



4º Congresso Brasileiro
de Ciência e Saberes
Multidisciplinares
**tudo é
ciência**
11º Encontro de Extensão
Universitária do UniFOA

**23 a 25
de outubro**

Submissões abertas até 07/09

Análise técnica comparativa da eficiência mecânica e dirigibilidade entre os câmbios CVT, Automático e Automatizado utilizados no mercado automotivo mundial

João Gabriel da Cunha Ássimos¹; 0009-0007-5897-7358

Matheus Barreto Bastos Lacerda da Silva¹; 0009-0005-9059-3923

Victória Teixeira Ribeiro¹; 0009-0000-4183-4085

Alexandre Alvarenga Palmeira^{1,2}; 0000-0002-9271-8858

Izabel de Oliveira da Mota¹; 0000-0001-6276-5381

Cirlene Fourquet Bandeira¹; 0000-0001-7034-2477

Leticia Alvim Dias²; 0009-0000-3586-0439

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ

2 – UERJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Tecnologia, Resende, RJ

jgassimos@gmail.com

Resumo: A indústria automobilística sofreu diversos avanços tecnológicos que resultou uma variedade de sistemas de transmissão, gerando a necessidade de análises aprofundadas sobre suas funcionalidades. Este estudo tem como objetivo principal realizar uma análise comparativa entre os sistemas de Transmissão Continuamente Variável (CVT), automático convencional e automatizado, destacando o diferencial entre eles sob a perspectiva da engenharia mecânica. A metodologia consiste em uma pesquisa bibliográfica qualitativa e comparativa, baseada em artigos científicos, dissertações e manuais técnicos publicados entre 2015 e 2025. Os resultados encontrados foram organizados em alguns aspectos: eficiência energética e desempenho; conforto e dirigibilidade; custo de produção, manutenção e ciclo de vida, evidenciando os pontos fortes e fracos de cada sistema de transmissão. O câmbio CVT se destaca pelo seu consumo em uso urbano, reduzindo o desperdício de energia e otimizando a queima de combustível; o automático convencional pela robustez e conforto gerado pela evolução dos conversores de torque e sistemas inteligentes, e o automatizado pelo baixo custo de produção e manutenção simplificada, por se basear em um câmbio manual tradicional acrescida de atuadores e central eletrônica. Conclui-se que não há um sistema superior, sendo a escolha ideal de acordo com o perfil do condutor. A escolha da transmissão ideal envolve um equilíbrio entre custo, conforto e eficiência. O câmbio automático prioriza o conforto a um custo elevado, enquanto o CVT oferece uma melhor eficiência para uso urbano com suavidade e custo acessível. Por outro lado, o automatizado é uma alternativa mais econômica, embora tenha menor durabilidade e conforto em relação aos demais.

Palavras-chave: Transmissão veicular. Câmbio CVT. Câmbio automático. Câmbio automatizado. Eficiência energética.



INTRODUÇÃO

O objetivo geral do estudo é realizar uma análise comparativa entre os sistemas de transmissão CVT, automático e automatizado, identificando seus pontos fortes e fracos a partir de critérios técnicos, operacionais e de desempenho. analisar o funcionamento e a examinar os aspectos técnicos das transmissões, desenvolver uma análise comparativa entre os três sistemas, com base em eficiência energética, conforto, custo de produção e manutenção.

Emadi (2015) ressalta que o câmbio CVT se diferencia pela variação contínua das relações de marcha, o que proporciona um funcionamento mais suave e constante do motor. De acordo com o autor, isso permite um melhor aproveitamento da faixa de torque e um desempenho superior em termos de economia de combustível, especialmente em percursos com poucas oscilações de velocidade. O CVT, portanto, apresenta-se como uma solução técnica voltada à eficiência energética, ainda que sua estrutura interna demande cuidados específicos com manutenção e refrigeração.

De acordo com Alvarez (2018), a transmissão automática tradicional, embora consolidada no mercado, possui um funcionamento mais robusto e pesado, o que pode comprometer a eficiência energética em relação a sistemas mais modernos. O autor observa que sua vantagem está no conforto, especialmente em ambientes urbanos, mas que esse benefício vem acompanhado de uma estrutura complexa e maior custo de manutenção. Ainda assim, esse tipo de câmbio é amplamente utilizado por sua confiabilidade e pela familiaridade que oferece ao consumidor.

No caso da transmissão automatizada, Matsushima (2015) observa sua evolução nos modelos de entrada, como no caso do Uno Way com câmbio Dualogic Plus. Segundo o autor, esse sistema busca equilibrar custo e praticidade ao automatizar uma caixa manual convencional, utilizando atuadores para realizar as trocas de marchas. No entanto, embora seja mais acessível, a suavidade na transição entre marchas ainda é um desafio, o que pode comprometer a experiência do condutor em comparação com as demais opções.

Segundo Rossetto e Bortoluzzi (2020), a escolha do sistema de transmissão influencia diretamente o rendimento energético de veículos, sobretudo em projetos que priorizam eficiência e leveza. Os autores destacam que o câmbio pode ser um elemento determinante para a performance global do veículo, especialmente quando se considera o consumo de combustível em situações variáveis de velocidade. A análise criteriosa dessas configurações permite compreender como cada tipo de câmbio se comporta diante das exigências do trânsito moderno.

