

## **EFEITO DO COMBUSTÍVEL ADULTERADO NO DESEMPENHO DE UM ALTERNADOR VEICULAR**

Afonso José Neves de Araújo<sup>1</sup>

Ronaldo Lourenço Ferreira<sup>2</sup>

### **RESUMO**

A análise do desempenho do alternador elétrico com a variação do combustível utilizado no motor à combustão interna, padrão Otto, se torna interessante no ponto de vista econômico e ambiental, visto que ainda se encontra ampla aplicação dessa tecnologia. Com a capacidade híbrida dos motores bicombustíveis a contaminação da gasolina e do etanol aumentam na perspectiva de gerar menos custos aos donos de postos e mais lucro na venda. O objetivo do trabalho foi mensurar o nível de influência na geração de energia elétrica por um alternador automotivo, movido por um motor à gasolina contaminada, tecendo parâmetros de trabalho e desempenhos. Para o presente trabalho foi desenvolvido uma bancada didática capaz de analisar os efeitos da contaminação. O resultado mostra que a contaminação interferiu no desempenho do alternador diminuindo a corrente elétrica e aumentando a tensão elétrica, o que resume-se em não comprometer, analisando a aplicação focada na recarga da bateria automotiva, sem o dreno de outros dispositivos consumidores.

**PALAVRAS-CHAVE:** bancada, combustível, eficiência, energia

### **1 INTRODUÇÃO**

Segundo Reis (2014), com o constante aumento das vendas de veículos no Brasil nos últimos anos, as ocorrências de falhas mecânicas em detrimento do combustível de má qualidade destacam-se cada vez mais.

Muitos donos de postos de combustível manipulam as misturas inserindo substâncias solventes que não são fáceis de detectar e que geram prejuízo ao automóvel, visto que são elementos de baixo valor comparado aos preços da gasolina ou diesel, por exemplo. (NETO, G.; MARINHO; NETO, O., 2005, p. 4).

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica.

<sup>2</sup> Professor da Universidade de Rio Verde - Orientador Eng. Mecânico e de Segurança.

O problema gira em torno da fiscalização dessas atividades, principalmente por meio da estrutura sindical dos postos de combustível. Como hipótese tem-se que o alternador pode não atender como projetado em um veículo convencional, na adição de combustível contaminado. É importante que esta peça gere a energia correta para a manutenção de todo o sistema elétrico do veículo.

Conforme a Lei n. 8.723, de 28 de outubro de 1993, art. 9º, parágrafo 1º, para adição de Etanol Anidro combustível:

É fixado em vinte e dois por cento o percentual obrigatório de adição de álcool etílico anidro combustível à gasolina em todo o território nacional. (Redação dada pela Lei nº 10.203, de 2001). O Poder Executivo poderá elevar o referido percentual até o limite de 27,5% (vinte e sete inteiros e cinco décimos por cento), desde que constatada sua viabilidade técnica, ou reduzi-lo a 18% (dezoito por cento).

Como visto a inclusão menciona somente o etanol anidro, contudo, exclui qualquer outro combustível.

Foram feitos experimentos utilizando combustível adquirido nos postos da empresa Petrobras.

No mesmo pressuposto Petrobras (2015, Gasolina Comum, p. 3) apresenta, composição e informações sobre os ingredientes componentes da gasolina comum da empresa, informa a presença de gasolina (75 a 87%), álcool etílico anidro (18 a 27,5%) e benzeno (< 1%). Como observado não há menção de qualquer outro componente, o que faz qualquer outra substância ser considerada contaminante e acima de níveis de 1% (considerando um volume que pode afetar a composição) adulterantes.

No desenvolvimento deste projeto objetiva-se mensurar o quanto um combustível, no caso gasolina, contaminado com outro como o diesel pode afetar diretamente a produção de energia elétrica. Julga-se hipotético que, com a variação da proporção do contaminante, o nível de consumo, desgaste, temperatura de trabalho, vibração, torque, rotação, tensão e corrente elétrica geradas se alterem em proporção descontinuada, de forma a piorar o desempenho do sistema.

