

Diferenças entre os câmbios automáticos e automatizados e aplicabilidade

Alan Henrique¹

Antônio Luiz²

Silvio Pereira³

RESUMO

Dos primeiros veículos a vapor até os mais avançados sistemas que temos hoje na indústria automobilística, uma gigante evolução sendo o principal motivador a busca do ser humano pelo conforto. Porém, todo conforto tem um custo. E colocar tudo isso na balança pra fazer a melhor escolha na hora de comprar um carro, não é fácil. Então, temos como objetivo neste trabalho, comparar os sistemas de transmissões automático e automatizado e discutir suas respectivas eficiências e custos para que melhor atendam melhor as necessidades dos consumidores. Por meio de pesquisas bibliográficas e estudo de mercado, traremos informações para elucidar sobre o assunto.

Palavras chave: Câmbio automatizado. Câmbio automático. Automóveis. Mercado de veículos. Caminhões

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros registros referentes aos sistemas de transmissão, surgiu na idade média usando da força humana ou animal para gerar torque e mover grandes rodas [1]. Com o passar do tempo e a popularização dos automóveis, a busca pelo conforto motivou a indústria automobilística a investir cada vez mais em câmbios que atendiam as necessidades dos consumidores.

A função do sistema de transmissão é transferir a energia gerada pelo motor, após a transformação da energia potencial em energia cinética, ao sistema de transmissão que posteriormente transmite essa energia ao diferencial, possibilitando assim o movimento do carro em diferentes velocidades, satisfazendo os requisitos impostos ao veículo pela estrada, condutor e ambiente [1].

O sistema de transmissão manual de um veículo, é geralmente compreendido por uma alavanca situada próximo ao motorista que permite a troca de marchas conforme a evolução de velocidade do veículo e/ou vontade do motorista. Esse sistema manual pode controlar um conjunto de engrenagens ligadas entre si no qual cada dente funciona como alavanca, fazendo com que haja alternância de função e presentes nas melhores e maiores modificando a velocidade ou a tomada de torque [2]. Esse sistema pode ser automatizado, permitindo ao motorista trocar a marcha sem a necessidade do pedal de embreagem.

O automático, por sua vez, mantém o conjunto de transferência da rotação e torque motriz até as rodas, porém o sistema utilizado para transmitir o torque às rotações provenientes do motor, assim como o layout da caixa de mudança possui suas diferenças em comparação com a caixa mecânica e a mecânica automatizada [2]. Existem outras variações de transmissão automática que serão discutidas posteriormente.

Dadas tantas opções, gera dúvida no consumidor na hora escolher, tentando equilibrar conforto, custo, manutenção e consumo. Por esse motivo, esse trabalho trará comparações técnicas entre os sistemas de transmissão veicular existentes, assim como sugerirá o melhor para cada situação e até modificação/atualização para os sistemas existentes.

1.1 Tema

Propomos o tema: Diferenças entre os câmbios automático e automatizados e aplicabilidade. Para alcançar nosso objetivo, faremos uma análise técnica bibliográfica e pesquisa de mercado de cada sistema a fim de reunir o máximo de informação possível para uma melhor precisão do resultado.

1.2 Problematização

Dessa forma, o problema de pesquisa pode ser enunciado como: Entre sistemas de transmissão automático e automatizada, qual tem o custo/benefício melhor?

1.3 Objetivo Geral

O objetivo dessa pesquisa é comparar os sistemas de transmissões automático e automatizado, discutir suas respectivas eficiências e custo para que melhor atendam às necessidades dos consumidores.

1.4 Objetivos Específicos

- Realizar um estudo técnico entre os sistemas citados
- Pesquisa de custo dos sistemas de transmissão comparados
- Desenvolver uma comparação de qual sistema apresenta mais vantagens para cada necessidade do público.

1.5 Metodologia

Essa é uma pesquisa bibliográfica de natureza básica de avaliação pois objetiva gerar conhecimento sobre câmbios automotivos sem compromisso com uma aplicação prática. Utilizamos um método quantitativo por reunir dados a respeito do tema, facilitando a comparação e a análise de medidas estatísticas. E com o objetivo exploratório, com o intuito de criar uma familiaridade e maior clareza com o problema objeto da pesquisa.

A primeira etapa será constituída pela revisão bibliográfica de diversas fontes do ramo da mecânica automobilística, sendo utilizados como fontes, principalmente o Automotive Transmissions [1], Manual de Tecnologia Automotiva [5] e Elementos de Máquinas [6]. Em seguida, analisaremos o mercado de automóveis no Brasil para buscar dados estatísticos de modelos e valores para uma comparação mais bem detalhada.

E por fim, com o conhecimento teórico e dados do comportamento do mercado em relação aos câmbios automáticos e automatizados, chegaremos a uma final comparação entre os sistemas levando em consideração vários fatores, como performance, custo, conforto e economia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Torque

Torque é uma medida de força que pode causar um objeto a girar ao redor de um eixo. Assim como a força é o que faz um objeto acelerar em cinemática linear, torque é o que faz com que um objeto adquira aceleração angular [3]. Em um veículo isso não é diferente, o torque, geralmente expresso em kgf/m (quilograma força por metro), é a capacidade do motor de gerar energia. Essa energia é usada para girar o virabrequim, passar pela transmissão e chegar as rodas.

2.2 Relação marcha e embreagem

Engrenagens são geralmente usadas por uma dessas quatro diferentes razões, inverter a direção de rotação, aumentar ou diminuir a velocidade de uma rotação, transferir o movimento rotatório para um eixo diferente, manter sincronizada a rotação de dois eixos. O fato de uma engrenagem girar duas vezes mais rápido que a outra se deve à relação entre as engrenagens, à relação de transmissão. Se ambas tivessem o mesmo tamanho, elas girariam à mesma velocidade, mas em direções opostas. Em automóveis, a engrenagem motora é a que está ligada diretamente no motor, já a engrenagem movida é a que está ligada diretamente nas rodas de tração do carro [4].

A embreagem é basicamente constituída pelo volante do motor, a placa de depressão e dois discos de revestimento. Estes quatro componentes estão montados entre o motor e o câmbio.

Acionando o pedal da embreagem, consegue-se manter a rotação e o torque do motor, sem que eles sejam transmitidos à caixa de mudança e, conseqüentemente, as rodas motrizes. Logo, a troca de velocidades do câmbio é feita de forma mais suave, reduzindo o desgaste entre a caixa de câmbio e motor.

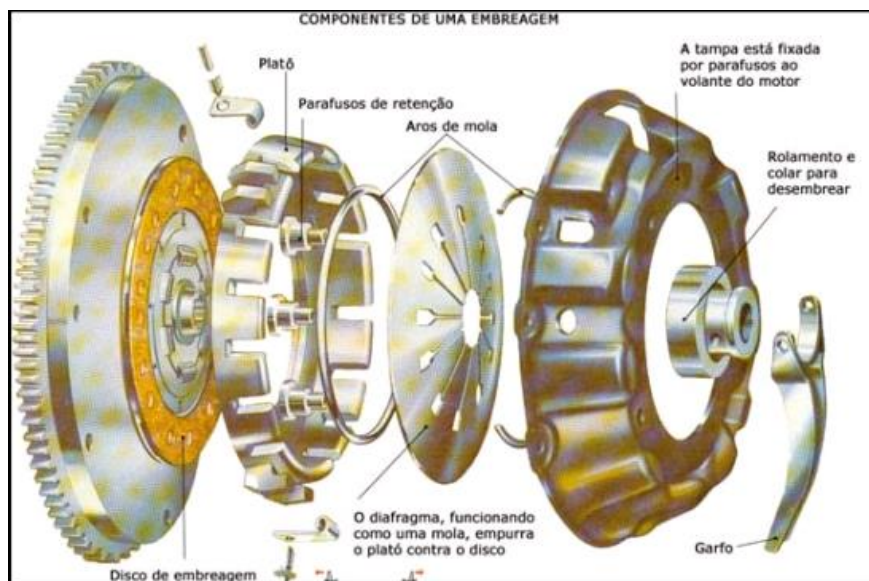


Figura 1 -Principais componentes de um conjunto de embreagem automotiva [23]

2.2.1 Embreagem seca

As embreagens secas são amplamente utilizadas no setor automobilístico em configurações de powertrain (conjunto motor/transmissão), que utilizam câmbio manual. As embreagens são consideradas secas pelo fato de não trabalharem imersas em algum tipo de fluido, ou seja, a refrigeração acontece por convecção entre seus materiais constituintes. Estas embreagens têm grandes vantagens, tais como longa vida útil, conforto quando o veículo é retirado do repouso total e tamanho reduzido [5].

2.2.2 Embreagem úmida

As embreagens úmidas nada mais são do que embreagens que trabalham com banho de óleo. Comparada com a versão de disco seco, tem a vantagem da elevada capacidade térmica, pois é banhada em óleo facilitando a dissipação térmica do calor. Porém, suas perdas por arrasto na posição em que a embreagem está acoplada é sensivelmente pior do que o das embreagens seca [5].

2.3 Transmissões por correias

São utilizáveis tanto para eixos paralelos como para eixos reversos. Caracteriza-se por sua construção extremamente simples, funcionamento silencioso e uma capacidade considerável de absorver choques elasticamente [6].

