



XXVI CREEM

Congresso Nacional de Estudantes
de Engenharia Mecânica

ILHÉUS/ITABUNA - BAHIA



XXVI Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica,
CREEM 2019
19 a 23 de agosto de 2019, Ilhéus, BA, Brasil

Estudo de Caso: Grand Siena Tetrafuel e os efeitos do uso de GNV

Sérgio Barbosa Silva, sergio10fla@hotmail.com¹

Paulo Franklin Tavares Santos, p.franklintavares@gmail.com²

José Aprígio Carneiro Neto, aprigio.carneiro.ac@gmail.com³

Wilson Luciano Souza, wilsonluciano@yahoo.com.br⁴

Hugo Magalhães Mafra, hugo_m_mafra@hotmail.com⁵

¹Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000

²Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000

³Instituto Federal de Sergipe, Av. Padre Airton Gonçalves Lima, 1140 - São Cristóvão, Itabaiana - SE, 49500-000

⁴Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000

⁵Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, 49100-000

Resumo. O presente trabalho tem como objetivo identificar e quantificar quais os principais causadores para chamados de manutenção corretiva em automóveis movidos à Gás Natural Veicular (GNV), com o foco no veículo Grand Siena 1.4 Tetrafuel da FIAT, tal veículo é o único no mercado nacional que conta com o KIT GÁS de fábrica, assim também como um projeto de adaptação e plano de manutenção específico, desenvolvidos pela equipe de engenheiros da fabricante. Para identificar qual o grau de interferência do GNV sobre os veículos, este trabalho consistiu nas seguintes etapas: determinação dos critérios de seleção do modelo do carro, seleção do grupo de amostragem, coleta e análise dos dados de manutenção, coleta e análise dos dados da inspeção de segurança, análise comparativa entre os dados coletados na manutenção e inspeção. Através dos dados obtidos observou-se que o Grand Siena Tetrafuel apresentou resultados muito próximos aos resultados da versão Flex, comprovando que o uso do GNV associado ao kit gás de 5ª geração não causa danos ao motor e a transmissão do veículo, devido à presença do módulo de injeção específico para o gás.

Palavras chave: Grand Siena Tetrafuel. Gás Natural Veicular. Manutenção. Inspeção de Segurança Veicular. Emissão de poluentes.

1. INTRODUÇÃO

Diante das dificuldades enfrentadas por todos atualmente e, principalmente, diante dos constantes aumentos nos preços dos combustíveis, a instalação de kits de Gás Natural Veicular (GNV) nos veículos passou a ser uma opção utilizada por empresas e pessoas físicas para redução de gastos com transporte. Nos últimos anos verificou-se um considerável aumento na instalação desses kits, além da abertura de inúmeras empresas especializadas nesse tipo de serviço (KLANN, 2010).

O Gás Natural Veicular é um combustível fóssil – basicamente uma mistura de hidrocarbonetos leves – encontrado em regiões porosas no subsolo, podendo estar associado ou não ao petróleo. É composto por gases inorgânicos e hidrocarbonetos saturados, predominando o metano e, em menores quantidades, o propano e o butano, entre outros (Goldenstein e Azevedo, 2006).

A queima do GNV é reconhecidamente uma das mais limpas, praticamente sem emissão de monóxido de carbono. Por não possuir enxofre em sua composição, a queima do gás natural não lança compostos que produzam chuva ácida quando em contato com a umidade atmosférica, contribuindo, assim, para a melhoria da qualidade de vida da população (RIO DE JANEIRO, 2014).

Este combustível surgiu como uma alternativa para os automóveis, atingindo segundo o Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP) o número de 1 967 509 veículos convertidos desde o começo da década de 90 até fevereiro de 2015. A principal vantagem de se utilizar o GNV é a financeira. Diante desta realidade, os componentes do setor automobilístico se comportam de maneira divergente, a maioria das montadoras não aposta em veículos GNV, os fabricantes de peças para manutenção já fornecem materiais específicos para automóveis desta linha, os mecânicos reparadores estão cada vez mais especializados no assunto e os fornecedores de combustível também apoiam este tipo de combustível, apendendo-se nos baixos valores de consumo e poluição (DOS SANTOS, 2002).