De posse dos testes realizados é possível identificar se a contaminação também interfere no funcionamento do alternador, para o carregamento de uma

bateria convencional que não suporta segurar a carga, justamente para estes testes, uma vez que se esta for normal não será possível manter a carga do motor constante.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A revisão se apresenta para fomentar a teoria que deu base à análise e desenvolvimento do projeto, como defesa ideológica.

### **2.1 Motor a Combustão Interna**

Em uma definição mais simplificada para motores 4 tempos, um ciclo de trabalho equivale a duas voltas da árvore de manivelas (ou virabrequim). A medida que ela gira o pistão dentro do cilindro se move do ponto morto inferior (PMI) ao ponto morto superior (PMS). A biela é responsável por transmitir o movimento do pistão à árvore de manivelas, gerando, assim, o movimento rotativo (MILHOR, 2002).

Segundo Sears (1973), o primeiro tempo, é chamado de admissão. Nessa etapa a válvula de admissão permite a entrada, na câmara de combustão, de uma mistura de ar e combustível enquanto o pistão se move de forma a aumentar o espaço no interior da câmara. A segunda etapa é chamada de compressão. Nesta o pistão se move de forma a comprimir a mistura, fazendo seu volume reduzir. Ocorre uma compressão adiabática (sem troca significativa de calor) e em seguida a máquina térmica recebe calor numa transformação isocórica (volume constante). A terceira etapa denomina-se explosão. No término da compressão um dispositivo elétrico (vela) gera uma centelha que inicia a explosão da mistura na câmara. Após isto ocorre o quarto tempo quando a válvula de saída abre e permite a exaustão dos gases queimados resultantes da explosão. A expansão adiabática leva a máquina ao próximo estado, onde ela perde calor e retorna ao seu estado inicial, onde o ciclo se reinicia.

O motor estacionário adotado para a realização dos testes é da marca Branco Motores, monocilíndrico, com potência máxima de 2.8 *horsepower* (hp) a 3.600 rpm, movido à gasolina, refrigerado a ar, como na FIGURA 1.



Fonte: Próprio Autor.

FIGURA 1 - Motor 4T gasolina monocilíndrico, vistas alternadas.

## 2.2 Alternador Elétrico Automotivo

Segundo Lopes (2011) o alternador automotivo é uma espécie de gerador de energia, mais precisamente corrente elétrica, responsável por transformar energia mecânica em elétrica combinado com a função de carregar a bateria automotiva, de alimentar os dispositivos elétricos instalados no veículo, o sistema de ignição e injeção eletrônica quando o motor estiver em funcionamento. Este alternador é relacionado ao motor através de polias e de uma correia em “V” necessitando de uma rotação específica (variando entre modelos) para o mesmo gerar energia elétrica.

Os dispositivos, motor e alternador, são montados com os devidos equipamentos medidores e fixados na bandeja do conjunto (FIGURA 2), tem a relação de transmissão equivalente ao ponto de excitação<sup>3</sup> do alternador.



Fonte: Próprio Autor.

FIGURA 2 – Bandeja do Conjunto.

---

<sup>3</sup> Excitação - Termo utilizado para definir o ponto de trabalho do dispositivo que regula a intensidade do campo magnético. (ALVES; LOURENÇO, 2009)

Para Alves e Lourenço (2009), no caso do automóvel, a velocidade de rotação do motor varia muito, desde as 600 até 7.000 rpm. Na transmissão do motor para o alternador existe uma relação de cerca de duas vezes o que faz com que o alternador gire entre as 1.200 a 1.800 rpm e às vezes 12.000 a 14.000 rpm. Nestas condições, a tensão obtida no alternador seria variável, podendo atingir valores na ordem dos 250 V, o que não pode acontecer.

