



## ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE TRANSMISSÃO MANUAL, AUTOMÁTICA E CVT

CAETANO, Marcos<sup>1</sup>; OLIVEIRA DE JESUS, Lucas<sup>1</sup>;  
CIPOLATO, Celso Antônio<sup>2</sup>;  
Universidade São Francisco

[marcos.caetano@mail.usf.edu.br](mailto:marcos.caetano@mail.usf.edu.br); [lucas.oliveira.jesus@mail.usf.edu.br](mailto:lucas.oliveira.jesus@mail.usf.edu.br)

<sup>1</sup>Estudante do Curso de Engenharia Mecânica, Universidade São Francisco; Campus Swift.

<sup>2</sup>Docente Orientador, Curso Engenharia Mecânica, Universidade São Francisco; Campus Swift.

**RESUMO.** Este trabalho faz uma comparação de diversos parâmetros dos 3 tipos de transmissão automotivas mais usadas atualmente. O desempenho e o consumo de combustível são os pontos centrais da análise, bem como se deu forte atenção ao tema da manutenção, pois, sendo as transmissões CVT (Transmissão continuamente variável, do inglês continuously variable transmission) e Automáticas ainda não muito disseminadas no Brasil, existe sempre a preocupação com o custo dos reparos.

**Palavras-chave:** transmissão; automática; CVT; manual

**ABSTRACT.** This work makes a comparison of several parameters of the 3 types of automotive transmissions most used today. Performance and fuel consumption are the central points of the analysis, as well as strong attention was paid to the topic of maintenance, as, as CVT and Automatic transmissions are not yet widespread in Brazil, there is always concern about the cost of repairs.

**Keywords:** streaming; automatic; CVT; manual.

### INTRODUÇÃO

No cenário automobilístico, a escolha do tipo de transmissão é um dos aspectos cruciais que os consumidores enfrentam ao adquirir um veículo. Ao longo dos anos, duas opções principais dominaram o mercado: o câmbio manual e o automático. Ambos os sistemas possuem vantagens e desvantagens distintas, tornando sua comparação um tema de interesse e relevância para a indústria automotiva e para os consumidores.

Na Idade Média, surgiram os primeiros registros de sistemas de transmissão, pois não existiam sistemas mecânicos e era preciso usar a força de humanos ou animais. Rodas grandes com pinos de montagem elegantes foram os primeiros modelos de transmissão. Seu torque é gerado por animais ou humanos, resultando em um princípio de transmissão de multiplicação de torque a partir de uma fonte de energia. (LECHENER, NAUHEIMER, 1999)

Ao longo do trabalho, examinaremos detalhadamente os aspectos técnicos de cada sistema, explorando pontos fortes e fracos em termos de eficiência de combustível, custos de manutenção, desempenho. Além disso, examinaremos como as preferências culturais, geográficas e geracionais afetam a escolha de transmissões manuais e automáticas. Com base



<http://ensaios.usf.edu.br> - ISSN 2595-1300

# TRABALHO DE GRADUAÇÃO

em uma análise aprofundada desses fatores, nosso objetivo é fornecer uma visão abrangente para ajudar consumidores e fabricantes a entender as diferenças envolvidas na seleção de um sistema de transmissão.

Deve-se considerar que os sistemas de transmissão estão sempre em evolução da tecnológica, bem como ocorre a mudança das exigências dos consumidores também evoluir, demandando conforto e conveniência cada vez maior. Enquanto as transmissões manuais são elogiadas por sua conexão direta com o veículo e controle sobre as mudanças de marcha, as transmissões automáticas oferecem conforto e tranquilidade por meio do processo de automação. Deve-se atentar ao fato de que tais generalizações apenas arranham a superfície de um debate mais profundo e multifacetado, que temos a intenção de promover neste trabalho.

## OBJETIVO GERAL

Fazer uma análise comparativa detalhada das transmissões manuais, automáticas, e do tipo CVT.

