

CONVERSÃO DE VEÍCULOS EQUIPADOS COM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS PLUG IN

Aluno: Pedro Nieckele Azevedo

Orientador: Sergio Leal Braga

Introdução

A preservação do meio ambiente tem se tornado uma grande preocupação da humanidade. Trabalhando nesse sentido, diferentes instituições, empresas e laboratórios ao redor do mundo, estão procurando por novas alternativas energéticas para geração de potência, que permitam reduzir os danos à natureza. A substituição da atual frota nacional de veículos leves por veículos híbridos (veículo que utiliza duas fontes de energia para se movimentar e, geralmente, adota o motor elétrico como fonte alternativa) deverá reduzir substancialmente a poluição veicular resultando em grande economia por ano aos cofres públicos nacionais.

De acordo com Queiroz (2006) já existem claras vantagens quantitativas do carro híbrido em relação ao carro convencional. Esse tipo de veículo polui 80% menos que o convencional além de economizar 50% mais combustível. Usando os preços da gasolina de março de 2006 a autora apresentou os seguintes dados: para um veículo de combustão que faz 400km por tanque, um veículo híbrido faz 600 km, o que gera uma economia de R\$ 65,00 por tanque abastecido. Se considerarmos que a vida útil de um carro em média é de 150.000 km, então pode ser obtido uma economia de R\$ 16.875,00 em combustível como o uso do carro híbrido. Segundo a pesquisadora há também uma grande economia quanto à emissão de poluentes na atmosfera. A economia gerada pelo carro híbrido quanto ao preço de CO₂ na atmosfera gira em torno de R\$ 544,00 por veículo.

Outra grande economia, segundo estudos feitos pela Faculdade de Medicina da USP (Miraglia,2005), é com relação aos gastos com a saúde pública. O estudo considera a mortalidade e morbidade de idosos e crianças com neoplasia respiratória e cardiovasculares em São Paulo. Segundo a pesquisa, a despesa com relação a saúde que um veículo a combustão traz ao governo por ano é 0,50 dólares, cerca de R\$ 5,00 pela sua vida útil. Se multiplicarmos esse valor, que parece pequeno, por toda a frota de carros do Brasil (frota brasileira é de 23.757.230 veículos leves) (Ministério das Cidades 2006)) obtemos um gasto de 118 milhões de dólares.

Como pode ser visto, os veículos híbridos trazem vantagens financeiras, para o governo e para o proprietário, vantagens ambientais e vantagens com relação a saúde. Percebe-se então que os veículos elétricos híbridos aparecem como uma das melhores opções para os dias de hoje. No futuro, veículos puramente elétricos devem substituir gradativamente aqueles que fazem uso do combustível fóssil.

Alguns estudos podem ser encontrados na literatura visando identificar a melhor proporção de utilização entre motores convencionais e motores elétricos, visando reduzir o consumo de energia (Delprat et al.,2004 e de Haan et al. 2007).

Objetivo

Identificação e quantificação das perdas de eficiência nos veículos convencionais, decorrentes do ponto de funcionamento dos motores, das transmissões por engrenagens e rolamentos.

Metodologia

Instalou-se um robô (a Figura 1 ilustra o robô) em um veículo equipado com motor a combustão interna (Fiat Palio 1.8 Flex). O robô é então conectado a um computador, onde estabelecemos a velocidade e a marcha que será utilizada.



Figura 1 – Piloto Robô

Através do uso do dinamômetro (a Figura 2, ilustra o dinamômetro de rolos AVL utilizado no Laboratório de Engenharia Veicular da PUC-Rio). Com este é possível medir a potência transmitida pelo motor às rodas dianteiras, bem como a velocidade instantânea. Realizamos essas medições em diferentes relações de marcha e velocidade, como ilustra a Tabela 1, que apresenta os dados coletados para uma experiência padrão, contendo o tempo de teste, a velocidade e marcha utilizadas, o consumo, as propriedades do ar atmosférico e a potência desenvolvida pelo veículo. Os dados que realmente nos interessam são o consumo de combustível e a potência desenvolvida pelo veículo. Com o valor obtido para o consumo, podemos calcular a energia química entregue pela gasolina ao motor, através da seguinte equação:

$$E_c = C_v \cdot \rho \cdot PCI$$

(1)