Alves e Lourenço (2009) ainda salientam, que para resolver este problema recorre-se ao regulador de tensão. O objetivo deste aparelho é o de controlar a corrente de excitação da bobina indutora, mediante a velocidade de rotação do motor, reduzido a excitação quando sobem as rotações e aumentando a excitação quando a rotação é mais baixa (marcha lenta). Para garantir uma boa carga da bateria e o funcionamento correto do restante do sistema elétrico, a tensão à saída do regulador deverá situar-se entre os 13,5 e os 14,5 V.

### **2.3 Microcontrolador**

Para o monitoramento da grandezas variáveis dispõe-se de uma aplicação mais apropriada na utilização de sensores e de um microcontrolador computacional, o Arduino UNO.

Segundo a empresa fabricante (ARDUINO, 2015), Arduino é uma ferramenta para computadores que pode detectar e controlar melhor o mundo físico do que o computador convencional. É uma plataforma gratuita de computação física embarcada em uma placa de microcontrolador comum, e um ambiente de desenvolvimento de software para este microcontrolador.

A fabricante (ARDUINO, 2015) acrescenta: Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos, tendo entradas a partir de uma vasta gama de sensores ou interruptores, e controle de uma variedade de luzes, motores e outras saídas físicas. As placas podem ser montadas à mão ou compradas pré-montadas. A FIGURA 3 apresenta uma placa Arduino UNO simples sem conexões externas.



Fonte: ARDUINO.  
FIGURA 3 – Arduino UNO.

É instalado à placa do Arduino alguns módulos transdutores para corrente elétrica, tensão elétrica e frequência, optando por um sensor de temperatura no intento de monitorar essas grandezas e medir suas curvas de desenvolvimento.

## 2.4 Combustível Adulterado

Esta seção aborda o ambiente comercial que envolve a adulteração combustível, sendo expresso em citações a realidade da atividade ilícita do comércio de combustíveis, em foco a gasolina.

### 2.4.1 Consumidor x fornecedores

Segundo Neto, G., Marinho e Neto, O. (2005, p. 4):

A gasolina pode ser adulterada de vários modos, e os mais comuns são a adição de álcool fora da quantidade especificada ou a colocação de vários tipos de solventes como o tolueno, metanol, benzeno etc., acima dos valores máximos permitidos. O importante é saber que, mesmo fazendo parte da gasolina, componentes em excesso também constituem a adulteração prejudicial ao consumidor.

Ainda nesse contexto Neto, G., Marinho e Neto, O., acrescentam que quaisquer elementos fora das especificações legais podem causar vários danos ao motor e a outros componentes do veículo, mesmo quando estes se percebem somente a longo prazo e já se torna impossível demonstrar quando e como o(s) dano(s) foi(ram) causado(s). Dos efeitos da “contaminação” se destaca: rendimento insatisfatório do automóvel, perda de potência do motor, aumento

do consumo, aumento da contaminação do natureza e seu meio ambiente devido à emissão de poluentes e danos à saúde dos trabalhadores dos postos que manuseiam constantemente esses produtos, dentre outros.

Segundo a empresa Petrobras (2015), as fraudes em gasolinas, são feitas com produtos também considerados como combustíveis (eles precisam queimar para não deixarem resíduos). Ainda Petrobras (2015) acrescenta, o termo "solventes", muito utilizado atualmente, é genérico e engloba vários compostos que podem ou não estarem presentes na gasolina em pequenas quantidades, por isso, não é tão fácil identificar a adulteração da gasolina por solventes.

Conforme a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (2013, resolução n. 40), considera-se que cabe à mesma proteger os interesses dos consumidores quanto ao preço, qualidade e oferta de produtos; especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e biocombustíveis; e considerar esforços envidados pelo governo e indústria para o controle da poluição da atmosfera, de modo a promover e manter a melhoria da qualidade ambiental e o bem-estar da sociedade.