O crescimento do mercado consumidor estimula a geração estudos científicos focados no aperfeiçoamento desta tecnologia, esses estudos são feitos através de análises com automóveis em condições normais de uso ou em laboratórios com ambientes controlados. Apesar das grandes vantagens apresentadas pelos fornecedores, o consumidor

ainda se posiciona com desconfiança em relação ao desgaste/degradação do motor e seus componentes (PRATES, 2006).

No final de 2006, a Fiat surpreendeu os consumidores e lançou a versão Tetrafuel do já consagrado Siena, sendo até os dias atuais o único automóvel do mercado nacional que possui o Kit Gás como item de série, este modelo passou por uma modificação e em 2012 passou a se chamar Grand Siena Tetrafuel (RABENSCHLAG, 2010).

A associação do GNV à uma marca mundialmente conhecida, gerou mais confiabilidade no uso do gás natural, dando a oportunidade de os clientes mais inseguros poderem utilizar este tipo de combustível, com garantia de um projeto moderno de engenharia e específico para as características deste carro, abolindo assim a impressão de veículo adaptado. Pela união dessas características justifica-se a escolha do Grand Siena Tetrafuel como o veículo ideal para este estudo e assim, com este trabalho espera-se estabelecer uma relação entre os problemas encontrados nos serviços de manutenção, através do histórico de serviços, e o uso do GNV, com enfoque nos níveis de poluição em monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC), eficiência dos freios, suspensão, embreagem e motor. Assim, conseqüentemente pode-se determinar qual o grau de interferência do Kit Gás no veículo em questão (PRAÇA, 2003).

2. METODOLOGIA

Para identificar qual o grau de interferência do GNV sobre os veículos, este trabalho consistiu nas seguintes etapas: seleção do grupo de amostragem, coleta e análise dos dados de manutenção, coleta e análise dos dados da inspeção de segurança, análise comparativa entre os dados coletados na manutenção e inspeção.

Com os veículos selecionados, foi feita uma suposição dos principais sistemas mecânicos que poderiam apresentar desgaste pelo uso do GNV. Foram eles: suspensão, motor e transmissão. Com o auxílio do banco de dados da oficina da concessionária autorizada Fiat em Sergipe, foi checado nos relatórios de serviços quantas e quais revisões periódicas foram feitas por cada veículo e dentre os serviços de manutenção corretiva, quais estavam relacionados aos sistemas mecânicos em questão.

Utilizando a mesma lógica da coleta dos dados de manutenção foram anotadas as informações referentes à inspeção de segurança veicular.

Para comparar os dados da manutenção e inspeção foram utilizadas 2 Tabelas, que destacam o ranking dos 5 melhores veículos de acordo com 3 critérios escolhidos sendo esses o resultado de inspeção, o número de revisões na autorizada, e os defeitos apresentados.

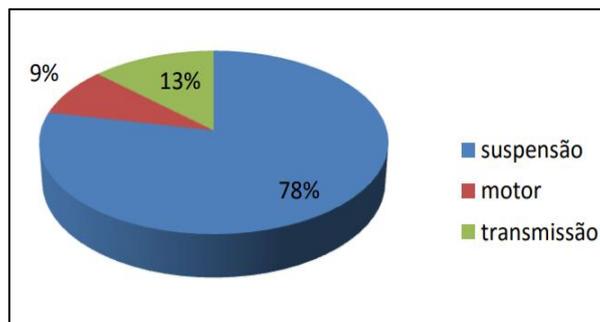
3. RESULTADOS E DICUSSÕES

3.1. Manutenção

Os resultados coletados demonstraram que a revisão mais realizada é a de 15 mil quilômetros, entretanto a FIAT orienta que nesta situação, seja antecipado o plano de revisão de 20 mil km, já que nela são revisados todos os itens da revisão de 10 mil km e adicionados a substituição do filtro de combustível e o controle visual da correia dos órgãos auxiliares do motor.

