleo para fazer a substituição, como mostra a Figura 20.

Figura 20 – Processo de troca do filtro da transmissão automática e limpeza do sistema

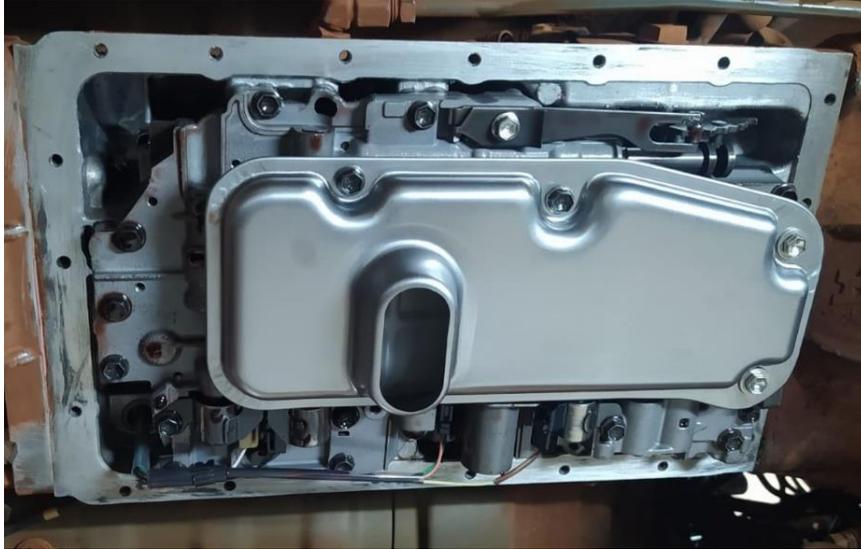


Fonte: O autor, 2022.

Para o funcionamento eficiente do sistema de transmissão automática, a troca do fluido é de suma importância e deve ocorrer no período correto, ou seja, com 80 mil quilômetros rodados. Para a completa limpeza do sistema, foi realizada a troca

do filtro e, notou-se a deterioração do óleo. Dessa forma, realizou-se a limpeza dos componentes e substituiu-se o filtro, como mostra na Figura 21.

Figura 21 - Limpeza do sistema concluída



Fonte: O autor, 2022.

Após a completa limpeza do sistema e substituição do filtro, colocou-se o cárter no lugar, onde é fixado com 19 parafusos, como mostra a Figura 22.

Figura 22 - Cárter fixado após a limpeza



Fonte: O autor, 2022.

Após concluir a limpeza interna do cárter, adicionou-se 12 litros de óleo Dexron IV da marca Abro na máquina Waft Automotive, como mostra a Figura 23.

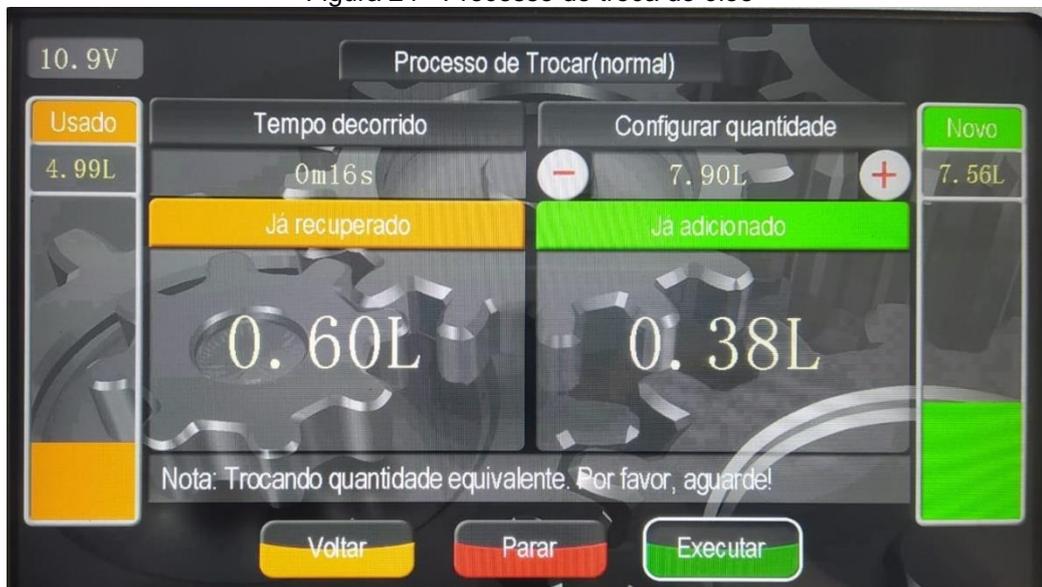
Figura 23 - Adição de óleo novo no cárter



Fonte: O autor, 2022.

