INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

David Rychard Pesqueira do Nascimento

O GÁS NATURAL VEICULAR NO MUNICÍPIO DE MANAUS: UMA ANÁLISE DE DISPONIBILIDADE, ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

MANAUS
2024

David Rychard Pesqueira do Nascimento

O GÁS NATURAL VEICULAR NO MUNICÍPIO DE MANAUS: UMA ANÁLISE DE DISPONIBILIDADE, ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado à unidade curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Centro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Profº. M.Sc. Paulo Fernando Figueiredo Maciel

MANAUS

2024

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

N244g Nascimento, David Rychard Pesqueira do.
O gás natural veicular no município de Manaus: uma análise de disponibilidade, economia e meio ambiente / David Rychard Pesqueira do Nascimento. – Manaus, 2024.
81 p. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2024.
Orientador: Prof. Me. Paulo Fernando Figueiredo Maciel.

1. Engenharia mecânica. 2. Gás natural. 3. Economia. 4. Redução de poluentes. I. Maciel, Paulo Fernando Figueiredo. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 621

Elaborada por Márcia Auzier CRB 11/597

David Rychard Pesqueira do Nascimento

O GÁS NATURAL VEICULAR NO MUNICÍPIO DE MANAUS: UMA ANÁLISE DE DISPONIBILIDADE, ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Esta monografia foi julgada e aprovada para a obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Mecânica** pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas.

Banca Examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
BENJAMIN BATISTA DE OLIVEIRA NETO
Data: 15/04/2025 14:42:12-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

BENJAMIM BATISTA DE OLIVEIRA NETO
MEMBRO EXAMINADOR

gov.br Documento assinado digitalmente
MARCUS RENATO PINHEIRO MATTOS
Data: 15/04/2025 13:52:24-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

MARCUS RENATO PINHEIRO MATTOS
MEMBRO EXAMINADOR

gov.br Documento assinado digitalmente
PAULO FERNANDO FIGUEIREDO MACIEL
Data: 16/04/2025 20:43:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

PAULO FERNANDO FIGUEIREDO MACIEL
ORIENTADOR/MEMBRO EXAMINADOR

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de toda força e sabedoria, por guiar meus passos durante esta jornada chamada vida.

Aos meus pais, Francisco e Andrea, pelo suporte incondicional e pela educação que me proporcionaram. Sem vocês nada disso seria possível e sou eternamente grato.

Dedico este trabalho à memória de minha querida avó Roseli e do meu amado irmão Hugo, que mesmo ausentes, continuam sendo fontes de inspiração para mim.

À minha companheira Caroline, que esteve ao meu lado, incentivando-me a perseverar, mesmo nos momentos mais desafiadores de nossas vidas.

Agradeço também aos meus amigos Camille e Lucimir, pelo apoio constante, e pela paciência que dedicaram a mim durante a elaboração deste trabalho.

Não posso deixar de expressar minha gratidão aos professores do Instituto Federal do Amazonas, Campus Manaus Centro, em especial ao meu orientador Paulo Fernando, por compartilharem seus conhecimentos e por me guiarem com suas preciosas orientações.

À toda a equipe da Insprev e da WDG Automotiva, que abriram as portas de suas empresas, permitindo que este trabalho fosse realizado. A todos vocês os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Com a crescente preocupação em relação à flutuação nos preços dos combustíveis, torna-se evidente a necessidade da busca por opções que ofereçam maior viabilidade econômica. Nesse contexto, o gás natural veicular (GNV), surge como uma alternativa promissora, por oferecer não apenas estabilidade de preços, mas também vantagens econômicas significativas quando comparado à gasolina e etanol. O estudo realizado tem como interesse apurar a disponibilidade do gás natural na região do Amazonas, com enfoque na sua oferta no município de Manaus, assim como analisar a infraestrutura de distribuição existente e as possibilidades de expansão para atender à demanda crescente por combustíveis mais limpos e econômicos. Outro ponto relevante abordado é a análise dos índices de emissões de gases de exaustão em uma amostra de veículos movidos a gás natural veicular na cidade de Manaus, em comparação com os combustíveis líquidos convencionais, como a gasolina e etanol. A redução das emissões de poluentes atmosféricos representa uma vantagem significativa do GNV, de modo a contribuir com a melhoria da qualidade do ar e para a mitigação das mudanças climáticas. Por meio desta pesquisa, se busca evidenciar a praticabilidade do uso do GNV em Manaus, assim como fornecer subsídios para políticas públicas que promovam a transição para fontes de energia mais sustentáveis e econômicas no setor de transporte.

Palavras-chave: Gás natural veicular; Disponibilidade do gás natural; Economia; Redução na emissão de poluentes.

ABSTRACT

With the increasing concern about fluctuations in fuel prices, the need to search for options offering greater economic viability becomes evident. In this context, compressed natural gas (CNG) emerges as a promising alternative, not only providing price stability but also significant economic advantages when compared to gasoline and ethanol. The conducted study also aims to assess the availability of natural gas in the Amazon region, with a focus on its supply in the municipality of Manaus. This involves examining existing distribution infrastructure and expansion possibilities to meet the growing demand for cleaner and more economical fuels. Another relevant aspect addressed is the analysis of exhaust emissions indices in a sample of vehicles powered by compressed natural gas in the city of Manaus, compared to conventional liquid fuels such as gasoline and ethanol. The reduction of atmospheric pollutant emissions represents a significant advantage of CNG, contributing to improved air quality and the mitigation of climate change. Through this research, the feasibility of CNG utilization in Manaus is sought to be demonstrated, while also providing insights for public policies promoting the transition to more sustainable and economical energy sources in the transportation sector.

Keywords: Compressed Natural Gas; Natural Gas Availability; Economy; Pollutant emission reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Formas de apresentação do GN nos poços convencionais.....16
Figura 2: Crescimento da produção de Gás Natural por região. Previsão de 2019-2025.....18
Figura 3: Evolução das Reservas (Provadas, Prováveis e Possíveis) de Gás Natural (milhões m³).....18
Figura 4: Proporção das Reservas de Gás Natural Provadas, Prováveis e Possíveis por bacia.....19
Figura 5: Evolução da produção acumulada de gás natural no Brasil.....19
Figura 6: Representação do trajeto do gasoduto Urucu-Coari-Manaus.....21
Figura 7: Rede de Distribuição de Gás Natural em Manaus-AM, 2024.....22
Figura 8: Esquema de Representação de um Kit GNV Instalado.....23
Figura 9: Modelo esquemático de sistema de conversão para utilização de GNV.....28
Figura 10: Representação de um veículo com instalação do sistema para utilização de GNV projetado de fábrica.....29
Figura 11: Cilindro de alta pressão para armazenamento de GNV.....31
Figura 12: Tubo de alta pressão em aço revestido bicromado 6 mm para GNV.....32
Figura 13: Válvula do cilindro GNV.....32
Figura 14: Válvula de abastecimento GNV homologada pelo INMETRO.....33
Figura 15: Manômetro para kit GNV de 5ª geração.....33
Figura 16: Redutor de pressão para kit GNV de 5ª geração.....34
Figura 17: Misturador de passagem livre axial para mangueira.....34
Figura 18: Chave comutadora eletrônica com manômetro e chicote.....35
Figura 19: Emulador de bicos injetores com chicote e conectores.....35
Figura 20: Simulador de sonda lambda.....36
Figura 21: Variador de avanço com sensor de rotação e chicote.....36
Figura 22: Unidade central eletrônica (ECU) para kit GNV de 5ª geração.....37
Figura 23: Motor de passo para gerenciador de fluxo.....37
Figura 24: Representação esquemática da combustão normal.....39
Figura 25: Programa computacional de inspeção veicular - PC Multigás.....47
Figura 26: Analisador de gases compacto - PC Multigás.....48
Figura 27: Tacômetro medidor de RPM NaPro.....48
Figura 28: Sonda de tubo.....49
Figura 29: Descontaminação do cárter em marcha acelerada.....50

Figura 30: Medição de emissão em marcha acelerada.....51
Figura 31: Medição de emissão em marcha lenta.....51
Figura 32: Distribuição dos pontos de abastecimento por zonas da cidade.....53
Figura 33: Preço médio de revenda dos combustíveis em Manaus – 2023..... 55
Figura 34: Página de inserção de valores do simulador de economia de GNV da GIGÁS.....58
Figura 35: Economia mensal teórica do GNV em relação a gasolina e etanol e amortização de investimento inicial.....59
Figura 36: Simulador de economia GNV x Gasolina - GASMIG.....59
Figura 37: Simulador de economia GNV x Etanol - GASMIG.....60
Figura 38: Distribuição de veículos testados por marca..... 60
Figura 39: Distribuição de veículos testados por tipo.....61
Figura 40: Média percentual de emissão de COcorrigido para os 162 veículos testados, em relação aos seus respectivos limites.....62
Figura 41: Média percentual de emissão de HCcorrigido para os 162 veículos testados, em relação aos seus respectivos limites.....63
Figura 42: Média percentual do fator de diluição para os 162 veículos testados, em relação aos seus respectivos limites.....64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição do Gás Natural por Região.....15
Tabela 2: Reservas provadas de gás natural e petróleo.....16
Tabela 3: Produção de petróleo e gás natural por estado da federação.....20
Tabela 4: Fases de utilização do GNV no cenário nacional..... 25
Tabela 5: CO_2 máximo teórico calculado pela reação de combustão..... 27
Tabela 6: Gerações de kits de conversão para GNV.....30
Tabela 7: Série histórica de preços do GNV, de 2022 a 2024, em Manaus.....55
Tabela 8: Série histórica de preços do Etanol hidratado, de 2022 a 2024, em Manaus.....56
Tabela 9: Série histórica de preços do óleo diesel, de 2022 a 2024, em Manaus..... 57
Tabela 10: Série histórica de preços da gasolina comum, de 2022 a 2024, em Manaus..... 57
Tabela 11: Limites máximos de emissão de COcorrigido, em marcha lenta e a 2500rpm para veículos automotores com motor do ciclo Otto..... 62
Tabela 12: Limites máximos de emissão de HCcorrigido, em marcha lenta e a 2500rpm para veículos automotores com motor do ciclo Otto..... 63
Tabela 13: Planilha geral de amostragem de veículos testados..... 72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEGÁS	Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CIGÁS	Companhia de Gás do Amazonas
CNE	Comissão Nacional de Energia
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CSV	Certificado de Segurança Veicular
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
ENGVA	*European Natural Gas Vehicle Association*
GN	Gás Natural
GNC	Gás Natural Comprimido
GNL	Gás Natural Liquefeito
GNV	Gás Natural Veicular
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ITL	Instituição Técnica Licenciada
MCI	Motores de Combustão Interna
MIF	Motores de Ignição por Faísca
MW	Mega-Watts
OIA-SV	Organismo de Inspeção e Segurança Veicular
PLANGAS	Plano de Antecipação da Produção de Gás
PMS	Ponto Morto Superior
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição Veicular por Veículos Automotores
RDGN	Rede de Distribuição de Gás Natural
RENAVAM	Registro Nacional de Veículos Automotores
RPM	Rotações Por Minuto
RTQ	Regulamento Técnico da Qualidade
SENATRAN	Secretaria Nacional de Trânsito

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

1.1 OBJETIVO GERAL 12

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS 12

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13

2.1 O GÁS NATURAL 13

2.1.1 Características do gás natural 14

2.1.2 Produção e reservas de gás natural 16

2.1.3 Transporte e distribuição do gás natural no Amazonas 20

2.2 O GÁS NATURAL VEICULAR 22

2.2.1 O histórico do GNV no brasil 24

2.2.2 Aspectos econômicos relacionados à utilização do GNV 25

2.2.3 Aspectos ambientais relacionados ao GNV 26

2.2.4 Sistemas de conversão para GNV 27

2.2.5 Principais componentes dos kits de conversão para GNV 29

2.3 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA 38

2.3.1 Limite pobre 40

2.3.2 Mistura econômica 40

2.3.3 Mistura de máxima potência 41

2.3.4 Limite rico 41

2.3.5 Gases de escape e emissões nos motores de combustão interna 41

3 METODOLOGIA 45

3.1 LOCAL DE ESTUDO 45

3.2 VEÍCULOS TESTADOS 46

3.3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS 46

3.3.1 Programa computacional de inspeção veicular (PC-Multigás) 47

3.3.2 Analisador de gases compacto (PC-Multigás) 47

3.3.3 Tacômetro (medidor de RPM) 48

3.3.4 Sonda de tubo 49

3.4 METODOLOGIA PARA ENSAIOS DE EMISSÕES 49

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 53

4.1 DISPONIBILIDADE DO GÁS NATURAL VEICULAR EM MANAUS 53
4.2 ECONOMIA AO UTILIZAR O GÁS NATURAL VEICULAR EM MANAUS 54
4.3 EMISSÃO DE GASES POLUENTES POR VEÍCULOS LEVES 60

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 65

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

APÊNDICE 72

ANEXO 80

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a necessidade da utilização de combustíveis alternativos vem se tornando cada vez mais urgente, seja por conta de uma possível escassez de combustíveis não renováveis atrelada ao aumento da frota de veículos automotores, seja pela crescente preocupação com questões ambientais ou, até mesmo, por conta das grandes flutuações dos preços dos combustíveis fósseis nas recentes crises. Diante deste cenário, se faz coerente considerar a utilização do gás natural como alternativa aos combustíveis convencionais, visto que este possui grande disponibilidade, baixo custo e boas propriedades termodinâmicas aliadas ao seu baixo impacto ambiental, quando comparado aos demais combustíveis fósseis (BARBOSA, 1997).

Para Valiente (2006), o interesse pelo gás natural como alternativa aos combustíveis usuais surge da associação de alguns fatores. Assim como aconteceu durante a década de 1970, a procura por uma possível fonte de energia vem como resposta às crises historicamente conhecidas. Além disso, outros aspectos como a incerteza quanto ao estoque de combustíveis fósseis líquidos restantes e as reservas provadas de gás natural no Brasil ultrapassando os 300 bilhões de metros cúbicos, são responsáveis por promover essa busca do consumidor brasileiro, visando a redução dos gastos com combustíveis e o aumento da demanda de veículos de propulsão a gás natural.

Segundo a Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado (2023), a ABEGÁS, a utilização do gás natural como forma de combustível veicular no âmbito nacional já é uma realidade. Com cerca de 2,5 milhões de veículos leves movidos a GNV, o Brasil possui a quarta maior frota mundial de automóveis que utilizam tal combustível.

Ainda conforme a ABEGÁS (2023), o consumo médio mensal do GNV foi de 6,26 milhões de m^3/dia durante o ano de 2022. Dessa forma, representa um crescimento de 5,5% em relação ao ano anterior, caracterizando cerca de 10,8% do volume total de gás natural distribuído pelas concessionárias do país, atrás apenas do segmento industrial e termelétrico.

No entanto, o estado do Amazonas possui pouco mais de 2500 automóveis legalizados para utilizarem o gás natural como combustível, conforme dados da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação - SEDECTI (2022). Este número representa apenas 0,59% dos mais de 421.338 veículos leves no estado, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022).

Apesar dos números ainda retraídos em relação ao consumo do combustível gasoso no estado, é notável a alta competitividade da tarifa do gás natural veicular. O preço é o segundo

menor do país, com investimentos notáveis na ampliação da infraestrutura de abastecimento aos usuários, contando com sete postos para combustíveis em funcionamento e mais outros em prospecção (CIGÁS, 2024).

1.1 OBJETIVO GERAL

Evidenciar a utilização do gás natural veicular como opção válida no que se refere a disponibilidade do combustível, economia ao consumidor final e redução dos impactos ambientais, no município de Manaus.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

a. Analisar a viabilidade da utilização do gás natural como combustível veicular com base em sua disponibilidade no mercado local;
b. Analisar a economia teórica na utilização do GNV em relação aos demais combustíveis veiculares convencionais;
c. Realizar análise de emissão de poluentes através de organismo de inspeção acreditado pelo INMETRO, a partir de uma amostra de veículos leves movidos a gás natural veicular.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O GÁS NATURAL

O gás natural é conhecido pela humanidade há milhares de anos, visto que este é uma das principais fontes de calor para aquecer e cozinhar. De acordo com registros antigos, o gás natural foi descoberto no Irã entre 6000 a 2000 a.C. e na China por volta de 900 a.C., sendo nesta última utilizado para secar pedras de sal. (FERRÉ, 2019).

Santos (2002) destaca que no continente europeu, a descoberta do gás natural foi mais tardia, datando na segunda metade do século XVII, mas com uso limitado, pois a iluminação das ruas à época era majoritariamente realizada utilizando carvão carbonizado. A partir do século XIX o gás natural passou a ganhar destaque nos Estados Unidos, com a então descoberta de depósitos em Ohio e Kentucky, além da construção do primeiro gasoduto com fins comerciais em Nova York, que começou a operar no ano de 1821, servindo como fonte de energia para a preparação de alimentos e iluminação pública.

Somente após a invenção de um queimador desenvolvido por Robert Bunsen em 1885, que consistia na mistura de ar e gás natural para seu uso como combustível, é que este passou a ser amplamente utilizado como fonte de energia para aquecimento de ambientes, de água e para o cozimento de alimentos. No entanto, após o ano de 1940, sua utilização foi expandida e passou a ser amplamente disponível para uso no transporte (FERRÉ, 2019).

No Brasil, a aplicação do gás natural teve início em 1942, com a descoberta dos campos de Aratu e Itaparica, na Bahia. Em 1962, foi iniciada a instalação da planta de gás natural em Catu visando a produção de gás natural liquefeito, assim como em outras unidades, com a mesma finalidade, foram instaladas na refinaria de Mataripe. O ano de 1975 foi marcado pela consolidação do polo petroquímico de Camaçari, na Bahia e pela descoberta de jazidas de gás natural na plataforma continental de Sergipe (CEPA-USP, 1999).