MÉTODOS

A metodologia adotada neste estudo consistiu em uma abordagem qualitativa e comparativa. A escolha por uma abordagem qualitativa se deu em razão da natureza do problema investigado, que requer uma compreensão aprofundada das tecnologias envolvidas, suas funcionalidades e suas aplicações práticas.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida utilizando artigos científicos, dissertações, trabalhos acadêmicos, manuais técnicos e revistas especializadas, dando preferência a fontes recentes e confiáveis. A análise comparativa foi organizada com base em critérios fundamentais para o estudo das transmissões: eficiência energética e desempenho veicular, conforto, dirigibilidade e experiência do usuário, custo de produção, manutenção e ciclo de vida. Esses critérios serão utilizados para a comparação sistemática entre os câmbios CVT, automático convencional e automatizado, evidenciando seus pontos fortes e fracos em diversos contextos de uso e aplicação no setor automotivo.

DISCUSSÃO E RESULTADOS

A análise comparativa da literatura técnica permitiu avaliar os três sistemas de transmissão sob diferentes critérios, revelando um panorama de vantagens e limitações que orientam sua aplicação em distintos segmentos de mercado.

Eficiência Energética e Desempenho Veicular

De acordo com Barreto (2023), o câmbio CVT tende a apresentar melhor eficiência energética em trajetos urbanos, especialmente em modelos compactos. Isso se deve à sua capacidade de manter o motor funcionando sempre em rotações ideais, reduzindo o desperdício de energia e otimizando a queima de combustível.

Segundo Campanari (2023), a transmissão automática convencional, principalmente em suas versões mais modernas com múltiplas marchas e controle eletrônico, alcançou níveis significativos de eficiência e conforto. Embora historicamente fosse considerada mais gastadora de combustível, os novos modelos incorporam conversores de torque bloqueáveis e sistemas de gerenciamento eletrônico avançado, capazes de reduzir perdas mecânicas e adaptar o comportamento do câmbio ao estilo de condução.

Mendonça (2016) aponta que o câmbio automatizado surgiu como uma alternativa econômica e intermediária entre as opções manual e automática, oferecendo consumo de combustível semelhante ao do câmbio manual, mas com o conforto de não exigir uso do pedal de embreagem. Contudo, ele ressalta que, embora eficiente em termos energéticos, esse sistema ainda enfrenta críticas quanto à suavidade nas trocas e ao desempenho em situações que exigem respostas rápidas, como ultrapassagens e subidas íngremes.

Conforto, Dirigibilidade e Experiência do Usuário

De acordo com Barreto (2023), a transmissão automática convencional é geralmente associada a um maior conforto ao dirigir, especialmente em ambientes urbanos com tráfego intenso. Esse tipo de câmbio elimina a necessidade do pedal de embreagem e realiza as trocas de marcha de maneira progressiva e imperceptível nas versões mais recentes, garantindo uma condução mais suave.

Segundo Pereira e Pereira (2023), o sistema CVT se destaca por manter o motor sempre em sua faixa ideal de rotação, o que proporciona uma sensação de condução contínua e silenciosa. Isso contribui para o conforto do usuário, especialmente em velocidades constantes, onde o veículo responde de forma linear e sem trancos. No entanto, os autores observam que, para alguns condutores, essa ausência de sensação de troca de marchas

pode transmitir uma percepção de falta de potência, o que pode influenciar negativamente na experiência de condução em situações mais dinâmicas.

Carvalho (2021) analisa que o câmbio automatizado apresenta avanços significativos em dirigibilidade quando comparado às primeiras gerações da tecnologia, que eram marcadas por trancos nas trocas de marcha e respostas lentas. Os sistemas mais recentes, sobretudo os com embreagem dupla, oferecem respostas mais rápidas e precisas, tornando a experiência de condução mais próxima daquela proporcionada pelos câmbios automáticos convencionais.

Custo de Produção, Manutenção e Ciclo de Vida

De acordo com Barreto (2023), a produção de câmbios automáticos convencionais envolve componentes complexos como o conversor de torque, conjuntos de engrenagens planetárias e sofisticadas unidades de controle eletrônico. Essa complexidade resulta em um custo de fabricação elevado.

Segundo Campanari (2023), as transmissões CVT apresentam um custo de produção intermediário. Embora envolvam alta tecnologia na fabricação da correia metálica e das polias variáveis, eliminam a necessidade de múltiplos conjuntos de engrenagens, o que reduz a complexidade da montagem.

Mendonça (2016) aponta que o câmbio automatizado se destaca por sua simplicidade estrutural e menor custo de produção. Por se basear em uma caixa de câmbio manual tradicional acrescida de módulos de atuadores e central eletrônica, ele permite aproveitamento da mesma linha de produção de veículos manuais, com pequenas modificações.

