

UM ESTUDO SOBRE O GÁS NATURAL: ASPECTOS GERAIS, ATUALIDADES E SEU USO COMO COMBUSTÍVEL VEICULAR.

Bárbara Horrana Silva Barbosa ¹

Iliana de Oliveira Guimarães ²

RESUMO

O gás natural é um combustível fóssil formado a milhões de anos, sendo composto predominantemente por metano, etano e propano. É encontrado na natureza em acumulações de rochas porosas no subsolo terrestre ou marinho e, geralmente, está acompanhado de petróleo. Neste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o gás natural, desde sua origem e composição até a participação na matriz energética mundial. Analisou-se suas vantagens e aplicações nos diversos setores e destacou-se o uso veicular. Foi abordada a evolução dos sistemas de conversão, assim como os procedimentos necessários para instalação dos Kits GNV, seus benefícios econômicos e a questão ambiental. Fez-se também um comparativo deste com outros combustíveis. E, por fim, concluiu-se que é vantajoso para o consumidor utilizar o gás natural veicular, pois apresenta maior eficiência e economia na hora do abastecimento.

Palavras-chave: Gás Natural, Gás Natural Veicular, Combustível, Benefícios.

1. INTRODUÇÃO

O gás natural (GN) é um combustível fóssil formado há milhões de anos no subsolo terrestre, sendo constituído basicamente por uma mistura de hidrocarbonetos leves. Seu surgimento adveio da decomposição anaeróbica de matéria orgânica que se acumulou no solo, em grandes profundidades, sob altas temperaturas e forte pressão (MONTEIRO; SILVA, 2010).

Com o passar do tempo, ele passou a ser cada vez mais utilizado, se destacando nos setores industriais, comerciais, residenciais e automotivo, principalmente devido às inúmeras vantagens econômicas e ambientais (BIRELO, 2013).

Nesse trabalho foram abordados vários aspectos do gás natural, como sua origem, história, composição, participação na matriz energética mundial, produção e consumo em nível nacional, assim como as vantagens e aplicações deste nos diversos setores. Destacou-se o Gás Natural Veicular, apresentando a evolução dos sistemas de conversão, os procedimentos para instalação dos Kits GNV e fez-se uma comparação deste com outros combustíveis automotivos.

¹ Discente do Curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB - CG, barbara.horrana@academico.ifpb.edu.br;

² Docente do Curso Técnico em Petróleo e Gás do IFPB - CG, iliana.guimaraes@ifpb.edu.br.

2. METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica que teve por objetivo reunir informações sobre o gás natural e sua aplicação veicular a partir de diversas fontes como: relatórios, livros, artigos e sites especializados, onde foram obtidos dados e informações sobre o tema proposto. Sendo assim, essa pesquisa foi feita utilizando materiais de vários autores que estão disponíveis nas referências bibliográficas ao término do trabalho.

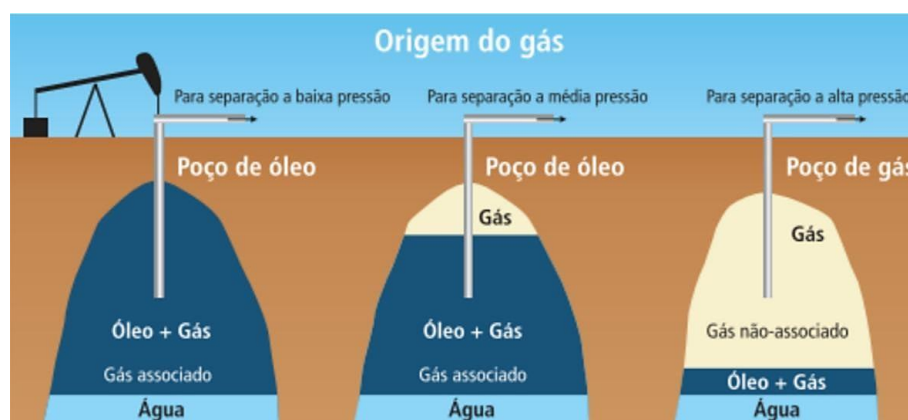
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ORIGEM DO GÁS NATURAL

O gás natural é encontrado na natureza em acumulações de rochas porosas no subsolo terrestre ou marinho e, geralmente, está acompanhado de petróleo. A sua formação está presente na natureza até os dias atuais, porém em menor quantidade comparada a época da sua descoberta (SANTOS et al., 2002; FIOREZE et al., 2013).

