

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA GASOLINA ADULTERADA NA AUTONOMIA E ROTAÇÃO DE UM MOTOR QUATRO TEMPOS

Stéfanny Guimarães Rodrigues<sup>1</sup>

Ronaldo Lourenço Ferreira<sup>2</sup>

## RESUMO

Devido depoimentos de consumidores que tiveram seus veículos com motor avariado depois do uso de combustível adulterado, objetivou-se projetar construir e testar uma bancada experimental. Neste trabalho foi realizada a análise de dados obtidos pela influência da adulteração da gasolina com diesel no desempenho de um motor quatro tempos. Os dados foram coletados em uma bancada composta por um motor estacionário, um alternador e uma bateria. Para a leitura dos dados foi utilizado um tacômetro para coleta da rotação e um sistema feito de garrafa pet para verificação do consumo de combustível por tempo de trabalho do motor. Foi possível notar através dos resultados a alteração na rotação e na autonomia do mesmo. Devido a pouca resistência do motor, o mesmo não suportou todos os testes, concluindo o projeto com três ciclos de funcionamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho do motor, contaminante no combustível, influente na rotação.

## 1 INTRODUÇÃO

É comum ouvir depoimentos de consumidores que tiveram seus veículos com motor avariado devido ao uso de combustível adulterado. Para verificar tais informações foi construída uma bancada de testes utilizando um motor estacionário.

Motor estacionário é um tipo de motor de combustão interna, que não se desloca e tem como uma de suas funções a movimentação de eixos e máquinas. Podem ser de várias dimensões e usados em diversas aplicações (BRUNETTI, 2012).

Foi adotado o motor da marca branco 2.8HP, monocilíndrico, horizontal, quatro tempos, refrigerado a ar, manual e movido à gasolina foi selecionado para a realização de teste em uma bancada, acoplado a um alternador. Possibilitando a análise da autonomia com combustível adulterado.

---

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

<sup>2</sup> Professor da Universidade de Rio Verde – Orientador Engenheiro Mecânico e de Segurança

A autonomia e a rotação variam com o uso da gasolina adulterada, neste caso alteração com diesel. Sendo esta identificada com luz ultravioleta. As dúvidas sobre as consequências do uso de combustível adulterado levou a necessidade da elaboração de testes para esclarecimentos, os resultados estão no decorrer do trabalho.

Segundo Brunetti (2012), é considerada uma máquina térmica o dispositivo que transforma calor em trabalho, o calor pode ser obtido por: combustão, energia elétrica, energia atômica e outros. Considerando o calor obtido pela queima de combustível, as máquinas térmicas podem ser divididas em: motores de combustão externa e motores de combustão interna.

O motor de combustão externa é quando a combustão acontece fora do fluido ativo enquanto o motor de combustão interna é aquele no qual a mistura ar e combustível participa diretamente da combustão. Estes podem ser classificados em três tipos de motores: motores alternativos, motores rotativos e motores de impulso (BRUNETTI, 2012).

Segundo Brunetti (2012, p.28) “Motores são classificados como alternativos quando o trabalho é obtido pelo movimento de vaivém de um pistão, transformado em rotação contínua por um sistema biela-manivela”.

Os motores alternativos podem ser classificados quanto á ignição: ignição por faísca ou ignição espontânea; e quanto ao número de tempos do ciclo de operação: a quatro tempos, a dois tempos (BRUNETTI, 2012).

De acordo com Brunetti (2012), no motor de ignição por faísca a mistura ar-combustível é admitida no interior dos cilindros de forma direta e inflamada por uma faísca proveniente dos elétrodos de uma vela.

Quando é mencionado um motor alternativo a quatro tempos significa que o pistão percorre quatro cursos, ou seja, duas voltas da manivela para completar um ciclo. Os cursos são separados em: tempo de admissão, tempo de compressão, tempo de expansão e tempo de escape (BRUNETTI, 2012).

De acordo com Brunetti (2012) o tempo de admissão é originado com a sucção da mistura combustível-ar pela válvula de admissão, em seguida a mistura é comprimida no chamado tempo de compressão. No tempo de expansão, salta uma faísca que gera a ignição da mistura, iniciando a combustão espontânea, aumentando a pressão e empurrando o pistão, em um processo de expansão. O tempo de escape é considerado o momento no qual a válvula de escape é aberta e ocorre a liberação dos gases queimados para fora do cilindro, preparando para reiniciar o ciclo.