O ponto de inflexão significativo para a indústria do gás natural no Brasil foi registrado com a exploração da Bacia de Campos, localizada no Rio de Janeiro, ao longo da década de 1980. O avanço na exploração e desenvolvimento dessa bacia catalisou um incremento substancial no uso dessa fonte energética, resultando em um acréscimo de 2,7% na contribuição do gás natural para a composição da matriz energética nacional (ANP, 2009).

Junior et al. (2020) descreve que após um período de estagnação decorrente do declínio do ciclo da borracha, a região do Amazonas experimentou um renascimento econômico com a implementação do Modelo Zona Franca de Manaus, a ZFM, no final da década de 1960, seguido

pela criação do Polo Industrial de Manaus, o PIM. Para suprir as necessidades energéticas decorrentes do crescimento populacional e atrair mais indústrias para o PIM, foi erguida a hidrelétrica de Balbina no lago do Uatumã, no município de Presidente Figueiredo, na década de 1980. Apesar de planejada para gerar 250 MW, a hidrelétrica alcança uma média anual de apenas 112 MW, se revelando um modelo de produção energética pouco eficiente e alvo de críticas por parte de ambientalistas, isso por conta de o modo de vida das comunidades ribeirinhas ter sido profundamente alterado, especialmente no que diz respeito ao cotidiano como dimensão de convivência social. Nessas áreas, a rotina diária é estreitamente vinculada à dinâmica dos rios, que são essenciais para atividades como pesca, banhos, lavagem de roupas e outros utensílios domésticos. Esta dinâmica é inerente à vida dos moradores, pois as águas formam o cenário central para suas atividades diárias, motivadas por necessidades e particularidades individuais. Nos rios, repetem-se práticas de higiene pessoal, consumo doméstico, coleta de peixes, irrigação para a agricultura familiar, entre outras atividades fundamentais para a existência de tais comunidades (AMAZÔNIA REAL, 2014).

Simultaneamente, em 1986, a descoberta de petróleo no poço pioneiro Rio Urucu número 1 (RUC-1), situado em Urucu, município de Coari, a cerca de 670 km de distância da capital, deu origem à Província Petrolífera de Urucu, abrigando a maior reserva terrestre comprovada de óleo equivalente (petróleo e gás natural) do Brasil, totalizando cerca de 46 bilhões de m^3 de gás natural (ANP, 2015).

2.1.1 Características do gás natural

A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP (2020), define gás natural como sendo uma substância composta por hidrocarbonetos que permanece em estado gasoso nas condições atmosféricas normais, sendo composta principalmente por metano (CH_4), com concentrações superiores a 70%. Também inclui etano (C_2H_6) em quantidades significativas, além de propano (C_3H_8) em proporções menores, normalmente abaixo de 2%. A tabela 1, disposta no site GasNet (2007) indica a composição típica de gás natural em algumas regiões do Brasil e ao redor do mundo.

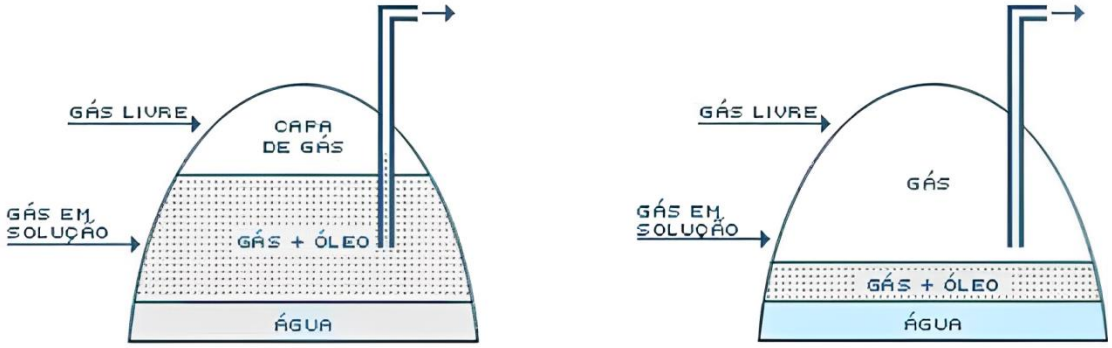
Tabela 1: Composição do Gás Natural por Região.

COMPOSIÇÃO DO GÁS NATURAL POR REGIÃO								
ORIGEM	COMPOSIÇÃO EM % VOLUME						Densidade	Poder Calorífico Superior (MJ/Nm³
País/Campo	Metano CH_4	Etano C_2H_6	Propano C_3H_8	C_4 e Maiores	CO_2	N_2		
USA/Panh.	81,8	5,6	3,4	2,2	0,1	6,9	-	42,7
USA/Ashlaw	75	24	-	-	-	1	-	46,7
Canadá	88,5	4,3	1,8	1,8	0,6	2,6	-	43,4
Rússia	97,8	0,5	0,2	0,1	0,1	1,3	-	39,6
Austrália	76	4	1	1	16	2	-	35
França	69,2	3,3	1	1,1	9,6	0,6	-	36,8
Alemanha	74	0,6	-	-	17,8	7,5	-	29,9
Holanda	81,2	2,9	0,4	0,2	0,9	14,4		31,4
Pérsia	66	14	10,5	7	1,5	1		52,3
Mar do Norte	94,7	3	0,5	0,4	0,1	1,3		38,6
Argélia	76	8	3,3	4,4	1,9	6,4	-	46,2
Venezuela	78,1	9,9	5,5	4,9	0,4	1,2		47,7
Argentina	95	4	-	-	-	1		40,7
Bolívia	90,8	6,1	1,2	0	0,5	1,5		38,8
Chile	90	6,6	2,1	0,8	-	-		45,2
Brasil								
Rio de Janeiro	89,44	6,7	2,26	0,46	0,34	0,8	0,623	40,22
Bahia	88,56	9,17	0,42	-	0,65	1,2	0,615	39,25
Alagoas	76,9	10,1	5,8	1,67	1,15	2,02	-	47,7
Rio Grande do Norte	83,48	11	0,41	-	1,95	3,16	0,644	38,54
Espírito Santo	84,8	8,9	3	0,9	0,3	1,58	0,644	45,4
Ceará	76,05	8	7	4,3	1,08	1,53	-	52,4

Fonte: Gasnet, 2007. Adaptado pelo autor, 2024.

Ainda conforme a ANP (2020), existem duas categorias de gás natural: associado e não associado. O primeiro tipo é encontrado dissolvido no petróleo ou como uma camada separada dentro do reservatório geológico. Nesse caso, a extração inicial é voltada para o óleo e o gás é utilizado apenas para manter a pressão no reservatório. Dessa forma, o gás não associado é encontrado sem mistura com óleo e água no reservatório, se concentrando principalmente nas camadas rochosas e possibilitando a extração primordialmente do gás natural. A figura 1 expressa as duas formas em que se apresenta o gás natural.

Figura 1: Formas de apresentação do GN nos poços convencionais



Fonte: Shen, 2006.

Quando se trata da composição do gás, este pode ser categorizado como gás rico, gás pobre ou mediano. Esta primeira condição ocorre quando a maior parte de seus componentes são mais pesados que o etano (C_3+), com uma concentração acima de 8%. Dessa forma, quanto maior o seu poder calorífico, maior será a produção de energia por metro cúbico e, consequentemente, maior será a geração de produtos com alto valor comercial. O gás é considerado pobre quando possui menos de 6% desses componentes, e é classificado como mediano quando a taxa está entre 6% e 8% (ALMEIDA et al., 2013).

2.1.2 Produção e reservas de gás natural

De acordo com Barbosa (1997), existe uma diferença significativa em termos quantitativos entre as reservas de gás natural e as reservas de petróleo, sendo esta diferença favorável ao gás natural. As projeções apontam que as reservas de gás natural deverão durar por um período mais longo do que as reservas de petróleo. Segundo dados retirados do *BP Statistical Review of World Energy*, tal apontamento pode ser confirmado através da tabela 2.

Tabela 2: Reservas provadas de gás natural e petróleo.

RESERVAS DE GÁS NATURAL E PETRÓLEO		
	Gás Natural	Petróleo
Reservas Comprovadas	188,06 Trilhões de m^3	1,732 Trilhões de barris

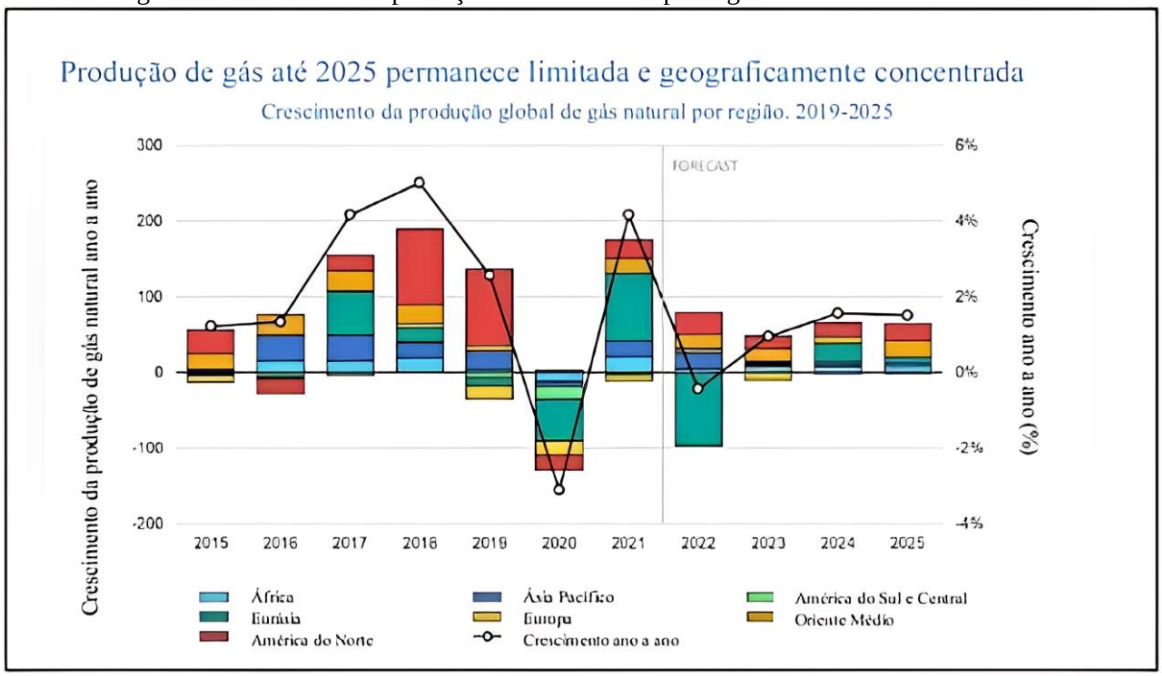
Fonte: *BP Statistical Review of World Energy*, 2023. Adaptado pelo autor, 2024.

Segundo a *International Energy Agency* (2022), a IEA, em 2021 a produção global de gás natural totalizou cerca de 4,14 trilhões de metros cúbicos, com um aumento de aproximadamente 3,6% em relação ao ano anterior, que sofreu reduções devido à pandemia de COVID-19 e à queda na demanda de energia. Os Estados Unidos, Rússia e Irã lideraram a produção global de gás natural em 2021, seguidos por China, Canadá e Austrália, que em conjunto contribuíram com mais de 60% da produção mundial de gás natural.

A demanda global por gás natural também aumentou em 2021, impulsionada pela recuperação econômica após a pandemia e pelas necessidades de energia em setores como a indústria e transporte. Porém, conforme publicado em seu Relatório de Mercado de Gás do terceiro trimestre de 2022, a IEA previa um cenário global ligeiramente negativo na produção de gás. Isso devido à queda esperada na produção russa após conflitos recentes envolvendo o país, atrelada a maior diversificação de importações na Europa, que compensa os aumentos em outras regiões. Assim, eram esperados aumentos limitados nos anos seguintes, principalmente na América do Norte e no Oriente Médio.

A produção de gás na América do Norte cresceu 2,1% em 2021, apesar dos gastos limitados no setor de óleo e gás dos Estados Unidos, apoiado pelo aumento da demanda doméstica e de exportação. Na previsão da *International Energy Agency*, a América do Norte lidera o crescimento global de médio prazo no fornecimento de gás natural, com cerca de 85 bilhões de metros cúbicos entre 2021 e 2025. A região representa cerca de 40% do aumento líquido na capacidade de produção e mais da metade do crescimento líquido da produção global durante o mesmo período. A figura 2 demonstra a limitação no crescimento da produção do gás natural e sua concentração nas principais regiões produtoras.

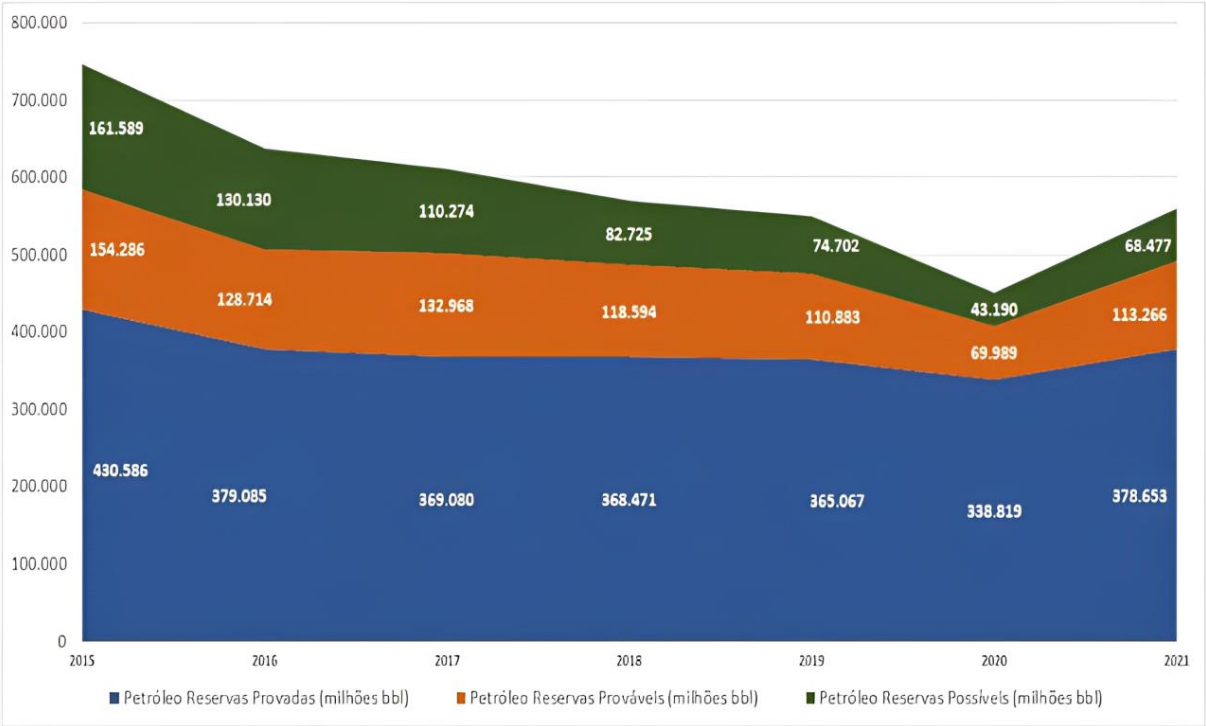
Figura *2*: Crescimento da produção de Gás Natural por região. Previsão de 2019-2025.



Fonte: *International Energy Agency*, 2022. Adaptado pelo autor, 2024.

No Brasil, foram declarados 378.653 milhões de metros cúbicos de reservas provadas, 491.919 MMm³ de reservas provadas + prováveis e 560.396 MMm³ de reservas provadas + prováveis + possíveis, em 2021 (ANP, 2021). A figura 3 demonstra estes valores.

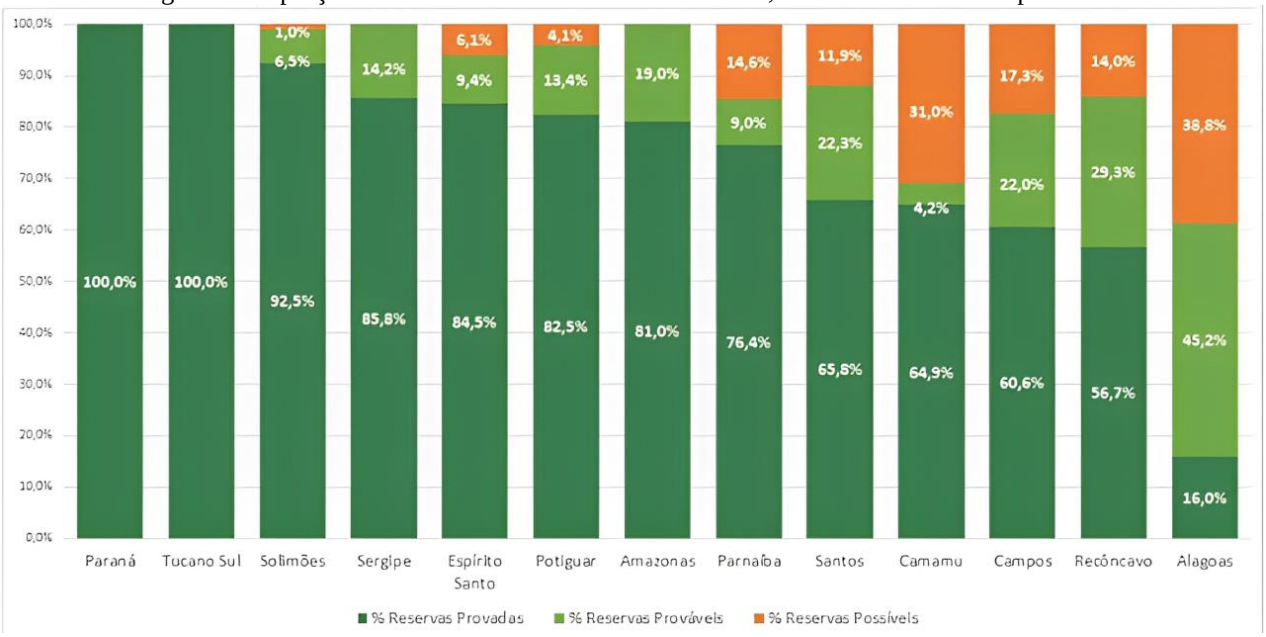
Figura *3*: Evolução das Reservas (Provadas, Prováveis e Possíveis) de Gás Natural (milhões m³).