Em decorrência da sua origem, o GN pode ser classificado em associado e não-associado (figura 1). O tipo associado ocorre quando há a predominância do petróleo na exploração da jazida, sendo este separado durante o processo de produção, passando a ser considerado um coproduto. Enquanto o gás não-associado é obtido em extensas quantidades diretamente do reservatório, sendo pequena a parcela da produção de petróleo (VIEIRA et al., 2005).

Figura 1: Gás associado e gás não-associado.



Fonte: Vieira et al. (2005).

O gás não-associado contém maiores teores de metano, enquanto o gás associado apresenta porções mais significativas de etano, propano, butano e hidrocarbonetos mais pesados (SANTANA, 2006).

3.2 COMPOSIÇÃO DO GÁS NATURAL

O gás natural é constituído predominantemente por hidrocarbonetos, tendo como principais componentes: o metano (CH_4), etano (C_2H_6) e o propano (C_3H_8). Em seu estado bruto, ele é composto também, em menores quantidades, por hidrocarbonetos mais pesados e por CO_2 , N_2 , O_2 , H_2S , entre outras impurezas (CEGÁS, 2019; BIRELO, 2013). Podendo sua composição variar de campo para campo, de acordo com a matéria orgânica a partir da qual se originou e os processos naturais aos quais foi submetido (FIOREZE et al., 2013).

3.3 HISTÓRIA DO GÁS NATURAL

O gás natural foi descoberto na Pérsia entre 6000 a.C. e 2000 a.C. e, segundo algumas indicações históricas, era usado para manter aceso o “fogo eterno”. Na China é conhecido desde 900 a.C., mas a sua primeira utilização, segundo um manuscrito chinês, data de 347 a.C. Este documento descreve um “ar de fogo” que podia ser usado para iluminação (FERRÉ, 2019).

Segundo Pereira et al. (2007), ele foi descoberto na Europa no ano de 1659, porém não despertou interesse, devido ao gás resultante do carvão carbonizado, que foi o primeiro combustível responsável pela iluminação das casas e ruas.

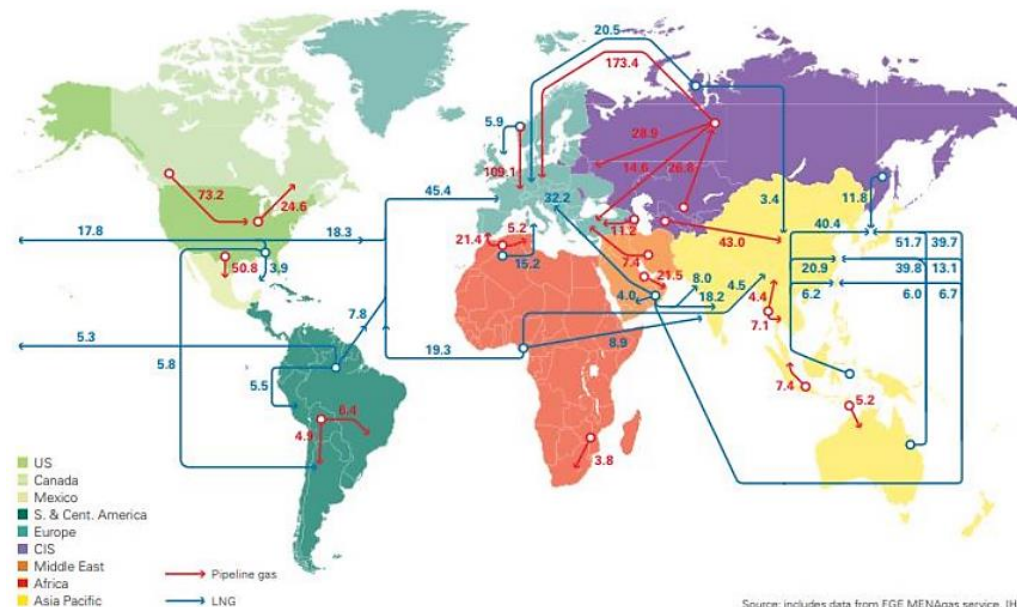
Finalmente, graças a descoberta de Robert Bunsen em 1885, misturando ar e gás natural, foi iniciado seu emprego como combustível. Como consequência, o mesmo passou a ser muito utilizado, tornando-se fonte de energia para aquecimento do ambiente, de água e para cozimento de alimentos. Entretanto, só após os anos 40 houve uma abrangência na utilização do GN, que passou a ser largamente disponibilizado para o uso nos transportes (FERRÉ, 2019).