Na Figura 1 ilustra-se um motor de combustão interna.



Fonte: Próprio autor.

Figura 1 – Motor de Combustão Interna Branco 2.8Hp

O combustível utilizado é a gasolina, segundo Brunetti (2012), gasolina é a mistura de diversas naftas provenientes do processamento do petróleo. No Brasil, é classificada em Gasolina A: não apresenta álcool etílico anidro, não sendo utilizada na área automobilística, e a Gasolina C: apresenta 27% de volume de álcool etílico anidro, com variação de 1% para mais ou menos, sendo comercializada nos postos de combustíveis. A qualidade da gasolina é medida pelo índice de octanagem.

Segundo Fogaça (2014), a gasolina tipo C pode ser classificada em: Comum, possui coloração amarelada, octanagem igual a 87, não contem aditivo e no máximo 50ppm de enxofre; Aditivada, mesmas características da gasolina comuns adicionados aditivos detergentes e dispersantes, com o intuito de promover a limpeza do sistema de combustível e dos bicos injetores, comercializada na cor verde; Premium possui as mesmas propriedades da gasolina aditivada com o número de octanagem igual a 91, menor quantidade de enxofre e menor emissão de poluentes; Podium, exclusiva da Petrobrás, apresenta octanagem igual a 95 gerando mais desempenho, considerada a gasolina mais estável disponível no mercado brasileiro e latino americano.

É considerada uma adulteração a adição de qualquer produto que altere as características originais do combustível, prejudicando a garantia do produto. A gasolina pode ser adulterada de diversas formas: Solvente, muito difícil de identificar já que a gasolina pode apresentar em sua composição original pequena quantidade do mesmo; Elementos químicos,

como chumbo, fosforo, silício e outros; Óleo diesel e querosene, que causa problema na aceleração e na rotação (PETROBRAS, 2014).

O método utilizado para identificar a contaminação por óleo diesel acima de 2% é a exposição da mesma à luz ultravioleta, conhecida como luz negra (PETROBRAS, 2014).

A autonomia é determinada como o consumo de combustível gasto para a realização de trabalho do motor, expresso em horas ou quilometragem. Sendo o mesmo com níveis de rotação e aceleração fixos, ou com mínima variação (CANTARINO, 2014).

Segundo Noé (2014) o cálculo para o consumo de gasolina de um veículo é feito dividindo os quilômetros percorridos pela quantidade de litros de combustível gasta pelo mesmo, sendo expresso em km/l.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar as influências causadas pelo uso de combustíveis adulterados na autonomia e rotação de um motor estacionário de ignição por centelha. Visando-se comprovar falhas no funcionamento do motor causadas por itens externos ao processo, obtendo-se meios de aumentar a vida útil do equipamento.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este item apresenta os materiais e os métodos utilizados para a obtenção dos resultados analisados neste trabalho.

### **2.1 Materiais**

Foi utilizada neste estudo uma bancada, construída com material reaproveitado, sendo a mesma totalmente qualificada para as necessidades exigidas. A bancada foi composta por:

- Um motor estacionário da marca Branco, especificação B4T-2.8H, com partida manual, horizontal, monocilíndrico, 4 tempos, refrigerado a ar, combustível gasolina, 87cm<sup>3</sup> de cilindrada, potência máxima de 2,8cv a 3600 rpm, capacidade do cárter de 370ml e consumo nominal de 600ml/h.

- Alternador da marca Bosch de uso automotivo, com corrente nominal de 35A e tensão de 14V.

- Bateria de 12V, sem capacidade de armazenar carga.

Para redução na vibração, o motor foi alojado em um suporte fixado com quatro amortecedores na estrutura da bancada. A relação de transmissão usada foi de uma polia de 150mm do motor para uma de 68mm do alternador, sendo 2,2: 1.

Os combustíveis utilizados foram:

- Gasolina C, conhecida como gasolina comum, composta pela gasolina A mais etanol anidro, nas proporções de 27% de etanol para 73% de gasolina.

- Diesel comum, de coloração vermelha. Sendo este o contaminante utilizado na gasolina para análise.

- Etanol, álcool etílico hidratado, incolor.