Fonte: ANP, 2021.

Há ainda a relação de proporção de reservas provadas, prováveis e possíveis das principais bacias do país, conforme demonstrado na figura 4.

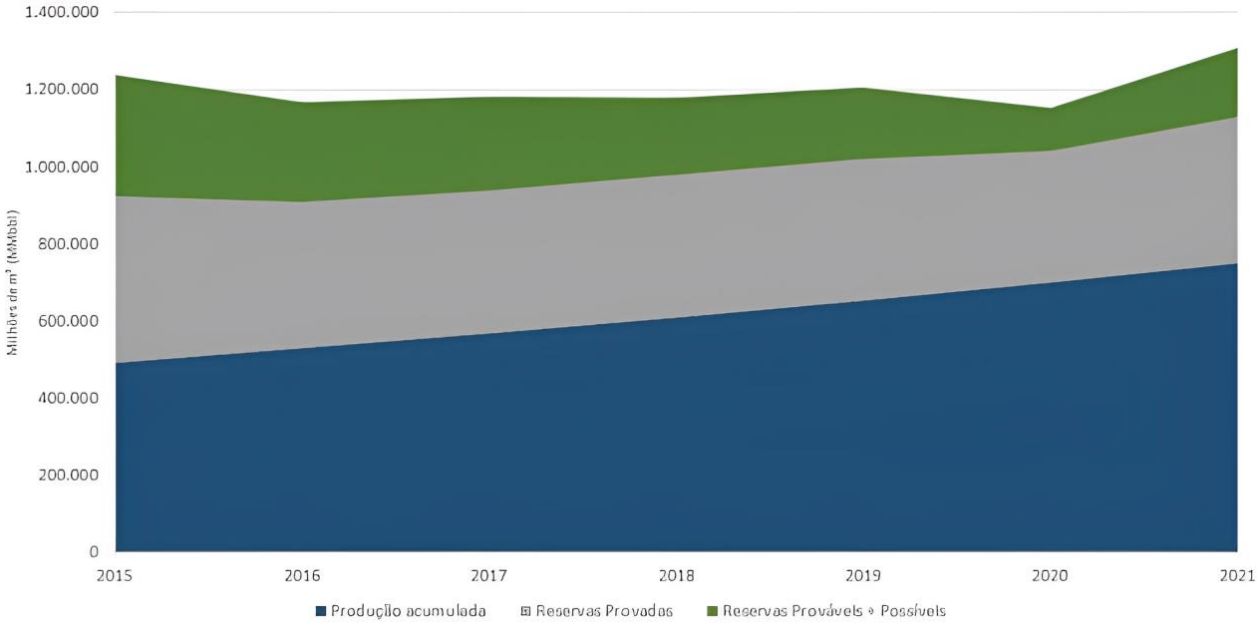
Figura *4*: Proporção das Reservas de Gás Natural Provadas, Prováveis e Possíveis por bacia.



Fonte: ANP, 2021.

Já a produção de gás natural no país evoluiu com o passar dos anos de acordo com a figura 5.

Figura *5*: Evolução da produção acumulada de gás natural no Brasil.



Fonte: ANP, 2021.

O gráfico indica os crescimentos substanciais tanto da produção total acumulada, quanto das reservas provadas e prováveis de GN no país. Quanto ao estado do Amazonas, a produção de gás natural representa um destaque nacional, como indicado pela tabela 3.

Tabela 3: Produção de petróleo e gás natural por estado da federação.

Estado	Petróleo (bbl/d)	Gás Natural (Mm^3/d)	Produção Total (boe/d)	Nº Campos produtores
Rio de Janeiro	2.919.373	105.745	3.584.487	50
São Paulo	268.158	14.839	361.490	7
Espírito Santo	201.731	5.006	233.220	32
Amazonas	10.631	13.014	92.489	8
Bahia	19.225	4.167	45.433	77
Rio Grande do Norte	32.934	1.249	40.788	67
Maranhão	70	2.426	15.326	7
Alagoas	2.658	1.329	11.019	10
Sergipe	6.510	58	6.874	16
Ceará	757	1	763	2
Paraná	0	27	170	1
Total	**3.462.047**	**147.860**	**4.392.058**	**277**

Fonte: ANP, 2023. Adaptado pelo autor.

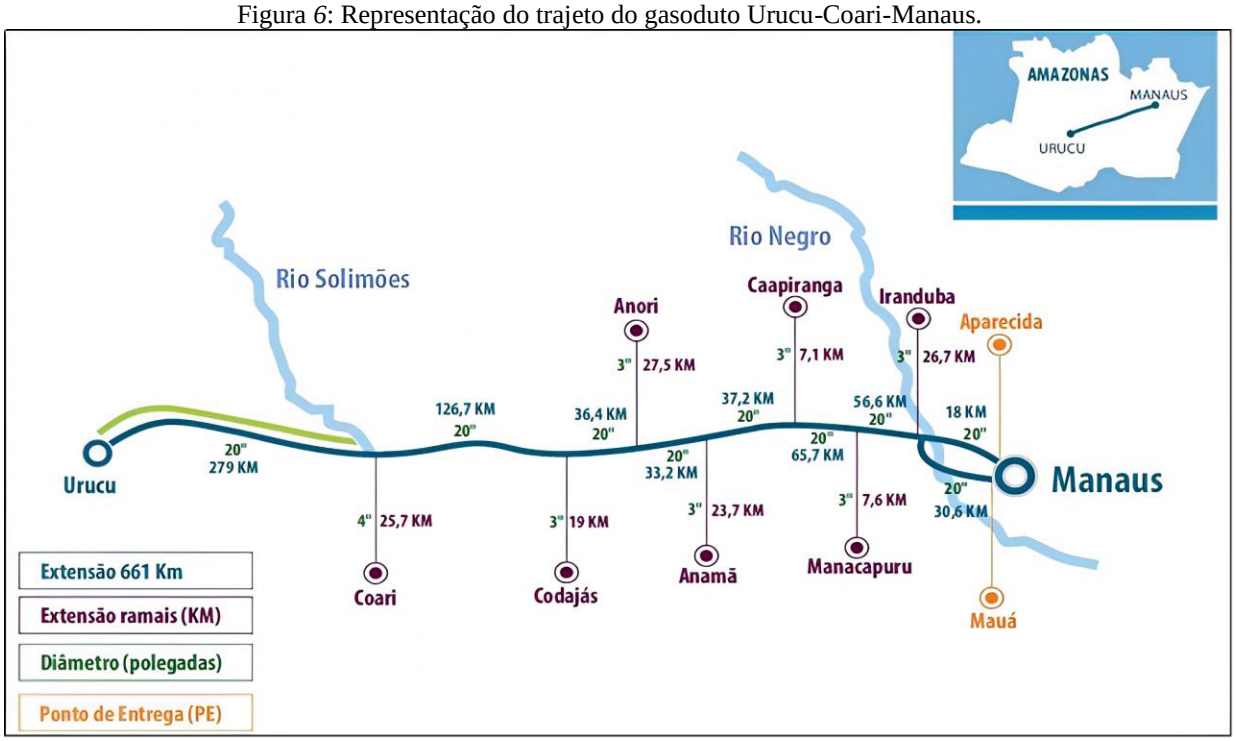
Cardoso (2023), destaca que o estado do Amazonas detém aproximadamente 10,8% das reservas comprovadas de gás convencional no Brasil, totalizando cerca de 41 bilhões de metros cúbicos, abrangendo tanto áreas terrestres quanto marítimas, bem como representa a principal região de produção *onshore* no país. Este recurso se encontra, predominantemente, concentrado nas bacias sedimentares do Solimões e do Amazonas, abarcando territórios do Amazonas e do Pará.

2.1.3 Transporte e distribuição do gás natural no Amazonas

O transporte do gás natural no Amazonas é realizado através do gasoduto Urucu-Coari-Manaus, inaugurado em 2009, capaz de transportar até 5,5 milhões de m^3/dia. Este gasoduto estabelece a ligação entre as unidades de produção situadas no Polo Arara, em Urucu e a capital do estado. A extensão do trajeto principal é de aproximadamente 661 km, com um total adicional de 139,3 km em nove ramais que se estendem até Coari (SANTOS et al., 2019).

Os detalhes dos segmentos do gasoduto Urucu-Coari-Manaus são apresentados na figura 6, uma vez que é possível visualizar os nove ramais entre os dois municípios.

Figura *6*: Representação do trajeto do gasoduto Urucu-Coari-Manaus.



Fonte: CIGÁS, 2024.

O gasoduto de transporte do Amazonas é de responsabilidade da Transportadora Associada de Gás S.A., a TAG. Enquanto, a distribuição parte da concessionária estadual de gás, a Companhia de Gás do Amazonas, a CIGÁS.

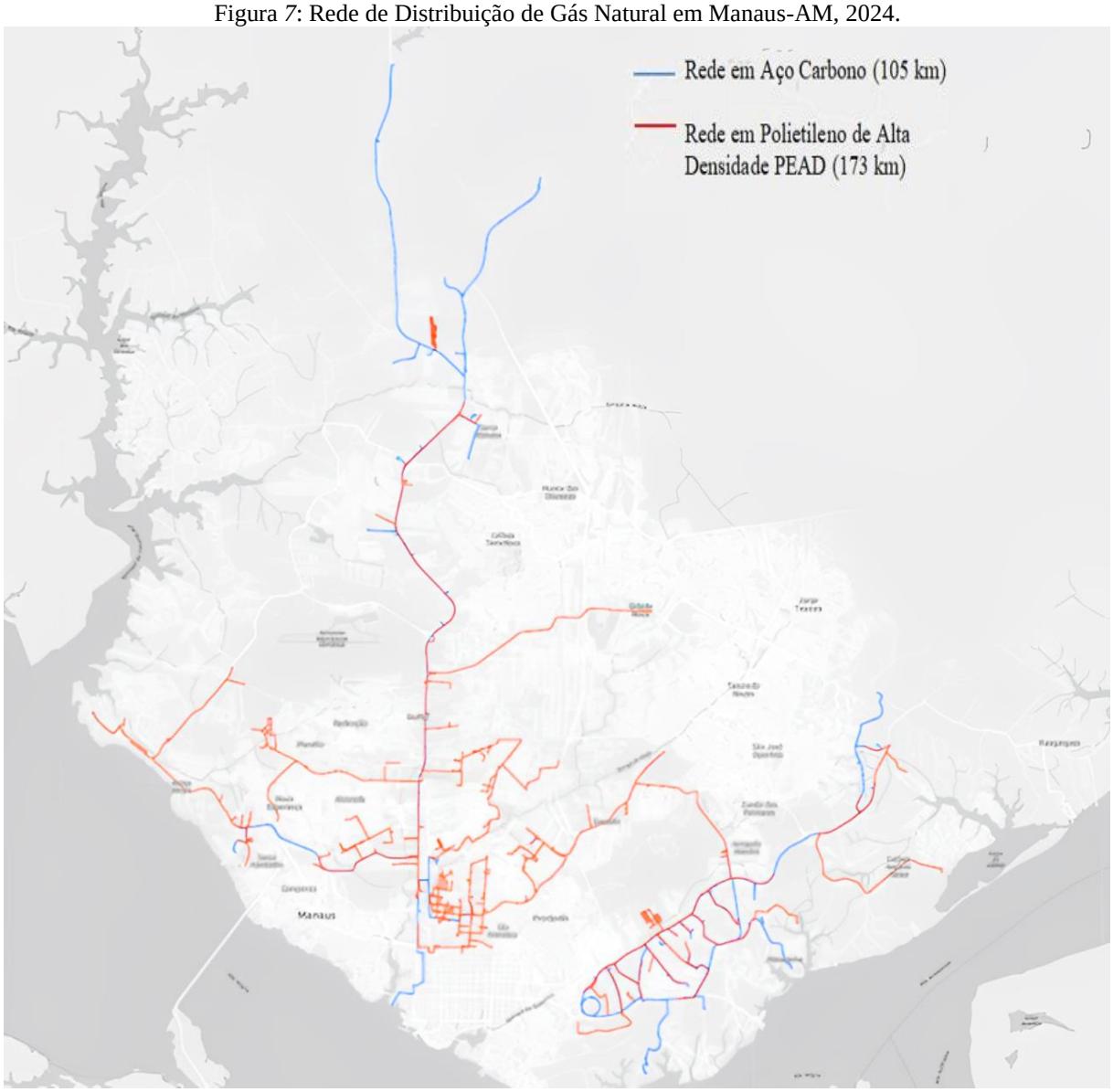
A CIGÁS foi instituída através da Lei Estadual Nº 2.325 de 8 de maio de 1995, sendo designada como a concessionária pública exclusiva para a distribuição de gás natural por meio de gasodutos, podendo também operar em sistemas de Gás Natural Comprimido, o GNC e Gás Natural Liquefeito, o GNL.

A estrutura acionária da empresa é compartilhada entre o Governo do Amazonas e o sócio privado Manaus Gás LTDA. A concessão dos serviços foi estabelecida com um prazo de 30 anos, contados a partir da data de assinatura do Contrato de Concessão em 18 de novembro de 2002.

Em 21 de dezembro de 2011, a Lei Estadual Nº 3.690 foi promulgada, modificando o termo inicial do período de concessão da CIGÁS, estabelecendo que a data final da concessão é 31 de janeiro de 2040 (SANTOS et al., 2019).

A figura 7 representa a rede de distribuição de gás natural, a RDGN, na cidade de Manaus.

Figura *7*: Rede de Distribuição de Gás Natural em Manaus-AM, 2024.



Fonte: CIGÁS, 2024.

A RDGN atende aos diversos segmentos de mercado, como o termelétrico, industrial, comercial, residencial, autogeração e os postos de abastecimento GNV.

2.2 O GÁS NATURAL VEICULAR

Por definição, segundo a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2022), a ANP, o gás natural veicular é uma mistura combustível gasosa. Este composto é derivado do gás natural ou do biometano, que é projetado para uso em veículos, sendo composta principalmente por metano.

Os cilindros de armazenamento do GNV são dimensionados para suportar a alta pressão à qual o gás é submetido, e na revenda, a máxima pressão é limitada em 22,0 Mpa. Além disso,

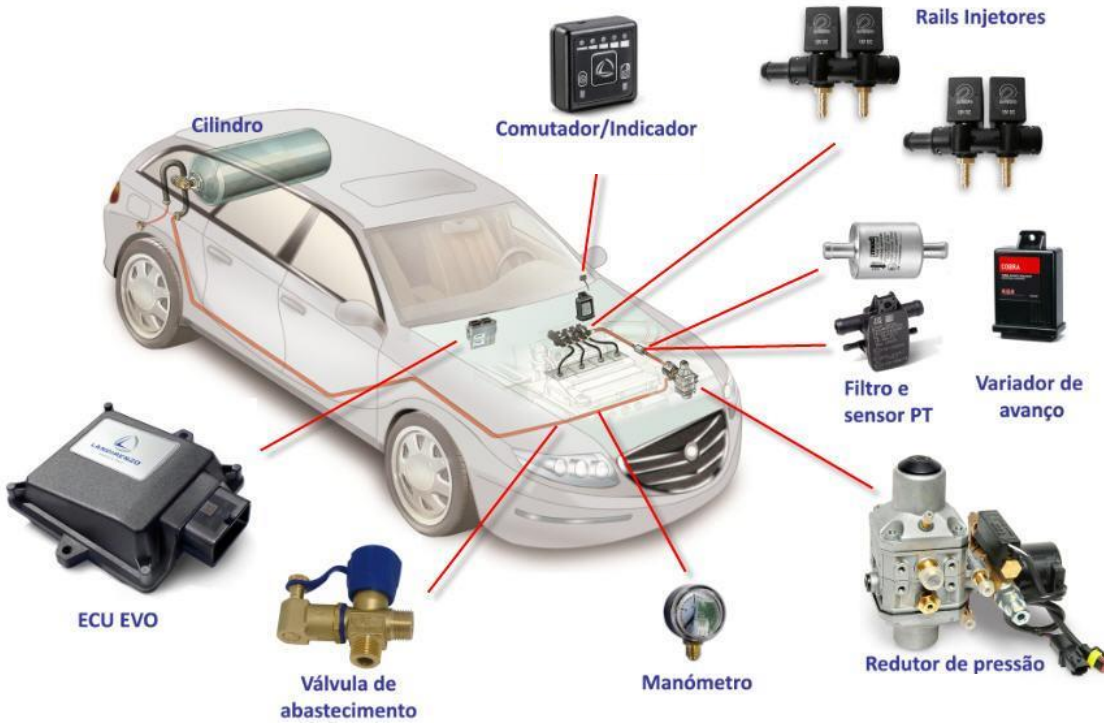
outro ponto importante a destacar, é que a qualidade do gás natural veicular é a mesma que a do gás natural.