No aspecto da manutenção, Reinaldo et al. (2020) destacam que os câmbios automáticos convencionais exigem serviços mais especializados. O uso de fluidos específicos, a presença de sistemas hidráulicos e eletrônicos sensíveis e a necessidade de substituições complexas em caso de falha tornam a manutenção mais custosa e menos acessível para o



consumidor médio. A longevidade do sistema depende, portanto, de cuidados contínuos e do uso correto.

Lira (2022) argumenta que, no caso dos câmbios CVT, a manutenção é mais previsível, mas requer atenção a componentes como a correia ou corrente e ao fluido específico do sistema. Embora o número reduzido de peças móveis diminua o risco de falhas mecânicas frequentes, quando há necessidade de troca da correia, o custo pode ser elevado.

De acordo com Pereira e Pereira (2023), as transmissões automatizadas demandam manutenção semelhante à dos câmbios manuais, o que representa uma vantagem em termos de custo. No entanto, a durabilidade dos atuadores e a necessidade de calibração dos sistemas eletrônicos impõem revisões periódicas.

Tabela 1: Tabela Comparativa: Custo de Produção, Manutenção e Ciclo de Vida dos Sistemas de Produção Transmissão

Tipo de Câmbio	Automático convencional	CVT	Automatizado
Eficiências energética	Nas versões mais modernas alcançou níveis significativos de eficiência	Apresenta melhor eficiência em trajetos urbanos, reduzindo o desperdício de energia	Possui uma boa economia, semelhante ao câmbio manual
Custo de produção	Alto, devido à complexidade mecânica	Intermediário	Baixo
Manutenção	Alta complexidade e custo elevado	Moderada, exige uma atenção na qualidade do fluido de lubrificação	Semelhante ao manual, mas com revisão dos atuadores
Ciclo de Vida	Longo, com manutenção rigorosa	Médio a longo, com cuidados específicos	Menor, com substituições mais frequentes
Conforto	Alto Conforto, sem necessidade e sensação de trocas de marcha	Se destaca pela sensação contínua e suave da condução	Apresenta melhoras significativas dos primeiros que apresentava um tranco ao trocar de marcha

Fonte: autoria própria

CONCLUSÕES

A análise comparativa entre os sistemas de transmissão permitiu concluir que não possui uma tecnologia ideal, mas sim diferentes soluções adaptadas as necessidades de mercado e perfis de condutores. Cada sistema oferece um balanço particular entre eficiência, desempenho, conforto e custo.

O câmbio automático convencional possui um alto custo de produção e manutenção, oferecendo robustez e um maior ciclo de vida, sendo recomendado para aplicações que exigem confiabilidade a longo prazo. O câmbio CVT se destaca por sua eficiência energética e suavidade, sendo a opção mais adequada para uso urbano e situações que priorizam a redução de consumo e conforto na direção, mesmo que demande um controle mais rigoroso na manutenção preventiva. Por outro lado, o câmbio automatizado, possui um custo de produção reduzido e manutenção facilitada, proporcionando viabilidade econômica, mas com um desempenho inferior em termos de conforto. Isso o torna mais adequado para projetos de veículos focados em baixo custo. Assim, a análise mostra que não existe um sistema universal superior, e sim soluções técnicas apropriadas para as diversas necessidades do mercado e perfis de uso.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ. **Análise técnica e comparativa de caixa de câmbio manual e automática.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

BARRETO, Marco. **Câmbio automático, CVT ou automatizado: qual é o melhor?** *Estadão – Mobilidade*, São Paulo, 2023.

CAMPANARI, José Eduardo. **Estudo comparativo de câmbios automáticos e manuais em carros industrializados entre 2013 e 2016.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO), Bauru, 2023.

CARVALHO, Murilo Barbosa. **Diferenças entre os câmbios automáticos e automatizados: aspectos técnicos e comparativos.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus, 2021.

- EMADI, A. **Advanced Electric Drive Vehicles**. Boca Raton: CRC Press, 2015.
- LIRA, Cauê. **Câmbio CVT: veja como funciona e quais são as vantagens e desvantagens**. *Autoesporte*, São Paulo, 07 jun. 2022.
- MATSUSHIMA, Jorge. **Novo Uno Way com câmbio Dualogic Plus surpreende pela evolução**. *Oficina Brasil*, 14 out. 2015.
- MENDONÇA, Douglas. **Câmbio CVT, automatizado ou automático: qual é o melhor?** *Motor Show*, 2016.
- PEREIRA, Lucas Vinicius Cordeiro dos Santos; PEREIRA, Bruno Santos. **Economia de combustível com a automatização do câmbio de veículos**. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2023.
- REINALDO, Igor Lucas et al. **Simulação da dinâmica longitudinal de veículos leves automáticos com diferentes acoplamentos hidrodinâmicos**. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, v. 37, 2020.
- ROSSETTO, Luan; BORTOLUZZI, Airton Campanhola. **Análise da eficiência do sistema de transmissão de um protótipo veicular de eficiência energética do IFRS–Campus Erechim**. In: JEPEX, 9.; MOSTRA CULTURAL, 3., 2020, Erechim. Anais [...]. Erechim: IFRS, 2020.