## OBJETIVO ESPECIFICO

- Realizar um estudo comparativo entre um modelo automotor ofertado em versão automática, manual e CVT;
- Comparação do desempenho das transmissões;
- Comparação da eficiência energética;
- Comparação dos custos de manutenção;

## MOTIVAÇÃO

A motivação por trás deste trabalho está no contexto de uma indústria automotiva em constante evolução, onde a inovação tecnológica tem desempenhado um papel vital no desenvolvimento de sistemas de transmissão mais avançados e eficientes. Como resultado, os consumidores têm um número cada vez maior de opções de transmissão de carro para escolher, tornando a escolha entre transmissões manuais e automáticas uma decisão complexa e relacionada.

## HISTÓRICOS DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO AUTOMOTIVO

Os primeiros registros referentes à ideia de sistema de transmissão são datados da Idade Média onde se mostrava necessário potencializar a força humana ou animal, já que ainda não existiam sistemas mecânicos capazes de gerar energia mecânica. Os primeiros modelos de transmissão utilizavam basicamente, grandes rodas de madeira e pinos que, montados de uma maneira harmônica, aumentavam o torque gerado pela força animal ou humano. Este era o princípio das transmissões: multiplicar torque gerado pela fonte de energia (LECHNER; NAUNHEIMER, 1999).

## CÂMBIO MANUAL



<http://ensaios.usf.edu.br> - ISSN 2595-1300

## TRABALHO DE GRADUAÇÃO

As primeiras transmissões manuais foram criadas em 1894 pelos inventores franceses Louis-Rene Panhard e Emile Levassor. Essas primeiras transmissões manuais eram de velocidade única e usavam uma correia para transmitir potência ao eixo motriz (Carbuzz).

Durante qualquer trecho percorrido por um automóvel, o condutor sentirá a necessidade de usar velocidades diferentes, às vezes, aumentá-la para ir mais rápido, às vezes, desacelerar, ir devagar, ou mesmo utilizar maior ou menor torque ao invés de velocidade em si. Para que o veículo possa ser capaz de se deslocar em diversos regime de torque e velocidades foi criado o sistema de câmbio, ou transmissão. A transmissão (ou câmbio), em resumo, é o sistema formado por um conjunto de engrenagens (no caso manual) que permite ao condutor ajustar a velocidade e o torque apropriados às condições de locomoção do veículo em determinado trecho.

No século XVIII, as máquinas térmicas a vapor exigiam transmissões porque as forças produzidas e seus movimentos de substituição eram inadequados para seu uso.

Em 1821, Griffith trouxe o aprimoramento do sistema de transmissão baseado em engrenagens deslizantes, sendo uma solução barata para o século XIX;

Em 1827, O princípio de funcionamento do diferencial, atribuído ao francês Onesiforo Pecqueur;

Em 1834, Bodmer cria os sistemas de engrenagens planetárias, que se acredita foi a precursor das transmissões automáticas;

Ao longo de décadas, a transmissão de forças viveu momentos de evolução marcantes, sendo que um deles se deu na década de 1920 quando a GM (General Motors, multinacional do segmento automotivo) lançou a transmissão “Synchromesh”, um câmbio manual com sincronizador. Este salto tecnológico acabou com o incomodo do “arranhar” a marcha, quando um motorista não era muito habilidoso nas trocas.

### CAMBIO AUTOMATICO

A transmissão automática é um tipo de sistema de transmissão de veículos que permite que o carro mude automaticamente de marcha, sem a necessidade de intervenção do motorista.

A tecnologia foi esboçada em 1902 pelos irmãos Sturtevant, de Boston, mas o invento deles era mecânico e funcionava apenas em altas rotações, enquanto Munro Alfred Horner registrou um mecanismo com funcionamento pneumático, mas a solução também não funcionava tão bem na prática.

