

# APERFEIÇOAMENTO DE UM MÓDULO DIDÁTICO MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA COM O ACOPLAMENTO DE UMA CAIXA DE CÂMBIO

André da Silva Nunes Busch Pereira <sup>1</sup>; André Luiz Pegoraro Bazzo <sup>2</sup>; Antonio Carlos Sanseverino Neto <sup>3</sup>; Leonardo Ranzani Cicon <sup>4</sup>; Orientador: Prof. Dr. Norival Ferreira dos Santos Neto <sup>5</sup>; Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Marconi de Souza da Costa <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790  
87020-900 – Maringá – PR  
andrebusch2000@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790  
87020-900 – Maringá – PR  
a\_bazzo@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá, Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790  
87020-900 – Maringá – PR  
acs.neto@terra.com.br

<sup>4</sup> Universidade Estadual de Maringá, Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790  
87020-900 – Maringá – PR  
spot\_leo@hotmail.com

<sup>5</sup> Universidade Estadual de Maringá, Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790  
87020-900 – Maringá – PR  
nfsneto@uem.br

<sup>6</sup> Universidade Estadual de Maringá, Engenharia Mecânica, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790  
87020-900 – Maringá – PR  
amscosta@uem.br

**Resumo:** *O presente trabalho destina-se à complementação de um módulo didático de um motor de combustão interna pertencente ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Esta complementação ocorreu com o acoplamento de uma caixa de câmbio em corte, de um automóvel Volkswagen Voyage 1986. Um curso de mecânica automotiva para amadores foi realizado, no qual se firmou uma parceria com a concessionária Volkswagen DAMA, que disponibilizou sua infra-estrutura para a construção do módulo. Como resultado, obteve-se um módulo didático completo que serve como ferramenta didática para a Universidade, na busca de facilitar o ensino da Engenharia Mecânica.*

**Palavras-chave:** *Módulo Didático, Motor de Combustão Interna, Caixa de Câmbio.*

## 1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, em uma sociedade cada vez mais industrializada, a Engenharia Mecânica apresenta-se como uma profissão de grande crescimento, demanda e importância. Uma das áreas de maior desenvolvimento, entre as quais atua um Engenheiro Mecânico, é a automobilística.

O automobilismo, neste contexto, gera curiosidade e interesse de grande parte da população e principalmente de indivíduos envolvidos com Engenharia Mecânica, tais como os próprios Engenheiros e estudantes da área.

Os automóveis são constituídos por complexos sistemas mecânicos que, em conjunto, geram uma das máquinas mais utilizadas pelo homem. Dentre esses sistemas, o motor, a embreagem e o câmbio são os responsáveis pela produção e transmissão da força para as rodas, que farão o deslocamento do veículo.

Devido à importância destes elementos, bem como a dificuldade de compreensão de funcionamento destes sistemas, os estudantes da área de Engenharia Mecânica, em busca de uma melhor formação, defrontam-se com a necessidade de métodos didáticos que facilitem a compreensão do sistema.

É neste contexto que foi realizado o aperfeiçoamento de um módulo didático motor de combustão interna, já pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), com o acoplamento de sua respectiva caixa de câmbio e a finalidade de auxiliar o constante crescimento do curso de Engenharia Mecânica da universidade.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

O módulo didático foi realizado a partir de uma caixa de câmbio de um automóvel Volkswagen Voyage 1986, com motor AP 1.6L, longitudinal, de cinco marchas, pertencente à Universidade Estadual de Maringá. É importante destacar que este módulo didático destina-se à complementação do módulo do motor de combustão interna do mesmo automóvel citado.

Inicialmente buscaram-se conhecimentos teóricos por meio de livros, revistas, apostilas, manuais, mídias eletrônicas, consultas, visitas e a realização de um curso de mecânica automotiva para amadores na concessionária Volkswagen DAMA, em Maringá, PR.

