

CONSUMO DE COMBUSTÍVEL COM TÉCNICAS AVANÇADAS DE DIREÇÃO

*ALEXANDRE YASUO YAMAMOTO¹, LINCOLN EDUARDO GINATTO¹,
LUCAS LOPES DO NASCIMENTO¹, VITOR DE PAULO¹

¹Curso de Graduação – Faculdade de Engenharia Elétrica/UNICAMP

alexandreyasuo@gmail.com, lucasln2@gmail.com, lginatto@yahoo.com.br, vitordepaulo@yahoo.com

RESUMO: Este trabalho avalia qual a relação entre tempo e consumo com a utilização das seguintes técnicas avançadas de direção: *Target Driving (DWL)*, *DWB (Driving Without Brakes)*, *Stop and Crawl (Momentum Conservation)*, *Idling Minimization*, *Traffic Light Timing*, *Blocker e Racing Line*; bem como a aplicabilidade e quais as diferenças de implementação das mesmas entre o Trânsito Brasileiro e o Trânsito Estadunidense. Em um trajeto considerado como “piores caso”, conseguimos uma boa mudança no consumo e uma boa avaliação da aplicabilidade das técnicas de direção.

FUEL CONSUMPTION WITH ADVANCED DRIVING TECHNIQUES

ABSTRACT: This paper assesses what is the relationship between time and consumption with the use of the following advanced driving techniques: *Target Driving (DWL)*, *DWB (Driving Without Brakes)*, *Stop and Crawl (Momentum Conservation)*, *Idling Minimization*, *Traffic Light Timing*, *Blocker and Racing Line*, as well as the applicability and what the differences in their implementation among the Brazilian Traffic and U.S. Traffic. In a path deemed "worst case", we got a good change in consumption and a good assessment of the applicability of the techniques of direction.

INTRODUÇÃO

Com o alto preço dos combustíveis, muitas pessoas desejam poder reduzir o consumo realizado em seus trajetos diários – e não raro, esta “economia” é feita com um investimento, seja em termos de novos equipamentos (instalação de “kit gás”, conversão para bicomustível) ou até mesmo no extremo da compra ou troca por um novo veículo mais econômico.

Contudo, não é mistério nenhum que maneiras de direção diferentes geram resultados de consumo diferentes, e que portanto o consumo menor desejado pode ser obtido com uma simples mudança de atitude do motorista. Tendo o seu próprio consumo como seu incentivo, sem depender de fatores externos (ou

que “todos façam”, para que o resultado seja significativo), o método é bem efetivo.

O primeiro passo é avaliar o que é verdade e o que não é em questões de maneiras efetivas de dirigir o veículo – muito é dito sobre o que faz o veículo consumir menos (especialmente na cultura popular, tal como “quanto mais lento melhor” e a famosa “banguela”), mas nem tudo tem um impacto (alguns tem até impacto negativo) no consumo de combustível. Para isto, o motorista a ser treinado contou com um enorme repositório de informação sobre técnicas de direção (Ecomodder_1) e teve um período de treinamento de aproximadamente um ano até que muitas das técnicas pudessem ser aperfeiçoadas e corretamente adaptadas ao Trânsito Brasileiro.

Este trabalho mensura principalmente a efetividade dos seguintes métodos de direção: *Target Driving (DWL)*, *DWB (Driving Without Brakes)*, *Stop and Crawl (Momentum Conservation)*, *Idling Minimization*, *Traffic Light Timing*, *Blocker*, *Racing Line* e alguns outros de menor importância nos quais o motorista teste se preparou previamente.

Com isso, pretendemos descobrir qual é o *trade-off* entre o consumo e o tempo do trajeto (descontando o investimento em tempo utilizado para o motorista se treinar), e se as técnicas são aplicáveis (e quais as adaptações necessárias) ao Trânsito Brasileiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O objetivo do teste é focar-se apenas na mudança de conduta do motorista, obtendo-se um cenário *coeteris paribus*. Para que pudéssemos nos aproximar o mais possível disto, utilizamos o mesmo motorista, o mesmo trajeto, o mesmo horário (para que as condições de tráfego fossem as mais parecidas possíveis) no mesmo carro com o mesmo peso. É claro que isto não assegura uma condição de inexistência de fatores externos, mas reduz suficientemente a correlação destes fatores com a variável principal (o método de condução).

O carro utilizado foi um Peugeot 307 2.0 de câmbio automático com 143cv e 1335kg de peso seco. O motorista mais a carga adicionam um peso praticamente constante de 140kg. O trajeto é composto de um segmento misto de rodovia e tráfego urbano, sendo mostrado na Figura 1.