Transmissões por correias. A aberta; B cruzada; C semicruzada; d trapezoidal (em v)

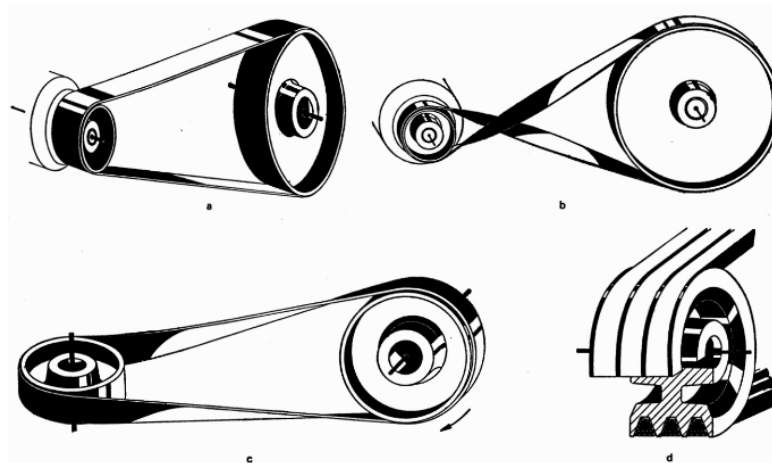


Figura 2 - Imagem sistema polia e correias [22]

2.4 Transmissões por engrenagens

Engrenagens são rodas dentadas que servem para transmitir movimento e força entre dois eixos. Muitas vezes, as engrenagens são usadas para variar o número de rotações e o sentido da rotação de um eixo para outro.

O motor consegue fornecer muita energia para um dispositivo, porém não consegue dar o torque. Enquanto um sistema formado por engrenagens consegue multiplicar o torque, ampliando a força resultante do sistema para que ele realize determinado trabalho.

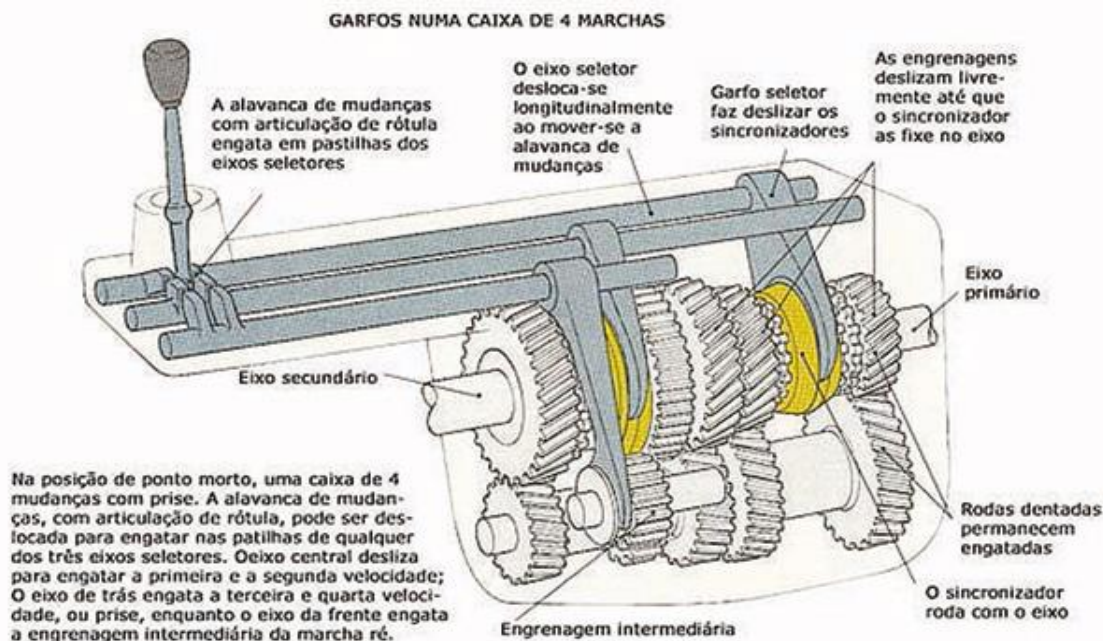
2.5 Caixa de mudança de marcha

As caixas de velocidades possuem engrenagens montadas em árvores que podem ser selecionadas para trabalhar em conjunto. A escolha de engrenagens acopladas é feita através da alavanca de mudança, acionada pelo motorista, e que corresponde às diversas marchas existentes no veículo.

A caixa de mudança de marcha tem por finalidade adequar a movimentação do veículo às condições de carga, tipo de piso e velocidade que ele enfrenta. Cada marcha permite ao veículo a necessária força, ou torque motriz para vencer a

Figura 3 -Caixa de mudança de marcha [15]

resistência ao seu movimento, bem como possibilita atingir uma determinada velocidade. Assim, a primeira marcha permite ao veículo obter máximo de torque



com o mínimo de velocidade.

2.5.1 Anéis Sincronizadores

Esse sistema é composto por engrenagem, anel sincronizador e luva de engate.

Responsáveis por sincronizar as engrenagens das marchas, os anéis sincronizadores atuam como “freios” para que todas as peças girem na mesma rotação, o que garante o engate rápido e seguro sem ação da embreagem dupla na mudança para a marcha seguinte e sem aceleração intermediária ao reduzir para a marcha anterior, mesmo em situações severas.

Ao ser engrenada uma marcha, somente a engrenagem que corresponde a essa marcha transmite o movimento a árvore secundária. As outras engrenagens continuam girando livres.

2.6 Diferencial

O diferencial tem como função permitir que as rodas motrizes possam girar cada uma com rotação diferente da outra. Isso ocorre quando o veículo percorre uma curva, a roda do lado de dentro da curva se move mais lentamente do que a roda que está do lado de fora da curva. Para que a roda que se move mais lentamente

não seja arrastada pela outra, o eixo motriz é dividido em dois semieixos ligados entre si pelo diferencial.

Os principais componentes do diferencial são: cardã (saída das engrenagens de força e entrada no diferencial), semieixos direito e esquerdo (saída do diferencial para as rodas), coroa, pinhão, planetários e satélite. Estas últimas são as responsáveis por compensar as velocidades das rodas interna e externa.

Quando o veículo roda, o cardã despeja a potência no pinhão, o qual fica em contato com a coroa e as engrenagens satélite. Todos giram à velocidade constante, conforme a relação de transmissão. Ao fazer uma curva, as engrenagens planetárias e satélites mudam de velocidade e giram mais rápido ou mais devagar, a depender para qual lado é a curva. Em ambos os casos, atuam fazendo a roda do lado externo girar mais rápido para compensar a maior distância percorrida. A contrapartida esperada reside na diminuição da velocidade da interna, devido ao arranjo de engrenagens satélite. Assim, não ocorre o escorregamento e a dirigibilidade é aprimorada [7].



Figura 4 - Composição diferencial [7]

2.7 Transmissão manual

Os elementos básicos da transmissão manual são a embreagem para arranque e desacoplamento, com disco seco, simples ou duplo; caixa de mudanças com relação de transmissão variável, construída em um ou mais módulos com engrenagens continuamente engrenadas; mecanismo de troca de marchas com alavanca de câmbio [5].

A força necessária para a seleção das marchas é transmitida através de articulações ou cabos tensores, acoplamentos de garras ou anéis sincronizadores fixam a engrenagem ativa no eixo. As caixas de mudanças dos automóveis de passageiros e da maioria dos utilitários possuem hoje anéis de sincronização, que, por meio de um acoplamento por fricção, estabelecem a igualdade de rotação e através de um sistema de bloqueio só permitem o engate da marcha após o término do processo de sincronização [5].

Transmissão com mudanças manuais
a) Com sincronizador de cone simples
b) Com sincronizador de cone duplo

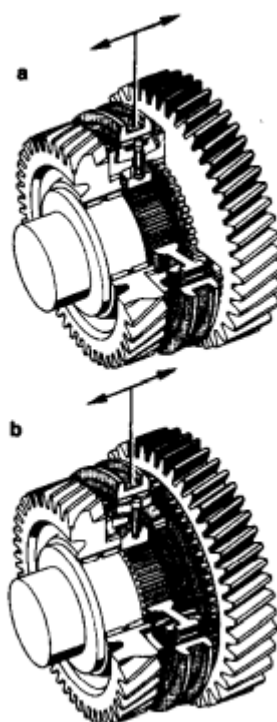


Figura 5 - Transmissão com mudança manual [22]

2.8 Transmissões Automáticas

A função de uma transmissão automática ou hidráulica consiste em atuar, como uma embreagem automática, entre o motor e a caixa de mudanças. Permite que o motor trabalhe com o automóvel parado e começa a transmitir suave e progressivamente a energia mecânica quando o motorista acelera o motor, comprimindo o acelerador [8].

Este sistema compõe-se de duas partes rotativas principais: um impulsor – a bomba – acionado pelo motor, e uma turbina que aciona a caixa de mudanças. Cada uma

destas partes tem a forma de uma calota esférica e contém um certo número de divisórias radiais, as pás.

As duas calotas estão alojadas, voltadas uma para a outra, num cárter cheio de óleo e separadas por um pequeno espaço para evitar qualquer contato entre si.

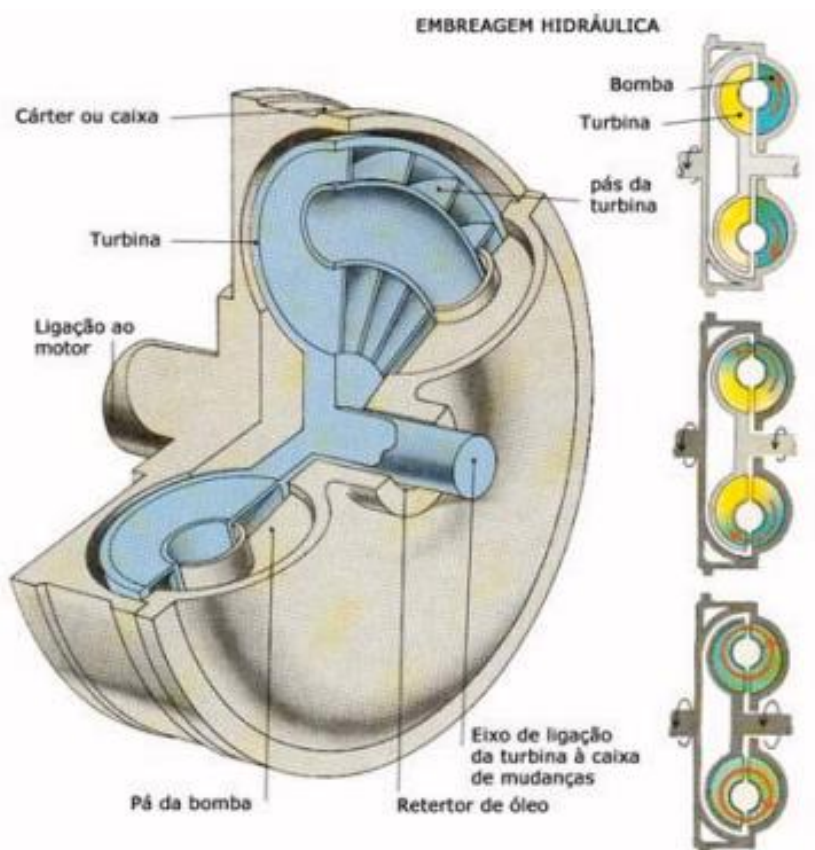


Figura 6 - Embreagem Hidráulica [8]

Marcha lenta: A parte motriz da embreagem (a bomba) está ligada ao motor e voltada para a parte acionada (a turbina), da qual está separada por um pequeno intervalo. A velocidade de marcha lenta e força centrífuga, aplicada ao óleo, é insuficiente para fazer girar a turbina e, portanto, deslocar o automóvel.