#### **2.4.2 Gasolina**

Pela ANP (2013, resolução n. 40), a gasolina pode ser considerada para uso automotivo em dois tipos básicos:

I - gasolina A: combustível produzido a partir de processos utilizados nas refinarias petrolíferas, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado aos veículos automotivos desenvolvidos com base a ignição por centelha, isento de componentes oxigenados;

II - gasolina C: combustível obtido da mistura de gasolina A e do etanol anidro combustível, nas proporções definidas pela legislação atuante.

Para a detecção da quantidade de álcool etílico anidro combustível (AEAC) presente na gasolina será realizado o teste conforme a Norma Brasileira de Regulamentação - NBR 13992 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, de outubro de 1997, que estabelece água destilada com cloreto de sódio (NaCl) a 10% na mistura, separando o etanol da gasolina sendo possível determinar a quantidade em percentual de cada substância base.

Outras adulterações comuns em gasolina são a adição de querosene e/ou óleo diesel, por serem mais baratos que a gasolina e miscíveis são usados para ampliar o volume e “adulterar” a mistura. Os dois produtos, por serem mais densos que a gasolina, geram falhas nas acelerações e provocam grande geração de depósitos (carbonização residual) na câmara de combustão. (PETROBRAS, 2015).

## 2.5 Materiais

Para o estudo foi desenvolvido uma bancada didática criada para a análise do combustível alterado, capacitada com sensores de corrente, tensão elétrica, temperatura e rotação, conforme FIGURA 4.



Fonte: Próprio Autor.  
FIGURA 4 – Bancada Didática.

O motor à combustão interna tem acoplado a seu eixo uma polia de 150 mm de diâmetro em alumínio, canal perfil “V”, para a composição da relação de transmissão. O motor é iniciado com partida retrátil, estilo corda.

O alternador elétrico de uso efetivo possui 35 Ampères como corrente nominal, gerando a devida tensão de até 15 Volts. A relação de transmissão

amplificadora de velocidade segue a ordem de 2,2:1, tendo a polia do alternador 68 mm de diâmetro.

Acima do motor, em local estratégico, dispõe-se de um tanque em policloreto de polivinila (PVC) de 25 litros de capacidade, para suprimento do combustível pelas horas dos ciclos.

O conjunto motor-alternador está alojado em uma “bandeja” apoiada em 4 amortecedores, para que a vibração dos componentes não interfira significativamente em toda a estrutura.

No rodapé da estrutura dispõe-se de uma bateria convencional automotiva de 12 Volts, para que seja possível funcionar o alternador e mensurar cargas elétricas, a mesma se encontra sem condições de manter a carga, propositalmente.

Há um computador anexado sob a mesa da bancada, conjunto a uma tela de LCD de 14” disposta sobre o painel frontal, este armazena e exhibe os dados lidos pelos sensores e interpretados pelo Arduino.

O microcontrolador fica no interior da gabinete, dentro do computador, evitando exposição de componentes desnecessários e como maior fator de segurança, pois se trata de um material sensível.

No quesito sensoriamento emprega-se vários sensores para determinados fins, exclusive o próprio Arduino, que não é um sensor.

- Sensor de temperatura DS18B20;
- Sensor de corrente elétrica ASC720;
- Sensor de rotação ótico reflexivo TCRT5000;
- Sensor de tensão com resistores apropriados;
- *Protoboard* (trilha extensora) de associação e comunicação de fios.

Dos fluidos envolvidos, usa-se gasolina comum adquirida em um posto da região, óleo diesel de mesma procedência, etanol comum para o balanço volumétrico da mistura, óleo de motor 20W50 SJ, especificado pelo fabricante, para análises de partículas e contaminações.

Nas manutenções periódicas usa-se diversos objetos.