onde E_c é energia contida no combustível, C_v é consumo volumétrico, ρ é massa específica do combustível, e PCI é o poder calorífico inferior do combustível. Como a gasolina utilizada nos testes tem em sua composição volumétrica 24% de etanol anidro, a massa específica da equação 1 (ρ) é calculada através de uma média ponderada entre as massas específicas dos seus componentes, gasolina e etanol. O mesmo procedimento é utilizado para encontrar o poder calorífico inferior da gasolina utilizada em nosso estudo. Com a energia química obtida e com a potência transmitida para as rodas, conseguimos calcular as perdas de energia do carro através da equação:

$$\eta = \frac{\int P \cdot dt}{E_c} \quad (2)$$

onde η é a eficiência procurada neste trabalho. Esta representa quanto da energia química chega, efetivamente, às rodas do veículo. P é a potência obtida no dinamômetro, e E_c é a energia química do combustível utilizado ao longo do ensaio. Esse procedimento será repetido para as 5 marchas do veículo, com diferentes relações de velocidade para cada ensaio. Após a obtenção de todos os dados citados, serão repetidos os mesmos procedimentos descritos acima, para se avaliar as eficiências em cada condição estável de velocidade. Estes dados serão, no futuro, empregados para simular o desempenho de veículos convencionais em percursos variados. Todo este trabalho será posteriormente estendido aos veículos híbridos, de forma que se possa comparar os consumos destas tecnologias, sob diferentes condições de uso.



Figura 2 – Dinamômetro usado para medir a potência dissipada pela roda.

Tabela 1 – Dados de consumo para o veículo Palio 1.8(Fiat) e a potência transmitida para as rodas, a uma velocidade constante de 60km/h em 5ª marcha.

Hora Início:	9:58	Temp.:	24.6	C	Umidade Rel. Ar:	74.00%	Press. Atm:	1018.5
Hora Final:	11:00	Temp.:	24.5	c	Umidade Rel. Ar:	74.00%	Press. Atm:	1018.1
Velocidade Base :	60	Marcha Util.:	5a		Tempo de Permanência :	3600	s	
	km/h							
Leitura Combustível Inicial :		4887.00	lt		Leitura Combustível Final :	4889.70	lt	
Consumo:	2.70	lt						
						km/lt		
Tempo		Distância:			Potência Indicada:		Média Comput. Bordo:	
100		1.10			3.40		9.30	
450		6.92			3.06		16.90	
800		12.75			3.44		19.20	
1150		18.57			3.23		20.10	
1500		24.40			3.38		20.70	
1850		30.25			3.32		21.00	
2200		36.02			3.23		21.20	
2550		41.90			3.46		21.40	
2900		47.55			3.30		21.60	
3250		53.65			3.53		21.70	
3700		61.11			3.20		21.80	
		Total			3.32			
		61.11						

Resultados

A pesquisa ainda se encontra no estágio inicial (medição das perdas do veículo de combustão), mas já apresenta alguns resultados. O procedimento citado anteriormente foi realizado completamente para a quinta marcha do veículo Palio 1.8 Flex, com as relações de velocidade sendo de 60, 70, 80, 90, e 100 km por hora. Com os dados obtidos, montamos uma tabela de potência em função do tempo. A Figura 3 ilustra as potências instantânea e média para o veículo, a 100km/h, em quinta marcha.

Com esse procedimento feito para todas as velocidades citadas anteriormente, foi possível montar a tabela 2 onde são apresentados a eficiência, a potência média e o consumo total (aproximadamente 1 hora), para cada velocidade em quinta marcha. A obtenção dos valores da eficiência é feita através do uso das equações 1 e 2.

Utilizou-se para a massa específica da gasolina 750 kg por metro cúbico e para o seu poder calorífico inferior 44.4MJ/kg. Já para o etanol, utilizou-se para a massa específica 809 kg por metro cúbico e poder calorífico inferior 28,9 MJ/kg. Fazendo a média ponderada citada anteriormente, temos a massa específica da mistura igual a 764kg por metros cúbicos e poder calorífico inferior igual à 40,7 MJ/kg. Estes valores foram empregados nas equações acima, para a confecção da tabela 2.