A hora do teste foi escolhida como sendo às 7:30 da manhã, todos os dias. Este é um horário de tráfego intenso. O trajeto percorrido é de 20km. Adicionalmente, em absolutamente todos os casos, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) foi completamente observado, sendo desrespeitado apenas onde necessário para não colocar em risco a segurança do condutor e/ou de outras pessoas. É válido mencionar que esta observância sozinha apresenta uma mudança de conduta que causa impacto no consumo (e no trânsito), visto que a esmagadora maioria dos motoristas Brasileiros respeita poucas leis do CTB (Vanderbilt, 2008).

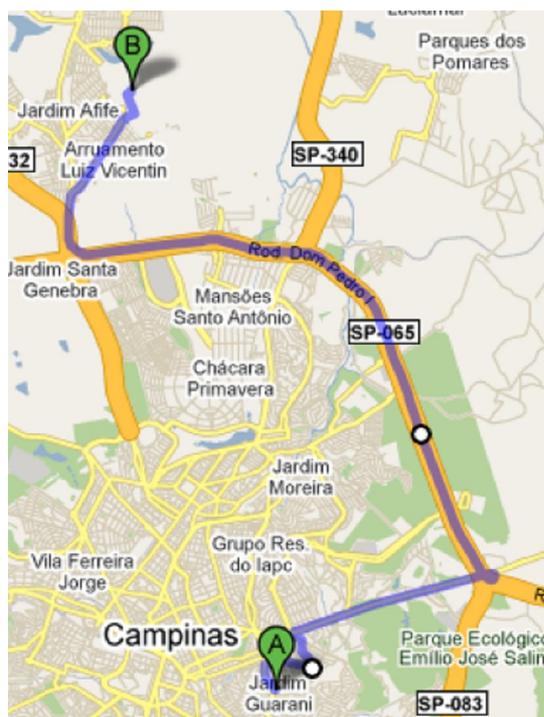


Figura 1. Trajeto percorrido

O horário escolhido para cumprir o trajeto pode ser visto como um cenário de pior caso: Com muito tráfego, as opções do motorista são muito limitadas, e suas ações (já que o CTB e a segurança têm prioridade sobre o consumo) são em muitos casos pré-determinadas. O trajeto é misto, constituindo uma porção de auto-estrada

e uma porção de trânsito urbano, combinando seus fatores. Ele também possui um bom número de morros.

Para o cálculo do consumo, o veículo-teste conta com um computador de bordo que calcula o consumo de combustível durante o trajeto. A precisão deste instrumento foi verificada como sendo de +- 1%.

Um dos maiores propósitos deste trabalho é a verificação de como as técnicas avançadas podem ser aplicadas ao Trânsito Brasileiro. Portanto, é válido se fazer um resumo das principais técnicas de direção utilizadas:

Target Driving (Driving With Load ou DWL): O principal mote desta técnica é a utilização de um “consumo desejado”, mantendo-se sempre neste consumo – nunca abaixo, nunca acima. Esta técnica faz com que se acumule mais energia cinética (velocidade) durante as descidas, onde as perdas são menores, para gastá-la durante as subidas. Esta técnica é exatamente o contrário do “piloto automático”, que mantém constante a velocidade.

Driving Without Brakes (DWB): Esta técnica consiste de uma idéia muito simples – dirija como se você não tivesse freios. Frear é a atividade energeticamente e economicamente mais custosa (se não levarmos em conta a eficiência de várias partes do automotor) em um veículo, onde você transforma preciosa energia cinética em pó de pastilhas de freio, causando um gasto “em dobro”. Frear apenas quando for estritamente necessário diminui os gastos com combustível e com pastilhas de freios.

Stop and Crawl: Parar completamente é sempre ruim – algumas vezes, é até mais útil frear antecipadamente e prosseguir em uma velocidade menor para depois acelerar novamente (nunca chegando a uma parada completa).

Idling Minimization: Minimizar o tempo em que o motor está produzindo potência sem se mexer (ponto morto, marcha lenta) é aumentar a eficiência. Desligando o motor e/ou diminuindo a potência produzida em ponto morto diminui o consumo total.

Traffic Light Timing: Simples, porém eficiente, consiste em se acostumar com os tempos em que o semáforo fica verde para minimizar os tempos de frenagem e de parada.

Blocker: Muitos motoristas têm dificuldades psicológicas em se manter em baixas velocidades e/ou assumir técnicas mais econômicas de direção. Esta técnica, que serve mais como uma técnica de transição, consiste em fixar outro automóvel se movendo a uma velocidade que você deseja e se posicionar ligeiramente atrás ou ligeiramente na frente, como se ambos os veículos estivessem em comboio. Isto não tem efeito no consumo, mas auxilia o motorista a não se afobar e, portanto, se mover mais economicamente.