3.4 PARTICIPAÇÃO DO GÁS NATURAL NA MATRIZ ENERGÉTICA MUNDIAL

Segundo Pinto, Rangel e Silva (2020), cerca de 90% da demanda global por gás natural está localizada na América do Norte, na Europa e na Ásia. Portanto, os níveis de produção de GN em cada país definem quais os fluxos de importação e exportação se farão necessários para

o atendimento dos mercados. Neste sentido, na figura 2 podem ser observados os principais fluxos no ano de 2019, via gasodutos ou GNL (Gás Natural Liquefeito).

Figura 2: Principais fluxos de gás natural no ano de 2019.



Fonte: Pinto, Rangel e Silva (2020).

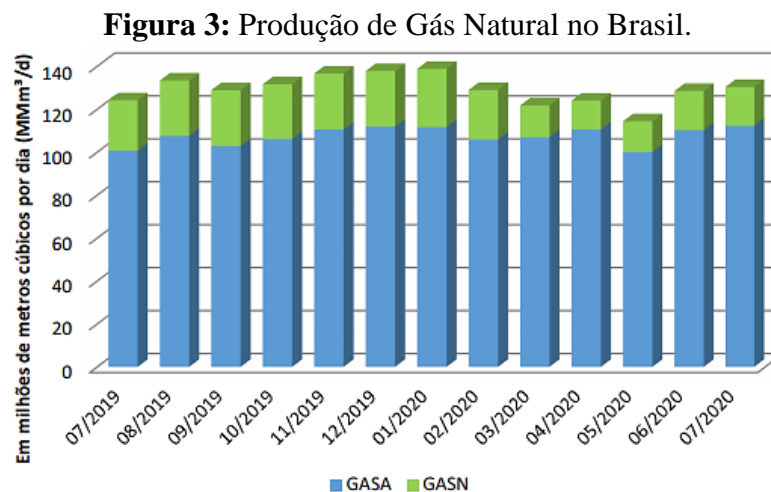
Em 2019, observou-se que os países com maior exportação de gás natural por meio de gasodutos foram a Rússia e a Noruega. Enquanto no caso do GNL, os países com maior exportação foram a Austrália, o Catar e os EUA, seguidos por Rússia e Malásia (PINTO; RANGEL; SILVA, 2020).

No primeiro semestre de 2020, medidas de distanciamento social decorrentes da disseminação da pandemia de Covid-19 causaram impactos significativos na demanda energética mundial. Esse choque ocorreu em meio a uma conjuntura de estoques elevados e alta capacidade ociosa no setor petrolífero, além de sobreoferta no setor de gás natural (EPE, 2020).