Pode se dizer que o esboço da transmissão automática foi inventado em 1921 e patenteado em 1923 por Alfred Horner Munro de Regina, Saskatchewan, Canadá. Engenheiro de vapor, Munro projetou o dispositivo para usar ar comprimido em vez de pressão hidráulica e então sua invenção não teve impulso e nunca encontrou aplicação comercial.

A primeira transmissão automática a fluido hidráulico foi desenvolvida em 1932 por dois engenheiros brasileiros, José Braz Araripe e Fernando Lehly Lemos, cujo protótipo e projeto foram posteriormente vendidos para a General Motors, que os introduziram em 1940. O modelo Zmobile introduziu o Hydra-Matic tecnologia de transmissão e é considerado o primeiro carro equipado com transmissão automática. Esta é uma opção cara, custando US\$ 70, um décimo do preço deste modelo.



## **CAMBIO CVT**

A transmissão continuamente variável reapareceu cinquenta anos após o seu primeiro desenvolvimento. O Variomatic de Van Doorne foi desenvolvido em 1950 e, em 1958, surgiu a primeira transmissão continuamente variável produzida em massa. A potência era transmitida por correias em V de borracha e polias em V, cujo diâmetro é variado pelo deslocamento axial. No Variomatic, pesos centrífugos e uma membrana acionada por vácuo conseguiam esse ajuste das polias. No lado de saída, a pressão é produzida por uma mola. Em tal projeto com duas correias montadas paralelamente, um diferencial é desnecessário. A diferença na velocidade de rotação é compensado pelo deslizamento da correia. As correias em V de borracha limitavam a potência. O torque de entrada permitido era de cerca de 100 Nm, portanto, adequada apenas para pequenos automóveis de passageiros.

Transmissão do tipo CVT, ou Transmissão Continuamente Variável, é uma transmissão que simula uma infinidade de relações de transmissão pois funciona com um sistema de duas polias de tamanhos diferentes, interligadas por uma correia metálica de alta resistência, em vez de engrenagens de determinados tamanhos. Para cada torque, rotação e relação de transmissão, a resposta do CVT está bem próxima do ideal. Existem diferentes tipos de CVTs, os mais utilizados são o CVT de correia - “Push/Van Doorne” e a corrente “Pull”.

## **METODOLOGIA**

A metodologia deste trabalho baseia-se em uma abordagem qualitativa, utilizando pesquisa bibliográfica em livros e materiais publicados em sites confiáveis da internet.

Numa primeira fase foram reunidos materiais que simplesmente estavam relacionados com o tema do trabalho.

Numa segunda fase esses materiais foram avaliados pela relevância e pertinência do assunto. Este material selecionado foi então analisado em profundidade para compor esta análise.

## **RESULTADOS**

### **DADOS**

Como resultado da pesquisa bibliográfica, foram levantados diversos dados/resultados, que utilizou-se para fazer a comparação dos 3 tipos de transmissão.

Para restringir a amplitude do tema, foi selecionado o veículo Fiat Cronos, que é disponível nos 3 tipos de transmissão, pois caso contrário, não seria válido comparar as transmissões em veículos diferentes.

**Figura 1** – Dados técnicos do Fiat Cronos



# TRABALHO DE GRADUAÇÃO

| Transmissão                        | Manual | Automática | CVT  |
|------------------------------------|--------|------------|------|
| Cilindrada [cm³]                   | 1332   | 1747       | 1332 |
| Peso [kg]                          | 1155   | 1271       | 1155 |
| Capacidade do Tanque [L]           | 47     | 47         | 47   |
| Potência Máxima ( á 6250 RPM) [cv] | 107    | 139        | 107  |
| Torque Máximo ( á 4000 RPM) [kgfm] | 13,7   | 19,27      | 13,7 |
| Velocidade Máxima [km/h]           | 183    | 181,5      | 170  |
| Tempo de 0 - 100 k [s]             | 11     | 9,9        | 10,6 |

Fonte: Próprio autor.