No Brasil, a única opção para utilizar GNV como combustível veicular é por meio de conversão. Essa conversão envolve a instalação de um kit específico, que é comercializado em duas variantes: O kit básico e o kit completo.

O kit básico apresenta um preço aproximadamente 30% menor do que o kit completo, porém, não inclui um sistema de controle ar/combustível e um variador de avanços, equipamentos essenciais para regular as emissões de poluentes (TEIXEIRA, 2003).

A *European Natural Gas Vehicle Association*, a ENGVA, indica que os cilindros de armazenamento do GNV podem ser alocados a bordo dos veículos na parte traseira, na subestrutura, ou acima do veículo. A figura 8 retrata um veículo com um kit de conversão GNV instalado.

Figura *8*: Esquema de Representação de um Kit GNV Instalado.



Fonte: Auto GNV, 2016. Adaptado pelo autor, 2024.

Ainda conforme a ENGVA, os veículos à GNV são classificados em duas categorias: veículos dedicados e os bicombustíveis. Os dedicados funcionam exclusivamente com gás

natural veicular e os bicombustíveis funcionam tanto com gás natural veicular quanto com outros combustíveis.

É interessante destacar que a conversão de um veículo para GNV não afeta o uso do combustível original, uma vez que ambos os combustíveis se encontram armazenados em recipientes separados e possuem sistemas de alimentação próprios. A alimentação de GNV ao motor do veículo, ocorre através da mangueira de alta pressão que leva o combustível até o regulador de alta pressão, para que a pressão do gás seja reduzida e este, seja injetado nas câmaras do motor (FILHO, 2005).

2.2.1 O histórico do GNV no brasil

Na década de 1980 ocorreram descobertas significativas de petróleo e gás natural na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro. As crises globais do petróleo nos anos de 1970 levaram a uma revisão da política energética brasileira, dada à alta dependência do país em relação aos combustíveis provenientes do refino do petróleo, como óleo diesel e gasolina, para o transporte. Como parte das medidas tomadas, a Comissão Nacional de Energia, CNE, criou o Plano de Antecipação da Produção de Gás, conhecido por PLANGAS.

O PLANGAS tinha por objetivo encontrar uma alternativa ao óleo diesel usado no transporte de carga e passageiros por estradas, principalmente em áreas urbanas, onde a emissão de poluentes atmosféricos já era compreendida como um problema crítico. Naquela época, o gás natural representava apenas 1,8% do consumo energético do país.

Neste cenário, a CNE através do PLANGAS, estabeleceu a Resolução Nº 01/88 como incentivo ao uso do gás natural comprimido no transporte coletivo, com o intuito de reduzir o consumo de diesel. A ideia inicial se baseava na substituição do óleo diesel por gás natural veicular nas frotas de veículos pesados nos grandes centros urbanos, incluindo microônibus, ônibus e caminhões. No entanto, dado algumas dificuldades, como a pequena diferença de preço entre o diesel e o GNV, assim como, a falta de postos de serviço adequados para atender à frota, houve uma maior disseminação do uso de GNV em veículos leves (MORO, 2013).

Pelliza (2003), demonstra o cronograma das fases de utilização do GNV como combustível no cenário nacional, conforme demonstra a tabela 4.

Tabela 4: Fases de utilização do GNV no cenário nacional.

FASES DE UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL VEICULAR	
Primeira fase (1980 ao final 1991)	Início das discussões para utilização do gás natural como combustível veicular; Criação de Comissões Governamentais para o estudo da substituição do óleo diesel pelo GNV no transporte de cargas e passageiros; Dificuldades iniciais com a pouca disponibilidade do produto e a pequena diferença entre os preços do óleo diesel e do GNV, tornando a conversão de frotas inviável; Criou-se o impasse: não se investia em conversão de frotas nem na construção de postos de serviço.
Segunda fase (1992 a meados de 1994)	Liberação do uso de GNV para taxistas e frotas de empresas; Inauguração do primeiro Posto de Serviço para venda de GNV para o público; Os volumes de GNV demandados cresceram bastante em função da viabilidade econômica do seu uso em táxis, acarretando falta de produtos para abastecimento.
Terceira fase (1994 à 1996)	O Plano Real propicia uma estabilização do preço dos combustíveis e a sensação para o usuário de que a economia feita pelo uso de GNV diminuía; Concessão de isenção de impostos para os taxistas que optassem pelo uso de GNV, acarretando uma grande renovação da frota de veículos, principalmente em São Paulo; As montadoras não mantinham a garantia para veículos novos convertidos para o uso de GNV.
Quarta fase (1997 até os dias atuais)	Liberação do uso de GNV para veículos particulares; Há uma maior percepção por parte dos usuários quanto às vantagens do uso do GNV como substituto da gasolina e do álcool; Uma maior conscientização dos benefícios que o GNV traz para o meio ambiente; O crescimento do mercado de transportes autônomos e de frotistas alavanca a demanda de GNV; Um maior número de postos de serviço é oferecido ao público.

Fonte: Pelliza, 2003. Adaptado pelo autor, 2024.

2.2.2 Aspectos econômicos relacionados à utilização do GNV

Para Morais (2013), antes de se realizar uma comparação direta entre os preços dos combustíveis ofertados no mercado, o consumidor deve ponderar alguns critérios para a realização da conversão do automóvel. Os pontos seriam o preço do veículo, o custo de instalação do kit de GNV, os descontos relacionados ao imposto sobre propriedade de veículos automotores (IPVA) e, por fim, os preços relacionados à manutenção do kit de GNV.

Além desses critérios iniciais, ao avaliar a questão econômica, é importante considerar a frequência com que o motorista depende do veículo em seu dia a dia. Se o motorista necessita utilizar o veículo diariamente e percorre longas distâncias, a opção mais vantajosa seria utilizar um combustível gasoso. Embora esse tipo de combustível possa ter um desempenho de motor inferior, ele é menos poluente e possui consumo abaixo quando comparado aos demais (JUNIOR, 2015).

De acordo com Pavani (2012), o fator crucial na decisão de converter o carro é relacionado ao retorno do dinheiro investido, com a economia de médio e longo prazo amortizando os gastos iniciais com o sistema de conversão.

2.2.3 Aspectos ambientais relacionados ao GNV

Desde a invenção de motores de combustão interna, a queima de combustíveis fósseis tem causado um impacto prejudicial à natureza. Uma prova evidente disso é o buraco na camada de ozônio e a intensificação do efeito estufa, em decorrência da liberação de gases como o dióxido de carbono, os quais provocam alterações climáticas e ambientais de relevante magnitude em nosso planeta.

Gravina (2008), destaca o gás natural veicular como substituto aos combustíveis convencionais, de modo a proporcionar menores emissões de poluentes em relação à gasolina ou diesel. A combustão do gás natural veicular é amplamente reconhecida por ser uma das formas mais limpas de produção de energia, caracterizada pelos baixos índices de emissão de monóxido de carbono.

Devido à sua composição desprovida de enxofre, a queima do GNV não resulta na liberação de compostos que contribuam para a formação de chuva ácida quando expostos à umidade atmosférica. Este atributo do gás natural desempenha um papel significativo na promoção da qualidade de vida da população ao contribuir para a redução da poluição atmosférica e seus impactos associados (POZZAGNOLO, 2014).

De acordo com Moro (2013), os veículos movidos a GNV emitem cerca de 50% menos monóxido de carbono corrigido (COc) do que os veículos que utilizam combustíveis líquidos, tanto em marcha lenta quanto em marcha acelerada. E essa condição independe da data de fabricação ou modelo do veículo.

No entanto, a emissão de hidrocarbonetos corrigidos (HCc) é, em casos operacionais específicos, superior nos veículos utilizando o combustível líquido, como no caso dos veículos mais antigos, fabricados até 1996. Este índice pode apresentar valores maiores com a utilização do GNV em veículos fabricados a partir de 2005, a depender do regime de aceleração do veículo.

Pelliza (2003), destaca que o GNV possui menor CO_2 teórico, o que significa também menor CO na região rica da mistura ar+combustível. Portanto, o gás natural veicular possui um excelente potencial para fazer um motor pouco poluente, sendo a melhor opção dentre os combustíveis disponíveis para essa finalidade. Tal afirmação é expressa em valores, conforme tabela 5.

Tabela 5: CO_2 máximo teórico calculado pela reação de combustão.

	Carbono [%]	Hidrogênio [%]	Oxigênio [%]	CO2 máximo calculado [%]
Metanol	37,48	12,58	49,93	11,53
Etanol	52,14	13,13	34,73	12,24
Gasolina	86,13	13,63	0	13,34
GNV	**76,02**	**23,98**	**0**	**9,79**

Fonte: Pelizza, 2003. Adaptado pelo autor, 2024.

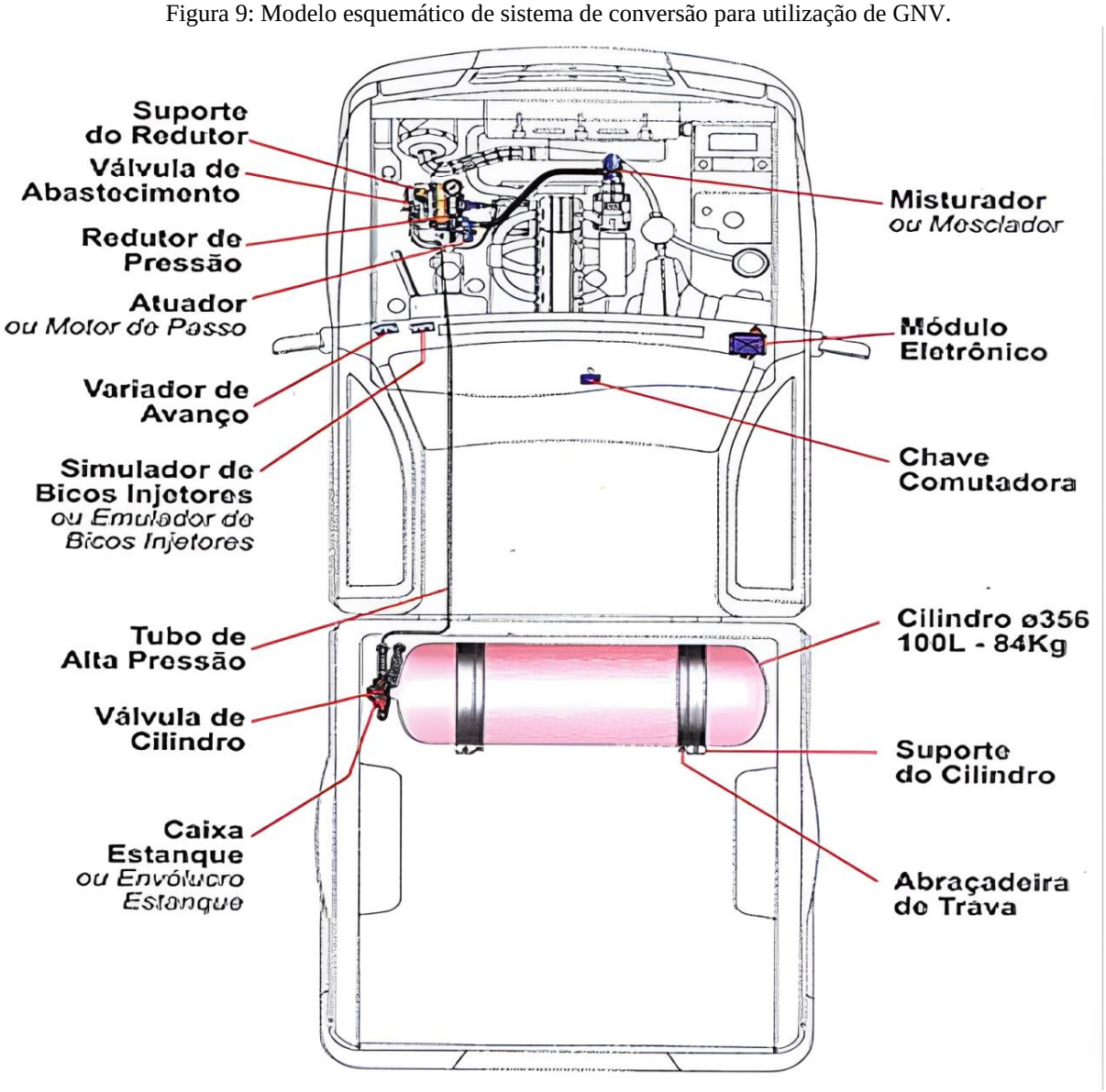
2.2.4 Sistemas de conversão para GNV

Existem duas abordagens tecnológicas para permitir o uso de GNV em veículos. A primeira é a integração de componentes específicos durante o processo de fabricação nas fábricas de veículos. Esses componentes são projetados para serem compatíveis com motores de combustão interna e permitem a utilização de GNV como um combustível adicional, além do combustível originalmente utilizado no veículo. A segunda abordagem envolve a adaptação do veículo após sua fabricação, por meio da instalação de um kit de componentes específicos para GNV (OLIVETO, 2009).

A instalação do kit de GNV, é um procedimento regulado por normativas específicas. De acordo com as disposições do Regulamento Técnico da Qualidade (RTQ) 33, a instalação do kit GNV deve ser conduzida, exclusivamente, em uma das Oficinas Instaladoras devidamente registradas pelo INMETRO.

Adicionalmente, é imperativo que o veículo seja submetido a uma inspeção de segurança veicular e de emissão de poluentes, conforme preconizado pelo RTQ 37. Essas inspeções devem ser realizadas por Organismos de Inspeção de Segurança Veicular (OIA-SV) devidamente credenciados, a fim de garantir a conformidade do veículo com os requisitos de segurança e ambientais estabelecidos pelas normativas pertinentes. Além da realização da inspeção inicial após a conversão do veículo, a Resolução 292/08 do CONTRAN torna obrigatória a inspeção anual em uma Instituição Técnica Licenciada (ITL), assim denominadas pelo DENATRAN, com o propósito de atestar a segurança veicular do automóvel, bem como os níveis de emissão de gases e seus poluentes, garantindo que estes estejam conforme padrões restritivos graduais do PROCONVE. (MORO, 2013).

Figura 9: Modelo esquemático de sistema de conversão para utilização de GNV.

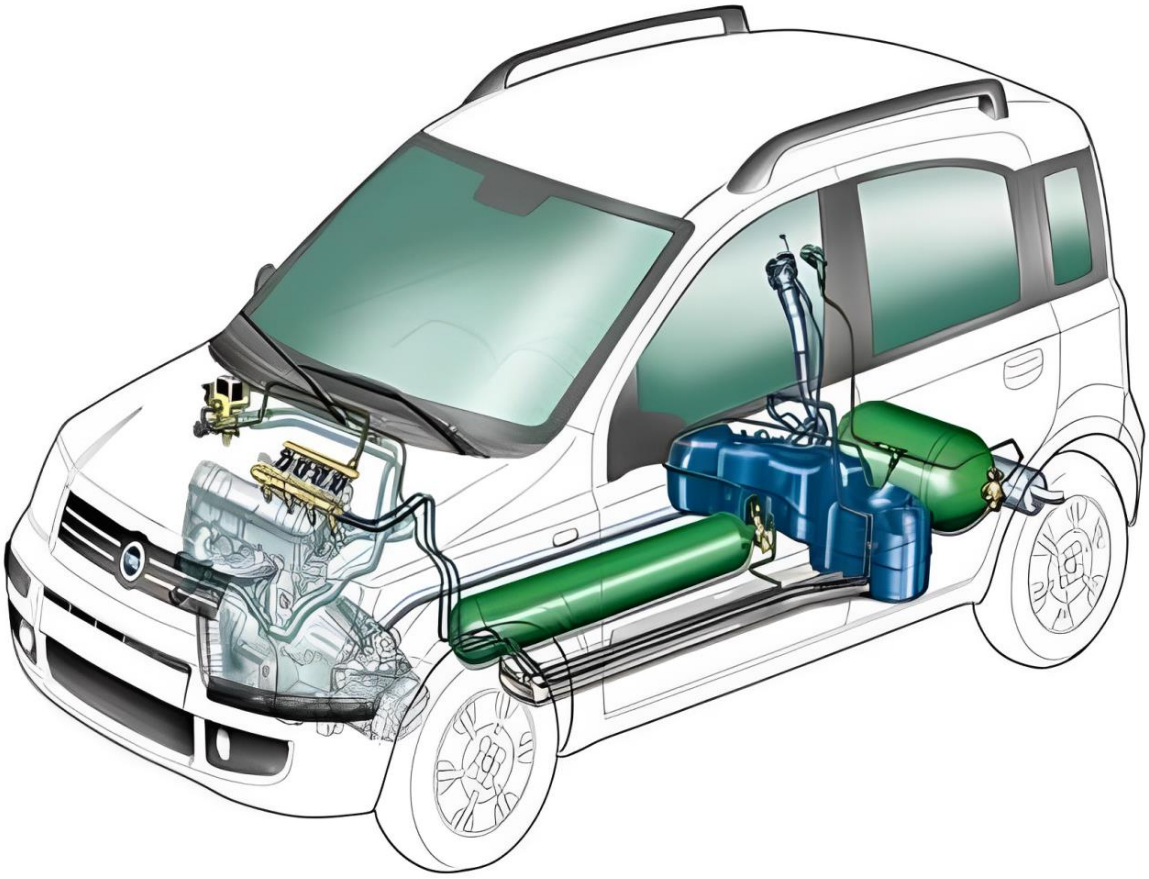


Fonte: Oliveto, 2009.