A graduação dos 500 ml de combustível para levantamento da autonomia necessitou do uso de um béquer de 250 ml e outro de 500 ml ambos de vidro borossilicato, cilíndricos com fundo chato e um bico na parte superior. Pipetas de Pauster de plástico e descartável.

- Proveta em vidro com base em polipropileno com capacidade de 100 ml. Bastão em vidro para manuseio do líquido e luvas descartáveis.

- Garrafa PET (Politereftalato de Etileno) de 600 ml, verde, devidamente limpa. Bico de tecnil usinado para facilitar o acoplamento da garrafa PET na tubulação de combustível, sendo o mesmo colado na tampa da garrafa.

Na Figura 2 ilustram-se os materiais utilizados para graduar a gasolina e, a garrafa pet utilizada para o teste de consumo do motor.



Fonte: Próprio autor.

Figura 2 – Exemplo de graduação da gasolina.

O tacômetro digital e horímetro da marca Matsuyama testado e inspecionado, instalado conforme indicado no manual de instruções do mesmo, configurado para operar no regime 2PIR, que significa motores 4T e 4 cilindros. Foi utilizado para marcar o tempo gasto

para realização da autonomia e também para informar a rotação do motor. Na Figura 3 ilustra-se o horímetro/tacômetro da marca Matsuyama.



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 – Horímetro e tacômetro da marca Matsuyama

## 2.2 Métodos

O método de estudo consiste no funcionamento do motor estacionário, logo após acionamento do alternador. Este transforma energia mecânica em energia elétrica para carregar uma bateria.

Os ciclos de funcionamento do motor foram definidos da seguinte forma:

- Adotou-se que o período de troca de óleo seria o equivalente a 2.000 km e considerou-se ainda uma velocidade média em torno de 50 km/h, com isso, fazendo a conversão em horas de trabalho tem-se 40 horas de funcionamento. Estes dados foram definidos fazendo uma analogia do funcionamento deste motor com um de uma motocicleta de baixa cilindrada.

De acordo com o manual de operação do motor, o mesmo pode permanecer funcionando por no máximo 10 horas seguidas, sendo assim, a cada 10 horas de funcionamento o motor foi desligado por aproximadamente 01(uma) hora para refrigerar, simulando assim as paradas que um veículo faz no trânsito.

Devido à pequena capacidade de armazenamento do tanque original de combustível do motor, o mesmo foi substituído por um tanque de combustível de 25 litros, de cor preta, polímero, cilíndrico conectado por uma tubulação de 1.5” de diâmetro interno ao motor.

Os ciclos utilizaram os seguintes combustíveis:

- o primeiro, gasolina tipo “C”, gasolina comum comercial;
- o segundo, gasolina tipo “C”, com 1,5% de diesel;

- o terceiro, gasolina tipo “C”, com 3,0% de diesel.

Quando foi feita a contaminação com diesel, a proporção de 73% de gasolina e de 27% de álcool ficaram comprometidas e seria facilmente detectada em um simples teste da proveta. Para resolver este problema deve-se acrescentar álcool à mistura para que os percentuais padronizados sejam mantidos. Isto ocorre devido ao fato do diesel diluir na gasolina e só ser detectado com uso de luz ultravioleta (PETROBRAS, 2015).

Foi instalado no motor um horímetro/tacômetro, este vem com dois cabos, um vermelho e um branco. Para o funcionamento correto, o cabo vermelho deve ser enrolado e isolado no cabo da vela de ignição, três voltas; o cabo branco foi conectado na carcaça do motor.

### **2.2.1 Método para Obtenção da Autonomia**

O teste de autonomia foi realizado após o motor estar na temperatura de funcionamento ideal. Como o motor não possuía marcador de temperatura, e o esperado quando estivesse funcionando com a mistura gasolina e diesel é que demorasse um pouco mais para aquecer, adotou-se um tempo de aproximadamente 01 (uma) hora de funcionamento para dar início ao teste.

No instante determinado para a coleta da autonomia, esvazia-se o carburador do motor, desacoplava-se o tanque de combustível do mesmo e no lugar colocava-se uma garrafa PET com 500 ml de combustível.

O combustível utilizado para a autonomia foi retirado do tanque de gasolina, para garantir a mesma composição que foi utilizada para o motor entrar em regime de funcionamento.