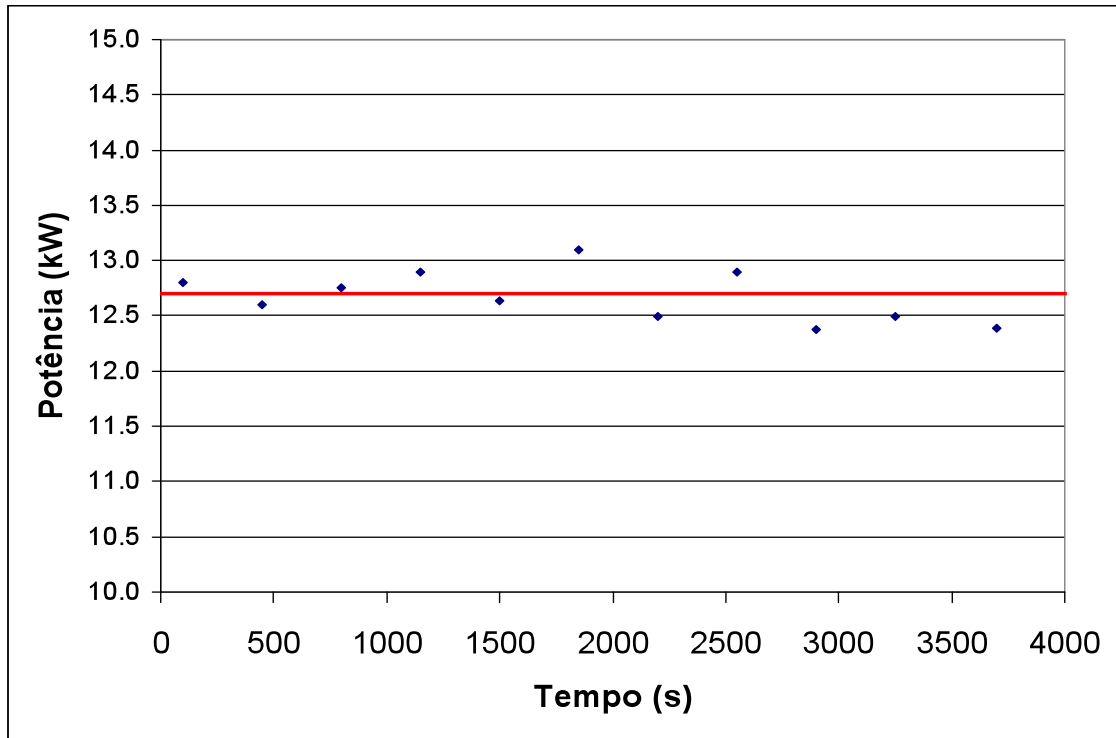


Figura 3 – Potência em função do tempo (100 km/h). A linha vermelha é a potência média.

Tabela 2 – Eficiência, potência média e consumo em função da velocidade, em quinta marcha.

VELOCIDADE (km/h)	EFICIENCIA	POTÊNCIA MEDIA (KW)	Consumo (lt)
60	13.73%	3.32	2.80
70	15.43%	4.72	3.54
80	18.03%	6.93	4.45
90	19.76%	9.42	5.52
100	20.63%	12.68	7.12

Após a formatação da tabela pode ser criado um gráfico que mostra a eficiência do veículo a combustão na quinta marcha. Esse gráfico (Fig. 4) será utilizado para comparações com o carro híbrido.