No esquema representado na figura 9 é possível identificar os principais componentes de um kit de conversão para a utilização do GNV, os quais serão mais detalhados à frente.

Segundo Oliveto (2009), para veículos que já saem de fábrica com o sistema e componentes específicos para utilização do GNV, uma das vantagens notáveis se refere ao posicionamento mais eficiente dos equipamentos, em especial do cilindro. Na figura 10 temos a representação esquemática de um sistema de instalação para GNV concebido em um projeto de fábrica para atender a um modelo específico de veículo.

Figura 10: Representação de um veículo com instalação do sistema para utilização de GNV projetado de fábrica.



Fonte: Oliveto, 2009.

É notável que o cilindro de armazenamento de GNV é instalado em um local mais apropriado, sem afetar os outros espaços do veículo. Dessa maneira, se impede a instalação no porta-malas, onde o cilindro ocuparia espaço valioso e reduziria o espaço físico originalmente planejado.

2.2.5 Principais componentes dos kits de conversão para GNV

A instalação dos componentes necessários para o funcionamento do GNV em veículos adaptados varia de acordo com o sistema de alimentação de combustível. Nesse caso, o sistema de controle da mistura ar-combustível deve ser compatível com o sistema originalmente instalado no veículo, conforme a geração do kit de conversão (OLIVETO, 2009).

Estes sistemas de controle mudam a depender da geração do kit a ser instalado. Na tabela 6 são apresentadas as cinco gerações para controle da mistura ar-combustível.

Tabela 6: Gerações de kits de conversão para GNV.

Kit de Conversão	Veículos	Características
1ª Geração	Carburados (mecânico e eletrônico)	Acionamento pneumático para a liberação do fluxo de gás
		Regulagem mecânica e manual da vazão de gás, com chave comutadora de três estágios
2ª Geração	Carburados ou com injeção eletrônica monoponto	Acionamento eletrônico da alimentação de gás através de um motor de passo, controlado em função dos sinais de rotação e de carga do motor
		Possuem emuladores de bicos injetores e de sonda lambda
3ª Geração	Injeção eletrônica multiponto	Controle eletrônico da vazão da mistura GNV+ar em função do sinal da sonda lambda, rotação e carga do motor
		Acionamento eletrônico da alimentação de gás por um motor de passo
4ª Geração		Injeção de gás por bicos injetores de forma paralela no coletor de admissão
		Redutor de pressão de dois estágios
		Eliminação da ocorrência de retorno de chama
5ª Geração		Injeção de gás por bicos injetores de forma sequencial no coletor de admissão
		Redutor de pressão de dois estágios
		Eliminação da ocorrência de retorno da chama
		Menor comprometimento do desempenho do motor

Fonte: Oliveto, 2009. Modificado pelo autor, 2024.

A escolha de qual geração de kit utilizar varia de acordo com as especificações do veículo e, nos casos dos kits mais atuais, com a preferência do proprietário.

Pelliza (2003) destaca que a conversão para a utilização do GNV é composta pelo “kit’ de conversão + cilindro de alta pressão, equipamentos estes que permitem que o veículo convertido utilize o GNV como combustível, em conjunto com o combustível original. Os principais componentes que compõem um kit de conversão são apresentados a seguir.

2.2.5.1 Cilindro de alta pressão

O cilindro de alta pressão desempenha um papel fundamental na conversão de veículos para o uso de GNV, uma vez que este é responsável por armazenar o gás a uma pressão elevada de 220 bar. Este é construído com base em critérios técnicos rigorosos, sendo fabricado a partir de um tubo de aço-liga cromo-molibdênio, sem costura, com uma espessura de parede entre 8

e 10 mm. O tubo passa por um processo de repuxamento e conformação das extremidades, apresentando a base de um lado e o gargalo do outro. Após a conformação mecânica, são realizados dois tipos de tratamentos térmicos, conhecidos como tempera e revenimento, que elevam a resistência do material por meio da austenitificação do aço até a temperatura ideal, para, posteriormente ocorrer o resfriamento rápido e, após isso, o processo de revenimento auxilia na diminuição da fragilidade da estrutura resultante pelo processo de têmpera, elevando a propriedade de tenacidade do material. Todos os cilindros são submetidos a ensaios utilizando o método de partículas magnéticas (Magnaflux) para detectar possíveis defeitos construtivos, como trincas e falhas que possam comprometer a sua integridade estrutural (PELLIZA, 2003).

Figura *11*: Cilindro de alta pressão para armazenamento de GNV.

Fonte: Autoria, 2023.

A norma que rege as fabricações dos cilindros para altas pressões é a NBR NM ISO 11439 de 01/2019, a qual trata de cilindros de alta pressão para o armazenamento de gás natural como combustível a bordo de veículos automotores. Além desta há ainda as normas ISO 9809-1 de 02/2014, que trata dos cilindros de aço sem costura, recarregáveis, para gases, delimitando as etapas de projeto, construção e ensaios. E a ISO 7866:2012, para cilindros de gás recarregáveis de liga de alumínio sem costura, delimitando suas etapas de projeto, construção e testes.

2.2.5.2 Tubulação de alta pressão

A condução do GNV desde a válvula de abastecimento até o cilindro de armazenamento e, posteriormente, até a válvula reguladora de pressão é atribuída à tubulação de alta pressão.

Tanto a linha de abastecimento do cilindro quanto a alimentação do redutor de pressão podem possuir um diâmetro interno nominal de 8 mm, ou, alternativamente, serem alimentadas com tubos de 6 mm de diâmetro interno. Essas peças são fabricadas em aço-liga e devem apresentar um acabamento bicromatizado tanto interna quanto externamente. Ocasionalmente, é permitido que essas condições tenham um acabamento externo pintado com tinta epóxi, no entanto, o acabamento cromatizado é uma camada adicional de proteção contra a corrosão que deve ser especificada (PELLIZA, 2003). A tubulação de alta pressão deve ser homologada pelo INMETRO.

Figura *12*: Tubo de alta pressão em aço revestido bicromado 6 mm para GNV.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.3 Válvula do cilindro

A válvula do cilindro tem por finalidade reter o gás no cilindro e regular a sua liberação por meio da conexão com a tubulação de alta pressão. A válvula possui dois dispositivos de segurança, um que entra em ação em caso de fluxo excessivo de gás e outro que atua quando ocorre excesso de pressão no cilindro (MORO, 2013).

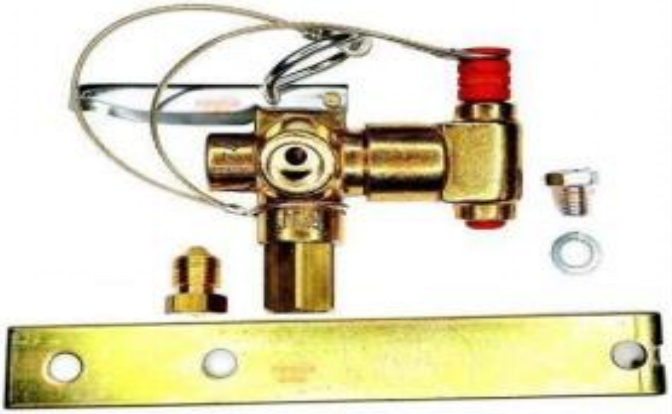
Figura 13: Válvula do cilindro GNV.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.4 Válvula de abastecimento

A válvula de abastecimento desempenha diversas funções, sendo a principal ser a responsável por facilitar a transferência de gás natural veicular do ponto de abastecimento nos postos de combustíveis para o cilindro. Além disso, esta permite interromper o fluxo de gás para redutor de pressão em emergências ou durante a manutenção, além de evitar o retorno do gás à sua fonte de abastecimento (MORO, 2013).

Figura *14*: Válvula de abastecimento GNV homologada pelo INMETRO.



Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.5 Manômetro eletromecânico

O manômetro tem a função de medir a pressão na linha de alta pressão do sistema e, por meio do potenciômetro nele embutido, converter essa leitura pneumática em um sinal elétrico. Esta informação é então transmitida à chave comutadora de gás (PELLIZA, 2003).

Figura 15: Manômetro para kit GNV de 5ª geração.

Fonte: GNV Web, 2024.

2.2.5.6 Redutor de pressão

O redutor de pressão desempenha a função de diminuir a pressão presente no cilindro, reduzindo-a de 220 bar para a pressão atmosférica. Esse processo é realizado em três etapas de redução, utilizando a diferença de pressão entre as câmaras do redutor de pressão (MORO, 2013).

Figura *16*: Redutor de pressão para kit GNV de 5ª geração.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.7 Misturador (mesclador)

O correto funcionamento do veículo está diretamente ligado à utilização adequada do misturador, que deve ser escolhido de acordo com o tipo de motor. Isso evita perda de potência, consumo excessivo de combustível e reduz a poluição, mantendo um desempenho ideal tanto com o GNV quanto com o combustível original (MORO, 2013).

Figura 17: Misturador de passagem livre axial para mangueira

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.8 Chave comutadora

A chave comutadora é um dispositivo eletrônico que gerencia a seleção do tipo de combustível a ser usado, de acordo com a escolha do condutor, feita simplesmente mudando um botão. Além de sua função de alternância, algumas chaves vêm com um sistema eletrônico de indicação (LEDs) que, ao receber um sinal elétrico do manômetro de alta pressão, informa ao condutor a quantidade de gás armazenada no cilindro (PELLIZA, 2003).

Figura 18: Chave comutadora eletrônica com manômetro e chicote

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.9 Emulador de bicos injetores

Este dispositivo eletrônico, quando conectado à linha de comando de abertura dos eletro-injetores, interrompe o sinal de controle enviado pela central eletrônica (responsável pela injeção de combustível líquido) para os eletro-injetores. Ao mesmo tempo, ele emite um sinal simulado de funcionamento normal dos eletro-injetores, de modo que a central de injeção não detecte quaisquer problemas relacionados a eles, prevenindo assim a entrada da central eletrônica em modo de emergência (PELLIZA, 2003).

Figura 19: Emulador de bicos injetores com chicote e conectores.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.10 Emulador do sensor de oxigênio (sonda lambda)

O emulador do sensor de oxigênio é um dispositivo eletrônico colocado na linha de comunicação entre a central de injeção de combustível líquido e o sensor de oxigênio (sonda lambda). Sua função é interromper o sinal enviado pelo sensor de oxigênio para a central de injeção e, ao mesmo tempo, reproduzir um sinal de frequência semelhante ao do sensor. Isso faz com que a central de injeção entre em modo de emergência (PELLIZA, 2003).

Figura 20: Simulador de sonda lambda

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.11 Variador de avanço

Esse componente é controlado pelo módulo de ignição eletrônica e tem por função ajustar o momento de ignição da faísca da vela. Ele permite avançar ou retardar o ponto de ignição, de acordo com a carga do motor, proporcionando mais tempo para a queima completa do GNV. Isso evita perda de potência e torque, reduz o consumo de combustível e diminui as emissões de gases (MORO, 2013).

Figura 21: Variador de avanço com sensor de rotação e chicote.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.12 Módulo eletrônico

Também conhecido como gerenciador eletrônico, é uma central exclusiva para o sistema de GNV. Sua função principal é ajustar a mistura ar/GNV, enriquecendo ou empobrecendo-a, com base nas informações fornecidas pelo sensor de posição da borboleta (TPS) e pelo sensor da sonda lambda. O objetivo deste módulo é alcançar a mistura estequiométrica ideal para o melhor desempenho e eficiência do veículo (MORO, 2013).

Figura 22: Unidade central eletrônica (ECU) para kit GNV de 5ª geração.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.2.5.13 Motor de passo

Também conhecido como atuador de fluxo, é uma válvula eletromagnética responsável por regular fisicamente a mistura ar/GNV. O motor de passo recebe o sinal do módulo eletrônico ou da sonda lambda e trabalha para manter o veículo com a mistura ideal. Isso evita o consumo excessivo, reduz a poluição e garante que a mistura não fique pobre em torque máximo, proporcionando um desempenho adequado do veículo (MORO, 2013).

Figura 23: Motor de passo para gerenciador de fluxo.

Fonte: Troia Gás, 2024.

2.3 MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA

O transporte rodoviário utiliza o Motor de Combustão Interna (MCI), cujo desenvolvimento se deu início em 1860 com Etienne Lenoir, inventor francês, e foi posteriormente aprimorado em 1885 por Karl Benz, engenheiro alemão. Esse avanço resultou em um motor de combustão interna relativamente seguro, que foi instalado em um veículo e percorreu uma estrada pela primeira vez, sendo considerado por isso o pai do automóvel.

Até os dias atuais, o princípio de funcionamento desse motor permanece praticamente o mesmo: É uma máquina térmica que efetua a conversão de energia química do combustível, geralmente derivado do petróleo, em energia mecânica utilizada para impulsionar o veículo.

Os componentes essenciais para a reação de combustão interna nos motores são o oxigênio, presente no ar, e a matéria orgânica, proveniente dos combustíveis fósseis que contém altos teores de carbono. Os motores de combustão interna por faísca ou ignição, também conhecidos como motores de ciclo Otto, que funcionam com gasolina, álcool e GNV. E os motores de combustão interna por compressão espontânea de óleo, chamados de motores do ciclo Diesel (inventados por Rudolf Diesel em 1897). No caso desses motores, o ar é comprimido pelo pistão, alcançando temperaturas de até 538 ºC, e a ignição ocorre por compressão, dispensando o uso de faísca (MORO, 2013).

Brunetti (2012) demonstra que nos Motores com Ignição por Faísca, o MIF, seja carburado ou com injeção de combustível nos dutos de admissão, os cilindros são alimentados durante a fase de admissão com uma mistura pré-dosada de combustível e ar. Nesses tipos de motores, a mistura é comprimida e, durante esse processo, ocorre a vaporização e homogeneização do combustível com o ar, no caso de combustíveis líquidos. Já nos motores de injeção direta de combustível, a adição de combustível é feita diretamente no interior dos cilindros, e dependendo da estratégia de formação da mistura desejada (homogênea ou estratificada), a injeção pode ocorrer no momento da admissão ou durante a fase de compressão.

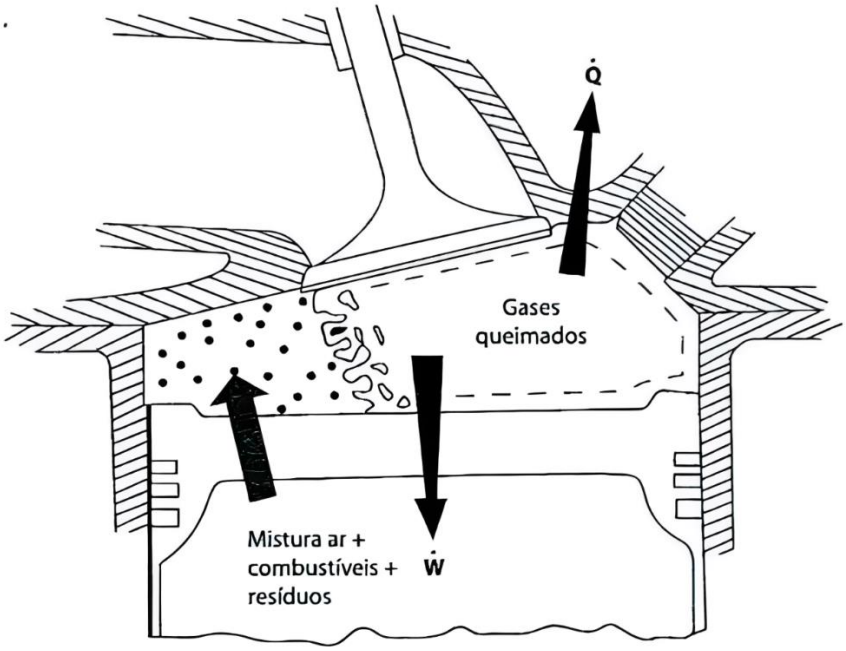
Em todas as versões supracitadas, quando o pistão se aproxima do Ponto Motor Superior, PMS, uma faísca é gerada entre os eletrodos da vela de ignição. Esse evento marca o início das reações de oxidação do combustível, que inicialmente ocorrem em uma região muito pequena ao redor da vela, resultando em um aumento localizado de temperaturas e um aumento desprezível da pressão. A partir desse núcleo inicial, a combustão se propaga e, quando os compostos preliminares atingem uma concentração específica, a liberação de calor se torna intensa o suficiente para iniciar reações em cadeia, ou seja, a propagação da chama.

Isso indica que a combustão no cilindro passa por uma primeira fase na qual não há aumento significativo de pressão. Essa fase, necessária para o desenvolvimento das reações iniciais próximas à vela de ignição, é conhecida como retardamento químico da combustão ou atraso de ignição. Esses instantes iniciais de formação do núcleo podem ser caracterizados pela duração da queima de 1% a 10% da massa presente no interior do cilindro.

Ainda segundo Brunetti (2012), o tempo de retardamento é um dos fatores que influenciam na necessidade de adiantar a faísca em relação ao PMS. Uma vez que o retardamento tenha ocorrido, a combustão se propaga pela câmara de combustão por meio de uma frente de chama, abandonando os gases já queimados e encontrando uma mistura não queimada à sua frente.

Na figura 24 ilustra, esquematicamente, a propagação da frente de chama a partir da região da vela de ignição. Essa segunda fase da combustão é chamada de combustão normal e, basicamente, termina quando a frente de chama atinge as paredes da câmara de combustão.