A graduação da gasolina foi feita utilizando um béquer com 400 ml e outro béquer com 100 ml de combustível e as pequenas precisões utilizaram-se pipetas de Pauster. Foi despejada a gasolina na garrafa PET, tampada com o bico e acoplada na tubulação de combustível. A seguir realizou-se o teste.

O tempo foi marcado pelo horímetro e simultaneamente por um cronômetro digital, que faz leituras de segundos, tornando a leitura mais precisa.

O motor foi ligado, ligando-se também o alternador e marcando o tempo gasto pelo sistema em consumir o combustível disponível. Para cada ciclo foi feita uma autonomia, considerando que houve alteração no combustível, conseqüentemente altera-se o regime de funcionamento do motor.

Quando o combustível acabou o motor parou de funcionar, possibilitando a coleta dos dados de tempo gasto para realizar o ciclo. Podendo-se calcular o consumo de combustível para todo o ciclo. Na Figura 4 apresenta-se o modelo utilizado para realizar o teste de autonomia.



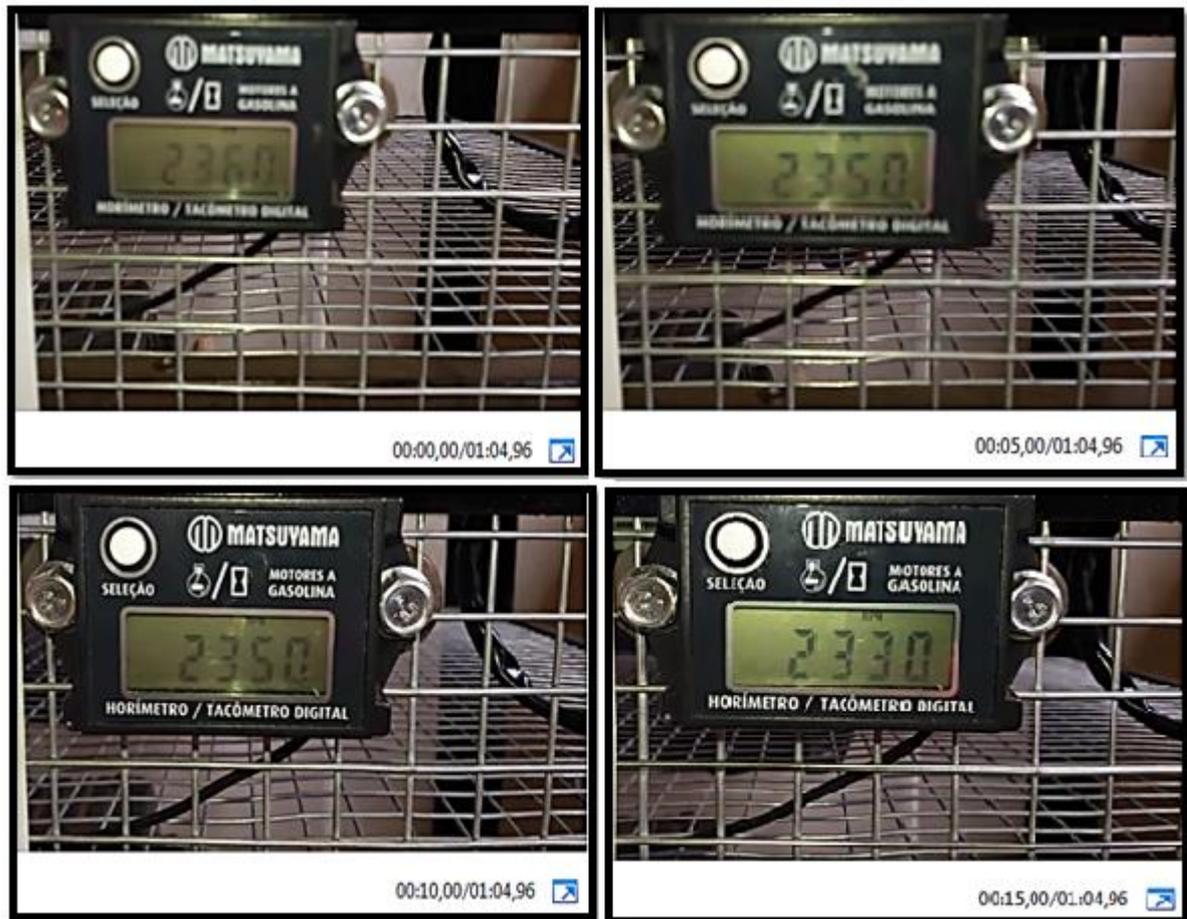
Fonte: Próprio autor

Figura 4 – Método de execução do teste de autonomia.