Devido a paralisação da mobilidade e redução da atividade industrial, houve uma diminuição expressiva na demanda por petróleo e gás natural, causando adiamentos, atrasos e cancelamentos de cargas de GN, o que fez com que seus preços caíssem em vários países. Em abril de 2020, com o início da flexibilização do isolamento social, a demanda por gás natural voltou a crescer, contribuindo para a recuperação parcial dos preços nos mercados europeus e asiáticos (EPE, 2020).

3.5 PRODUÇÃO E CONSUMO DE GÁS NATURAL EM NÍVEL NACIONAL

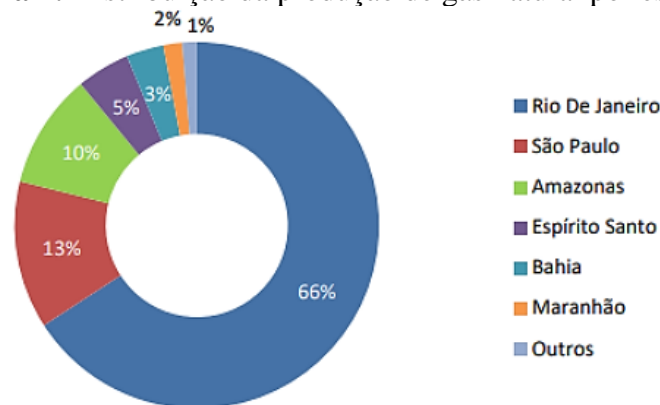
Os dados exibidos na figura 3 apresentam, no intervalo entre julho de 2019 até julho de 2020, a evolução da produção de GN no Brasil. Tendo em vista que a produção em julho de 2020 foi de 130 MMm³/d, esta aumentou 1,4% se comparada ao mês anterior, tendo um acréscimo de 5,0% se comparada ao mesmo mês em 2019 (ANP, 2020).



Fonte: ANP (2020).

De acordo com a ANP (2020), atualmente houve uma evolução da participação dos estados brasileiros na produção do GN. O Rio de Janeiro é o principal produtor de gás natural, sendo responsável pela metade da produção nacional. O estado de São Paulo também teve um grande crescimento nesses últimos anos e é responsável hoje em dia por 13% de toda a produção, como apresentado na figura 4.

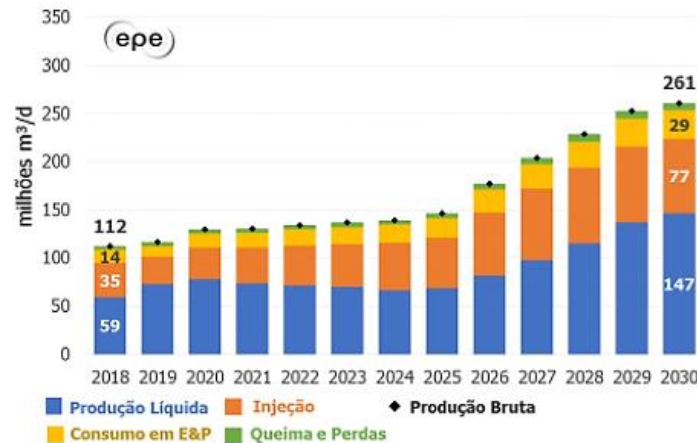
Figura 4: Distribuição da produção de gás natural por estado.



Fonte: ANP (2020).

Houve um aumento na procura pelo gás natural no Brasil. Tem-se falado muito sobre o “Novo Mercado de Gás” e suas perspectivas positivas aos negócios envolvendo o energético. O gás passou da categoria de “resíduo” a produto principal. A figura 5 aponta que a perspectiva para a produção total de GN praticamente duplique em dez anos no país (GAUTO, 2020).

Figura 5: Previsão da produção bruta de GN entre 2020 e 2030 no Brasil.



Fonte: Gauto (2020).

3.6 VANTAGENS DO GÁS NATURAL

Conforme Santos et al. (2002), a substituição de outros combustíveis fósseis pelo gás natural provoca uma redução nas emissões de CO₂ na ordem de 20 a 23% quando comparado ao óleo combustível, sendo em torno de 40 a 50% menor que o carvão mineral.