Regimes de baixa e média rotação: A medida que o motor acelera, a força centrífuga impele o óleo para a turbina, transmitindo-se assim algum esforço de rotação. Verifica-se ainda bastante escorregamento no conjunto, pelo que o eixo de saída gira mais lentamente que o de entrada.

Regimes de média e alta rotação: Assim que o motor atinge uma velocidade pré-determinada, a força do óleo é suficiente para transmitir a totalidade do torque, o que

se traduz num efeito de transmissão direta com o eixo de saída rodando a cerca de 98% da velocidade do eixo motor.

A forma básica de transmissão hidráulica, conhecida como embreagem hidráulica, é utilizada em vez das embreagens de fricção, em automóveis com caixas de câmbio pré-seletivas. Consiste, essencialmente, numa bomba e numa turbina entre as quais o óleo circula enquanto o motor está em funcionamento. Quando o motor trabalha ao ralento, o óleo é expelido pela bomba, devido à força centrífuga. Este óleo é atirado pelas pás para a turbina, que permanece parada, visto a força do óleo não ser suficiente para movê-lo. Quando o motorista acelera, a velocidade da bomba aumenta e o torque resultante do movimento mais rápido do óleo torna-se suficientemente elevado para vencer a resistência da turbina, que começa a rodar e põe o automóvel em movimento. Após ter transmitido energia à turbina, o óleo volta à bomba, repetindo-se então o ciclo [8].

2.8.1 Conversor de torque

Os automóveis com transmissão automática utilizam, na sua maioria, um conversor do torque. Um aumento do torque equivale a uma mudança para uma velocidade mais baixa; um conversor do torque constitui, assim, um redutor de velocidade que age como um conjunto extra de engrenagens, antes de a ação do motor se fazer sentir na caixa de mudanças [8].

Suas vantagens residem no princípio da transferência de força hidrodinâmica. O conversor de torque proporciona a amplificação do torque fornecido pelo motor o que por sua vez melhora a aceleração e desempenho do veículo [4].

2.8.2 Bombas de um conversor de torque

O fluido nas passagens da turbina movimenta-se internamente em direção a saída da turbina. Ele é compelido a fluir entre as lâminas fixas do estator. A reação ao torque do fluido enquanto ele desliza sobre as superfícies curvas das lâminas é absorvido pelo suporte no qual o estator é preso. Neste processo o fluido é redirecionado contra a entrada da bomba. Ele entra nas passagens formadas pelas pás da bomba, enquanto atua no lado de tração das pás. Ele fornece ainda um torque igual à reação do estator na direção de rotação [9].

2.8.3 Turbinas de um conversor de torque

Segue então que o torque do motor entregue a bomba e o torque de reação transferido pelo fluido à bomba são ambos transmitidos à saída da turbina através do fluido. O fluido que entra nas lâminas da turbina, que está conectada a transmissão, faz com que a mesma gire e desta forma gire também a transmissão, que basicamente movimenta o veículo. Como as lâminas da turbina são curvas, implica que o fluido, que entra na turbina pela parte externa, tem que mudar de direção antes de sair pelo centro da mesma. Esta mudança de direção é o que causa a movimentação da turbina. Como a turbina causa a mudança na direção do fluido, o fluido causa o movimento da turbina. Por fim, o fluido deixa a turbina movendo-se em direção contrária à da bomba (e do motor). Se o fluido atingir a bomba, irá consequentemente reduzir a velocidade do motor, causando perda de eficiência. O papel do estator é o de redirecionar o fluido que retorna da turbina antes que este encontre a bomba. Isto aumenta drasticamente a eficiência do conversor de torque.

2.8.4 Engrenagens planetárias

Enquanto o câmbio manual utiliza engrenagens de tamanhos diferentes e engatadas individualmente, o câmbio automático se baseia em um sistema de engrenagens planetárias, com tamanhos diferentes e sempre engatadas entre si, sendo que a relação da força depende da ordem com que essas engrenagens estão conectadas. O sistema é hidráulico e também utiliza um conversor de torque.

O conjunto formado pelas engrenagens planetárias é constituído por três tipos de engrenagens. A engrenagem solar, a engrenagem anelar e o conjunto porta planetária. Cada um deles tendo um papel específico dentro do conjunto [18].

As engrenagens planetárias são constituídas de um eixo pinhão, que permite o movimento giratório. Esse eixo é apoiado a mancais. Quando unida a outras engrenagens, as engrenagens planetárias formam o conjunto planetário.

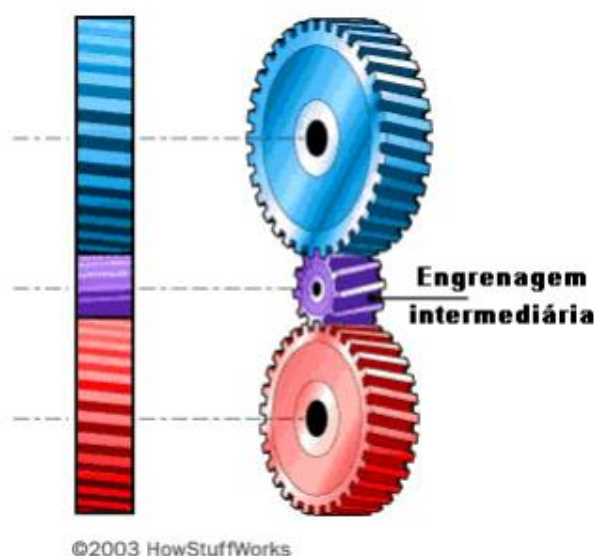


Figura 7 - Trens de engrenagem planetária. [16]

Neste trem, a engrenagem azul tem seis vezes o diâmetro da engrenagem amarela, fornecendo a relação 6:1. O tamanho da engrenagem vermelha não importa, porque está presente apenas para reverter o sentido da rotação, de forma que as engrenagens azul e amarela girem da mesma forma.



Figura 8 - Sistema de engrenagem planetária [17]

Neste sistema, a engrenagem amarela (a engrenagem solar) se engrena com todas as três vermelhas (engrenagens planetárias) simultaneamente. Todas as três estão ligadas a um prato (o suporte planetário) e se conectam com o lado interno da engrenagem azul (a coroa), em vez de se conectarem com seu lado externo. Em

razão de existirem três engrenagens vermelhas em vez de uma, este trem de engrenagens é extremamente robusto. O eixo de saída é conectado à coroa azul e o suporte planetário permanece estacionário, fornecendo a mesma relação de 6:1. Acerca do uso de engrenagens planetárias, elas podem produzir diferentes relações de marcha, dependendo de qual engrenagem é usada como entrada, qual é usada como saída e qual delas fica parada. Por exemplo, se a entrada for a engrenagem solar, a coroa for mantida estacionária e o eixo de saída for engrenado ao suporte planetário, obteremos uma relação de marcha diferente. Neste caso, o suporte planetário e as engrenagens planetárias orbitam em torno da engrenagem solar. Dessa forma, em vez de a engrenagem solar girar seis vezes para que o suporte planetário gire uma vez, ela terá que girar sete vezes. Isso acontece porque o suporte planetário circulou a engrenagem solar uma vez na mesma direção, subtraindo uma revolução da engrenagem solar. Então, nessa situação, temos uma redução de 7:1 [4].

2.8.5 Transmissão Continuamente Variável

Transmissão continuamente variável (continuously variable transmission, CVT) é um tipo de transmissão que simula uma quantidade infinita de relações de marcha, uma vez que funciona com um sistema de duas polias de tamanhos diferentes interligadas por uma correia metálica de alta resistência, em vez de engrenagens com determinados tamanhos. O conceito do CVT foi idealizado por Leonard da Vinci 1490, contudo a primeira patente do sistema foi registrada 1886 [12].

Nos carros, além da aceleração contínua, sem trancos, o que dá a impressão de que o carro nunca troca de marchas, o sistema CVT, proporciona economia de combustível em relação a todos os outros sistemas anteriores. Sejam sistemas automáticos ou manuais.

A transmissão CVT permite obter um ganho de economia em função de que o motor funciona constantemente, na faixa de rotação de maior eficiência. Atualmente é aplicada tanto em veículos híbridos como em não-híbridos. Os tipos utilizados atualmente, todos de controle eletrônico, são:

Transmissão CVT mecânica: o componente principal é o “variador mecânico contínuo” que pode ser de polias expansíveis ou trapezoidal.

Transmissão CVT eletromecânica ou e-CVT: é utilizada em veículos híbridos e o componente principal é o “variador eletromecânico contínuo” constituído por um ou

mais trens epicicloidais associados, na maior parte dos casos, a dois motores/geradores elétricos.

Uma característica relevante da transmissão continuamente variável é que a potência gerada pelo motor de combustão e pelos motores/geradores elétricos (no caso da e-CVT) se transmite às rodas sem interrupção de torque e sem mudança escalonada da relação de transmissão [12].