### 2.2.2. Método para Obtenção da Rotação

Durante todo o funcionamento do motor o tacômetro mostra no visor a variação da rotação. Para coletar esses dados, foram feitos vídeos de 1 minuto.

Cada vídeo foi cortado em segundos, gerando o valor da rotação em cada segundo, possibilitando um gráfico detalhado para análise. Na Figura 5 exemplifica o método para obtenção da rotação em cada segundo.



Fonte: Próprio autor.

Figura 5 – Exemplos da coleta dos dados da rotação do motor.

### 3 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Na Tabela 1 apresenta-se os valores obtidos para a autonomia do motor. Segundo o manual do fabricante o motor apresenta consumo de 600 ml/h. Os testes foram realizados com 500 ml de combustível, foram feitas a estimativa para 600 ml e para 1litro, sendo este o tamanho do tanque de armazenamento de combustível do motor.

TABELA 1 – Resultado para as medidas de consumo para diferentes combustíveis.

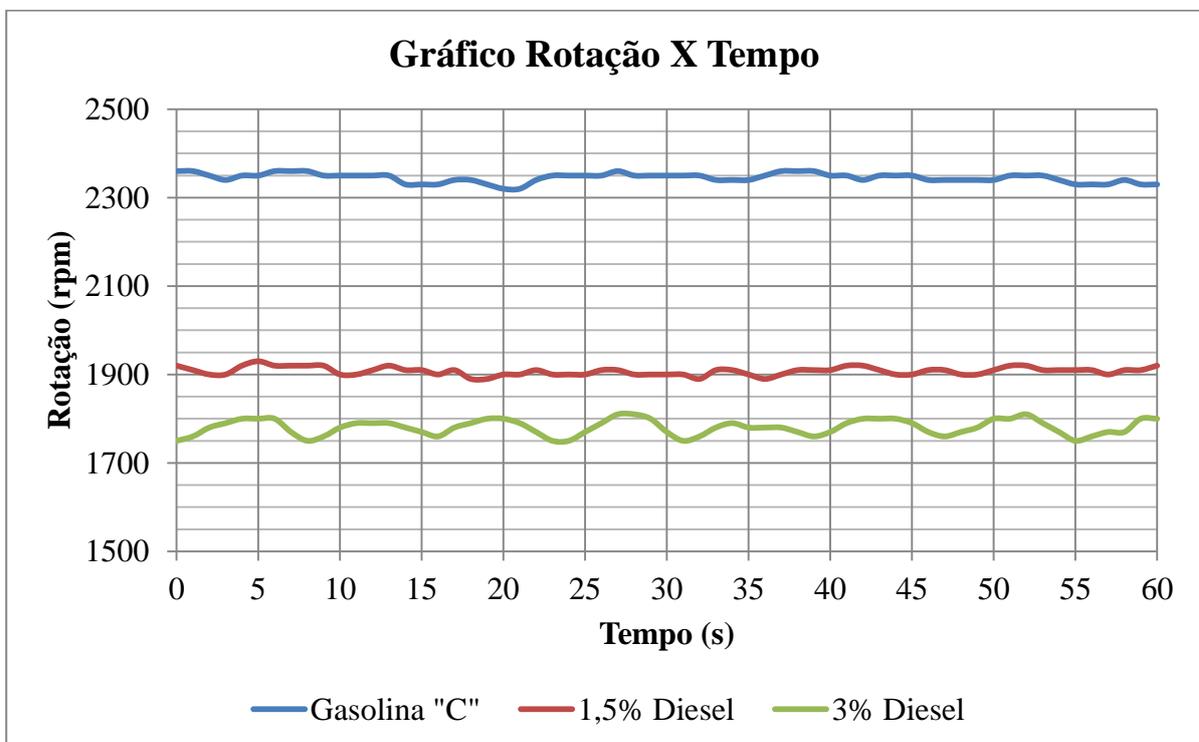
Quantidade (ml)	Horímetro Gas. 'C'	Horímetro 1.5% Diesel	Horímetro 3% Diesel
500	52:17:53	52:07:23	51:14:13
600	62:45:28	62:32:52	61:29:04
1000	104:35:46	104:14:46	102:28:26

Fonte: Próprio autor.