- Para abertura e limpeza do motor.
  - Jogo de juntas composto por uma (1) junta para cada: cárter, cabeçote e tampa, coletor, carburador e um retentor para o eixo virabrequim;

- Tecidos absorventes para secagem das partes laváveis do motor;
  - Pincel para escovação das reentrâncias;
  - Luvas para não contaminação das partes e proteção dos operários.
- Para coleta do óleo do motor.
    - Potes com tampa e lacre para amostragem do volume extraído;
    - Seringas descartáveis para “sucção” do fluido;
    - Tubos para aumento do alcance da seringa;
    - Rótulos para identificação das amostras.

## 2.6 Métodos

O método principal de estudo consiste no funcionamento do motor estacionário com o espaço de tempo de 40 horas, intervaladas em quatro partes de 10 horas cada, com período de parada para checagem e refrigeração, que se faz necessário em função de prevenir o desgaste prematuro das partes friccionadas e aquecidas. Cada ciclo completo é realizado sob a limpeza integral das partes de acesso do óleo do motor e combustível, para que um teste não influencie o outro. As 40 horas são suficientes para que se detecte a ação do combustível adulterado no sistema.

O incremento de diesel foi de 1,5% por ciclo, ou seja, com 0%; 1,5% e 3,0% do volume. Para a normalização da mistura foi acrescentado etanol anidro para atingir a cota padrão de 27% de etanol para 73% de gasolina.

A partir do funcionamento do motor, o alternador entra em ação e inicia a produção de energia elétrica, onde o rotor do mesmo recebe movimento mecânico gerando, com as bobinas do estator, um campo eletromagnético, neste momento o motor já está pronto para recomeçar e o sensoriamento ativado para coletar as informações.

O computador embarcado será o apoio ao supervisor, (interface de controle de circuitos eletrônicos, interagindo com o meio ambiente e prestando *feedback* das variações das grandezas físicas). O supervisor “Elipse Scada” faz a leitura no microcontrolador, que por sua vez interpreta os sensores e o que estes apresentam. É, então, mostrado em tempo real na tela do painel digital de cada sensor, estas informações são lidas em 2 horas ininterruptas e salvas para análise posterior.

São executados 3 (três) ciclos de testes da mesma forma, com aberturas regulares do motor, fechamento correto e assepsia adequada das partes. A limpeza é realizada com gasolina e pinceis de fricção, para que as canaletas e saliências sejam alcançadas. A cada manutenção programada o óleo do motor é coletado através das seringas, com tubos extensores, e depositados nos potes com lacre. Cada pote é identificado instantaneamente (etiquetado) e armazenado em local abrigado da luz e umidade.

Nota para a coleta do óleo: para uma melhor homogeneidade da amostra a coleta deve ser realizada em determinados instantes após a parada do motor, pois se for realizado em seguida há risco de queimaduras e/ou acidentes, uma vez que o óleo se encontra aquecido e agitado no interior do motor. Aproximadamente 10 minutos é o bastante.

Se encerra o procedimento de testes práticos em uma cronologia precisa para que se elimine a possibilidade de interferências derivadas de irregularidades administrativas, para tal o procedimento é fotografado e registrado.

As amostras coletadas foram submetidas a um ensaio de espectrometria de raio x e monitor de partículas ferrosas - *Particle Quantifier Analysis* (PQA), donde sabe-se o nível de concentração de cada elemento presente no fluido e noção quantitativa da presença do metal no óleo, respectivamente. Ensaio realizado no laboratório de tribologia da Universidade Estadual Paulista UNESP – Ilha Solteira, São Paulo.

## **2.6 Resultados e Discussões**

Durante os testes alguns adventos surgem, forçando-se a tomar decisões importantes que, de modo geral, não interferem significativamente no projeto.