A alteração de maior significância dos modelos foram as transmissões e em um dos modelos o motor, o modelo 2021 faz o uso da transmissão automática como um motor 1.8 Flex EtorQ Aspirado, o modelo com CVT (Transmissão Continuamente Variável) está equipado com motor um 1.3 Flex Firefly Aspirado, ano 2023, e o terceiro modelo faz uso da transmissão manual com um motor 1.3 Flex Firefly Aspirado, ano 2023, o peso e as dimensões com valores muito próximos.

Dentro do escopo do trabalho foram analisados os itens: manutenção, desempenho, consumo e preço de mercado.

## MANUTENÇÃO

No câmbio manual, a grande vantagem é a simplicidade, pois ele tem menos componentes mecânicos em comparação com os câmbios automáticos, tornando-os menos propensos a falhas complexas, resultando em custos de manutenção mais baixos. Menos manutenções rotineira nesse tipo de cambio em comparação com outros câmbios, o que pode ser uma economia de dinheiro ao longo do prazo. Entre as desvantagens mais comum está a troca de embreagem, é um componente crítico no câmbio manual, que é necessário a substituição devido ao desgaste. O uso frequente em situações de transito pesado ou engarrafamento pode causar o desgaste prematuro e aumentar a necessidade de manutenção, inclusive a substituição da embreagem, que pode ser um serviço caro.

No câmbio automático, a desvantagem é que a manutenção é mais cara e exige mão de obra especializada, o que de forma nenhuma é um atrativo para consumidores, independente do poder aquisitivo. A caixa da transmissão automática é mais pesada, o que aumenta o consumo de combustível exige maior esforço do motor que os câmbios manual e CVT prejudicando seu desempenho.

Embora as transmissões automáticas sejam confiáveis e não exijam a substituição regular de peças devido ao desgaste natural (como uma transmissão manual), a manutenção das transmissões automáticas é muito mais cara quando são necessários reparos. Um defeito comum está relacionado aos trancos na troca de marcha, demora no engate das marchas e até travamentos, fazendo com que o câmbio entre em módulo de emergência.

Já o câmbio CVT costuma ser bastante durável se utilizado de forma correta e recebendo suas devidas manutenções, com vida útil em torno de 300.000km. É importante ressaltar que a troca do fluido do câmbio e do líquido de arrefecimento do motor devem ser trocadas periodicamente, devido o fato desse tipo de câmbio possuir polias, as polias estão em



atrito constante podendo sofrer superaquecimento o fluido do cambio e o liquido de arrefecimento auxilia para manter as polias em uma temperatura de trabalho adequada

Entre as desvantagens o câmbio CVT possui muitos componentes eletrônicos que ajustam sua atividade tornando dessa forma sua manutenção um pouco mais complexa e exigindo manutenções preventivas para garantir o funcionamento correto.

Uma das a maiores desvantagens que podemos citar é o desempenho, quando combinadas com motores de alto desempenho, grande parte dessas caixas apresenta dificuldade para entregar valores de torque maiores que 35 kgfm, pois a força cria alto atrito entre a correia e a polia. Ou seja, na maioria das vezes, esse tipo de transmissão não é forte o suficiente para suportar as forças extremas. Do ponto de vista do motorista, alguns motoristas podem achar chato dirigir um carro com transmissão CVT porque a rotação do motor é estável e não há sensação de mudança de marcha ou oscilação do motor.

## CONSUMO

O consumo de combustível em veículos é um tópico de grande importância devido às implicações econômicas, ambientais e práticas que envolvem a utilização de veículos motorizados. A eficiência do consumo de combustível não afeta apenas nos gastos dos proprietários de veículos, mas também tem um impacto direto nas emissões de gases de efeito estufa e na qualidade do ar.

Segundo Lechner (1999), o consumo de combustível é um dos fatores mais decisivos na medição da eficiência do motor. Porém, é preciso lembrar que diversas outras variáveis devem ser consideradas, como as emissões de poluentes, ao medir essa eficiência.