Figura 9 -Imagem ilustrativa [12]

2.8.6 CVT Direct Shift

O CVT Direct shift é um câmbio CVT híbrido da Toyota que tem um único conjunto de engrenagens e um único garfo que engata mecanicamente, permitindo que o carro tenha um comportamento idêntico aos que utilizam câmbio mecânico.

A nova transmissão continuamente variável de mudança direta (DCVT) combina os recursos de uma transmissão automática (conversor de torque), uma CVT (polias e cinta metálica) e uma transmissão manual (primeira marcha mecânica). Depois que o carro vence a inércia e ganha impulso, a primeira marcha mecânica é desengatada e o CVT começa a atuar com todo conforto no deslocamento do carro [13].

O engate da primeira marcha é muito preciso e trabalha como nos câmbios DSG por exemplo, com uma engrenagem da primeira com garfo de acionamento e quem movimenta esse garfo é o sistema hidráulico, auxiliado pelo gerenciamento eletrônico.



Figura 10 - Imagem Ilustrativa [13]

Com a primeira marcha mecânica, o carro fica com maior agilidade nas saídas, cruzamentos e principalmente rampas, já que o sistema tem inteligência aplicada, que aciona toda vez que o carro para, a primeira marcha mecânica engata e fica pronta para movimentar o carro, dando ao motor uma conexão mais direta com as rodas de tração dianteira do que o CVT poderia oferecer.

2.9 Transmissões Automatizadas

A transmissão automatizada buscou sua popularização através de um argumento irrefutável: mais conforto por um menor preço, se comparado com os automáticos tradicionais. Porém, tais justificativas perderam força com o passar dos anos, quando as diferenças de valores se mantinham de R\$ 3.000,00 à R\$ 4.000,00, não restavam alternativas às Montadoras a não ser conquistar a simpatia dos Clientes através dos diferenciais e benefícios dos seus novos Sistemas, ou seja, torná-los, realmente, eficazes.

Enquanto o câmbio manual troca as marchas por meio de um sistema composto por engrenagens e acionadas pelo pé do motorista, o câmbio automatizado utiliza um sistema eletrônico para ser acionado. Na prática, o câmbio automatizado é um câmbio manual com uma diferença: ele tem dois pequenos robôs ou atuadores. Quando há a necessidade de troca da marcha, detectada pela central eletrônica, o primeiro atuador aciona a embreagem e o segundo direciona o garfo de mudanças para engrenar as marchas.

Como ele não tem o conversor de torque, presente nas transmissões automáticas, é mais barato. Geralmente a metade do valor cobrado pelo câmbio automático. Se por

um lado o automatizado possui um custo menor tanto na compra quanto na manutenção, por outro a grande reclamação é a falta de suavidade e os trancos dados pelo carro.

Nos sistemas totalmente automatizados, a caixa de mudanças e os elementos de arranque são automatizados. Os controles do motorista se resumem a uma alavanca ou tecla do tipo +/- com a qual o motorista pode sobrepujar o controle automático.

O controle automático de uma caixa de mudanças com muitas marchas requer um programa complexo, não basta seguir um padrão predeterminado de trocas. Para equilibrar os critérios de dirigibilidade e economia deve ser considerada a resistência ao movimento (determinada pela carga e condição da estrada. Esta tarefa é assumida por um microprocessador do mesmo modo que o controle da sincronização dos procedimentos de troca de marchas. A rotação do motor é ajustada pelo controlador de potência do motor de acordo com a rotação exigida pelo controle eletrônico da caixa de mudança via barramento de comunicação de dados. Como resultado a sincronização da caixa de mudanças de marcha pode ser parcial ou totalmente dispensadas [5].

2.9.1 Sistema Automatizado com Eletroválvulas

Com a mecatrônica atuando junto com um sistema de transmissão, realizando suas mudanças de marchas graças a um rotor bobinado no interior de um estator de polos magnéticos fixos. Conduzindo corrente elétrica por todo comutador constituído por lâminas condutoras.

Tal sistema eletromecânico encontra-se em harmonia com uma unidade de controle eletrônico, e também hidráulico. Diferenciais que permitem a mudança de marchas, de forma sequencial ou automática, sem utilizar um sistema de embreagem.

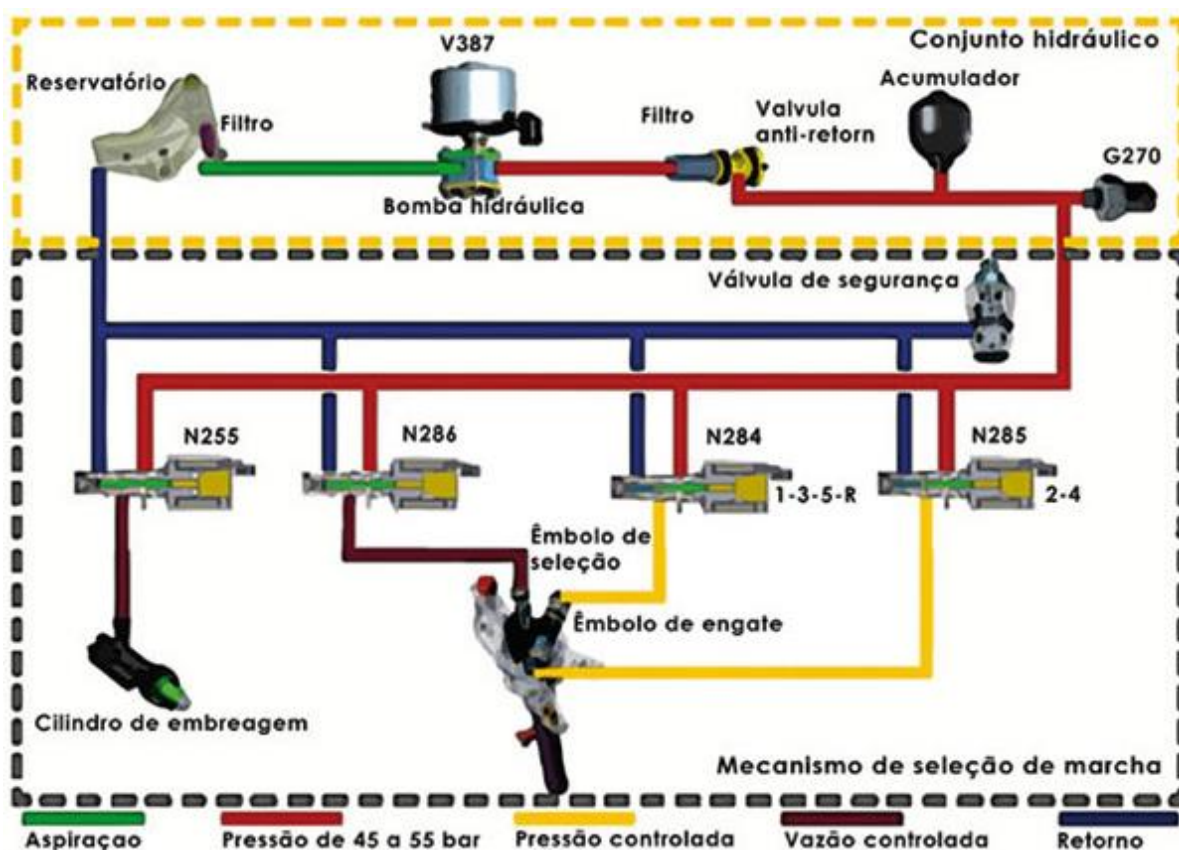


Figura 11 - Imagem Ilustrativa [10]

Tudo se baseia, geralmente, em atuadores hidráulicos, que através do acionamento da embreagem eletrônica, realizam o acionamento do conjunto motriz, seja de forma convencional, ou até mesmo em situações em que a Unidade de Controle julgar necessário, independente da intervenção humana. Tal Unidade de Gerenciamento, também intitulada de “Robotizada”, após devidamente fechada e selada, é montada na caixa de mudanças, e torna-se responsável por promover a interação entre sistemas eletrônicos, hidráulicos e mecânicos em um só conjunto eletromecânico [10].

O TCU é a Unidade de Controle de Transmissão, e é o cérebro do sistema. A caixa principal junto com o conjunto eletro-hidráulico, é responsável por gerenciar as transições de polias, controlando a embreagem, as marchas e o motor.

2.9.2 Sistema Automatizado de embreagem simples

Esse sistema opera com os seguintes componentes:

Sistema de potência: são componentes destinados a gerar e armazenar a pressão hidráulica responsável por atuar o sistema.

Sistema de gerenciamento eletrônico: composto de sensores, chicote elétrico, módulo de comando e módulo de alavanca, e atuadores que executam o trabalho de acionamento da embreagem, seleção e engate das marchas.

Sistema hidráulico: responsável por atuar as válvulas hidráulicas e distribuir a pressão às diversas regiões do sistema.

Devido ao fato de os veículos equipados com câmbio automatizado de embreagem simples possuírem na realidade uma transmissão mecânica, apesar de serem gerenciadas eletro hidráulicamente ou eletro mecanicamente, o funcionamento dos automatizados requer alguns cuidados que são considerados normais na operação de câmbios manuais. As falhas mais comuns de uma transmissão automatizada de embreagem simples estão no sistema hidráulico, devido a vazamentos, fluido deteriorado (água e impurezas), desgaste dos cilindros atuadores [11].

Além do risco de os sistemas automatizados apresentarem durabilidade menor, eles também são mais complexos. A eletrônica embarcada agregada ao sistema trata-se de uma tecnologia diferenciada dos demais, uma vez que o principal atuador se trata de um Rotor Bobinado de escovas de grafite, em um meio hidráulico. Na troca da embreagem, a manutenção na parte mecânica é semelhante ao sistema convencional, porém, o simples fato de desmontá-lo e montá-lo torna necessário sua reprogramação, readaptação ao sistema, além da reprogramação e adaptação das marchas [10].