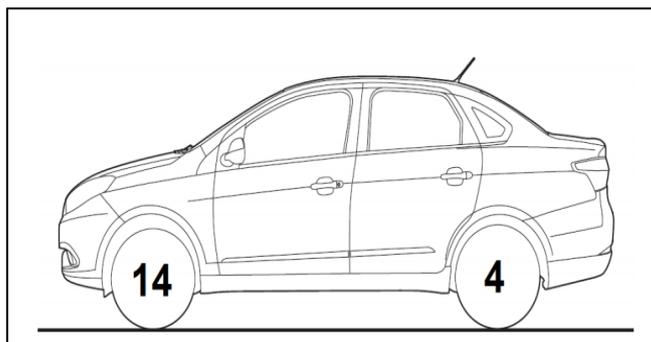
Como consequência do grande número de veículos presentes na revisão dos 15 mil km, a revisão dos 20 mil tem um índice de presença bastante inferior. Vale destacar que dos 16 veículos que fizeram a revisão dos 30 mil km, 13 tinham feito a revisão dos 15 mil, ou seja, 32,5% dos veículos seguiram corretamente plano de manutenção. Na Figura 1 observa-se que do total de defeitos apresentados, 78% foram relacionados ao sistema de suspensão.

Figura 1. Distribuição dos defeitos no Tetrafuel (Autores 2019)



Entretanto, esperava-se que a maior parte desses defeitos estivessem relacionados ao eixo traseiro, devido ao posicionamento dos cilindros do GNV. Porém como se pode ver na Figura 2, grande parte destes defeitos estiveram relacionados à suspensão dianteira.

Figura 2. Defeitos na suspensão em cada eixo (Adaptado de FIAT, 2015)



Todos os defeitos na dianteira foram detectados pelos motoristas, que observaram o aparecimento de muitos ruídos de impacto na suspensão. A partir desses sintomas, foi iniciado o procedimento de investigação e detectou-se que este problema tinha sido causado pelo desgaste do batente do amortecedor, que tem a função de proteger o amortecedor no final do curso, reduzindo o batimento da mola.

Os 4 defeitos na suspensão traseira, assim como na dianteira foram identificados pelos motoristas, porém neste caso, a peça defeituosa foi o coxim do amortecedor (Figura 18). O que chamou atenção foi o fato desse defeito ter aparecido à uma quilometragem relativamente baixa, 20 mil km.

Os defeitos de suspensão podem ser relacionados ao uso do GNV como consequência do acréscimo de peso, porém, deve-se considerar o modo de direção do motorista e também a situações específicas, como por exemplo, impactos gerados por passagens em buracos.

A provável causa do grande número de defeitos na suspensão dianteira do Tetrafuel é a situação de transferência de peso na frenagem. Considerando uma distribuição de peso de 55,46% para o eixo dianteiro e 44,54% para o eixo traseiro em situação estática ou de velocidade constante de pavimento liso, a distribuição de peso no Grand Siena Tetrafuel é mostrada na Figura 3 (PUC-RIO, 2007).

Figura 3. Distribuição de peso da versão Tetrafuel (Adaptado de PUC-RIO, 2007)



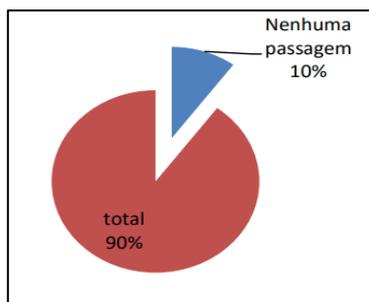
Portanto numa situação de frenagem, o Grand Siena Tetrafuel transfere aproximadamente 296,2 kg para a suspensão dianteira, podendo assim causar um maior desgaste aos componentes desse sistema.

Observou-se um número muito baixo entre os defeitos nos sistemas de transmissão e motor. Os veículos, 21 e 23 necessitaram respectivamente da troca do retentor do comando de válvulas, em virtude de um vazamento de óleo, e da correia dentada por apresentar um desgaste excessivo e risco de quebra.

O procedimento de troca da correia dentada foi executado devido à orientação do plano de manutenção para sua troca a cada 03 anos de uso, e apesar do veículo 23 estar com 30 mil km rodados esta troca deveria ser feita, em um intervalo diferente do determinado no plano de manutenção, 60 mil km.

Quanto ao sistema de transmissão, duas embreagens foram trocadas, veículos 2 e 18, porém na troca, ambos apresentavam quilometragem próxima da vida útil, 90 mil km. Apesar dos benefícios em relação à garantia, rede de oficinas com profissionais treinados e da utilização de peças genuínas, 10% dos carros deixaram de fazer as revisões na autorizada, como mostrado na Figura 4.