No decorrer das adequações da automação sensorial foi detectado a incapacidade de leitura do Arduino. Se supões que o motivo da perda de comunicação serial do microcontrolador com o computador, se deu em função de adventos eletromagnéticos, porque o motor possui uma bobina que gera a corrente elétrica para formar a centelha na vela, e este dispositivo estaria criando uma onda eletromagnética e interrompendo o sinal, contudo, a verificação dos dados inerentes à eletricidade são tomados por um multímetro

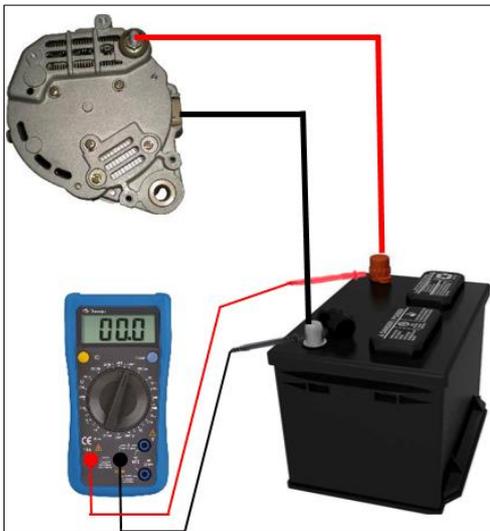
manual. É realizada a aferição de três estágios no mesmo ciclo, conforme a Tabela 1 - Tensão e Corrente Médias, para que se tenha uma média estatística não arriscando possíveis falhas de medida.

Tabela 1 - Tensão e Corrente Médias.

% de Diesel	Corrente (A)				Tensão (V)			Média
				Média				
<b>Amaciamento</b>	2,196	2,184	2,199	<b>2,19</b>	13,725	13,707	13,722	<b>13,72</b>
<b>0,0</b>	1,624	1,744	1,685	<b>1,68</b>	13,878	13,95	14,028	<b>13,95</b>
<b>1,5</b>	1,378	1,397	1,402	<b>1,39</b>	13,987	13,945	14,005	<b>13,98</b>
<b>3,0</b>	0,851	1,07	0,988	<b>0,96</b>	14,035	14,11	14,023	<b>14,06</b>

Fonte: Próprio Autor.

O métodos de medida da tensão elétrica se exemplifica na FIGURA 5, com o aparelho medidor paralelo ao circuito. O método de medida da corrente elétrica é esboçado pela FIGURA 6, com o aparelho em série ao circuito.



Fonte: Próprio Autor.  
FIGURA 5 – Medida de Tensão.



Fonte: Próprio Autor.  
FIGURA 6 – Medida de Corrente.

É válido salientar que todas as medições foram executadas com o motor em funcionamento, conseqüentemente o alternador.

As medidas acima representadas mostram uma tendência de diminuição de corrente elétrica e aumento de tensão, provocados pela mudança do regime de trabalho do motor, pois se observou que houve queda de rotação e perda de torque a cada ciclo. Em um sistema normal a corrente de recarga da bateria se

estabelece em torno de 1 ampère e a tensão por 14,0 volts, para uma bateria de 12 volts de tensão nominal.

Neste projeto é usado uma bateria tradicional automotiva de 60 Amperes, descarregada e incapaz de segurar cargas, possui essa característica para se comportar como uma fonte de consumo constante, para que durante os ciclos o alternador funcione em 100% do tempo. Assim é possível padronizar o regime de testes.

Na Tabela 1 - Tensão e Corrente Médias, nota-se a menor tensão de 13,72 V, que é suficiente para o carregamento da bateria, isso ocorre porque o regime de trabalho do alternador é proposital para o próprio carregamento da bateria, sem consumidores externos.

A relação de transmissão adotada de 2,2:1 assegura mesmo na rotação mais baixa de 1.000 rpm, que o alternador trabalhe com pouco mais que o dobro da mesma, gerando energia em uma possível queda de rotação.