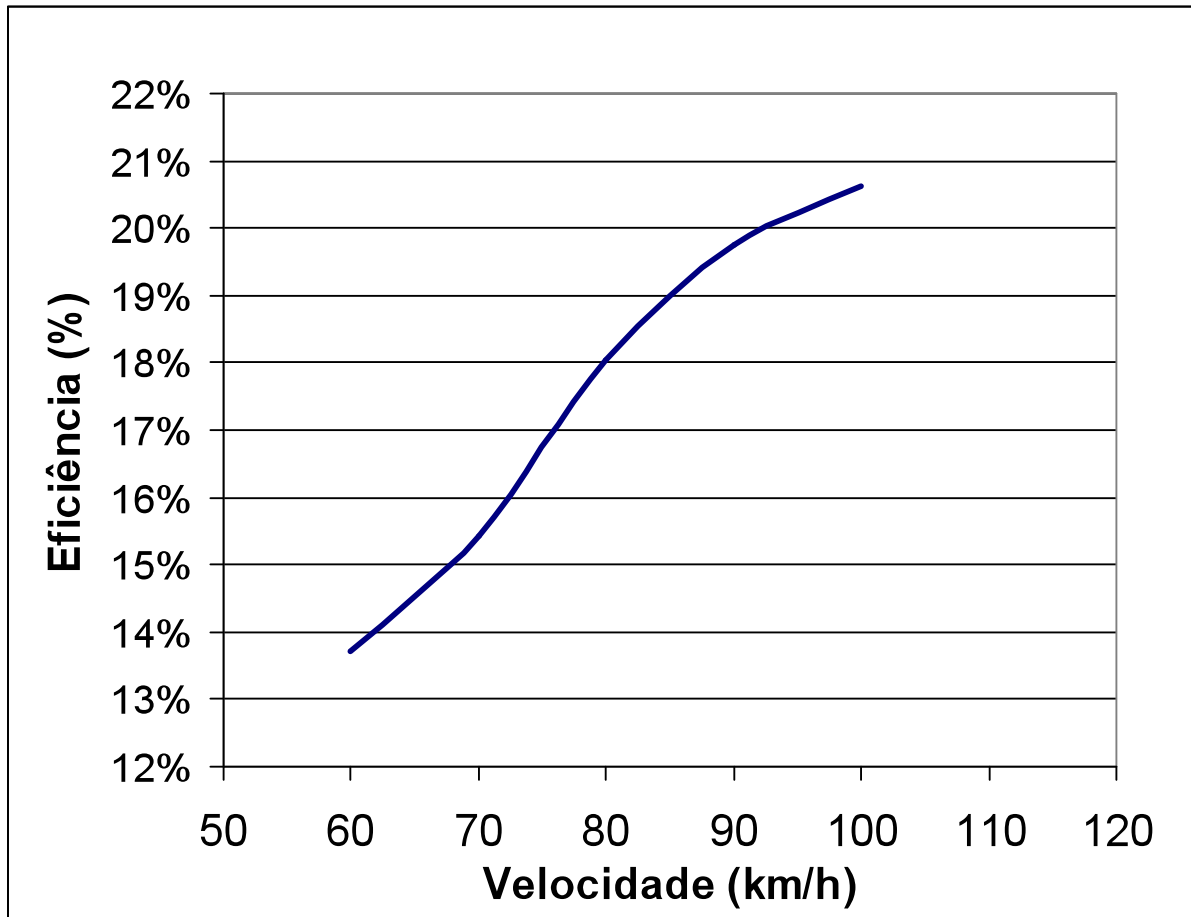


Figura 4 – Eficiência em função da velocidade .Caso 1.

Considerações Finais

No presente trabalho avaliou-se experimentalmente, através da medida de consumo e de potência, o aproveitamento de energia em veículos convencionais. O trabalho é parte de um projeto mais amplo apoiado pela Light, que visa a comparação de desempenho entre a carros movidos a motores de combustão interna com carros movidos a motores híbridos.

Foram determinado as eficiências para diversos relações de marcha e velocidade. O experimento seguirá neste caminho visando obter a relação de eficiência/velocidade para todas as marchas do veículo.

Referências Bibliográficas

- 1 - DELPRAT, S.; LAUBER, J.; GUERRA, T.M. e RIMAUX, J., 2004, Control of a Parallel Hybrid Powertrain: Optimal Control, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 53, No. 3, MAY 2004
- 2 - de HAAN, P. PETERS, A. e SCHOLZ, R.W., 2007, Reducing energy consumption in road transport through hybrid vehicles: investigation of rebound effects, and possible effects of tax rebates, Journal of Cleaner Production, Vol. 15 (11-12), pp. 1076-1084.

- 3 - QUEIROZ, J. F., 2006, Introdução do veículo híbrido no Brasil: Evolução tecnológica aliada à qualidade de vida. Dissertação de Mestrado da Universidade de São Paulo.
- 4 - MINISTÉRIO DAS CIDADES, Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN, Sistema Nacional de Registro de Veículos/RENAVAM, Sistema Nacional de Estatística de Trânsito/SINET /. Disponível em: <www.estradas.com.br>. Acesso em: 20 jun. 2006 .
- 5 - MIRAGLIA, S. G. E. K. ; SALDIVA, P. H. N. ; BÖHM, G. M. . An Evaluation of Air Pollution Health Impacts and Costs in São Paulo, Brazil. Environmental Management, New York, v. 35, p. 667-676, 2005.