Do ponto de vista ambiental, o gás natural é considerado, dentre os combustíveis fósseis, como sendo uma contribuição para a redução das emissões de poluentes atmosféricos. Pois, quando usado corretamente, sua queima reduz a emissão de óxido de enxofre (SO), fuligem e materiais particulados, bem como possibilita um bom controle das emissões de CO e NO_x (SANTOS et al., 2002).

Ele ainda apresenta as seguintes vantagens: menor corrosão dos equipamentos, baixo custo de manutenção e presença de contaminantes, melhoria do rendimento energético, maior competitividade das indústrias e geração de energia elétrica junto aos centros de consumo PBGÁS (2011).

3.7 APLICAÇÕES DO GÁS NATURAL

Conforme a Cegás (2019), o gás natural após tratado e processado é largamente utilizado em indústrias, no comércio, residências e veículos.

Na indústria, o GN é utilizado como combustível para fornecimento de calor e como matéria-prima em vários setores, tais como: químicos, petroquímico, metalúrgico, plástico, cerâmico, vidros, farmacêutico, têxtil, borracha e pneus, papel e celulose, fertilizantes, como redutor siderúrgico, na geração de força motriz e eletricidade e mais recentemente em projetos de co-geração de alta eficiência energética (CEGÁS, 2019).

Segundo Birelo (2013), pode ser empregado no setor comercial e no setor de prestação de serviços, ou seja, o gás natural é versátil e pode ser aplicado nos mais diversos negócios, dentre esses: restaurantes, pizzarias, cozinhas industriais, padarias, shoppings, entre outros estabelecimentos que tenham necessidade de cocção, aquecimento ou mesmo refrigeração.

No âmbito residencial, o gás natural pode substituir o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo). Sendo distribuído de forma canalizada, eliminando o uso de botijões e aumentando a segurança das instalações (CEGÁS, 2019). Pode ser utilizado também no aquecimento de água dos chuveiros e torneiras, na climatização de ambientes, em piscinas e saunas (BIRELO, 2013).

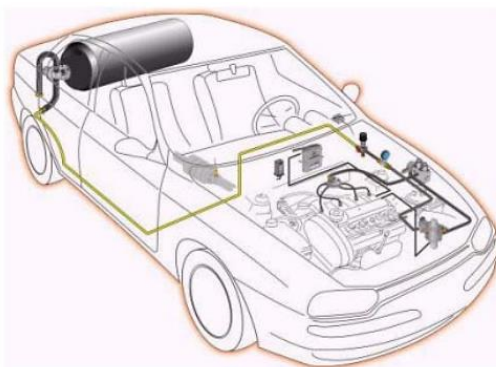
De acordo com Birelo (2013), o gás natural pode ainda ser utilizado como combustível automotivo, o Gás Natural Veicular (GNV). Devido ao seu baixo valor, tornou-se uma opção para milhares de pessoas, uma vez que, além dos benefícios econômicos, existe a questão ambiental, pois é menos poluente quando comparado a gasolina.

3.8 GÁS NATURAL VEICULAR

O ramo automotivo tem sido um dos principais canais de expansão do uso do GN, neste caso denominado gás natural veicular (CABRAL, 2006). Qualquer carro movido a gasolina ou a etanol, e alguns carros a diesel, podem ser convertidos para gás natural. O que não altera o uso do combustível original, tornando o veículo bicombustível (SILVA, 2002).

Segundo Brandão Filho (2005), o GNV pode ser armazenado na sua forma comprimida, com uma pressão de serviço de 200 a 250 kgf/cm². Sendo os cilindros armazenados na parte traseira, na subestrutura ou sob o veículo (figura 6). Silva (2002) explica que, após a instalação, o veículo está apto a operar com dois combustíveis: gás natural e um combustível líquido.

Figura 6: Armazenamento do cilindro de GNV.



Fonte: Brandão Filho (2005).