Após isso, selecionou-se a opção que faz o processo de troca do óleo. Sendo assim, dos 12 litros de óleo adicionados na máquina, 4 litros foram adicionados no cárter e os outros 8 litros restantes foram utilizados para fazer a troca, como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Processo de troca do óleo



Fonte: O autor, 2022.

Esse processo ocorre da seguinte maneira, a máquina adiciona o óleo novo e retira o óleo velho na mesma intensidade, isso porque ela possui uma bomba que regula a pressão de entrada e de saída de óleo. No decorrer do tempo, percebeu-se a mudança da coloração e qualidade do fluído, como mostra a Figura 25.

Figura 25 - Comparação entre óleo antes e depois da troca



Fonte: O autor, 2022.

Comparando o óleo usado antes e depois da troca completa do fluido de transmissão automática, notou-se a diferença na coloração e na qualidade do óleo. Dessa forma, confirmando a importância dessa manutenção dentro do período correto, ou seja, a cada 80 mil quilômetros.

4.1.2 Processo de troca do fluido da transmissão manual

Para a troca de óleo da transmissão manual, necessitou-se dos materiais relacionados na Figura 26.

Figura 26 - Lista de materiais e equipamentos para a troca de óleo da transmissão manual

MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	MARCA	VALOR
Bomba manual de adição de óleo	-	-
3 Litros de óleo 80w90	Texaco	R\$ 165,00
Chave 15/16"	-	-
Bacia plástica	-	-
Mão de obra	-	R\$ 80,00
Custo total	-	R\$ 245,00

Fonte: O autor, 2022.

Têm-se um custo total de R\$ 245,00 para realizar a troca de óleo da transmissão manual do veículo selecionado para o estudo. O processo de troca de óleo da transmissão manual é muito simples, se comparado com o processo da transmissão automática.

Para a troca do óleo da transmissão manual, com uma chave 15/16" retirou-se o bujão inferior da caixa de transmissão, demonstrado na figura 27.

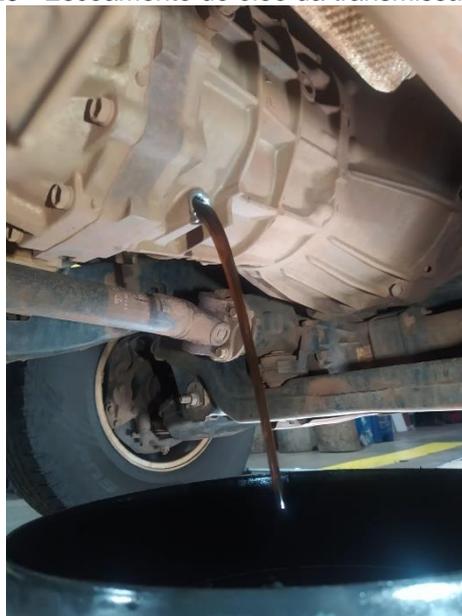
Figura 27 - Bujão inferior da transmissão manual



Fonte: O autor, 2022.

Após o escoamento completo do óleo da transmissão, como demonstra a Figura 28, apertou-se o bujão inferior para dar segmento à manutenção.

Figura 28 - Escoamento do óleo da transmissão manual



Fonte: O autor, 2022.

Em seguida, retirou-se o bujão superior da transmissão, como mostra a Figura 29, para adicionar o óleo novo.

Figura 29 - Bujão superior da transmissão manual



Fonte: O autor, 2022.

Com a ajuda de uma bomba de óleo, adicionou-se 3 litros de óleo 80w90 da marca Texaco na transmissão, conforme a Figura 30.

Figura 30 - Bomba manual para adição de óleo



Fonte: O autor, 2022.

Por fim, fechou-se o bujão superior e finalizou-se o processo de troca de óleo da transmissão manual.