2.9.3 Sistema Automatizado Embreagem dupla

O câmbio de dupla embreagem traz dois eixos primários, um para marchas pares e outro para ímpares e marcha a ré, acoplados cada um à sua embreagem. Essas transmissões de dupla embreagem podem ser do tipo seca, comandada por um sistema mecatrônico eletroeletrônico, ou úmida, com discos banhados a óleo e comandada por um sistema mecatrônico eletro-hidráulico. Em todos os casos, o gerenciamento do sistema é por meio de uma central eletrônica de transmissão. Essa, por sua vez, trabalha em conjunto com a central do motor.

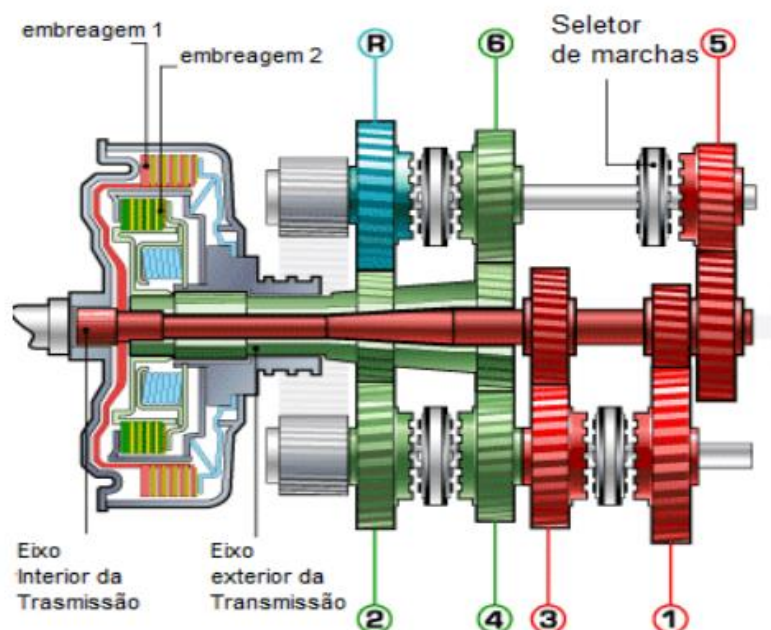


Figura 12 - Imagem Ilustrativa [14]

O câmbio de dupla embreagem funciona com embreagens diferentes para marchas pares e ímpares. Com isso, enquanto o veículo está com uma marcha par engatada, a ímpar já fica pré-engatada, esperando apenas o sinal de mudança de marcha vindo dos sistemas eletrônicos do veículo ou comandada pelo próprio motorista. O resultado é um tipo de câmbio que é conhecido pelo seu funcionamento suave. E, ao mesmo tempo, pela agilidade das trocas de marcha no modo automático. Desempenho é superior ao das transmissões automáticas tradicionais e até em comparação com os câmbios manuais.

Uma de duas partes eixo de transmissão está no coração de um Dual Cluth. Ao contrário de uma caixa de câmbio manual convencional, que abriga todas as suas engrenagens em um único eixo de entrada, o Dual Cluth divide marchas pares e ímpares em dois eixos de entrada. O eixo externo é escavado, abrindo espaço para um eixo interno, que está à linhada dentro. O eixo oco exterior alimenta segunda e quarta engrenagens, enquanto que a haste interna alimenta primeiro, terceiro e quinto [4].

O diagrama abaixo mostra este arranjo para um típico Dual Cluth de cinco velocidades. Observe que uma controla a troca de embreagem segunda e quarta marchas, enquanto a outra embreagem controla a terceira e quinta marcha. Esse é o truque que permite mudanças de velocidade rápida e mantém constante o fornecimento [4].

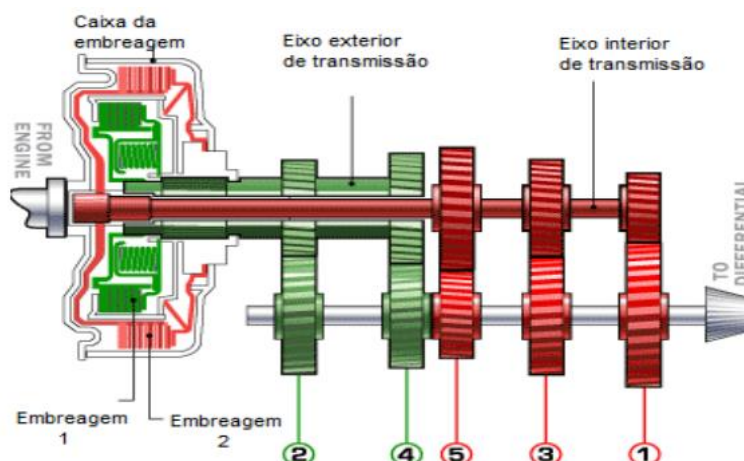


Figura 13 - Imagem Ilustrativa [14]

Como os conversores de torque, o conjunto de multiplica de embreagens molhadas é usado para fornecer pressão hidráulica para acionar as marchas. O fluido faz o seu trabalho no interior do êmbolo da embreagem. Quando a embreagem está engatada, a pressão hidráulica no interior do atuador força um conjunto de molas helicoidais em parte, o que empurra uma série de discos de embreagem empilhados e discos de fricção contra uma placa de pressão fixa. Os discos de fricção têm dentes internos que são dimensionados e moldados para engrenar com as estrias sobre o tambor da embreagem. Por sua vez, o tambor está ligado ao conjunto de engrenagens que vai receber a força de transferência [4].

Para desengatar a embreagem, a pressão do fluido no interior do êmbolo é diminuída, isso permite que as molas do atuador sejam liberadas, o que facilita a pressão sobre o bloco e placa de pressão da embreagem.

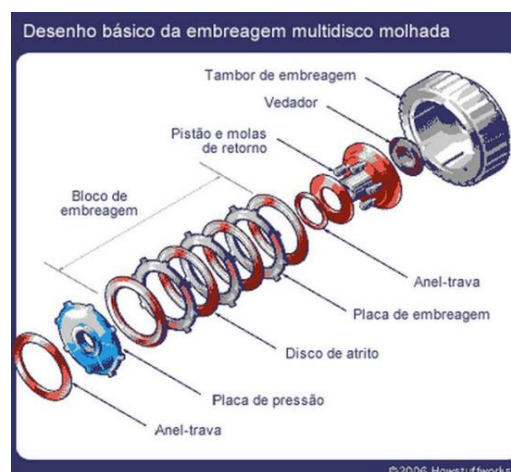


Figura 14 - Imagem Ilustrativa [14]

3. RESULTADOS

3.1 Tabelas comparativas

Serão apresentados resultados por *Carrosnaweb* (2019) do veículo *EcoSport 2.0* com câmbio automático e automatizada, conforme apresenta a Figuras 15, e os resultados do veículo *Sandero Stepway 1.6* com câmbio automático e automatizada, conforme apresenta a Figura 16. Com as informações obtidas é possível realizar uma análise com base no principal indicador que é o consumo do veículo e o tempo de resposta na aceleração.

Para que esse comparativo fosse realizado de forma igualitária ao se comparar dois veículos completamente diferentes em termos de fabricante e desempenho, utilizou-se do método de comparação por porcentagem utilizando sempre o menor valor dividido pelo maior valor para cada item comparado, após esse primeiro comparativo, será realizado um comparativo entre os índices.

Ecosport 2.0 - FORD		
	Automatizado	Automático
Combustível	Flex (Alcool / Gasolina)	Flex (Alcool / Gasolina)
Velocidade Máx.	180Km/h	180Km/h
Aceleração 0-100 Km/h	11,4s	10,7s
Consumo urbano (G)	9,7km/l	8,5km/l
Consumo rodoviário (G)	11,5km/l	11,4km/l
Consumo urbano (A)	6,6km/l	6km/l
Consumo rodoviário (A)	8km/l	8km/l
Configuração	SUV	SUV

Figura 15 - Comparativo entre câmbios [24]

Sandero Stepway 1.6 16v - RENAULT		
	Automatizado	CVT
Combustível	Flex (Alcool / Gasolina)	Flex (Alcool / Gasolina)
Velocidade Máx.	177Km/h	177Km/h
Aceleração 0-100 Km/h	11,3s	11,2s
Consumo urbano (G)	11,8km/l	10,8km/l
Consumo rodoviário (G)	12,8km/l	11,8km/l
Consumo urbano (A)	8,1km/l	7,2km/l
Consumo rodoviário (A)	8,8km/l	8,2km/l
Configuração	Hatch	Hatch

Figura 16 - Comparativo entre câmbios [24]

3.1.1 Consumo

Abaixo é possível perceber que o câmbio automatizado chega a 14% de eficiência em consumo de combustível comparado com o consumo de câmbio automático, conforme mostra o gráfico abaixo (Figura 17) do Ford EcoSport.