Um assunto de relevância discutido no curso foi a nomenclatura utilizada para definir as partes da estrutura da caixa de câmbio do módulo didático. Esta é dividida em carcaça, tampa lateral do diferencial, tampa intermediária e tampa seletora.

Motivada pela necessidade de o grupo realizar a limpeza, desmontagem, cortes e remontagem da caixa de câmbio, a concessionária citada disponibilizou ainda o apoio dos funcionários e toda sua estrutura de ferramentaria e oficina.

Firmada a parceria com a concessionária, iniciou-se a confecção do módulo didático nas dependências da mesma. Realizou-se a limpeza externa da caixa, primeiramente com querosene e água para a retirada de impurezas grosseiras e em seguida, para uma limpeza mais fina, com o produto químico Intercap.

Em seguida, a desmontagem foi realizada e os elementos internos, tais como árvores de engrenagens, diferencial e outros, receberam um banho querosene para limpeza. Baseados em estudos prévios de módulos didáticos existentes, e na busca por cortes que permitissem uma máxima visualização interna, sem que houvesse comprometimento do funcionamento da caixa, os cortes foram planejados.

Para a execução de todos os cortes, foram utilizados arco de serra manual da marca Tramontina, furadeira Bosch com brocas Vonder de 3 e 7 mm de diâmetro, e martelo de borracha. Já o acabamento foi efetuado com duas limas bastardas chatas, visando a eliminação de rebarbas e a diminuição da rugosidade superficial.

Ao término dos cortes, as peças cortadas foram novamente lavadas com Intercap para que a caixa de câmbio pudesse ser remontada. Em seguida, o suporte para a manopla foi confeccionado com cantoneiras de aço e instalado em conjunto com o trambulador, tendo a finalidade de possibilitar a troca de marchas de forma similar à de um automóvel.

Para o acoplamento foi necessário executar o alinhamento das peças da embreagem, realizar o encaixe da caixa de câmbio no motor e fixar dois parafusos em extremidades opostas.

Em seguida, realizou-se a pintura das seções cortadas, com esmalte sintético à base de água na cor vermelha, e do trambulador e suporte com tinta spray cor preto-brilhante.

Para a sustentação da caixa de câmbio e do suporte para o trambulador, confeccionaram-se dois apoios em aço na oficina da UEM, com acabamento em tinta preta.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os objetivos do projeto, buscava-se a complementação de um módulo didático de um motor de combustão interna acoplando-se uma caixa de câmbio com cortes para visualização. A Figura 1 ilustra o módulo didático após sua conclusão.