Em geral, as medições de consumo são muito difíceis de calcular porque apenas o condutor tem uma influência desproporcional no consumo de combustível. Sendo assim, pode se utilizar vários métodos para tratar a média de consumo de um veículo.

Os principais métodos de medição refere-se à distância percorrida por um veículo em relação à quantidade de combustível consumido. Geralmente é expresso em termos de quilômetros por litro (km/l). Quanto maior o valor, mais eficiente é o veículo em termos de consumo de combustível.

Em um determinado momento deseja saber o consumo de combustível, existem equações que evidenciam essa característica. No entanto, métodos de medição padrão são normalmente usados colocando o veículo na rodovia e o combustível é medido em ciclos.

**Figura 2 – Consumo Urbano em km/L**

| Trasmissão      | Manual | Automatico | CVT  |
|-----------------|--------|------------|------|
| <b>Etanol</b>   | 8,5    | 7,2        | 9,3  |
| <b>Gasolina</b> | 12,5   | 11,6       | 13,3 |

Fonte: Próprio autor.

**Figura 3 – Consumo em Rodovias em km/L**



| Trasmissão | Manual | Automatico | CVT |
|------------|--------|------------|-----|
| Etanol     | 10,3   | 9,6        | 11  |
| Gasolina   | 14,8   | 13,8       | 15  |

Fonte: Próprio autor.

## DESEMPENHO

Foram comparados três modelos e verificado o desempenho em vista do consumo, os modelos utilizam motores de média litragem. O modelo com CVT se saiu melhor na questão consumo, mas ficou atrás no quesito desempenho (Tabela 4), isso devido ao câmbio sempre buscar a entrega de torque adequado para aquela velocidade, esse sistema foi desenvolvido para funcionar da maneira mais eficiente possível.

Para efeitos de comparação conseguimos os seguintes dados em relação ao desempenho em fichas técnicas disponibilizadas pelo site da Stellantis fornecidos em acesso gratuito.

O Fiat Cronos modelo 2023 que utiliza uma transmissão manual de cinco velocidades, confere ao motor boas respostas mesmo em baixas rotações, sendo que, esse modelo em dados disponibilizados pelo fabricante, apresenta velocidade final de 183 km/h (Figura 4), e no quesito aceleração de 0 a 100 km/h a transmissão automática se saiu melhor num tempo de 9.9 segundos (Figura 5).

**Figura 4 – Velocidade Máxima**

| Transmissão                     | Manual | Automática | CVT |
|---------------------------------|--------|------------|-----|
| <b>Velocidade Máxima [km/h]</b> | 183    | 181,5      | 170 |

Fonte: Próprio autor.

**Figura 5 – De 0 a 100 km/h em segundos**

| Transmissão                      | Manual | Automática | CVT  |
|----------------------------------|--------|------------|------|
| <b>Tempo de 0 - 100 km/h [s]</b> | 11     | 9,9        | 10,6 |

Fonte: Próprio autor.

## CONCLUSÃO

Na conclusão deste estudo comparativo entre câmbios, podemos afirmar que a escolha do tipo de transmissão automotiva depende de diversos fatores, incluindo preferências pessoais, necessidades específicas e o contexto de uso do veículo, aqui no Brasil deve-se considerar o custo elevado das transmissões automáticas e CVT. Enquanto o câmbio manual oferece maior controle ao condutor e podendo ser mais eficiente em algumas situações, os câmbios automáticos e CVT oferecem conveniência, conforto e desempenho superiores em grande parte das condições de direção.

Em termos de consumo observa-se nas transmissões estudadas o que é crença popular: a transmissão automática tem maior que a manual, tanto em tráfego urbano como em estrada.



<http://ensaios.usf.edu.br> - ISSN 2595-1300

# TRABALHO DE GRADUAÇÃO

A análise comparativa realizada ao longo deste TCC destacou que o câmbio CVT é mais eficiente em relação a consumo, destaca pela suavidade e eficiência na transmissão de potência, fruto de seu princípio de funcionamento que consegue utilizar o torque do motor da maneira mais otimizada possível adaptando-se de forma contínua às necessidades do motor.