De acordo com Silva (2002), os equipamentos para GNV são fornecidos para as empresas que se especializam em segmentos como: kits para conversão de veículos, cilindros e equipamentos para postos (compressores e dispensers). Conforme Brandão Filho (2005), ele vem conquistando espaço no mercado de combustível, substituindo a gasolina ou o etanol nas frotas de táxis e de empresas públicas e privadas, competindo com estes no abastecimento de veículos particulares.

3.8.1 Sistemas de Conversão do Gás Natural Veicular

Segundo Oliveira (2018), para os veículos utilizarem o GNV, deve ocorrer a instalação de um kit para que se adapte ao novo combustível.

Entretanto, com o passar dos anos, o sistema de conversão do GNV passou por grandes desenvolvimentos tecnológicos para se adaptar aos novos modelos de motores, tipos de injeção e maior controle sobre as emissões de poluentes. Essa evolução compreende as chamadas “Gerações de Kits de Conversão”, que atualmente se dividem em 6 classes, resumidas a seguir (VALIENTE, 2006).

1ª Geração: Adequada apenas a carros que possuíam motores com carburadores mecânicos. Esta geração possui altas taxas de emissão de poluentes e alto consumo de combustível, por não conter nenhum tipo de controle eletrônico no motor, o que prejudicava também seu rendimento térmico (PAVANI, 2012).

2ª Geração: Pode ser usada em automóveis com carburadores mecânicos e com injeção eletrônica do tipo monoponto (com apenas um bico injetor). A principal diferença entre a primeira e a segunda geração é a substituição do registro mecânico que faz a regulagem da

mistura do ar/GNV para um motor de passo ou modulador de pressão, controlado eletricamente (PAVANI, 2012).

3ª Geração: Sua implementação é apropriada para veículos com injeção eletrônica multiponto e catalisador. Devido à maior precisão resultante do controle eletrônico de injeção do gás natural, esse kit se destaca por diminuir o índice de emissão de poluentes e o consumo de combustível (MARTINS et al., 2004; PAVANI, 2012).

4ª Geração: Esta também é usada apenas em veículos com sistemas de injeção eletrônica de combustível e catalisadores. A diferença é que o processo de introdução do gás natural no motor ocorre por meio de injeção eletrônica e dispensa o uso de um misturador de combustível. Sendo ainda menor a emissão de poluentes e o consumo de combustível (PAVANI, 2012).

5ª Geração: Esta é dedicada apenas a veículos com injeção eletrônica e catalisador. Compreende o que há de mais avançado e preciso nos sistemas de conversão atualmente. O kit dispõe de dois módulos de injeção eletrônica: um dedicado ao combustível original do veículo e o outro ao gás natural. Apresenta melhor rendimento térmico e menor emissão de poluentes (PAVANI, 2012).

6ª Geração: Ainda não está disponível no Brasil, mas se diferencia porque os bicos para líquido e gás são iguais. Este é o modelo mais avançado e caro, com mão de obra e equipamentos especiais (MAIA, 2020).

3.8.2 Procedimento para a Instalação dos Kits GNV

Ao decidir usar o GN no veículo, o proprietário precisa solicitar uma autorização no Centro de Registros de Veículos Automotores (CRVA), no Departamento Nacional de Trânsito do seu Estado (DETRAN), para poder realizar a alteração. Após estar autorizado, ele pode levar o veículo até uma oficina credenciada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) para que a conversão seja realizada (FONSECA, 2019).

Conforme Elaina (2020), entre os componentes do kit gás GNV, há os equipamentos mecânicos: o cilindro, o redutor de pressão, o misturador e a tubulação do GNV. Tendo também componentes eletrônicos: o simulador de bicos, o emulador de sonda lambda, o variador de avanço e o kit CAGNV.

Após o procedimento, o proprietário deverá levar o veículo ao Organismo de Inspeção (OI) credenciado pelo INMETRO, para emitir o Certificado de Segurança Veicular (CSV). Em

seguida, será realizado o registro de alteração do combustível no CRVA e, para que o abastecimento seja permitido, ele deve retornar ao OI para colocar um selo no veículo. Depois desses procedimentos, o automóvel poderá circular de maneira regular (FONSECA, 2019).