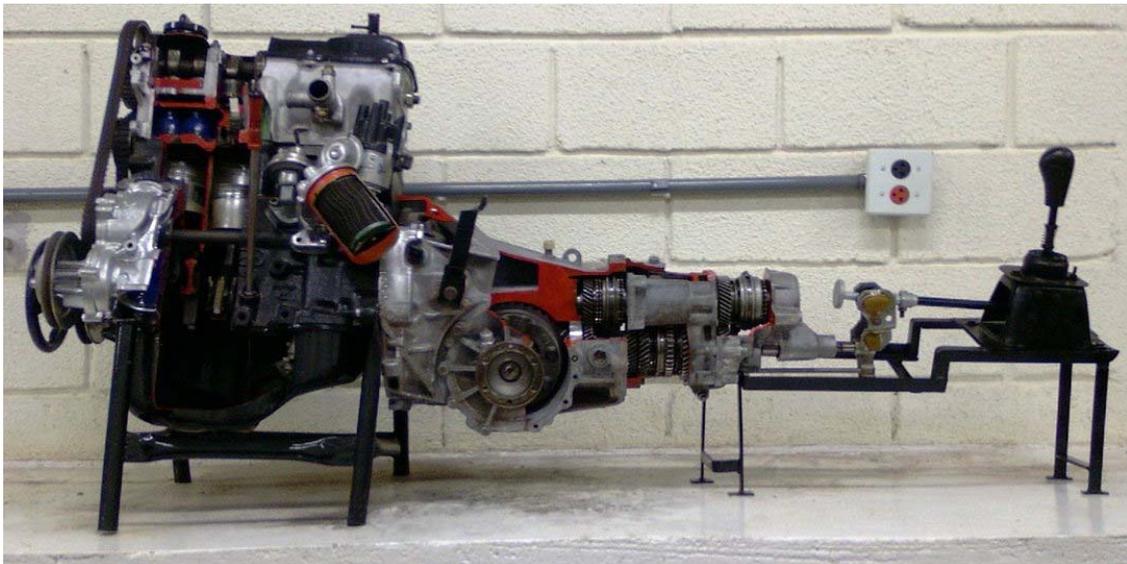


Figura 1: Módulo didático motor de combustão interna – caixa de câmbio.

Os cortes na estrutura da caixa de câmbio foram planejados e executados de forma que permitissem a maior visualização possível dos elementos internos e não afetassem o funcionamento destes.

A Figura 2 ilustra o primeiro corte realizado na carcaça da caixa de câmbio, que torna possível a visualização do volante do motor e do platô da embreagem. Destaca-se também, a presença de um dos parafusos de sustentação e fixação da caixa de câmbio ao motor.

Outro ponto de observação da figura é a região do corte realizado por meio do auxílio de uma furadeira, devido à impossibilidade de efetuação deste com a serra. Isto ocorreu, pois a região a ser cortada não permitia o acesso em movimento dos dentes da serra.



Figura 2: Primeiro corte da carcaça.

A Figura 3 exibe a região do diferencial exposta pelo segundo corte efetuado na carcaça. Esta possibilita a visualização da coroa, do pinhão, das engrenagens satélites e planetárias que constituem o diferencial. É importante destacar a diferença nos tamanhos das engrenagens, devido à necessidade de realização da última redução, e suas formas cônicas com dentes helicoidais.



Figura 3: Segundo corte da carcaça (diferencial).

Conforme a Figura 4, observa-se o conjunto de engrenagens da quarta marcha, bem como o sincronizador que permite as trocas suaves entre a terceira e quarta velocidades e o rolamento de saída do eixo secundário.

Outro ponto de destaque é a espessura de uma das paredes na qual se efetuou o corte, exigindo grande esforço e tempo para sua realização. Este corte foi necessário para promover a plena visualização dos elementos citados e do diferencial.



Figura 4: Segundo corte da carcaça.

De acordo com a Figura 5, pode-se observar as engrenagens móveis da primeira e da segunda marchas, a fixa da terceira, o sincronizador da primeira e segunda marchas e a engrenagem da marcha ré que faz parte da luva sincronizadora. Nota-se que os dentes desta

engrenagem são retos para possibilitar o engate da engrenagem de reversão da ré, com o veículo parado.

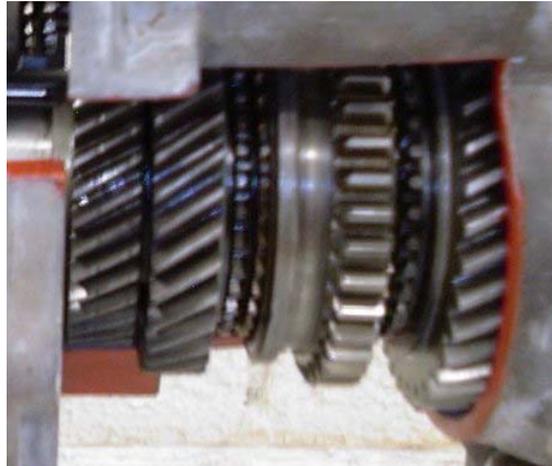


Figura 5: Primeiro corte da tampa intermediária.

Na Figura 6, observa-se que o corte torna possível a visualização do garfo da marcha ré, da engrenagem móvel da terceira marcha, das engrenagens fixas da primeira e da segunda marchas e das engrenagens fixa e de reversão da marcha ré. Vale ressaltar que as engrenagens fixas da ré e da primeira marcha fazem parte do eixo primário.