Os câmbios automáticos tradicionais oferecem uma experiência mais confortável, especialmente em trânsito urbano, mas podem ter algum impacto no consumo de combustível. Por outro lado, o câmbio manual, embora ofereça maior controle ao motorista, pode ser menos prático, especialmente em situações de trânsito intenso.

Portanto, a escolha entre essas opções de transmissão deve ser baseada nas preferências individuais do condutor, no tipo de veículo e no propósito de uso. Cada um desses sistemas de transmissão tem suas vantagens e desvantagens, e a decisão final deve levar em consideração uma avaliação cuidadosa desses fatores. Em última análise, a tecnologia automotiva continua evoluindo, e é possível que novas inovações modifiquem ainda mais o cenário das transmissões veiculares no futuro.

## SUGESTÃO PARA NOVOS TRABALHOS

Seria interessante aprofundar mais a questão do desempenho, sempre na dualidade desempenho versus conforto e prazer ao dirigir. Poderia o novo trabalho inclusive levantar a opinião de usuários. Esse tipo de análise não foi feito aqui em função da exiguidade de tempo e necessidade de restringir a amplitude do trabalho.

## REFERÊNCIAS

NAUNHEIMER, Harald. **Automotive Transmissions: Fundamentals, Selection, Design and Application**. Berlin: Springer, 2014

CARLINHOCAIXASDECÂMBIO. **Caixas de câmbio**. Disponível em <<https://www.caixasdecambio.com/>>. Acesso em 28 Set. 2023.

CARROSNAWEB. **Ficha técnica do fiat Cronos**. Disponível em <<https://www.carrosnaweb.com.br/fichadetalhe.asp?codigo=17395>>. Acesso em 16 Set. 2023.

KARVI. **As vantagens e desvantagens do câmbio CVT**. Disponível em <<https://www.karvi.com.br/blog/as-vantagens-e-desvantagens-do-cambio-cvt/>>. Acesso em 28 Set. 2023.

PADILHA, Jessé Luís. **Sistema de transmissão automotiva**. Disponível em <<https://avant.grupont.com.br/dirVirtualLMS/arquivos/arquivosPorRange/0000355824/texto/991d1851150f88a5f3e857d3b97db792.pdf>>. Acesso em 17 Ago. 2023.

REPARAÇÃOAUTOMOTIVA. **A história do câmbio automático**. Disponível em <<https://www.reparacaoautomotiva.com.br/2022/08/11/a-historia-do-cambio-automatico/>>. Acesso em 7 Set. 2023.



<http://ensaios.usf.edu.br> - ISSN 2595-1300

## TRABALHO DE GRADUAÇÃO

RICARDO, Ailton. HENRIQUE, Caio. RIBEIRO, Lucas. **Diferenças entre o câmbio CVT e o câmbio automático em desempenho e manutenabilidade** – um estudo de caso.

Disponível em

<<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/23973/1/TCC%20COMPARATIVO%20C%a2mbio%20autom%c3%a1tico%20e%20CVT%20Final.pdf>>. Acesso em 31 Ago. 2023.

STAFF, Moyens. **Uma história da transmissão manual**. Disponível em

<<https://pt.moyens.net/auto/conselho/uma-historia-da-transmissao-manual/>>. Acesso em 17 Ago. 2023.

STELLANTIS. **Fiat Cronos**. Disponível em <

<https://www.stellantis.com/en/search?q=FIAT+CRONOS>>. Acesso em 14 Set. 2023.

WEBMOTORS. **Fiat Cronos**. Disponível em

<<https://www.webmotors.com.br/ fiat/cronos/2023>>. Acesso em 16 Set. 2023.

WIKIPÉDIA. **Panhard**. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Panhard>>. Acesso em 30 Set. 2023.