Figura 24: Representação esquemática da combustão normal.



Fonte: Brunetti, 2012.

É notável que os gases já queimados são abandonados enquanto a frente da chama parte da vela de ignição de encontro a mistura ar+combustíveis+resíduos. Durante as reações químicas de combustão ocorre o consumo de oxigênio e a liberação de calor. Quando a combustão é completa, ou seja, quando há a proporção adequada entre o oxigênio e a matéria orgânica, são produzidos principalmente dióxido de carbono (CO_2) e água (H2O).

No entanto, se a combustão não for completa, além do CO_2 e H_2O, também podem ser formados monóxido de carbono (CO) e outras substâncias químicas, como óxidos de enxofre (SOx), óxidos de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC). Essas emissões são comumente encontradas nos gases liberados pelos veículos (RIBEIRO et al., 2000).

Conforme destacado por Moro (2013), para que o motor opere de forma econômica e com baixa emissão de poluentes no ambiente, é essencial que haja uma mistura precisa de combustível (líquido ou gasoso) e ar em todas as faixas de rotação. Essa combinação ideal, conhecida como relação estequiométrica, costumava ser obtida nos motores antigos por meio de carburador.

Atualmente, o sistema de injeção eletrônica de combustível é responsável por garantir uma mistura mais equilibrada entre o combustível e o oxigênio presente no ar. Essa tecnologia avançada reduz consideravelmente as emissões de poluentes e otimiza o consumo de combustível. Assim, uma vez que se evidencia a importância da relação ar-combustível na combustão, se faz necessário compreender alguns conceitos, apresentados a seguir, acerca da proporção da mistura.

2.3.1 Limite pobre

É a condição em que a mistura de combustível está na sua proporção mais baixa mantendo o funcionamento do motor estável no ponto de maior torque para uma dada ignição. Nesse estado, a chama se propaga de maneira excessivamente lenta, persistindo por grande parte do ciclo de expansão e possivelmente além, até o início da admissão. Isso pode resultar no superaquecimento da câmara de combustão e na ignição prematura da mistura admitida, levando a um fenômeno conhecido como retrocesso de chama (*backfire*).

O motor se torna instável nessas condições, incapaz de manter uma rotação constante mesmo com o acelerador fixado e a carga no eixo. É evidente que alcançar o limite de mistura muito pobre não é desejável. Esta descrição visa destacar que existe um ponto inferior na relação ar/combustível, abaixo do qual o motor Otto não conseguirá funcionar. Geralmente, em condições normais, esse limite de pobreza para motores Otto ocorre com uma relação ar/combustível entre 0,7 e 0,85 (BRUNETTI, 2012).

2.3.2 Mistura econômica

Em geral, se trata de uma mistura com uma leve baixa concentração de combustível, garantindo que haja oxigênio em excesso para uma queima completa e eficiente do combustível admitido. Essa proporção é otimizada para alcançar o menor consumo de combustível e

desempenha um papel na redução das emissões de monóxido de carbono (CO) (BRUNETTI, 2012).

2.3.3 Mistura de máxima potência

É uma proporção de mistura ligeiramente excessiva de combustível em relação ao ar admitido pelo motor, garantindo uma combustão completa e eficiente. Essa mistura é aquela que, em uma determinada rotação e posição do acelerador, gera a maior potência. No entanto, essa condição aumenta o risco de emissão de monóxido de carbono (CO) (BRUNETTI, 2012).

2.3.4 Limite rico

Essa situação ocorre quando há um excesso de combustível que dificulta a ignição da mistura. O excesso de vaporização consome energia térmica, mas a falta de oxigênio impede a combustão adequada, resultando em uma queda de temperatura na câmara de combustão e, consequentemente, na extinção da chama. Isso causa instabilidade na rotação do motor, mesmo sem mudanças na posição do acelerador ou na carga no virabrequim. Quando o excesso de combustível ultrapassa um certo limite, o motor falha em funcionar, popularmente conhecido como motor afogado (BRUNETTI, 2012).

Conforme visto, quando não se verifica a correta proporção na mistura ar-combustível (relação estequiométrica) admitida na câmara de combustão, há uma maior chance do aumento do consumo de combustível e da emissão de poluentes.

2.3.5 Gases de escape e emissões nos motores de combustão interna

Brunetti (2012) destaca a importância da análise dos produtos de combustão no estudo de motores de combustão interna para avaliar a eficiência do processo de combustão através da medição das concentrações de gases como CO, CO_2, O_2 e outros. Além de determinar a concentração de gases poluentes, limitados pelas legislações de emissões, além de outros fatores.

A quantidade desses gases liberados pelo escapamento do cilindro depende do tipo de combustível usado, das condições de funcionamento do motor e da qualidade da mistura. Nas emissões reais, os produtos mencionados anteriormente representam cerca de 98% do total, enquanto aproximadamente 1% é composto por O2, H2 e gases inertes, e cerca de 1% consiste em gases considerados prejudiciais. É válido destacar alguns dos principais poluentes gerados durante a combustão em MCI (CO; NO_x; HC e CO_2).

2.3.5.1 Monóxido de Carbono (CO)

Nos motores, durante o ciclo real, não ocorre a combustão completa dos hidrocarbonetos, o que produz monóxido de carbono (CO), o qual acarreta uma diminuição relativa da eficiência. O CO é um gás inodoro que interage com a hemoglobina no sangue, reduzindo sua capacidade de transportar oxigênio. A inalação de uma concentração de 400 ppm de CO por 1 a 2 horas pode resultar em dores de cabeça na região frontal, enquanto uma concentração de 1600 ppm pode causar náuseas em apenas 20 minutos e levar à morte em 1 hora (BRUNETTI, 2012).

Ainda de acordo com Brunetti (2012), durante a combustão de hidrocarbonetos, ocorre inicialmente a formação de CO devido à combustão incompleta, e posteriormente o CO é oxidado para CO_2. A quantidade de CO produzida depende da relação ar-combustível, assim como do grau de homogeneização da mistura. Parte do CO pode ser completamente convertido em CO_2 no sistema de escapamento. Uma determinada quantidade pode ser formada devido a interrupções na reação próxima às paredes da câmara de combustão ou devido à dissociação do CO_2 em altas temperaturas.

Brunetti (2012) ainda destaca que motores de ciclo Otto operam frequentemente próximos à relação estequiométrica em cargas parciais e enriquecem a mistura em carga total, resultando em emissões significativas de CO que precisam ser controladas, especialmente em situações de marcha lenta.

2.3.5.2 Óxidos de Nitrogênio (NO_x)

Os NO_x, óxidos de nitrogênio, é um termo usado para a soma de monóxido de nitrogênio (NO) em cerca de 90% e o dióxido de nitrogênio (NO_2). Quando presentes na atmosfera, o NO se converte rapidamente em NO2. As taxas de emissão de NO_x são calculadas considerando tanto o NO quanto o NO_x, ou exclusivamente o NO_2 (BRUNETTI, 2012).

Na atmosfera, o NO_x reage com o vapor de água e forma o ácido nítrico, que, juntamente com o ácido sulfúrico formado a partir da queima de combustíveis contendo enxofre, possibilita a ocorrência de chuva ácida. A exposição aos raios solares ultravioletas (UV) leva à formação de ozônio (O_3) a partir do NO_2. O ozônio na estratosfera filtra os raios UV e tem papel importante e benéfico, porém, próximo ao solo, pode causar problemas respiratórios e redução da capacidade pulmonar. Além disso, o ozônio pode ressecar e tornar quebradiços materiais como borracha e polímeros.

As fontes de geração de NO_x podem ser:

- NO_x proveniente do combustível, formado pela reação entre o nitrogênio presente no combustível e o oxigênio do ar.
- NO_x- proveniente do ar, gerado pela oxidação do nitrogênio presente no ar, por meio de dois mecanismos de formação; o NO_x térmico e o NO_x imediato, que ocorre na região da frente da chama (BRUNETTI, 2012).

2.3.5.3 Hidrocarbonetos (HC)

De acordo com Brunetti (2012), os hidrocarbonetos não queimados são compostos que saem da câmara de combustão sem passar pelo processo de oxidação. Eles são formados pela decomposição térmica do combustível primário, resultando em hidrocarbonetos de menor peso molecular, como metano, etano, acetileno, aldeídos (em especial formaldeído), tolueno, propileno, entre outros.

Esses compostos são gerados em áreas da câmara com temperatura insuficiente para completar a reação de combustão ou em regiões com mistura excessivamente rica ou pobre. Estudos demonstram que os HC não queimados podem ser gerados em reentrâncias e cavidades entre os anéis, assim como pela retenção de vapores com hidrocarbonetos no filme de óleo junto às paredes dos cilindros, sendo liberados em condições de baixa temperatura na câmara, quando não serão mais oxidados. Alguns desses HC são considerados carcinogênicos, ou seja, detêm potencial de causar câncer (BRUNETTI, 2012).

Quando expostos à luz solar e aos óxidos de nitrogênio, ocorrem reações fotoquímicas que produzem oxidantes, causando irritações. Eles são responsáveis pela formação de *Smog*, que causa problemas respiratórios e inflamação nos olhos.

Ainda segundo Brunetti (2012), a presença de hidrocarbonetos nos gases de escape de motores a diesel é uma das causas da fumaça de coloração branca ou azulada e é cerca de dez vezes menor em comparação aos motores Otto, devido ao fato de motores a diesel operarem com altos índices de ar.

2.3.5.4 Dióxido de Carbono (CO_2)

O dióxido de carbono é um dos produtos primários de qualquer combustão de hidrocarbonetos. É um gás inodoro e incolor sem efeito direto na saúde humana. No entanto, altas concentrações de CO_2 em ambientes confinados e mal ventilados podem causas desconforto e problemas respiratórios. Embora o CO_2 não tenha efeitos diretos adversos à

saúde, é um dos principais gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa e pelo aquecimento global.

Sobre o CO_2, é possível destacar que este é utilizado para determinar o nível de eficiência de funcionamento do motor. É resultante da combinação de uma molécula de carbono com duas de oxigênio, isto durante o processo de combustão. Os analisadores medem a porcentagem de CO_2 presente na amostra dos gases de escape.

A medição do percentual de CO_2 presente nos gases de escape permite visualizar a eficiência de funcionamento do motor no momento da leitura. Qualquer deficiência verificada no funcionamento do motor, relacionada com o processo de combustão, afetará o nível de CO_2. A formação de CO_2 depende da queima total ou não, do combustível. Por tanto, em presença de falhas de combustão, o nível de CO_2 produzido será menor que aquele correspondente à combustão completa.

Além dos gases mencionados anteriormente, durante a exaustão dos gases de combustão também pode ocorrer a emissão de fuligem, que consiste em partículas sólidas e líquidas. Essas partículas, conhecidas como material particulado, são de tamanho reduzido, permanecendo suspensas na atmosfera. Sua presença pode ser extremamente prejudicial à saúde, uma vez que podem penetrar nas defesas do organismo e atingir os alvéolos pulmonares. Isso pode resultar em sintomas como mal-estar, irritação nos olhos, garganta e pele, dores de cabeça, náuseas, bronquite, asma e, em casos mais graves, pode levar ao câncer de pulmão (PAVANI, 2012).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo será realizado o desenvolvimento metodológico com a finalidade de atingir os objetivos a que este trabalho se propõe. Para isso, serão tomados como base estudos, análises e coletas de dados.

No tópico de abordagem econômica a proposta consiste em uma pesquisa quanto aos preços dos combustíveis ofertados na capital amazonense, realizando assim uma comparação direta entre o preço do GNV, atrelado ao seu rendimento teórico e os combustíveis líquidos. Além disso, será realizada uma simulação de economia teórica ao consumidor final ao utilizar o GNV como combustível principal, utilizando o simulador de economia com GNV, disponibilizado pela Companhia de Gás do Amazonas (CIGÁS), em sua campanha "Faça a conta. Use GNV".

No tópico de Disponibilidade do combustível no município, serão avaliados a oferta de gás natural por parte da concessionária do Estado, a infraestrutura de abastecimento, com os postos da capital amazonense que oferecem o GNV para os consumidores finais.

Já no tópico de análise de emissão de poluentes, a proposta consiste na coleta de dados *in loco* em uma (OIA-SV) credenciada pelo INMETRO, para a vistoria veicular dos automóveis convertidos ao uso do gás natural como combustível no município de Manaus. Como parte da metodologia experimental, faz-se necessário conhecer os processos pelos quais os veículos são submetidos na etapa de testes de emissão no Organismo de Inspeção Acreditado (OIA-SV) pelo INMETRO. Para tanto, serão elencados os procedimentos de testes, os equipamentos e instrumentos utilizados para a verificação e, finalmente, a coleta dos dados de emissões dos poluentes para posterior comparação entre os diferentes combustíveis (líquido e gasoso) e diferentes situações operacionais do motor (marcha lenta e marcha acelerada). O ambiente, condições operacionais, ferramentas e equipamentos utilizados para a coleta dos dados de teste serão abordados a seguir.

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo, na etapa de análise de emissão de poluentes, foi desenvolvido na empresa INSPREV INSPEÇÃO VEICULAR LTDA, fundada em 20 de dezembro de 1999 na cidade de Manaus/AM. A Insprev desenvolve suas atividades localizada na Rua Nelson Rodrigues, 2 - Santo Agostinho.

A Insprev é uma empresa acreditada pela Coordenação Geral de acreditação - CGCRE e licenciada pela Secretaria Nacional de Trânsito - SENATRAN, possuindo assim habilitação técnica para realizar inspeções de segurança veicular. A mesma, atendendo ao Código de Trânsito Brasileiro (CTB), realiza inspeções em veículos cuja característica original for alterada e emite para os veículos aprovados em todos os quesitos verificados o Certificado de Segurança Veicular (CSV).

3.2 VEÍCULOS TESTADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram realizadas as medições das emissões de gases nos veículos leves pertencentes à frota veicular da cidade de Manaus, que compareceram na empresa no primeiro semestre de 2023 (Mais especificamente entre o dia 01 de janeiro de 2023 até o dia da coleta dos dados *in loco*, no dia 24 de maio de 2023. Todos os veículos em questão sofreram modificações em suas características originais para a utilização do GNV, portanto necessitam passar por vistoria veicular anual conforme disposto no CTB o qual requer que todo veículo cuja característica original for alterada, seja inspecionado por um Organismo de Inspeção Acreditado pelo INMETRO e apresente o CSV. Para o presente estudo, durante o período informado, foram coletados os índices de emissão de gases de 162 veículos leves de passageiros fabricados entre 2006 e 2023 de diversas marcas e modelos, os quais serão detalhados nos resultados e discussões deste trabalho.

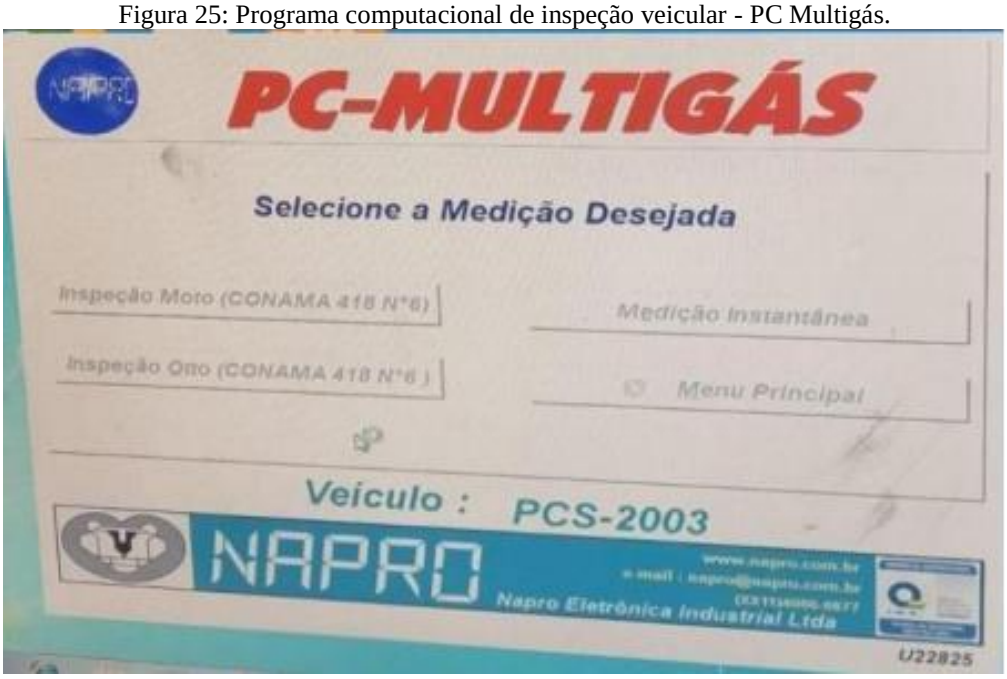
3.3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

O conjunto de equipamentos utilizados para a realização deste trabalho é composto por um programa computacional (PC-MULTIGÁS), um analisador de gases compacto (PC-MULTIGÁS), um medidor de RPM (MGT 300 BrainBee speed detection device “EVO”), além de uma sonda de tubo, que é inserida no escapamento do veículo, e um sensor de temperatura de óleo do motor. Os equipamentos utilizados são fabricados pela NAPRO Eletrônica Industrial Ltda, apresentam certificado de garantia e certificado de calibração e estão em conformidade com as normas do INMETRO.

3.3.1 Programa computacional de inspeção veicular (PC-Multigás)

O programa PC-Multigás Napro é um software que serve para efetuar os registros das emissões de gases em veículos do ciclo Otto, conforme legislação em vigor desde 2009 e a Instrução Normativa Nº 06/2010 do IBAMA.