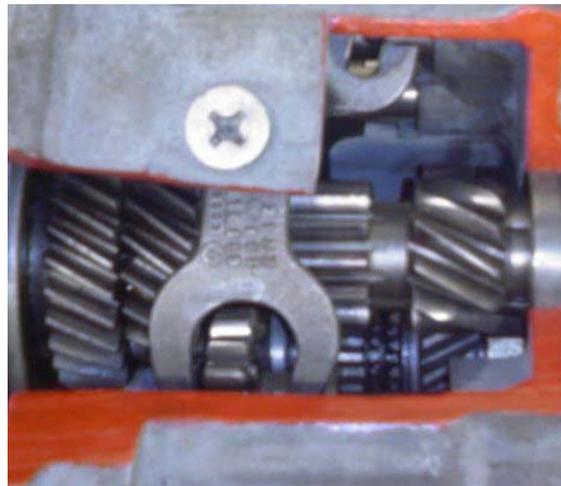


Figura 6: Segundo corte da tampa intermediária.

As hastes de mudanças da primeira e segunda, terceira e quarta, e quinta marchas bem como a marcha ré podem ser vistas na Figura 7. Além disso, é possível visualizar o garfo de mudança da primeira e segunda marchas.

É importante destacar que o corte impossibilitou a fixação completa da tampa intermediária à carcaça, como se visualiza pela presença dos dois furos. Todavia, pode-se afirmar que este fator não compromete a sustentação da caixa de câmbio



Figura 7: Terceiro corte da tampa intermediária.

As engrenagens móvel e fixa da quinta marcha, bem como seu sincronizador e garfo podem ser visualizados pelo primeiro corte realizado na tampa seletora, exibido na Figura 8.



Figura 8: Primeiro corte da tampa seletora.

A alavanca seletora, que tem como função definir o garfo que atuará sobre o conjunto sincronizador, pode ser vista na Figura 9. Vale ressaltar que, devido ao fato da tampa seletora possuir a menor espessura entre as partes da estrutura externa da caixa de câmbio, o seu corte foi o menos trabalhoso de ser realizado.



Figura 9: Segundo corte da tampa seletora.

Por último vemos na Figura 10 um rolamento de rolos cônicos, o eixo flangeado, elemento de saída do torque da caixa de câmbio, e a engrenagem de acionamento do velocímetro, que possibilita a quantificação da velocidade do veículo.



Figura 10: Primeiro corte da tampa lateral do diferencial.

O Quadro 1 resume os cortes citados anteriormente, bem como os relaciona com os elementos possíveis de serem visualizados.

Tabela 1: Cortes e visualizações.

	<b>CORTE</b>	<b>VISUALIZAÇÃO</b>	<b>FIGURA</b>
<b>CARÇAÇA</b>	1º Corte	• Embreagem	2
	2º Corte	• Diferencial	3
• Engrenagens fixa e móvel da 4ª marcha		4	
• Sincronizador da 3ª e 4ª marchas			
<b>TAMPA INTERMEDIÁRIA</b>	1º Corte	• Engrenagens móveis da 1ª e 2ª marchas	5
		• Sincronizador da 1ª e 2ª marchas	
• Engrenagem fixa da 3ª marcha			
• Engrenagem da marcha ré que faz parte da luva sincronizadora			
2º Corte	• Garfo da marcha ré	6	
	• Engrenagem móvel da 3ª marcha		
	• Engrenagens fixas da 1ª e 2ª marchas		

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engrenagens fixa e de reversão da marcha ré</li> </ul>	
	3° Corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haste de mudanças da 1ª e 2ª marchas</li> <li>• Haste de mudanças da 3ª e 4ª marchas</li> <li>• Haste de mudanças da 5ª marcha e marcha ré</li> <li>• Garfo da 1ª e 2ª marchas</li> </ul>	7
<b>TAMPA SELETORA</b>	1° Corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Engrenagens móvel e fixa da 5ª marcha</li> <li>• Sincronizador da 5ª marcha</li> <li>• Garfo da 5ª marcha</li> </ul>	8
	2° Corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alavanca seletora</li> </ul>	9
<b>TAMPA LATERAL DO DIFERENCIAL</b>	1° Corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eixo flangeado</li> <li>• Engrenagem de acionamento do velocímetro</li> <li>• Rolamento de rolos cônicos</li> </ul>	10