Figura 4. Porcentagem dos veículos que não fizeram nenhuma revisão (Autores 2019)



3.2. Inspeção de Segurança

De um total de 40 veículos, 82% (33) fizeram a inspeção de segurança e 18% (7) foram considerados pendentes por não terem feito a inspeção de segurança, entretanto 6 deles ainda estão dentro do prazo para realizar as vistorias, já que são veículos comprados no último trimestre de 2014 e portanto eles têm até o final de 2015 para realizar esta inspeção de segurança.

Além desses, outros 5 veículos que fizeram a 1ª inspeção, estão com a data de validade vencida para a inspeção de segurança referente ao 2ª ano de uso, e necessitam fazer uma nova vistoria para que sua situação esteja legal junto ao DETRAN. Os ótimos resultados do histórico de inspeção mostraram que somente o veículo 6 foi reprovado, esta reprovação ocorreu em 2 quesitos: freios e HC. Pelo fato de a grande maioria ter sido aprovada nos critérios da vistoria, pode-se concluir que o uso do GNV não causou danos ao veículo que colocassem em risco a segurança do proprietário e de terceiros.

3.3. Análise Comparativa

Com o cruzamento dos dados de manutenção e inspeção foi possível perceber que estar com o plano de manutenção em dia resulta na aprovação da inspeção de segurança, independente que as revisões tenham sido feitas em oficinas paralelas ou na autorizada. Os resultados da inspeção são consequências da falta de manutenção.

Foram escolhidos 4 carros para formar a Tabela 1, estes veículos mostram os diferentes cenários em relação ao uso e manutenção encontrados nessa pesquisa.

Tabela 1. Análise Comparativa (Autores 2019)

Veículo	Nº de Revisões na Concessionária	Resultado da Inspeção	Quantidade de Defeitos	10 ³ Km
2	4	Aprovado	2	109
6	0	Reprovado	2	-
17	0	Aprovado	0	-
34	6	Aprovado	0	50

Os carros 2 e 6 apresentaram defeitos, entretanto, enquanto o carro 2 teve seus defeitos identificados e reparados na concessionária antes de passar pela inspeção, o carro 6 só teve seus defeitos identificados na inspeção de segurança. Os resultados da inspeção são consequências da falta de manutenção.

Observa-se que os carros 17 e 34 divergiram quanto ao número de revisões, apesar do carro 17 não ter feito nenhuma revisão na concessionária, e do carro 34 ter seguido o plano de manutenção corretamente a cada 10 mil km, ambos não apresentaram nenhum defeito e foram aprovados na inspeção de segurança.

Partindo do princípio que somente os veículos com a manutenção em dia são aprovados na inspeção, pode-se afirmar que o veículo 17 foi aprovado por que seguiu corretamente o plano de manutenção, mesmo que em oficinas do mercado paralelo. Na Tabela 2 estabelecemos um ranking dos 5 melhores e na tabela 14 os 5 piores veículos, levando em consideração os seguintes critérios: resultado de inspeção, revisões na autorizada e defeitos apresentados

Tabela 2. Melhores Carros (Autores 2019)

Posição	Carro	Inspeção de segurança	Nº de revisões na concessionária	Nº de defeitos
1º	14	Aprovado	5	1
2º	34	Não fez	6	0
3º	4	Aprovado	4	0

4 °	28	Aprovado	4	1
5 °	36	Aprovado	3	1

O primeiro critério de desempate considerado foi o resultado de inspeção de segurança, devido a sua obrigatoriedade e exigências quanto ao código brasileiro de trânsito. Entretanto analisando os resultados do carro 34, deve-se considerar a possibilidade de sua vistoria ainda estar dentro do prazo de validade e, portanto, justificaria a sua ausência na inspeção de segurança, diante a Tabela 3.

Tabela 3. Piores carros (Autores 2019)

Posição	Carro	Inspeção de segurança	Nº de revisões na concessionária	Nº de defeitos
40°	6	Reprovado	0	2
39°	18	Aprovado	1	2
38°	17	Aprovado	0	0
37°	25	Aprovado	0	0
36°	26	Aprovado	1	1

Os critérios de análise colocaram o veículo 6 como o pior veículo desta lista, por não registrar nenhuma passagem pela autorizada e por ter sido reprovado na inspeção de segurança em dois itens. Os veículos 17 e 25 ficam empatados nos critérios, porém o 25 leva uma pequena vantagem por ter feito na autorizada uma troca de óleo aos 7 mil km, que não foi considerada revisão. Os carros 32, 33, 34, 35, 37 e 40 não foram levados em consideração para a formação das Tabelas 1 e 2, pois como foram fabricados em 2014 e ainda estão dentro do prazo de validade para realização da vistoria.