Pode-se perceber que a variação entre os ciclos com gasolina 'C', gasolina adulterada com 1,5% de diesel e gasolina adulterada com 3% de diesel foi pequena, na casa de 10 segundos entre o ciclo de gasolina 'C' e o primeiro de adulteração, e em 1 minuto a variação entre os ciclos adulterados.

Essa pequena alteração no consumo de combustível pelo motor pode ser justificada pela diferença na rotação.

Na Figura 6 percebe-se a variação na rotação quando muda-se de gasolina "C" para gasolina com diesel 1,5%. Apresenta-se uma queda considerável quando comparamos a queda que ocorreu entre os ciclos dois (1,5% diesel) e o três (3,0% diesel).



Fonte: Próprio autor.

Figura 6 – Gráfico rotação (rpm) x tempo (s).

No ciclo com gasolina tipo 'C' a rotação variou entre a faixa de 2360 e 2320 rpm, apresentando funcionamento padrão de um motor novo: oscilando entre 40 rpm.

No segundo ciclo, o primeiro de adulteração, com incremento de 1,5% de diesel na mistura, a rotação baixou, variando entre 1930 e 1890 rpm, e permanecendo com a mesma oscilação de 40 rpm.

No terceiro ciclo, segundo de adulteração, com 3% de incremento de diesel na mistura, a rotação baixou, variando entre 1810 a 1750 rpm, neste teste a oscilação se manteve entre 60 rpm.

Devido a falhas e a impossibilidade de continuar com os testes e baseado nas informações já coletadas, acredita-se que os próximos ciclos apresentariam rotações mais baixas com maiores oscilações.

#### **4 CONCLUSÃO**

Foi possível concluir a partir do trabalho realizado, que o uso de gasolina adulterada traz malefícios ao desempenho do motor. A autonomia não alterou de forma significativa, porém a variação na rotação foi significativa. Nenhuma falha foi recorrente a itens externos ao processo.

Pode-se aprender que é importante verificar a veracidade das informações encontradas na sociedade, neste caso, de grande valia para o valor do motor adquirido por muitas pessoas e tornando a população seletiva em relação a combustíveis de baixa confiabilidade.

#### **5 SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS**

Devido a falhas e problemas encontrados no decorrer deste trabalho, não foi possível a realização de todos os testes desejados. Seria oportuna a realização das mesmas análises utilizando um motor de maior potência, podendo verificar os dados em 10 ciclos de funcionamento.

#### **REFERÊNCIAS**

BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna**. São Paulo, v.1: Blucher, 2012. 554p.

CANTARINO, Marcelo. **Modelo simplificado para cálculo de autonomia de veículo elétrico com motor de relutância variável**. 2014. 55f. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia Automotiva) – Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, Santa Caetano do Sul, 2014.

FOGAÇA, Jennifer. **Classificação e Qualidade da Gasolina**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/quimica/classificacao-qualidade-gasolina.html>> . Acesso em: 01/06/2015.

NOÉ, Marcos. **Cálculo do consumo de combustível de um automóvel**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/matematica/calculo-consumo-combustivel-um-automovel.htm>> . Acesso em 02/06/2016.

PETROBRAS, **Adulteração de Combustíveis**. Disponível em: <[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ\\_2CbEdFAGTIInk!/?PC\\_7\\_9O1ONKG10GSIC025HDRRAB10F4000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/adulteracao](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ_2CbEdFAGTIInk!/?PC_7_9O1ONKG10GSIC025HDRRAB10F4000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/adulteracao)> . Acesso em 01/06/2016.

PETROBRAS, **Percentual de etanol na gasolina tipo ‘C’**. Disponível em: <[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N\\_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ\\_2CbEdFAGTIInk!/?PC\\_7\\_9O1ONKG10GSIC025HDRRAB10F4000000\\_WCM\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/duvidas+frequentes+gasolinas+petrobras#30](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/automotivos/gasolina!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQ4MgQ_2CbEdFAGTIInk!/?PC_7_9O1ONKG10GSIC025HDRRAB10F4000000_WCM_CONTEXT=/wps/wcm/connect/portal+de+conteudo/produtos/automotivos/gasolina/duvidas+frequentes+gasolinas+petrobras#30)> . Acesso em 16/11/15.