4.2 MATRIZ COMPARATIVA

A matriz comparativa foi construída a partir da comparação entre dois sistemas de transmissões, manual e automática. Realizou-se a comparação entre os aspectos que mais geram dúvidas entre os condutores na hora da aquisição de um veículo. Dessa forma, auxiliando os mesmos a escolherem a opção que melhor atende suas necessidades. Para montar a matriz, foram selecionados 10 aspectos, onde as setas posicionadas para cima significam que o tipo de transmissão possui vantagem e, as setas posicionadas para baixo significam que a transmissão possui desvantagem.

Figura 31 - Matriz comparativa entre as transmissões automática e manual

Aspectos	Transmissão automática	Transmissão manual
Conforto na dirigibilidade	↑	↓
Controle de potência	↓	↑
Economia de combustível	↓	↑
Maior custo em manutenção	↑	↓
Durabilidade	↑	↓
Maior valor de compra	↑	↓
Modelo mais procurado pelos condutores	↑	↓
Facilidade na manutenção	↓	↑
Transmissão mais popular	↓	↑
Oferece maior segurança ao dirigir	↑	↓

Fonte: O autor, 2022.

Para a transmissão automática, os itens que se destacaram foram o conforto na dirigibilidade, isso, pois o cansaço para o condutor é reduzido e a praticidade tanto em viagens como em trajetos curtos facilitam a rodagem. Outro ponto é o custo da manutenção, onde automaticamente engloba a durabilidade e um valor maior na compra de um veículo com transmissão automática. Esse modelo necessita de cuidados detalhados e mão de obra capacitada para realizar qualquer tipo e manutenção, sendo a troca do fluido da transmissão, um exemplo. É um câmbio com uma durabilidade maior se comparada com o câmbio manual, sendo assim, gera um custo de aquisição e manutenções maiores.

O modelo de transmissão automática é muito procurado em veículos novos e seminovos, isso se deve ao fato da praticidade e conforto que o mesmo apresenta.

Um ponto de grande importância que se destacou, é a segurança ao dirigir um veículo com transmissão automática. Devido ao fato de não precisar realizar a troca das marchas, o condutor pode ficar com as duas mãos no volante, assim, se necessário for, possui maior segurança ao realizar uma manobra perigosa, diferentemente de um carro manual, onde, de tempo em tempo é necessário realizar a troca de marchas.

Na transmissão manual, os itens que se destacaram foram o controle de potência, onde o condutor pode realizar a troca de marchas no tempo em que desejar, aumentando ou diminuindo a rotação do motor. Possui maior economia de combustível, pois uma transmissão manual é mais leve que uma automática, dessa forma, influenciando na economia do veículo. A manutenção desse modelo de transmissão também necessita de mão de obra especializada, porém, não exige uma série de testes e cuidados, se comparada ao modelo de transmissão automática.

É o modelo de transmissão mais popular entre os veículos, sendo assim, o custo de aquisição e manutenção do mesmo, torna-se menor.

Com base na análise da matriz comparativa entre os modelos de transmissões analisados, há diversos fatores que influenciam tanto na dirigibilidade, conforto, manutenção e compra de veículos com transmissões manuais e automáticas. Com essa análise comparativa, foi possível demonstrar as diferenças nas manutenções para que assim condutores encontrem a melhor opção de veículo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise das transmissões manual e automática e a demonstração das trocas de óleo é possível identificar qual modelo melhor atende as necessidades do proprietário do veículo. A realização da manutenção preventiva, principalmente em transmissões automáticas gera dúvidas aos proprietários dos veículos, pois, a falta de informações corretas sobre períodos de trocas de óleo e se é importante realizar a substituição do mesmo não é esclarecido corretamente por parte dos reparadores automotivos e também das montadoras dos veículos.

A demonstração das trocas de óleo é considerada como preventiva pois são realizadas sem que haja a retirada e a desmontagem da transmissão do veículo.

Sendo assim, foi realizado uma análise técnica, uma demonstração da troca de óleo e uma análise comparativa entre os modelos de transmissões manual e automática para auxiliar e facilitar condutores na aquisição de seus veículos.

Com a substituição dos óleos das transmissões observou-se a diferença na complexidade das manutenções, sendo a automática mais complexa e exigindo equipamentos adequados para a realização da manutenção.