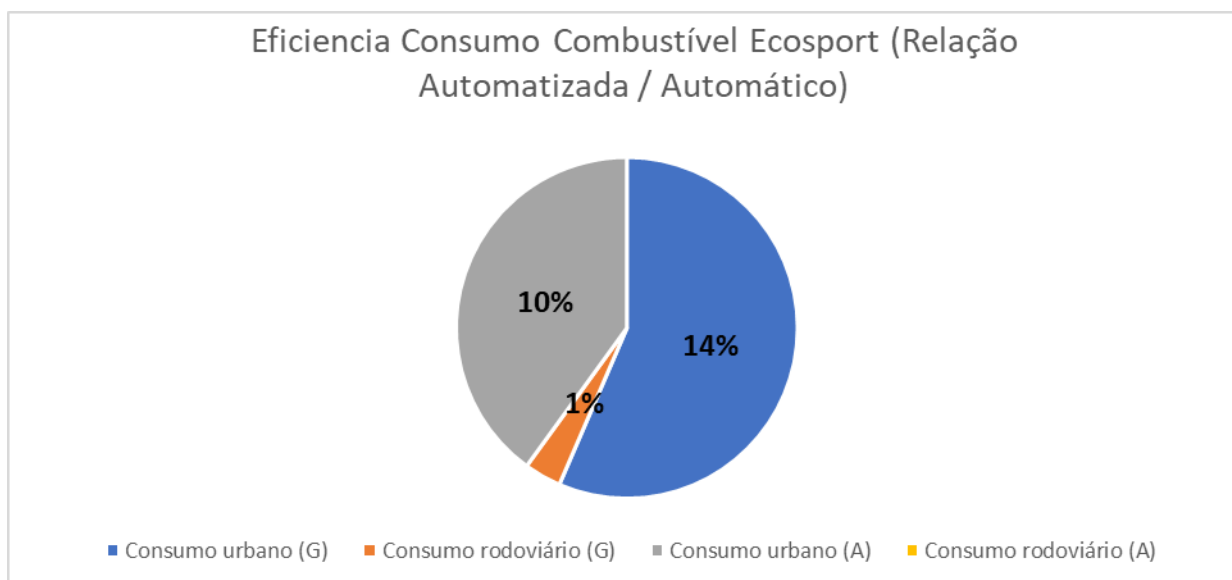


Figura 17 - Gráfico eficiência consumo - Fonte: Próprio autor

Já nos veículos Renault Sandero, foi possível observar uma maior variação entre as condições Urbano/Rodoviário (Figura 18), mas ainda mostrando que o câmbio automatizado ainda conduz bem o consumo de combustível do veículo.

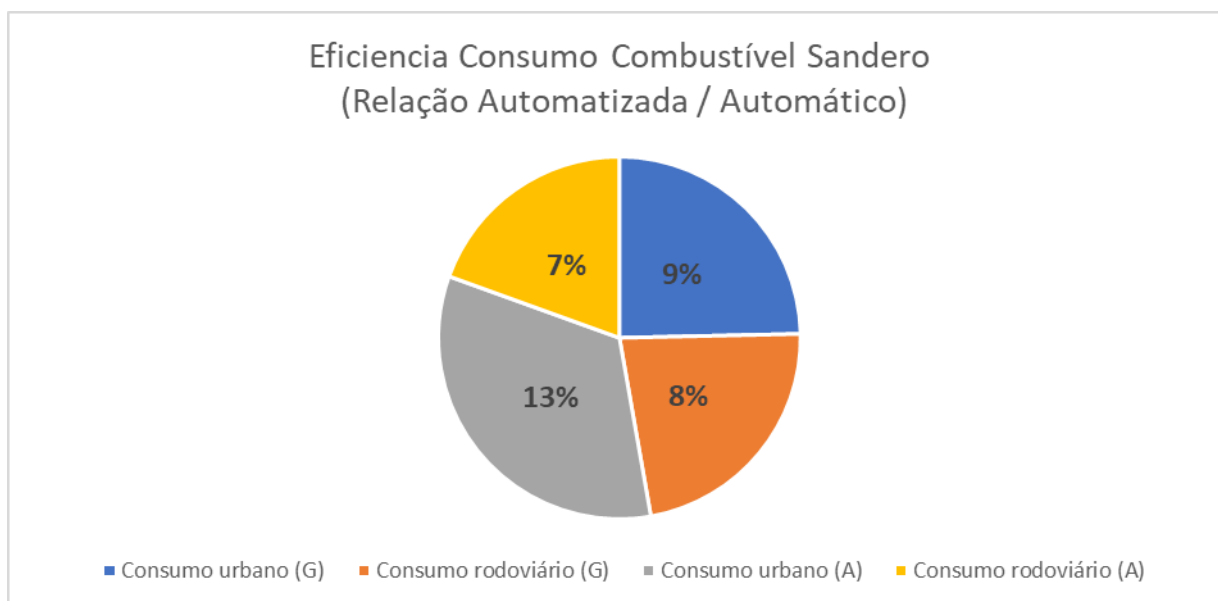


Figura 18 - Gráfico eficiência consumo - Fonte: Próprio autor

3.1.2 Aceleração

Quando observado a variável de aceleração nas figuras 15 e 16, observamos que o câmbio automático tem vantagem sobre o câmbio automatizado, com diferença de resposta de arranque de 6% no EcoSport (0,7s mais rápido). No Sandero é notável a diferença, porém com margem menor: 0,88% (0,1s mais rápido).

3.2.1 Vantagens do Câmbio Automático

- **Conforto:** o motorista não precisa se preocupar em pisar na embreagem nem trocar as marchas na alavanca, pois o câmbio faz isso sozinho. Isso contribui para reduzir o cansaço do condutor, principalmente em congestionamentos.
- **Funcionamento mais suave:** os carros com câmbio manual estão sujeitos a trancos a cada troca de marcha. No caso dos automáticos, a transmissão realiza mudanças de maneira mais suave e precisa, favorecendo o conforto dos ocupantes. De quebra, ele costuma fazer o motor operar a rotações mais baixas que um CVT nas arrancadas, fazendo o motor emitir menos ruído.
- **Durabilidade:** os câmbios automáticos são feitos para funcionar da maneira mais eficiente possível. Isso contribui para a durabilidade dos componentes, uma vez que o sistema opera dentro de parâmetros definidos pelo fabricante. Além disso, o modo como o motorista dirige também influencia. Ele costuma ser mais durável que uma caixa automatizada, ao mesmo tempo em que suporta cargas maiores de torque que um CVT. Por isso é costumeiramente usado por picapes médias e grandes, seja com motor a gasolina, flex ou diesel. Um câmbio automático epicíclico tem vida útil de, pelo menos, 100 mil quilômetros, prazo que pode ser estendido por muito mais quilômetros se o motorista respeitar os prazos de manutenção (revisão, troca de fluido) especificados pelo fabricante. [28]

3.2.2 Desvantagens do Câmbio Automático

- **Maior valor de compra:** embora o câmbio automático tenha se popularizado nos últimos anos, ele ainda é mais caro (às vezes a diferença passa de R\$ 5.000) quando comparado com a transmissão manual do mesmo modelo de veículo. É, inclusive, mais caro que caixas CVT e automatizados de dupla embreagem com caixa seca.

- **Maior consumo de combustível:** por ser mais pesado e exigir maior força do motor que a transmissão manual, o câmbio automático afeta o consumo do veículo, inclusive em relação a caixas do tipo continuamente variáveis. No entanto, caixas mais modernas combinadas a motores mais eficientes já são capazes de atingir médias de consumo próximas às do câmbio manual.
- **Maior custo de manutenção:** embora sejam confiáveis e não demandem substituição de componentes por desgaste natural, como a embreagem das caixas manuais, os câmbios automáticos são consideravelmente mais caros na hora de fazer a manutenção. Por conta de tecnologias mais complexas, as transmissões com conversor de torque demandam profissionais preparados e oficinas bem equipadas para fazer qualquer reparo. Isso torna os custos mais caros do que caixas manuais e também CVT ou automatizadas. [28]

3.3.1 Vantagens do Câmbio Automatizados

- **Menor valor de compra:** apesar de não existir mais nenhum modelo automatizado de embreagem única zero-quilômetro à venda no Brasil (o último foi o Fiat Cronos, que saiu de linha no ano passado), os carros com esse tipo de transmissão custavam menos que os automáticos convencionais. Essa diferença também é percebida no mercado de usados.
- **Menor consumo de combustível:** por serem menores e mais leves que os câmbios automáticos, os automatizados exigem menos esforço do motor do veículo para funcionar e, conseqüentemente, contribuem para a economia de combustível.
- **Trocas mais rápidas:** essa característica é observada nas transmissões de dupla embreagem, uma vez que trabalham com as marchas seguintes pré-engatadas. [27]

3.3.2 Desvantagens do Câmbio Automatizados

- **Menor conforto:** os automatizados de embreagem única provocam solavancos durante as trocas de marcha. Nas transmissões automáticas isso não ocorre pelo fato de o conversor de torque ou as polias do CVT terem funcionamento mais suave.

- **Menor durabilidade:** diferentemente dos automáticos, que são mais robustos e raramente exigem manutenção, os automatizados sofrem maior desgaste de componentes, principalmente das embreagens.
- **Custo de manutenção:** no caso dos automatizados de dupla embreagem, os reparos costumam ser consideravelmente mais caros devido à complexidade do sistema. Os automatizados de embreagem única, no entanto, podem apresentar custos de manutenção mais em conta por terem peças idênticas às do câmbio manual. [26]

3.4 Mercado

Nossa pesquisa de mercado mostrou que as montadoras vêm trazendo cada vez mais modelos com câmbio automático tanto por uma tentativa de tornar esse sistema mais popular, como por apresentar melhor eficiência e conforto para os usuários.