3.8.3 Comparativo do GNV com Outros Combustíveis Automotivos

Segundo Carmo (2021), o GNV é considerado mais eficiente do que a gasolina, o etanol e o diesel em quase todos os aspectos. É mais econômico, proporciona maior autonomia aos veículos e reduz a poluição.

O GNV é um combustível limpo e que ajuda a prolongar a vida útil do motor. O rendimento dos carros movidos a GNV é 30% maior do que os carros a gasolina e 50% superior aos carros movidos a etanol (EVOLUÇÃO GÁS, 2017).

Os consumidores são sensíveis ao preço, mas também entendem o valor da qualidade, visualizada por meio da pressão e da temperatura de fornecimento do gás natural. Pois sob pressão e temperatura adequadas, o veículo tem maior autonomia, evitando que o motorista tenha que parar e reabastecer novamente (KROPSCH, 2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gás natural é um combustível fóssil oriundo da decomposição de matéria orgânica. Em seu estado bruto pode ser classificado em associado e não-associado, sendo constituído predominantemente por metano, etano e propano, tendo em menores quantidades, hidrocarbonetos mais pesados, podendo conter também impurezas em sua composição.

Do ponto de vista ambiental, o GN contribui para a redução das emissões de poluentes atmosféricos, apresentando ainda vantagens como: baixa presença de contaminantes, menor corrosão dos equipamentos e custo de manutenção, maior rendimento energético, entre outras. Sendo cada vez mais utilizado como fonte de energia para diversos fins, como consequência de seus inúmeros benefícios, sendo esses econômicos e também ambientais.

No presente trabalho destacou-se o GNV, comparando este com outros combustíveis. Foi visto que o rendimento dos carros que o utilizam é superior aos carros movidos a gasolina e a etanol. Em vista disso, foi possível verificar que é vantajoso para o consumidor utilizar o gás natural veicular, visando maior eficiência e economia na hora do abastecimento.

5. REFERÊNCIAS

ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). **Relatório da Produção de Petróleo e Gás Natural**. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins-anp/bmp/2020/2020-07-boletim.pdf>. Acesso em: 22/09/2020.

BIRELO, J. F. **NOVAS APLICAÇÕES DO GÁS NATURAL E DO GÁS LIQUEFEITO: análise econômica e socioambiental e a utilização nas indústrias asfálticas**. 81p. Monografia - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.

BRANDÃO FILHO, J. E. **Previsão de Demanda por Gás Natural Veicular: uma modelagem baseada em dados de preferência declarada e revelada**. 246p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

CABRAL, P. G. B. **Aplicação da teoria dos jogos para formalizar a estratégia do uso do gás natural veicular em taxi na Paraíba**. 104p, Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

CARMO, E. **10 Vantagens e Desvantagens de Ter um Carro Movido a Gás (GNV)**. 2021. Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/vantagens-e-desvantagens-de-ser-ter-um-carro-movido-a-gas-gnv/>. Acesso em: 08/01/2021.

CEGÁS (Companhia de Gás Natural do Ceará). **O gás natural**. 2019. Disponível em: <https://www.cegas.com.br/gas-natural/o-gas-natural/>. Acesso em: 23/09/2020.

ELAINA, J. **Seu Carro Tem Kit Gás? Veja o que é Necessário Para Contratar o Seguro**. 2020. Disponível em: <https://www.smartia.com.br/blog/carro-kit-gas-contratar-o-seguro/>. Acesso em: 06/01/2021.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética). **Boletim de Conjuntura da Indústria do Óleo e Gás**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 01/12/2020.

EVOLUÇÃO GÁS. **Carros GNV: mitos e verdades**. 2017. Disponível em: <https://evolucaodogas.com.br/carros-gnv-mitos-e-verdades/#>. Acesso em: 08/01/2021.