Figura 25: Programa computacional de inspeção veicular - PC Multigás.



Fonte: Autoria, 2023.

3.3.2 Analisador de gases compacto (PC-Multigás)

O PC-Multigás é um analisador de gases compacto que utiliza um sistema de leitura infravermelho, trabalhando conectado ao computador e é responsável pela leitura das principais concentrações de gases de emissão de escapamento em veículos automotores como CO, CO_2, HC, O_2, e NO_x, e mais Lambda e AFR (*Air Fuel Ratio* - Relação Ar-Combustível). Variáveis como Fator de diluição, COcorrigido (COc) e HCcorrigido (HCc) são calculados através das informações dos gases principais, de motores do ciclo Otto.

Figura 26: Analisador de gases compacto - PC Multigás.

Fonte: NaPro, 2023.

3.3.3 Tacômetro (medidor de RPM)

O medidor de RPM é um equipamento utilizado para a medição da rotação do motor através do sinal da bateria do veículo. Ele pode ser ligado em baterias de 12 ou 24Vdc.

Figura 27: Tacômetro medidor de RPM NaPro.

Fonte: Autoria, 2023.

3.3.4 Sonda de tubo

A sonda de tubo é utilizada para a captação dos gases de escape, através da sua inserção no escapamento do veículo, a uma profundidade de cerca de 30 centímetros (cm).

Figura 28: Sonda de tubo.

Fonte: Autoria, 2023.

3.4 METODOLOGIA PARA ENSAIOS DE EMISSÕES

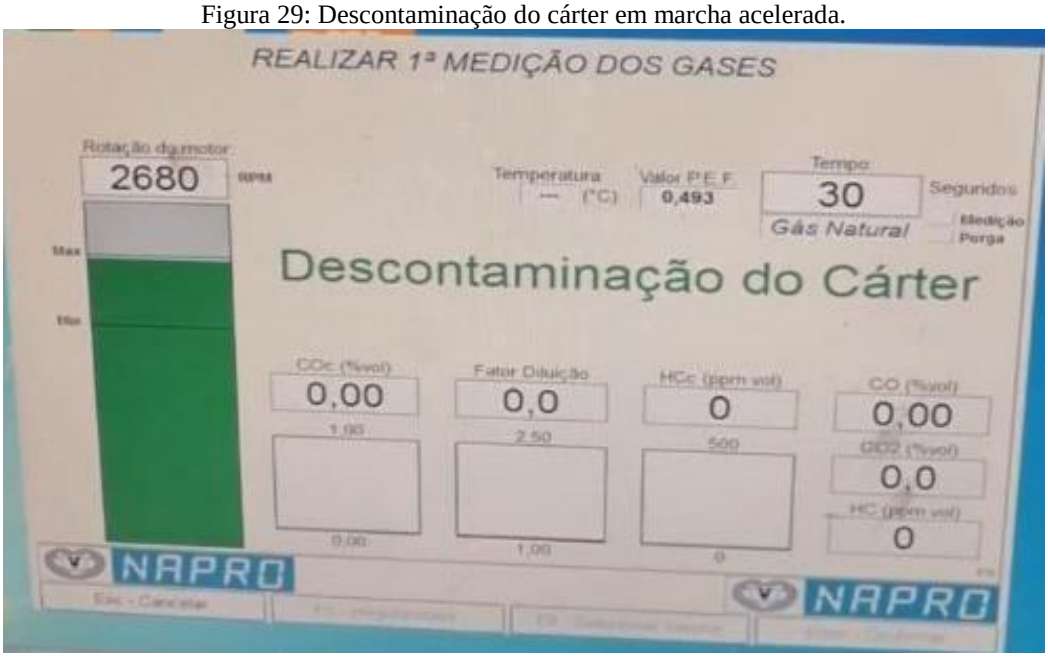
Os procedimentos adotados para a realização do ensaio de emissões de gases atendem a Instrução Normativa Nº 06/2010 do IBAMA, também em comum acordo com o manual de procedimentos da empresa.

a. **Primeira Etapa**: Na primeira etapa ocorre a inspeção sensitiva do veículo, dando-se atenção a possíveis anormalidades, como, funcionamento irregular do motor, temperatura elevada, funcionamento inadequado do sistema de arrefecimento e, posteriormente, o estado geral do escapamento.

b. **Segunda Etapa:** Nesta fase ocorre o cadastramento do veículo com registro de dados como placa, nome do cliente, registro RENAVAM, marca, categoria, quilometragem total, modelo, cor predominante, ano de fabricação, ano do modelo, temperatura do óleo do motor, tipo de motor (tempos), espécie/tipo do veículo, e o(s) tipo(s) de combustível(is).

c. **Terceira Etapa:** Nesta etapa, inicialmente, utiliza-se o medidor de RPM (MGT 300 EVO) nos polos positivo e negativo da bateria do veículo, e a sonda de tubo é mantida fora do escapamento. Posteriormente, o veículo é posto em condição de marcha acelerada (2500 RPM) durante um período de 30 segundos sem carga e sem uso do afogador para que seja feita a descontaminação do Cárter.

Figura 29: Descontaminação do cárter em marcha acelerada.



Fonte: Autoria, 2023.

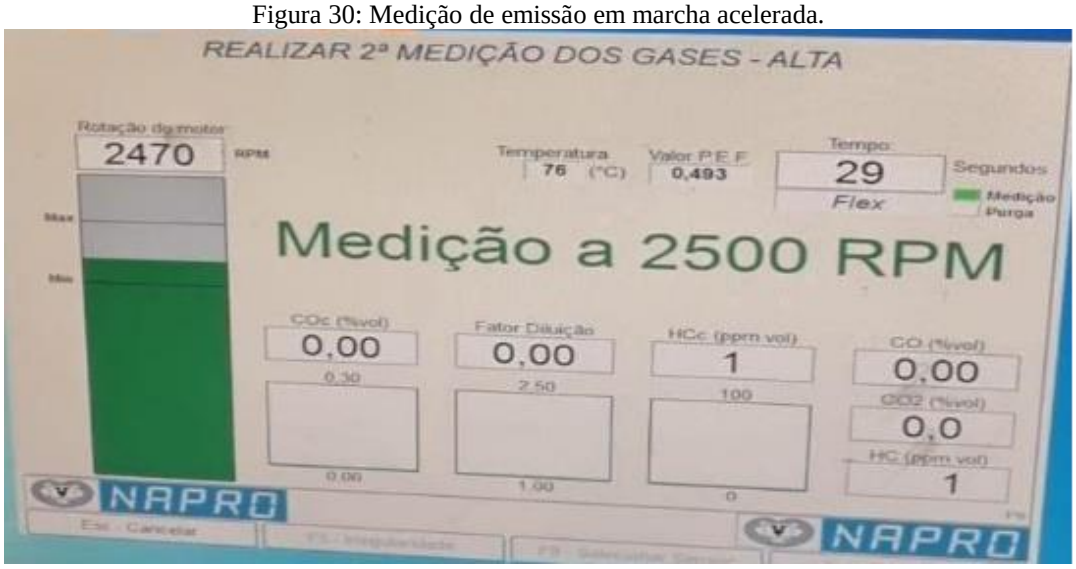
Posteriormente, com o auxílio do medidor de RPM (MGT 300 EVO) do motor conectado aos pólos positivo e negativo da bateria do veículo, e com a sonda no escapamento, faz-se a leitura dos gases no regime de rotação em marcha acelerada (em torno de 2500 RPM) e em marcha lenta (em torno de 800 RPM) no combustível líquido.

A instrução Normativa Nº 06/2010 do IBAMA estabelece que qualquer irregularidade na rotação (rotação em marcha lenta não estabilizada) basta para o veículo ser reprovado.

Após isso, ainda com o auxílio do medidor de RPM conectado aos polos da bateria e com a sonda no escapamento do veículo, faz-se a leitura dos gases com o veículo em marcha acelerada (em torno de 2500 RPM) e em marcha lenta (em torno de 800 RPM) no combustível gasoso (GNV).

Na figura 30 temos a fase de medição em marcha acelerada.

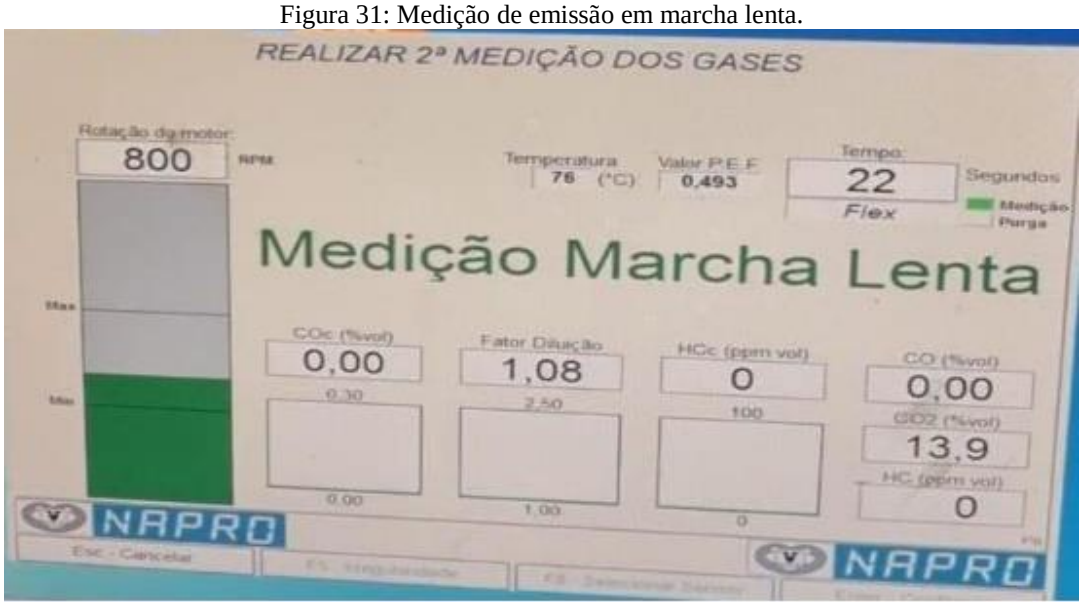
Figura 30: Medição de emissão em marcha acelerada.



Fonte: Autoria, 2023.

Enquanto na figura 31 temos a medição em marcha lenta:

Figura 31: Medição de emissão em marcha lenta.



Fonte: Autoria, 2023.

Conforme já informado, o nível de concentração de CO, HC, CO_2 e Fator de diluição são medidos tanto em marcha lenta quanto em marcha acelerada e, também, em ambos os combustíveis utilizados pelo veículo em questão (líquido e gasoso).

Caso o fator de diluição resultante seja superior a 2,5 a sonda de escapamento tem seu posicionamento verificado e o ensaio é então reiniciado. Uma vez que o valor elevado para o fator de diluição persista, o veículo é reprovado.

O veículo é tido como aprovado quando o mesmo é admitido na etapa de inspeção visual e atende aos limites de emissão de gases nos ensaios de emissão tanto em marcha lenta quanto em marcha acelerada em ambos os combustíveis (líquido e gasoso). Uma vez que ocorra a reprovação na inspeção visual ou na verificação da rotação em marcha lenta, o ensaio é encerrado e o veículo é reprovado.

Se o veículo for aprovado na inspeção visual e na verificação da rotação em marcha lenta, mas se os valores de CO ou HC medidos em marcha acelerada após a descontaminação do cárter, não atenderem aos limites estabelecidos e a emissão de HC é inferior a 2000 ppm, o motor deve ser mantido nesta faixa de rotação por um período total de até 180 segundos com o equipamento realizando sucessivas medições dos níveis de concentração de CO, HC e fator de diluição dos gases de escapamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização de trabalho o estudo foi dividido em três partes. O primeiro deles consiste no levantamento das condições atuais de disponibilidade do gás natural na cidade de Manaus, passando pelos volumes do gás natural comercializado para o segmento veicular nos últimos anos, o levantamento dos postos aptos para comercializarem este combustível e os planos de expansão da rede de distribuição do gás natural na cidade, impactando no aumento dos postos de abastecimento que demandam o GNV.

4.1 DISPONIBILIDADE DO GÁS NATURAL VEICULAR EM MANAUS

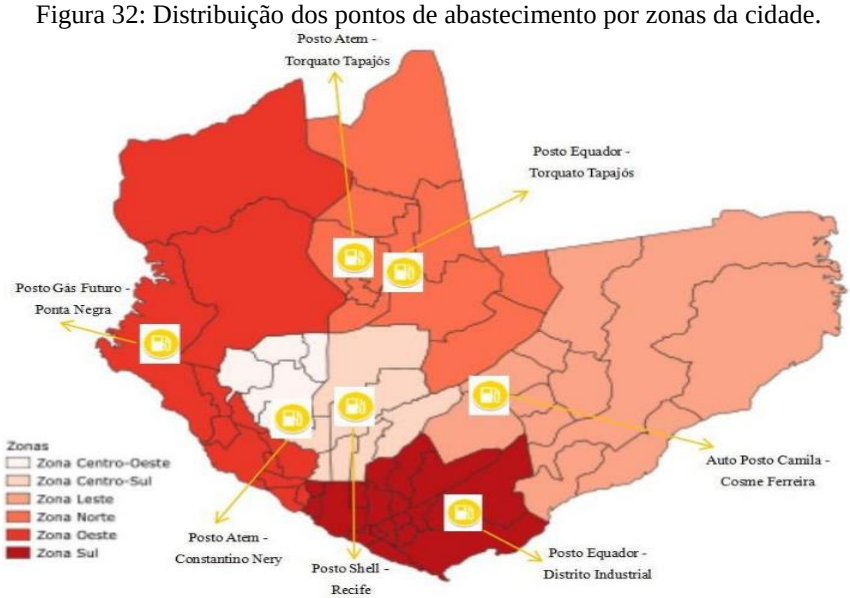
O GasoRadar (2024) indica uma quantidade total de 237 postos de combustível presentes na capital amazonense, porém apenas 7 destes oferecem o GNV, o que representa cerca de 3% do total de postos.

É possível perceber um interesse por parte da concessionária estadual de gás natural em ampliar a sua rede de distribuição para o segmento veicular, haja vista o aumento de dois para sete postos no período de 2021 a 2024.

Segundo a Cigás (2024) O segmento veicular demandou um fornecimento de gás natural de 25,5 mil m³/dia em 2023, tendo representado um aumento de 14,1% frente aos 21,9 mil m³/dia demandados em 2022.

Com o início de operação do Posto Camila em março de 2024, presente na zona leste da cidade, Manaus passou a ter pontos de abastecimento de GNV em todas as suas zonas distritais.

Figura 32: Distribuição dos pontos de abastecimento por zonas da cidade.



Fonte: Autoria, 2024.

É fato que com o aumento da frota de veículos convertidos à GNV na capital amazonense, a tendência é que novos postos ofereçam o gás natural veicular entre seus produtos. De acordo com a concessionária estadual, a previsão de investimento para os próximos 5 anos é de 360 milhões de reais, em mais de 160 km de rede de distribuição, o que estimulará o consumo do GNV no Amazonas.

A rede de distribuição já presente na cidade de Manaus, aliada a novos investimentos em sua ampliação, por parte do governo do estado, e o aumento da disponibilidade do gás natural com a expansão dos pontos de abastecimento do gás natural veicular deve impulsionar o segmento na cidade de Manaus.

Atualmente, existem 5 oficinas credenciadas pelo INMETRO para realizar o serviço de instalação do kit GNV em Manaus (CIGÁS, 2023).

4.2 ECONOMIA AO UTILIZAR O GÁS NATURAL VEICULAR EM MANAUS

A segunda parte deste estudo trata acerca da economia teórica ao optar-se pela utilização do gás natural veicular como combustível. A priori, deve-se levar em consideração as políticas de incentivo ao gás natural no Estado.

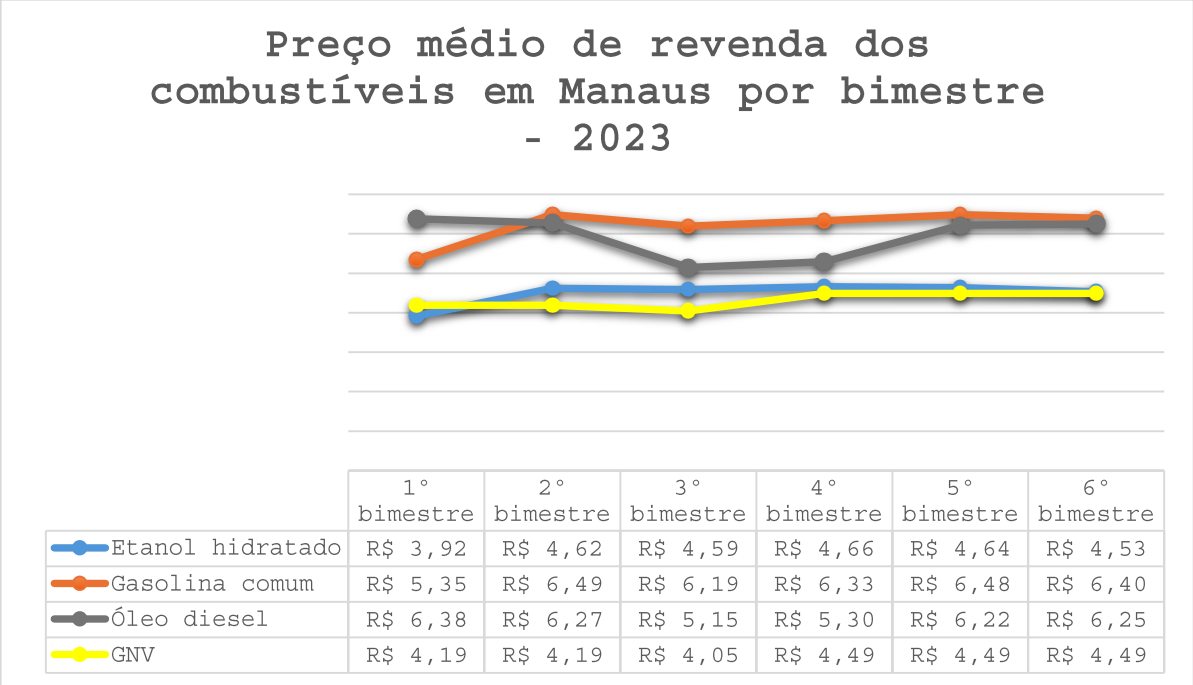
O governo do Amazonas, através de sua concessionária de gás natural, incentiva a conversão dos veículos no estado à utilização do GNV através da campanha “Faça a conta. Use GNV!”, que prevê concessões de R$ 4.000,00 mil reais aos proprietários de veículos que optarem por fazer a conversão em seus veículos.