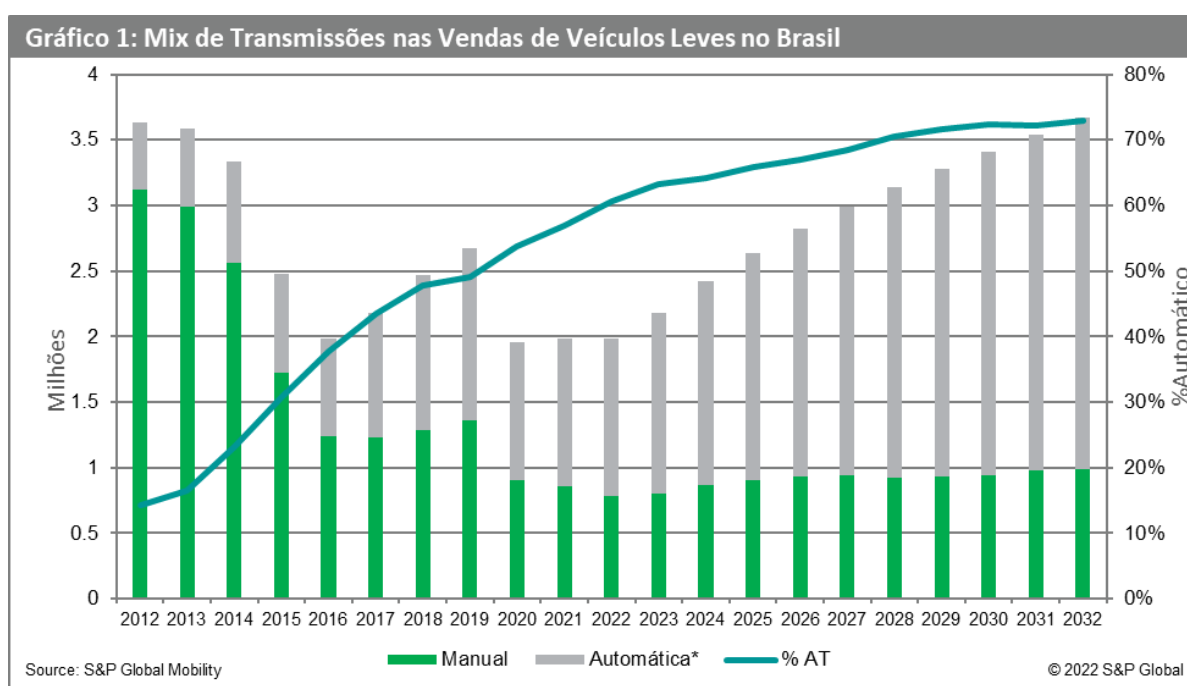


Figura 19 - Comparativo vendas Manual x Automático [25]

Porém, segundo a revista Exame [20], apesar do crescimento da venda de veículos automáticos no país, em 2019, a frota brasileira de automóveis era representada por 90% sendo com câmbio manual. E no mercado de veículos usados, segundo o autoesporte [21], em 2021 os 5 carros mais procurados eram de câmbio manual.

3.4.1 Fabricação Câmbio Automático

Pelo mercado atual e nossa perspectiva para o futuro, podemos ver que, em termos de volume, existe escala para produção local de transmissão automática, CVT ou DCT. Em maio de 2022 a Honda anunciou a montagem de sua transmissão CVT no Brasil para equipar os veículos produzidos localmente. Esse anúncio pode mudar o cenário e incentivar outras montadoras ou fornecedores a produzir localmente por causa do ex-tarifário (isenção do imposto de importação para tecnologias não produzidas localmente). Considerando a produção da Honda, é possível que algumas montadoras percam esse incentivo e passem a pagar imposto para importar a transmissão CVT e com isso a produção ou montagem no Brasil pode se tornar mais atraente.

Ainda existem alguns pontos a serem considerados antes da decisão de se produzir localmente, como as plantas fora do Brasil que produzem algum tipo de transmissão automática e possuem capacidade de atender a nossa demanda, evitando o alto investimento necessário para iniciar a produção local. Outro fator considerado é a instabilidade do mercado brasileiro, que acaba não transmitindo segurança para investimentos. O fato do mercado automotivo global priorizar os investimentos na eletrificação, pode dificultar a liberação de dinheiro por parte da matriz das montadoras e de seus fornecedores para a abertura ou modificação de uma planta no Brasil para a produção de um novo tipo de transmissão. Outro ponto importante que pode pesar contra a produção local é o fato de que cada montadora ou modelo de veículo utiliza um modelo de transmissão próprio.

Mesmo que exista um volume que justifique o fornecedor produzir a transmissão localmente, ele precisaria dividir sua produção em diferentes linhas de produtos, o que inevitavelmente inviabilizaria essa produção local.

Considerando a previsão atual da S&P Global, que apresenta uma alta penetração de transmissão automática, somada ao fato de algumas montadoras poderem perder a isenção de imposto pelo ex-tarifário, o investimento para produção local se justificaria. Por outro lado, a escala e foco das matrizes, tanto das OEMs como dos fornecedores, na questão da eletrificação acabaria barrando os investimentos desse porte na região. Por causa disso, por enquanto, a S&P Global não está considerando a produção de transmissão automática localmente, mas assim como a Honda, montadoras de maiores volumes podem conseguir apoio das matrizes para investimentos no Brasil. [24]

3.4.2 Fabricação Câmbio Automatizado

Como o Câmbio Automatizado era uma tecnologia muito próxima dos câmbios manuais, muitas montadoras apostaram batizando com nomes: Dualogic, GSR, I-Motion, Easy'R, Easytronic. Os nomes foram muitos, mas a proposta era a mesma: tentar oferecer o mesmo conforto de um câmbio automático, mas a um custo muito menor.

O custo, de fato, chegava a ser mais de 50% menor que o de um automático. E isso só era possível porque, na prática, eram câmbios manuais (mais baratos e menos complexos que os automáticos) com sistema eletro-hidráulico ou apenas elétrico acoplado a ele para executar as trocas de marcha e o acionamento da embreagem. A teoria dizia que o câmbio automatizado evitaria as arranhadas e outras falhas humanas, e a prática revelava, também, menor consumo de combustível. Contudo, o tempo de troca de marcha maior, reações lentas, trancos e patinadas da embreagem impediram que eles alcançassem o nível de conforto de um automático. Isso e as reclamações recorrentes quanto à durabilidade levaram o sistema de embreagem única a ficar queimado no mercado. E isso também pesou para eles terem sido erradicados por aqui.

Marcas de luxo, como Audi (R-tronic) e Mercedes-Benz (softouch), já ofereciam esse tipo de tecnologia, mas foi em 2007 que a invasão em modelos mais acessíveis no Brasil começou pelo Chevrolet Meriva (Easytronic). No início do ano seguinte, estreou no Fiat Stilo (Dualogic) e, em seguida, no VW Polo (I-Motion).

E foi justamente a Chevrolet a primeira a abandonar o sistema, em 2014, quando o Agile saiu de linha. Até mesmo porque foi ela quem iniciou a popularização do câmbio automático de seis marchas, que dois anos antes já estava disponível até no Onix.

Isso se repetiu nos outros fabricantes. A Volkswagen, que abandonou o I-Motion em 2019 nos Fox e Up!, agora está concentrada no câmbio automático de seis marchas, presente até mesmo em Gol e Voyage.

Com o fim das opções com câmbio GSR (ex-Dualogic) de cinco marchas, a Fiat também segue com automático de seis marchas combinadas ao motor 1.8 E.TorQ. O motor 1.3 receberá, no ano que vem, a opção de e câmbio automático CVT.

A mais ousada nesse movimento foi a Renault. Tinha câmbio automático de quatro marchas em Sandero e Logan. Trocou pelo automatizado Easy'R e no ano passado trocou ele pelo CVT.

Com tantas opções de câmbio automático – todos muito bons, diga-se – o custo deles acabou baixando, seja pelo custo ou para manter a competitividade. Tanto que nos últimos tempos o custo estava muito parecido com o de um automatizado, e tirando do mercado de veículos de passeios nacionais. Porém, em vários veículos de luxos ainda possuem a tecnologia de câmbio Automatizado e não tiram o conjunto totalmente do mercado global. [25]

Para o mercado de veículos pesados (caminhões e carretas), a tecnologia câmbio automatizado deu muito certo e as fabricantes Eaton, ZF e etc., continuam com a produção a todo vapor.

3.5 Cambio Automatizado em Caminhões

A evolução das caixas automatizadas tem sido formidável, ainda mais levando-se em conta aqueles primeiros câmbios que podemos qualificar como complexos, pouco funcionais e que eram oferecidos aos clientes como opcional, nada econômico, e que hoje foram convertidos em sistemas fundamentais, altamente sofisticados e bastante rentáveis. Por isso há no mercado, distintas versões de câmbios automatizados e que são ofertados de série, principalmente nas gamas rodoviárias, ficando as manuais como itens opcionais.

Alguns deles possuem um sistema próprio e exclusivo como o Powershift da Mercedes-Benz, o Opticruise da Scania, a I-Shift da Volvo, AS-Tronic da Iveco, a Direct Drive da DAF, a TipMatic da MAN e a mais nova da turma, a TorqShift da Ford. Vale ressaltar que as versões da DAF, Iveco e MAN são produzidas pela ZF, e a da Ford pela Eaton – componentes esses desenhados e programados de acordo com a estratégia e a personalidade de cada motor e de cada marca.

Em rotas de longas distâncias, a supremacia dos câmbios automatizados frente aos manuais é dada por uma obrigatória resposta dos fabricantes à eficiência energética, que se traduz em menor consumo e em menores emissões, objetivos que são mais fáceis de serem almejados entre motoristas que não são treinados, o que é possível graças à gestão dos sistemas eletrônicos.

Por causa da aplicação das novas tecnologias, é possível desenhar programas específicos de economia energética e, assim, desenvolver uma geração de veículos mais econômicos e amigáveis ao meio ambiente, os Eco Trucks. Eles se destacam por oferecer um ótimo equilíbrio entre potência e consumo em função da presença de soluções que colaboram para a economia, como câmbios automatizados capazes de realizar um perfeito acordo entre potência e torque do motor. Nesse sentido, a função Eco Roll é um protagonista à parte, inicialmente equipada na transmissão da Volvo e agora está presente em quase todas as transmissões de outras marcas. Basta colocar o câmbio em ponto morto, ou na letra N, para rodar com o veículo em inércia. Essa ação evita o consumo de combustível.

Graças à incorporação massiva de elementos informatizados e eletrônicos foi possível conseguir a interação dos caminhões com os distintos sistemas de navegação e posicionamento embarcados, dando lugar aos atuais Cruise Control Preditivo, que por meio do GPS detectam o perfil da rota, desenvolvendo uma estratégia de condução mais eficiente elegendo a marcha de acordo com a topografia. Sistemas mais modernos como o I-See da Volvo dispõem de memória de armazenamento para “recordar” a rota quando o caminhão volta a repeti-la.

A mais recente incorporação técnica dos câmbios automatizados e que deve se tornar tendência mundial é o Dual Clutch (dupla embreagem), que a Volvo acaba e incluir como opcional na caixa I-Shift para o caminhão FH13 na Europa. O sistema das engrenagens é trocado sem qualquer interrupção no fornecimento de potência e o torque é mantido, fazendo com que o caminhão não perca velocidade durante as mudanças de marcha. A Eaton também fornece caixa de dupla embreagem para a Freightliner, aplicada em caminhões médios e ônibus escolar.