4. CONCLUSÕES

As informações deste trabalho caracterizam o GNV como um combustível seguro, principalmente pela evolução da tecnologia e das normas de segurança. O Grand Siena Tetrafuel comprovou que o uso do GNV associado ao kit gás de 5ª geração não causa danos ao motor e a transmissão do veículo, devido à presença do módulo de injeção específico para o gás.

A principal vantagem do Kit Gás GNV é o seu preço ele é muito mais barato do que qualquer outro combustível, para se ter uma ideia da economia, veja um exemplo: Um carro que faz 10km/litro de gasolina, faz até 12km/m³ de GNV. Isso significa que com um cilindro de 62 litros (aproximadamente 16m³), você gasta aproximadamente R\$ 16,00 e roda até 192km. Essa importância equivale à 8 litros de gasolina, dando uma autonomia de apenas 80km. (DEL GÁS, 2018).

O sistema de suspensão foi o que apresentou o maior número de problemas no Grand Siena Tetrafuel, problemas estes que estão associados ao acréscimo de peso dos cilindros. A ocorrência destes defeitos chamou atenção para a necessidade de uma melhoria no projeto do sistema de suspensão.

Além de um estudo mais aprofundado sobre o efeito mergulho gerado na frenagem e a transferência de peso para as rodas dianteiras nesta situação. Assim como no Tetrafuel, uma modificação interessante para os veículos convertidos é a substituição dos amortecedores e molas específicas para GNV. Esta substituição promove melhorias ao sistema em termos de estabilidade, dirigibilidade e prolongamento da vida útil desses componentes.

Observou-se que todos os veículos que fizeram os serviços de manutenção na autorizada foram aprovados na inspeção de segurança e que o único Grand Siena reprovado nesta inspeção, não registrava nenhuma passagem pela autorizada para realizar os serviços de manutenção. A partir desse fato afirma-se que a falta de manutenção é o principal motivo para reprovação na inspeção de segurança. Pela constância dos dados, não foi possível estabelecer uma faixa de quilometragem prioritária para o aparecimento dos defeitos.

Observou-se um número muito baixo de assiduidade nas revisões, sendo que somente 7,5% dos carros fizeram as 3 primeiras revisões previstas no plano de manutenção. A revisão mais procurada pelos motoristas foi a dos 15 mil km, contudo como esta quilometragem não está prevista, estima-se que esta faixa seja equivalente ao período de 1 ano que a fabricante determina como intervalo máximo para a troca de óleo do motor.

Em termos gerais o Grand Siena Tetrafuel se caracterizou como uma boa opção de compra. Porém os seus pontos negativos são o alto preço de compra e potência do motor, seus pontos positivos são relacionados ao baixo custo de manutenção e a ausência de concorrentes no mercado.

5. REFERÊNCIAS

ARGENTINA, 2006. *Resolução n. 02, 22 Jun. 2006*. Esquema único para o controle da utilização de gás natural como combustível veicular no Mercosul. Boletim Oficial do Mercosul, Buenos Aires, 22 jun. 2006.