Racing Line: Apesar de ser uma técnica de corrida, tem certa utilidade para um menor consumo – esta técnica consiste em se fazer curvas na maior velocidade possível (mantendo a segurança), tal que a frenagem seja reduzida a um mínimo e o momento de inércia seja conservado.

O motorista foi treinado nestas técnicas nos Estados Unidos da América, dirigindo primordialmente nas calmas estradas de Fargo – ND durante cerca de seis meses. No Brasil, as técnicas sofreram leves adaptações (discutidas a seguir) e mais treino durante mais seis meses. Note-se também que há uma correlação entre o método de direção “normal” e o método de direção “econômico”, visto que após este tempo de treino, muitos dos “vícios” da direção econômica se tornam inerentes ao condutor e são difíceis de evitar. Logo, a diferença (e portanto a eficiência) dos resultados aqui mostrados será ainda maior no caso de um motorista que está saindo de uma situação completamente sem treino para a situação aqui apresentada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de passar aos resultados numéricos, é interessante avaliar quão bem as técnicas mencionadas podem ser adaptadas ao Trânsito Brasileiro:

Target Driving: O maior problema desta técnica é que ela exige uma flutuação muito grande da velocidade do veículo, em muitas vezes atingindo velocidades que deveriam ser acima da velocidade permitida por lei. Isto não seria um problema se as velocidades legais Brasileiras fossem melhor adaptadas aos limites dos veículos que aqui trafegam (ou vice-versa). Muitos veículos (o veículo-teste incluso) tem velocidade de maior eficiência de 80km/h – e esta velocidade normalmente só é permitida em auto-estradas, onde o limite legal sobe para 100km/h. A segunda maior eficiência do

veículo-teste é de 50km/h, para o qual o limite de velocidade de 60km/h está praticamente adequado. É possível também discutir sobre a influência dos radares eletrônicos fixos na economia de combustível, mas já foi observado anteriormente que o CTB tem preferência sobre o consumo de combustível.

Esta técnica também exige uma forma de *feedback*, ou seja, uma maneira de que o motorista saiba o quanto ele está gastando de uma maneira imediata. Ao contrário do que se pensa, o momento de maior economia não necessariamente é o de menor RPM – muitas vezes, este ponto se encontra numa faixa de RPM mais acima. Contudo, um número crescente de veículos da frota Brasileira tem computador de bordo para o cálculo imediato (e quantitativo) do consumo ou tem, pelo menos, um “econômetro” analógico que indica quanto o veículo está consumindo de forma estimada.

Driving Without Brakes: Primeiramente, DWL é diferente (e bem diferente) da famosa “banguela” Brasileira. A banguela é, sim, uma situação de mais eficiência do motor (o carro segue apenas com momento de inércia e sem influência do motor) – mas o motor continua gastando combustível (marcha lenta) e pior: A maior parte dos motoristas assume a banguela para frear ao final (ou durante) o trajeto. O uso do freio durante a “banguela” caracteriza uma ação que aumenta o consumo tanto de combustível quanto das pastilhas de freio. Como no Brasil a maior parte das descidas acarretará um movimento de frenagem (por razão de semáforo, curvas acentuadas ou outros), é muito

mais eficiente fazer uso do freio motor. Todos os carros mais novos com injeção eletrônica cortam completamente o combustível no caso de uma frenagem motor. Com isto, o veículo perde o momento necessário para a última manobra (parar no semáforo, executar a curva) e não gasta nem combustível nem pastilhas de freio. Por experiência no trânsito Brasileiro, o motorista-teste notou que a “banguela” é praticamente sempre a decisão menos eficiente. Esta técnica, por incrível que pareça, é extremamente eficiente nos Estados Unidos pela regularidade das ruas e dos motoristas – estes últimos apresentam outro impedimento para a “banguela Brasileira”. Certamente um motorista irá cortar a sua frente, causando a utilização do freio. Com o freio motor, normalmente a redução da marcha já é suficiente para que a distância de segurança se mantenha.

Outra adaptação necessária é o aumento da distância de segurança. Como o objetivo é utilizar o freio o menor tempo possível, o mais útil para o motorista é aumentar (em mais que o dobro, normalmente) a distância de segurança. Com isto, se o motorista da frente vier a frear, seu veículo não precisa reduzir imediatamente após, “gastando” a distância extra de segurança utilizando o freio motor. Uma utilidade adicional (e não planejada, inclusive) desta distância extra é o próprio aumento da segurança. É preciso ser atento, no entanto, pois esta distância encoraja outros motoristas a assumirem a sua frente, causando um uso do freio do mesmo jeito. Curiosamente, um resultado observado na prática é que se seu veículo estiver se movendo

na direita, a velocidades de economia (normalmente mais lento que o tráfego), outros veículos não são tão encorajados quanto se espera a assumir a sua frente, fazendo com que isto ocorra poucas vezes.