Com a realização da análise comparativa entre as transmissões manual e automática foi possível identificar os pontos nos quais cada modelo se destaca, variando de conforto até valor de venda, assim, facilitando aos compradores na hora da aquisição do seu veículo.

Para trabalhos futuros, a sugestão seria aprofundar mais o assunto de transmissões, explicar os componentes internos dos modelos manual e automático, complementando a análise técnica do presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- BOSCH, Robert. **Manual de Tecnologia Automotiva**. 25. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- BRASIL AUTOMÁTICO. **Transmissão automática, modulo I: sistemas hidráulicos**. Apostila do aluno. 2016.
- CALABREZ, Felipe; MELO, Elaine Cristine de; QUEIROZ, Caio Dimitri Vieira. **Revisão dos sistemas de transmissão automotiva**. Trabalho de Conclusão de Curso- FATEC, Santo André, 2015.
- CAMARGO, Marcos; WEBMOTORS. **Vantagens câmbio CVT**. 2021.
- COSTA. Paulo G. **A bíblia do automóvel**. Edição eletrônica. 2001-2002.
- EEEP. **Curso Técnico em Manutenção Automotiva**. [S.l.]: Escola Estadual de Educação Profissional, 2014.
- FCA, Fiat Chrysler Automobiles; MOPAR, Essential Tools and Service Equipment. **8-Speed Automatic Transmission Diagnosis and Repair**. 2801-80th Street Kenosha, USA. 2015.
- FRAS-LE S.A. **Sistema de transmissão automotiva**. RS 122, KM 66, Forqueta. Caxias do Sul, RS. 2021. Disponível em: <https://blog.fras-le.com/sistema-de-transmissao/>>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- GENTA, G.; MORELLO, L. **The automotive chassis: components design**. Heidelberg, Springer Netherlands, 2009.
- LECHNER, G.; NAUNHEIMER, H. **Automotive transmission: fundamentals, selection, design and application**. Stuttgart: Springer, 1999.
- LEONARDO, Contesini. **Diferencial traseiro**. 2017.
- MERCEDES-BENZ. **Caixa de transmissão ZF**, apostila eletrônica, 2002.
- NAKATA AUTOMOTIVA. **Sistemas de transmissão automotiva**. 2018.
- NAUNHEIMER, Harald et al. **Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application**. 2. ed. New York: Springer, 2011. 717 p
- PADILHA, J. L. **Sistemas de Transmissão Automotiva**. 1. ed. Brasília: NT, v. 1, 2018.
- RINALDI, Anamaria. **Quando trocar óleo do câmbio automático**. Revista carro, setembro, 2021.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Transmissão mecânica de veículos leves**. São Paulo: SENAI-SP. 2016.

SHIBATA, Ronnie Mikio. **Engenharia de produtos: desenvolvimento de veículos globais em subsidiária brasileira de multinacional** / Dissertação- Centro Universitário FEI, São Bernardo do Campo, 2010.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2016.

SPICER. **Manual Cardans: Entendendo os eixos cardans**. Rua Ricardo Bruno Albarus 201, Gravataí RS. 2021.

SUDÉN, Yang Li Max. **Modeling and measurement of transient torque converter characteristic**. Gothenburg, Sweden, Chalmers University of Technology, Department of Applied Mechanism, 2016.

THIAGO, Moreno. **Funcionamento câmbio automático**. Icarros, 2017.

TOYOTA. **Manual do proprietário Hilux**. Edição eletrônica. Março, 2012.

VALVOLINE. **Manutenção preventiva do fluido da transmissão automática**. Março, 2021.

VOLKSWAGEN. **Sistema de transmissão automotiva: sua evolução em detalhes**. Rua Avelino Silveira Franco, 149, Campinas, SP. 2021.

VOLKSWAGEN. Industria de veículos Automotores Ltda. Academia Volkswagen: **Apostila autodidática 507**. São Bernardo do Campo -SP. 2021

WEIHERMANN, Henrique Weber. **Estudo sobre aplicação de transmissão continuamente variável para veículos de pequeno porte**. Trabalho de Conclusão de Curso Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, Joinville, 2015.

Yin R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2a ed. Porto Alegre: Bookman; 2011.