Mas não é só a eficiência energética, que leva à economia de combustível, que se beneficia da presença dos câmbios automatizados. Eles também são benéficos para o conforto do motorista na hora de conduzir o veículo, um incremento para a segurança ativa.

De toda maneira, os trancos e patinadas da embreagem que se sentiam nos veículos de passeio, em caminhões foram absorvidos pela mecânica mais bruta, possibilitando a continuidade da tecnologia no segmento. [26]

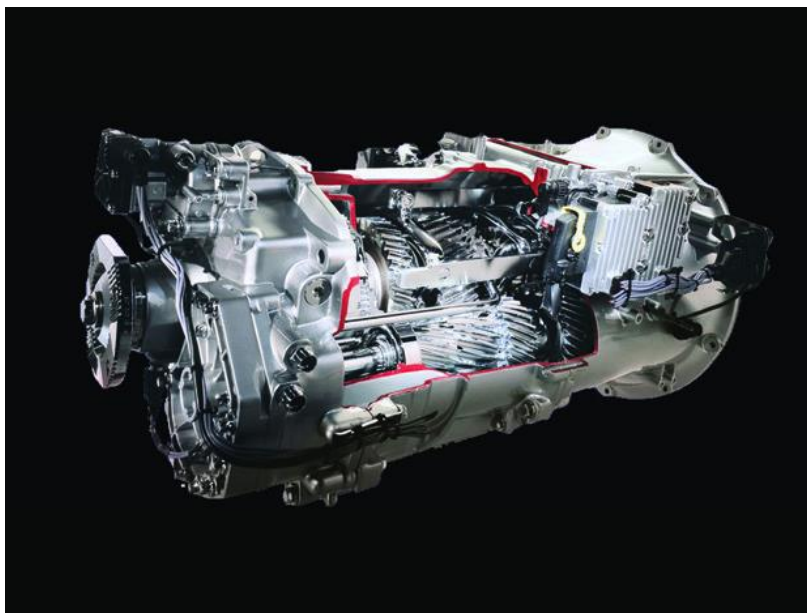


Figura 19- A Powershift da MB tem versões para cada gama de caminhões da marca [27]

4. CONCLUSÃO

O câmbio automatizado que surgiu como uma proposta de proporcionar conforto a um custo mais baixo que o câmbio automático, acabou saindo do mercado nacional de carros pequenos devido aos seus inúmeros problemas abordados acima. Já o câmbio automático que não é um sistema muito acessível para a maior parte dos consumidores do Brasil, vem ganhando mercado pela grande variedade de tecnologias disponíveis e, conseqüentemente, o barateamento desse sistema, chegando até valores próximos ao de um câmbio automatizado.

O câmbio automatizado de uma embreagem, chegou ao seu limite tecnológico nacionalmente para veículos de pequeno porte. Porém, algumas montadoras de luxo como Porsche e Mercedes-Benz e montadoras de caminhões, ainda utilizam o sistema automatizado de duas embreagens que possui maior rapidez e elimina os trancos. O que pode abrir portas para que essa tecnologia volte para o Brasil futuramente.

Mas por enquanto, o câmbio automático tem se tornado mais popular no mercado nacional, com algumas montadoras adotando esse sistema em carros mais populares.

REFERÊNCIAS

- [1] LECHNER, G., NAUNHEIMER. H., **Automotive Transmission, Fundamentals, selection, design, and application**, ed. Springer, 1999.
- [2] SENAI, Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial. Mecânica veículos leves: Sistema automática. São Paulo: SENAITEC. 2002.
- [3] Torque, BNCC.EMCiencias: EM13CNT204, **Aprenda como calcular o torque exercido por uma força**; Disponível em:
<https://pt.khanacademy.org/science/physics/torque-angular-momentum/torque-tutorial/a/torque>. Acesso em: 10 de abril, 2022.
- [4] QUEIROZ, Caio Dimitri Vieira, MELO, Elaine Cristina de, CALABREZ, Felipe Henrique. **Revisão dos Sistemas de Transmissão Automotiva**. Santo André, São Paulo, 2015. Disponível em:
<http://fatecsantoandre.edu.br/arquivos/TCC326.pdf>. Acesso em: 12 de abril, 2022.
- [5] BOSH, **Manual de Tecnologia Automotiva**. 2005.
- [6] NIEMANN, Gustav. **Elementos de máquinas Vol. 2** pag 89.
- [7] **EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA, Como funciona o diferencial**; Disponível em:
<https://educacaoautomotiva.com/2015/10/29/como-funciona-o-diferencial/>. Acesso em: 15 de abril, 2022.
- [8] COSTA, Paulo, Bíblia do Carro. Brasil, 2001
- [9] HEISLER, Heinz. **Advanced Vehicle Technology**, Londres, 2002.
- [10] ZAMARO, Leandro Almendro. **Sistemas de Transmissões Automatizados: Peculiaridades e Paradigmas Decifrados - Parte final**. 2016. Disponível em:
<https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/sistemas-de-transmissoes-automatizados-peculiaridades-e-paradigmas-decifrados-parte-final>. Acesso em: 26 de abril 2022.
- [11] NETO, Carlos Napoletano. **Câmbios automatizados de embreagem simples, aspectos do funcionamento e manutenção**. 2020. Disponível em:
<https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/cambios-automatizados-de-embreagem-simples-aspectos-do-funcionamento-e-manutencao>. Acesso em: 3 de março, 2022.
- [12] VEÍCULOS NA WEB, **O que é um câmbio CVT?**; Disponível em:
<https://veiculosnaweb.com.br/carros/cambio-cvt/> Acesso em: 10 de março, 2022.

- [13] NAGAI, Fábio. **Novo Câmbio CVT da Toyota ganhou agilidade com a primeira marcha que usa engrenagem mecânica**. 2022; Disponível em: <https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/novo-cambio-cvt-da-toyota-ganhou-agilidade-com-a-primeira-marcha-que-usa-engrenagem-mecanica>. Acesso em: 8 de março 2022.
- [14] MAT FOUNDRY GROUP LTD, **What's A Dual Clutch Transmission and How Does It Work?**; Disponível em: <https://auto.howstuffworks.com/dual-clutch>, Acesso em: 20 de março 2022.
- [15] CAMINHONETE E CIA, **Marcha arranhando ou escapando, o que pode ser?**; Disponível em: <https://caminhoneteecia.com.br/marcha-arranhando-ou-escapando-o-que-pode-ser/> Acesso em: 20 de março 2022.
- [16] UOL CARROS, **Relação de marchas**; Disponível em: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 05/05/2022
- [17] UOL CARROS, **Relação de marchas**; Disponível em: <http://carros.hsw.uol.com.br/relacao-de-marchas5.htm>, acessado 15/05/ 2022.
- [18] MULTI CAMBIOS, **Como funcionam as caixas automáticas**; Disponível em: <https://multicambios.com.br/cambio-automatico-duvidas/como-funcionam-as-caixas-automaticas/>, acessado 15/05/ 2022.
- [19] Zamaro, Leandro Almendro, **Sistemas de Transmissões Automatizados: Peculiaridades e Paradigmas Decifrados - Parte final**; Disponível em: <https://www.oficinabrasil.com.br/noticia/tecnicas/sistemas-de-transmissoes-automatizados-peculiaridades-e-paradigmas-decifrados-parte-final>; acessado 15/05/2022.
- [20] Estigarribia, Juliana, **Vendas de carros automáticos devem prevalecer no Brasil em 2020**, Disponível em: <https://exame.com/negocios/vendas-de-carros-automaticos-devem-prevalecer-no-brasil-em-2020/> acessado 15/05/ 2022.
- [21] PANARO, Raphael, **Mercado de carros usados e seminovos virou oportunidade na crise da pandemia**; Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/usados-e-seminovos/noticia/2022/04/mercado-de-carros-usados-e-seminovos-virou-oportunidade-na-crise-da-pandemia.ghtml>; acessado 15/05/ 2022.
- [22] MARF, **Veja como funciona a embreagem e seus componentes!**; Disponível em: <http://www.marfconversores.com.br/veja-como-funciona-a-embreagem/> acessado em 02/06/2022.

[23] CARROSNAWEB, **Comparativo Selecione dois, três ou quatro carros e conheça as diferenças entre eles.**; Disponível em:

<https://www.carrosnaweb.com.br/compara.asp>, acessado em 26/05/2022.

[24] SILVA, Victor, **Como a transmissão automática vai ganhar ainda mais mercado nos carros brasileiros**; Disponível em:

<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/transmissao-automatizada-em-expansao-no-brasil/> acessado em 02/06/2022.

[25] RODRIGUEZ, Henrique, **I-Motion, Easytronic, Duallogic: câmbio automatizado está extinto no Brasil.** Disponível em:

<https://quatorrodas.abril.com.br/noticias/i-motion-easytronic-duallogic-cambio-automatizado-esta-extinto-no-brasil/> acessado em 02/06/2022.

[26] SILVA, Guilherme, **Câmbio automatizado: vantagens e desvantagens**;

Disponível em: <https://www.webmotors.com.br/wm1/dicas/cambio-automatizado-vantagens-e-desvantagens> acessado em 10/06/2022.

[27] RAMOS, Andrea, **Automático ou automatizado: qual é o melhor câmbio?**

Disponível em: <https://transportemundial.com.br/automatico-ou-automatizado-qual-o-melhor-cambio/> acessado em 10/06/2022.

[28] MOBIAUTO, **Carro automático: vantagens e desvantagens do conversor de torque**; Disponível em: <https://www.mobiauto.com.br/revista/carro-automatico-vantagens-e-desvantagens-do-conversor-de-torque/694> acessado em 10/06/2022.

[39] NASCIMENTO, Francisco Paulo do, **Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos.** Disponível

em: Acesso em: 22/06/2022