FERRÉ, J. A. **Estudo de Caso de Veículos Comerciais Movidos a Diesel e a Gás Natural Veicular**. 66p, Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Tecnologia de Santo André, Santo André, 2019.

FIGUEIREDO, M.; HEDLUND, K. F. S.; GRAEPIN, C.; SILVA, T. C. N.; AZEVEDO, F. C. G.; KEMERICH, P. D. C. **Gás Natural: potencialidades de utilização no Brasil**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, REGET/UFMS, v (10), nº 10, p. 2251-2265, UFMS, Rio Grande do Sul, 2013.

FONSECA, G. **Vale a Pena Instalar kit GNV? Entenda as Vantagens e Desvantagens de ter um Veículo Movido a Gás Natural**. 2019. Disponível em: <https://doutormultas.com.br/gnv/>. Acesso em: 06/01/2021.

GAUTO, M. **Gás Natural e o preço para a reindustrialização brasileira.** EPBR, 2020. Disponível em: <https://epbr.com.br/gas-natural-e-o-preco-para-a-reindustrializacao-brasileira/>. Acesso 22/09/2020.

KROPSCH, G. **O Mercado de Gás Natural no Brasil.** 2018. Disponível em: <https://www.brasilpostos.com.br/noticias/combustiveis-2/o-mercado-de-gas-natural-no-brasil/>. Acesso em 24/11/2020.

MAIA, G. **TRÓIA GÁS Perguntas GNV: Diferença 3ª 4ª 5ª 6ª Geração.** 2020. Disponível em: <https://www.troia.com.br/gnv/perguntas/56-diferencakit3a4a5a.html>. Acesso em: 04/01/2021.

MONTEIRO, J. V. F.; SILVA, J. R. N. M. **Gás Natural Aplicado à Indústria e ao Grande Comércio.** 182p, São Paulo: Blucher, 2010.

OLIVEIRA, C. R. **Viabilidade técnica e econômica do uso do gás natural veicular comparado ao uso da gasolina em veículos automotores.** 51p, Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Mecânica, Centro Universitário Do Sul De Minas – UNIS/MG, Varginha, 2018.

PAVANI, R. H. **Análise das Vantagens e Desvantagens no Uso do Gás Natural em Veículos de Passeio.** 88p, Monografia apresentada à Escola de Engenharia de Mauá para a obtenção do título de Especialista, São Caetano do Sul, 2012.

PBGÁS (Companhia Paraibana de Gás). **Vantagens do Gás Natural.** 2011. Disponível em: https://www.pbgas.com.br/?page_id=206. Acesso em: 23/10/2020.

PEREIRA, A. H.; FERREIRA, C. P.; BARBOSA, G. V. E.; SANTOS, M. G.; RIBEIRO, M. C. **Gás Natural, impactos e benefícios.** p.1-11, Monografia, Curso de administração Unisaesiano, UNISALESIANO, São Paulo, 2007.

PINTO, A. C. S.; RANGEL, H. P.; G.; SILVA, L. P. B. **Demanda de Gás Natural Nos Mercados Nacional e Internacional em dezembro de 2020.** Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 23/04/2021.

SANTOS, E. M.; ZAMALLOA, G. C.; VILLANUEVA, L. D.; FAGÁ, M. T. W. **Gás Natural: estratégias para uma energia nova no Brasil.** 352p, São Paulo: Annablume, Fapesp, Petrobrás, 2002.

SILVA, L. N. **Fatores de sucesso no desenvolvimento de novos produtos em pequenas empresas: um estudo de caso em um fabricante de equipamentos para gás natural veicular.** 92p, Dissertação (Mestrado em Estratégia; Qualidade; Gestão Ambiental; Gestão da Produção e Operações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2002.

VIEIRA, P. L.; GARCIA, C. B.; TORRES, E. A.; SOLIANO, O. **Gás natural: benefícios ambientais no Estado da Bahia.** 132p, Salvador: Solisluna Design e Editora, 2005.