Em relação à pintura, tanto para as seções dos cortes quanto para o trambulador e seu suporte, foram realizadas duas demãos a fim de melhorar o acabamento e a estética do módulo. Como resultado, destaca-se a facilidade de observação das regiões cortadas devido ao contraste promovido pela diferença das cores.

A confecção do suporte do trambulador e apoios de sustentação mostrou-se fundamental para o bom funcionamento e estabilidade do módulo. Além disso, a instalação do trambulador possibilita uma troca de marchas semelhante à de um automóvel, o que aproxima o módulo de uma situação real.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em busca de métodos que facilitassem a compreensão dos mecanismos de geração e transmissão de potência de um automóvel e fortalecessem o curso de Engenharia Mecânica da UEM, foi realizado o aperfeiçoamento do módulo didático de combustão interna com o acoplamento de uma caixa de câmbio em corte.

Em conjunto com o acoplamento, confeccionaram-se um mecanismo de trocas de marchas similar ao de um automóvel e suportes para a sustentação do módulo, e realizou-se a pintura das seções em corte a fim de facilitar a visualização do equipamento.

Observa-se que através dos cortes é possível visualizar os elementos internos da caixa de câmbio em funcionamento simulado e, por meio do elemento trambulador instalado, realizar trocas de marchas de forma fiel à realizada em automóveis.

Conclui-se, portanto, que o Módulo Didático Motor de Combustão Interna – Caixa de Câmbio apresenta-se como uma ferramenta eficiente para a complementação do estudo da mecânica automotiva. Outro ponto a ressaltar é o fortalecimento do ensino do curso de graduação de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Maringá.

#### *Agradecimentos*

Os autores agradecem o apoio de suas famílias e amigos, que auxiliaram de forma direta ou indireta, bem com à concessionária Volkswagen DAMA por toda ajuda concedida durante a confecção do módulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Amaury F. de. *Manutenção de Automóveis*. 6 ed. Rio de Janeiro, 1957.

DAMA – Avenida Paraná, 1222, Maringá, Paraná. Responsável: Celso. Telefone: (44) 3027-1000

MORAN, Michael J.; Shapiro Howard N., *Princípios de Termodinâmica para Engenharia*, 4ª edição, Rio de Janeiro, Editora LTC, 2000.

SANT'ANNA, Flávia *et al*; *Planejamento de Ensino e Avaliação*, 11ª edição, Porto Alegre, Editora Sagra Luzzatto, 1989.

VOLKSWAGEN DO BRASIL. *Fundamentos da Tecnologia Automobilística*, São Paulo, Volkswagen do Brasil, 1998.

VOLKSWAGEN DO BRASIL. *Curso Mecânica Volkswagen para Amadores*, São Paulo, Volkswagen do Brasil, 2002. CD-ROM.

## IMPROVEMENT OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE DIDATIC MODULE WITH THE COUPLING OF A GEAR BOX

**Abstract:** *The following work destines to the improvement of a internal combustion engine didactic module, which is owned by the Mechanical Engineering course of the Maringá State University (UEM). This improvement occurred with the coupling of gear box, from a Volkswagen Voyage 1986 automobile, and the production of a explanatory educational material. An amateur automotive mechanical course was attended to, in which a partnership with the Volkswagen DAMA concessionaire was consolidated. The entire concessionaire's infrastructure was made available to the production of the module. As result, a completed didactic module was created, which can be used as an educational material in the University, in the search of making easier the teaching of Mechanical Engineering.*

**Key-words:** *Didatic Module, Internal Combustion Engine, Gear Box.*