### **3 CONCLUSÃO**

Ao notar a queda da corrente elétrica e a oscilação ascendente da tensão, deduz-se que o regulador de tensão do alternador realizou a regulagem da saída de energia, tudo provocado pela rotação e pelo torque do motor, influenciados pelo tipo de combustível em queima. A rotação diminuiu com as aplicações em percentual de Diesel, fazendo com que o motor perdesse torque e afetasse o alternador. Como a instalação foi planejada para apenas carregar a bateria, a “adulteração” do combustível não se mostrou relevante nesse quesito.

Alterar a mistura de combustível com diesel em até 3,0% causa efeito no alternador, porém, para o objetivo fundamentado pode ser aplicado. A tensão sendo gerada de 13,5 a 15 V é o suficiente para a recarga da bateria enquanto que a corrente se aproxime de 1 A, como o apresentado no percentual de diesel 3 da Tabela 1 - Tensão e Corrente Médias.

Como sugestão de projeto futuro é curioso estudar o efeito da adulteração combustível com consumidores elétricos instalados na bateria, pois o comportamento do alternador varia de acordo com a “carga” que ele deve manter ativa, para que supra a demanda energética do sistema.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Mário Jorge de Andrade Ferreira; LOURENÇO, Manuel Duarte Matos. **Automóvel: Sistema de Carga**. 1ª ed., 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal, 2009.

ARDUINO. O que é Arduino?. Disponível em:  
<<http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 30 maio 2015.

BRASIL. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Implementa a política nacional do petróleo, gás natural e biocombustíveis, com ênfase na garantia do suprimento de derivados de petróleo, gás natural e seus derivados, e de biocombustíveis, em todo o território nacional. Resolução ANP n. 40, de 25 de outubro de 2013. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 de outubro de 2013, republicada DOU 30 de outubro de 2013. p. 83-85.

\_\_\_\_\_. Lei n. 13.033, de 28 de outubro de 1993. Dispõe sobre a redução de emissão de poluentes por veículos automotores e dá outras providências. (Redação dada pela Lei nº 13.033, de 2014). Disponível em:  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8723.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8723.htm). Acesso em: 09 dez 2015.

DAH KEE CO., LTDA. NISSAN Alternador - LR1110-712. Disponível em:  
<[http://www.dahkee.com/pt/product/LR1110-712/DK\\_Alternator-148.html](http://www.dahkee.com/pt/product/LR1110-712/DK_Alternator-148.html)>. Acesso em: 20 maio 2015.

LOPES, Guilherme. Alternador Automotivo. Jan. 2011. Disponível em:  
<<http://www.dicasmecanicas.com/2011/01/alternador-automotivo/>>. Acesso em: 20 maio 2015.

MILHOR, Carlos Eduardo. **Sistema de Desenvolvimento para Controle Eletrônico dos Motores de Combustão Interna Ciclo Otto**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Carlos, São Paulo, 2002.

NETO, Gaudêncio Jerônimo de Souza; MARINHO, Karoline Lins Câmara; NETO, Otacílio dos Santos Silveira. **Responsabilidade Civil dos Distribuidores e Revendedores por Adulteração de Combustíveis à Luz do Direito do Consumidor**. In: Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, 3., 2005, Salvador - BA. Anais... Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP. Rio grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005. p. 1-6.

PETROBRAS. **Adulteração de Combustível**. Disponível em:  
<<http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina/adulteracao#>>. Acesso em: 4 jun 2015.

\_\_\_\_\_. **Gasolina Comum**. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ. Disponível em: <<http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/52cb170043a79d87baa2bfec2d0136c/fispq-auto-gasolina-comum-c.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 24 nov 2015. Pg. 3.

REIS, Thiago. Com aumento da frota, país tem 1 automóvel para cada 4 habitantes. **G1**, São Paulo - SP, 10 mar. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/com-aumento-da-frota-pais-tem-1-automovel-para-cada-4-habitantes.html>>. Acesso em: 06 jun. 2015.

SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W. Física. Brasília, v.2, Ed Universidade de Brasília, 1973.