Stop and Crawl: O maior problema desta técnica é evitar que outros motoristas entrem na sua frente enquanto você se mantém a uma velocidade adequada (usualmente bem menor) para não precisar parar. Fora este detalhe, esta técnica é plenamente utilizável.

Idling Minimization: No Brasil, os semáforos são em sua maioria de tempo definido. Sendo assim, é possível saber, com relativa precisão, quanto você irá ficar parado em cada um (dado que você freqüentemente o encontra). Então, é possível desligar o carro sem atrapalhar o trânsito, economizando combustível. O problema é que esta técnica não é muito útil nos engarrafamentos Brasileiros (onde o tempo de parada é imprevisível) e também não é a decisão mais inteligente devido à criminalidade. Esta técnica não foi aplicada pelo motorista-teste. O que foi aplicado desta técnica, no entanto, é a redução de carga com o carro parado – no caso do carro automático, isto significa mudar a transmissão de “Drive” (D) para “Neutral” (N) e manter o pé no freio para diminuir a força exercida pelo motor. Em carros manuais, isto significaria não apoiar o pé na embreagem ou ficar arrancando de leve com o carro antes de ter certeza de que poderá se mover.

Racing Line: Manter a segurança é o mais difícil com esta técnica. No Brasil, onde

todas as casas têm altíssimos muros e a poluição visual é razoavelmente grande, é difícil visualizar com segurança se há carros que impedem com que você faça uma curva em alta velocidade. Sendo assim, esta técnica pode ser aplicada em poucos casos, embora seja bem efetiva nestes.

As técnicas não mencionadas não possuíram alterações ou comentários referentes à sua forma original.

Portanto, podemos avaliar os resultados de consumo com e sem a aplicação destas técnicas, observadas na tabela 1

Tabela 1. Resultados das medidas

Modo de direção	Horário de saída	Duração	Consumo [km/l]
Normal	7:30	26'56	11,3
Econômico	7:20	26'04	13,6
Normal	7:25	23'35	12,5
Econômico	7:13	25'27	14,7
Normal	7:10	23'00	12,5
Econômico	7:25	24'15	13,9
Normal	7:33	22'46	12,1
Econômico	7:28	25'00	14,2
Normal	7:30	25'10	11,7
Econômico	7:22	25'31	13,9
Normal	7:34	23'45	12,5
Econômico	7:26	26'15	14,3
Normal	7:31	24'02	11,9
Econômico	7:12	24'50	14,0

Temos então uma média, para o modo normal de direção de 24'17" e desempenho de 12,2km/l. Para o modo econômico, temos uma média de 25'40" e desempenho de 14,1km/l.

Os resultados são bem significativos – podemos observar que a mudança de consumo do modo “normal” para o modo “econômico” é em média 16,5%, com um máximo de 30%. Para uma pessoa que utiliza todos os dias úteis este trajeto duas vezes, uma economia de R\$ 22,40 (quase uma semana de bandejão, comendo no

almoço e no jantar) e 9,37 L de combustível por mês (utilizando o preço do combustível como sendo R\$ 2,39). Toda esta economia por apenas 1'30" a mais de trajeto, na média (e isto está excluindo movimentações para outros fins). Este tempo pode ser facilmente perdido estacionando o carro mal. Caso esta economia seja projetada para um ano, chegamos à figura de R\$ 269,00.

CONCLUSÃO

Podemos notar então que os métodos Estadunidenses de economia de combustível são bem aplicáveis ao caso Brasileiro, com algumas restrições e/ou modificações em sua implementação. Com tempo de treinamento e empenho adequado, um motorista pode obter figuras ainda maiores do que as descobertas por este trabalho. Sendo assim, os métodos aqui discutidos provocam uma menor emissão de gases e um retorno financeiro imediato em decorrência de sua implementação. Figuras de desempenho diferentes (embora ainda positivas) seriam obtidas no caso de um automóvel com transmissão manual, tema que poderá ser alvo de um estudo posterior.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ecomodder_1. Métodos de Direção. Disponível em: <http://ecomodder.com/forum/EM-hypermiling-driving-tips-ecodriving.php>

Acesso em: 10 junho 2010

Vanderbilt, Tom; Traffic: Why we drive the way we do (and what it says about us). New York, Random House Inc, 2008. 402p.