- BRASIL. Portaria n. 38, 01 abr. 2014. *Divulga os limites de emissões de gases e os procedimentos para a fiscalização de veículos do ciclo diesel e do ciclo otto, motocicletas e semelhantes do ciclo Otto, conforme a Resolução CONTRAN n° 452, de 26 de setembro de 2013*. Diário Oficial da União, Brasília, p. 67, 02 abr. 2014.
- DEL GÁS, 2018. “Vantagens do GNV”. Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://delgas.com.br/vantagens-del-gas-gnv-kit-gas/>>. Acesso em: 5 jul. 2019.
- GNV, Dicas, 2018. “Sobre kits de 5ª geração de GNV”. Disponível em <<https://dicasgnv.com.br/2018/03/27/sobre-kits-de-5a-geracao-de-gnv/>>. Acesso em 21 jul. 2019.
- DOS SANTOS, Edmilson Moutinho, 2002. *Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil*. Annablume.
- DUTRA, E.G., 2005. *Projeto de Inspeção veicular: Capacitação e Avaliação Inicial*. Relatório técnico apresentado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais – FEAM, Minas Gerais.
- EMDEC, 2014. *Manual técnico de inspeção de segurança*.
- FIAT, 2015. *Manual de uso e manutenção – Grand Siena*. Brasil.
- FIAT, 2015. *Suplemento Siena Tetrafuel*. Brasil.
- GÁSNET, 2007. “Entendendo o GNV”. Disponível em: <http://www.gasnet.com.br/gnv/entendendo_gnv.asp>. Acesso em: 1 jul. 2019.
- GÁSPOINT, 2003. “Kit GNV última geração na GásPoint”. Disponível em: <<http://gaspoint.com.br/gnv/sequentfastness.asp>>. Acesso em 2 jul. 2019.
- GLOBOGÁS BRASIL, 2015. “História do GNV”. Disponível em: <<http://www.globogasbrasil.com.br/gas-natural/historia-do-gnv/>>. Acesso em: 3 Jul. 2019.
- GOLDENSTEIN, Marcelo; AZEVEDO, Rodrigo Luiz Sias de, 2006. *Combustíveis alternativos e inovações no setor automotivo: será o fim da" era do petróleo?*
- INMETRO, 2012. “Book Tetrafuel – Siena/Grand Siena”. Disponível em: <<http://www.hmautotron.eng.br/artigos/Gases&EmissoesPM.pdf>>. Acesso em: 4 jul. 2019.
- KLANN, Roberto Carlos; TOMASI, Graziela, 2010. *Análise de viabilidade de instalação de kit gnv em veículos com a utilização do valor presente líquido e taxa interna de retorno*. Revista Catarinense da Ciência Contábil, v. 9, n. 27, p. 9-24.
- MATSA, 2015. “Catálogo técnico de cilindros GNV”. Disponível em: <<http://www.grupomat.com.br/produtos/gas-natural-veicular/>>. Acesso em: 30 jun. 2019.
- MOTOR DREAM, 2012. “Teste: Versão tetrafuel traz fiat grand siena de todas as maneiras”. Disponível em: <<http://motordream.uol.com.br/noticias/ver/2012/12/21/testeversao-tetrafuel-traz-fiat-grand-siena-de-todas-as-maneiras>>. Acesso em 30 jun. 2019.
- NATURGY, 2015. “Verdades do GNV”. Disponível em: <<https://www.naturgy.com.br/br/sao+paulo/uso+veicular++gnv/1297092053277/mitos+do+gnv.html>>. Acesso em 2 jul. 2019.
- PRAÇA, Eduardo Rocha, 2003. *Distribuição de gás natural no Brasil: um enfoque crítico e de minimização de custos*. Fortaleza: UFC.
- PRATES, Cláudia Pimentel Trindade et al, 2006. *Evolução da oferta e da demanda de gás natural no Brasil*.
- RABENSCHLAG, Denis Rasquin, 2003. “ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE GNV EM FROTA DE TÁXI”. Disponível em: <http://www.inovarse.org/artigos-por-edicoes/IX-CNEG-2013/T13_0593_3616.pdf>. Acesso em 30 jun. 2019.
- PETROBRAS, 2014. “Gás Natural Veicular: queima do GNV é uma das mais limpas, praticamente sem emissão de monóxido de carbono”. 2014. Disponível em: <<http://www.br.com.br/pc/produtos-e-servicos/para-seu-veiculo/gas-natural-veicular>>. Acesso em: 5 jul. 2019.
- SCHWOB, M.; MORALES, M.A.; HENRIQUES, M.; ESTEVES, R, 2007. *Avaliação e otimização de dispositivos de conversão e adaptação de motores para o gás natural*. Artigo apresentado no Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Edição II. Rio de Janeiro.
- SINCODIVES, 2015. “Inspeção de segurança veicular”. Disponível em: <<http://www.sincodives.com.br/conteudo/publico/utilidades/automotivas/dicas-e-informacoes/inspecao-seguranca-veicular/default.aspx>>. Acesso em: 29 jun. 2019.

6. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.