Para isso, é necessário seguir os critérios previstos no regulamento, que requerem que a conversão do veículo seja feita durante o período de vigência da campanha, podendo utilizar kit original de fábrica ou requalificado conforme critérios do INMETRO, sendo este de 5ª geração ou superior, além da apresentação da documentação do veículo convertido regularizado.

Tal campanha traz o benefício ao consumidor que realiza a conversão, abatendo o valor de investimento inicial na conversão. O preço médio do kit GNV + serviço de instalação e regularização da documentação em Manaus tem média de R$ 6.500,00, valor esse que é rebatido em torno de 62% ao utilizar o valor da concessão da campanha.

O preço dos combustíveis na capital é um fator preponderante na escolha da utilização do GNV em detrimento dos demais combustíveis, haja visto que o mesmo apresenta, geralmente, menores preços de revenda que a gasolina, diesel e etanol. A figura 33 indica os preços médios de revenda dos combustíveis no município, durante o ano de 2023.

Figura 33: Preço médio de revenda dos combustíveis em Manaus – 2023.



	1° bimestre	2° bimestre	3° bimestre	4° bimestre	5° bimestre	6° bimestre
Etanol hidratado	R$ 3,92	R$ 4,62	R$ 4,59	R$ 4,66	R$ 4,64	R$ 4,53
Gasolina comum	R$ 5,35	R$ 6,49	R$ 6,19	R$ 6,33	R$ 6,48	R$ 6,40
Óleo diesel	R$ 6,38	R$ 6,27	R$ 5,15	R$ 5,30	R$ 6,22	R$ 6,25
GNV	R$ 4,19	R$ 4,19	R$ 4,05	R$ 4,49	R$ 4,49	R$ 4,49

Fonte: Autoria, 2024.

Os preços de oferta do GNV no município de Manaus são consideravelmente menores que a gasolina comum e o óleo diesel, e compete com mês a mês com o preço do etanol hidratado. A média anual de preço de revenda da gasolina comum, em 2023, foi de R$ 6,20 por litro, para o óleo diesel teve-se uma média de R$ 5,93 por litro, enquanto o etanol hidratado ficou com uma média de R$ 4,49 por litro.

O GNV, por sua vez, teve a menor média de preço de revenda no município, durante o ano de 2023, ficando em R$ 4,32 por m³. O preço do gás natural veicular, nos últimos anos, foi o que menos sofreu variações, dentre os demais combustíveis. A tabela 7 traz o histórico de preço mês a mês de 2022 a 2024.

Tabela 7: Série histórica de preços do GNV, de 2022 a 2024, em Manaus.

MÊS/ANO	PRODUTO	MUNICÍPIO	UNIDADE DE MEDIDA	PREÇO MÉDIO REVENDA (R$)	PREÇO MÍNIMO REVENDA (R$)	PREÇO MÁXIMO REVENDA (R$)
Jan/22	GNV	Manaus	R$/m³	4,310	4,190	4,390
Fev/22				4,390	4,390	4,390
Mar/22				4,390	4,390	4,390
Abr/22				4,390	4,390	4,390
Mai/22				4,390	4,390	4,390
Jun/22				4,390	4,390	4,390
Jul/22				4,230	3,990	4,390
Ago/22				3,990	3,990	3,990
Set/22				3,990	3,990	3,990
Out/22				3,990	3,990	3,990
Nov/22				4,140	3,990	4,190
Dez/22				4,190	4,190	4,190
Jan/23				4,190	4,190	4,190
Fev/23				4,190	4,190	4,190

Mar/23				4,190	4,190	4,190
Abr/23				4,190	4,190	4,190
Mai/23				4,150	3,590	4,590
Jun/23				3,940	3,590	4,590
Jul/23				4,490	4,490	4,490
Ago/23				4,490	4,490	4,490
Set/23				4,490	4,490	4,490
Out/23				4,490	4,490	4,490
Nov/23				4,490	4,490	4,490
Dez/23				4,490	4,490	4,490
Jan/24				4,590	4,490	4,990
Fev/24				4,130	3,990	4,490

Fonte: ANP, 2024. Adaptado pelo autor, 2024.

O preço médio do GNV entre o período avaliado, de acordo com o período compreendido na tabela 7, foi de R$ 4,28. Este será o preço considerado para fins de cálculos de economia, adiante.

Para a etanol hidratado, os preços entre 2022 e 2024 são apresentados na tabela 8.

Tabela 8: Série histórica de preços do Etanol hidratado, de 2022 a 2024, em Manaus.

MÊS/ANO	PRODUTO	MUNICÍPIO	UNIDADE DE MEDIDA	PREÇO MÉDIO REVENDA (R$)	PREÇO MÍNIMO REVENDA (R$)	PREÇO MÁXIMO REVENDA (R$)
Jan/22	Etanol hidratado	Manaus	R$/l	5,334	5,169	5,889
Fev/22				5,303	5,100	5,889
Mar/22				5,381	4,990	6,560
Abr/22				5,521	5,290	5,999
Mai/22				5,520	5,310	6,000
Jun/22				5,490	5,290	5,990
Jul/22				5,140	4,770	5,690
Ago/22				4,710	4,390	5,290
Set/22				4,230	3,950	4,990
Out/22				3,930	3,730	4,250
Nov/22				3,740	3,570	3,990
Dez/22				3,820	3,590	3,990
Jan/23				3,900	3,750	3,990
Fev/23				3,930	3,750	4,190
Mar/23				4,470	4,250	4,590
Abr/23				4,770	4,250	4,990
Mai/23				4,660	4,490	4,990
Jun/23				4,520	4,390	4,990
Jul/23				4,690	4,490	4,890
Ago/23				4,630	4,450	4,990
Set/23				4,670	4,490	4,790
Out/23				4,600	4,470	4,790
Nov/23				4,590	4,470	4,790
Dez/23				4,470	4,150	4,790
Jan/24				4,160	3,790	4,790
Fev/24				4,140	3,870	4,590

Fonte: ANP, 2024. Adaptado pelo autor, 2024.

Durante o período compreendido na tabela 8, a média de preço do etanol hidratado comercializado na cidade de Manaus foi de R$ 4,68, valor este que será considerado para fins de cálculo, adiante. O óleo diesel teve variação de preço médio de revenda, de 2022 a 2024, conforme indicado pela tabela 9.

Tabela 9: Série histórica de preços do óleo diesel, de 2022 a 2024, em Manaus.

MÊS/ANO	PRODUTO	MUNICÍPIO	UNIDADE DE MEDIDA	PREÇO MÉDIO REVENDA (R$)	PREÇO MÍNIMO REVENDA (R$)	PREÇO MÁXIMO REVENDA (R$)
Jan/22	Óleo Diesel	Manaus	R$/l	5,488	5,210	5,899
Fev/22				5,573	5,490	5,899
Mar/22				6,262	5,490	6,999
Abr/22				6,473	6,290	6,999
Mai/22				6,700	6,290	7,290
Jun/22				7,170	6,590	7,990
Jul/22				7,450	7,280	7,990
Ago/22				7,230	6,950	7,990
Set/22				6,880	6,480	7,590
Out/22				6,620	6,480	6,950
Nov/22				6,640	6,490	6,990
Dez/22				6,600	6,490	6,950
Jan/23				6,580	6,250	6,890
Fev/23				6,170	5,650	6,990
Mar/23				6,340	5,890	6,590
Abr/23				6,200	5,950	6,490
Mai/23				5,360	4,890	6,490
Jun/23				4,940	4,790	6,160
Jul/23				5,060	4,790	6,160
Ago/23				5,530	4,990	5,790
Set/23				6,150	5,740	6,590
Out/23				6,280	5,990	6,590
Nov/23				6,290	6,280	6,390
Dez/23				6,210	5,980	6,390
Jan/24				6,110	5,980	6,490
Fev/24				6,150	5,980	6,390

Fonte: ANP, 2024. Adaptado pelo autor, 2024.

O preço médio de revenda do óleo diesel no período avaliado, foi de R$ 6,24. Já a gasolina sofreu variações em seu preço, conforme indicado na tabela 10.

Tabela 10: Série histórica de preços da gasolina comum, de 2022 a 2024, em Manaus.

MÊS/ANO	PRODUTO	MUNICÍPIO	UNIDADE DE MEDIDA	PREÇO MÉDIO REVENDA (R$)	PREÇO MÍNIMO REVENDA (R$)	PREÇO MÁXIMO REVENDA (R$)
Jan/22	Gasolina Comum	Manaus	R$/l	6,585	6,450	6,799
Fev/22				6,584	6,490	6,599
Mar/22				7,107	6,560	7,590
Abr/22				7,289	6,270	7,299
Mai/22				7,280	6,950	7,300
Jun/22				7,270	6,590	7,590
Jul/22				6,290	5,770	6,990
Ago/22				5,570	5,430	5,790
Set/22				5,210	5,130	5,390
Out/22				5,140	5,100	5,190
Nov/22				4,930	4,570	5,150
Dez/22				4,760	4,390	5,290
Jan/23				5,090	4,950	5,590
Fev/23				5,600	5,570	5,890
Mar/23				6,500	6,270	6,590
Abr/23				6,470	6,270	6,590
Mai/23				6,400	5,970	6,590
Jun/23				5,980	5,970	5,990
Jul/23				6,280	5,990	6,290

Ago/23				6,380	6,200	6,590
Set/23				6,580	6,450	6,670
Out/23				6,380	5,970	6,590
Nov/23				6,480	6,470	6,490
Dez/23				6,310	5,700	6,490
Jan/24				5,630	5,190	6,490
Fev/24				5,870	5,290	6,490

Fonte: ANP, 2024. Adaptado pelo autor, 2024.

O preço médio de revenda da gasolina comum, durante o período avaliado, foi de R$ 6,15. Este será o valor adotado para fins de cálculo de economia, realizados mais à frente.

Para os cálculos de economia teórica, foi utilizado o simulador de economia disponibilizado pela Companhia de Gás do Amazonas. Para esta simulação, conforme figura 34, foi considerado um veículo cuja autonomia é de 10 km/l na cidade e, considerando o fator de 0,7 para o rendimento do etanol em relação à gasolina, o mesmo veículo tenha autonomia de 7 km/l ao utilizar o álcool. Nesta primeira simulação foi considerado que a média de quilômetros rodados por dia do veículo é de 100 km/dia. O valor médio do kit de conversão, conforme já abordado, varia em torno de R$ 6.500,00, sendo este o valor considerado para fins de simulação.

Figura 34: Página de inserção de valores do simulador de economia de GNV da GIGÁS.

Fonte: CIGÁS, 2024.

A amortização do investimento inicial de conversão, ao utilizar o GNV ao invés da gasolina ou etanol é apresentado na figura 35.

Figura 35: Economia mensal teórica do GNV em relação a gasolina e etanol e amortização de investimento inicial.

Fonte: CIGÁS, 2024.

Figura 36: Simulador de economia GNV x Gasolina - GASMIG.

Fonte: GASMIG, 2024.

Figura 37: Simulador de economia GNV x Etanol - GASMIG.

Fonte: GASMIG, 2024.

É importante destacar que o cálculo não leva em consideração outras despesas como vistoria anual, seguro e manutenção do veículo. Porém, quanto maior for a quilometragem mensal percorrida com o veículo, maior será a economia ao utilizar o GNV em relação aos demais combustíveis.

4.3 EMISSÃO DE GASES POLUENTES POR VEÍCULOS LEVES

A terceira e última etapa deste estudo, visa realizar o levantamento dos valores de emissão de gases de escape lidos durante as inspeções veiculares, em uma amostra de veículos que sofreram modificação de suas características pela instalação do kit GNV, na cidade de Manaus, com distribuição por marca conforme apresentado na figura 38.

Figura 38: Distribuição de veículos testados por marca.

Fonte: Autoria, 2024.

Os veículos de fabricação da Fiat, Chevrolet e Volkswagen representam, juntos, cerca de 78% de toda a amostra de veículos testados. Quanto aos veículos testados por tipo de carroceria, têm se a representação na figura 39.

Figura 39: Distribuição de veículos testados por tipo.

Fonte: Autoria, 2024.

Os testes de emissão têm por finalidade medir os níveis de COcorrigido, definido pelo CONAMA como sendo o valor medido de monóxido de carbono e corrigido quanto à diluição dos gases amostrados; além dos níveis de emissão de HCcorrigido, que é o valor medido de HC e corrigido quanto à diluição dos gases amostrados; e a medição do Fator de diluição dos gases de escapamento, que é a razão volumétrica de diluição da amostra de gases de escapamento devida à entrada de ar no sistema.

Os valores limites de emissão nos testes, são parametrizados de acordo com a Resolução Nº 418 de 25 de novembro de 2009 do CONAMA, e definidos, para fins de cálculo, como sendo:

$$COcorrigido = 15/(CO+CO_2)medido * COmedido$$

$$HCcorrigido = 15/(CO+CO_2)medido * HCmedido$$

$$Fdiluição = 15/(CO+ CO_2)medidos$$

Para os valores de COcorrigido, os limites, de acordo com o ano de fabricação do veículo, estão dispostos na tabela 11.

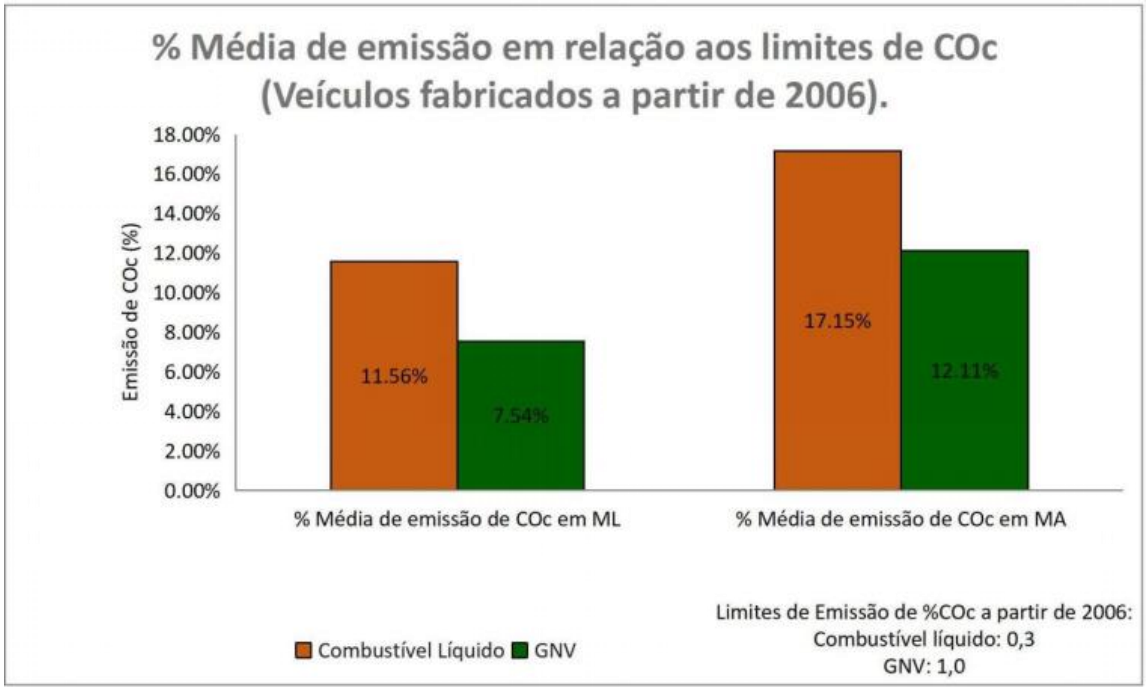
Tabela 11: Limites máximos de emissão de COcorrigido, em marcha lenta e a 2500rpm para veículos automotores com motor do ciclo Otto.

Ano de fabricação	**Limites de COcorrigido (%)**			
	Gasolina	Álcool	Flex	Gás Natural
Todos até 1979;	6,0	6,0	-	6,0
1980 – 1988	5,0	5,0	-	5,0
1989	4,0	4,0	-	4,0
1990 e 1991	3,5	3,5	-	3,0
1992 – 1996	3,0	3,0	-	3,0
1997 – 2002	1,0	1,0	-	1,0
2003 – 2005	0,5	0,5	0,5	1,0
2006 em diante	0,3	0,5	0,3	1,0

Fonte: CONAMA, 2009

Observa-se que para veículos fabricados a partir de 2006, os limites de COcorrigido são de 0,3% para gasolina e flex, 0,5% para o etanol e 1% para o GNV. Os valores de COcorrigido para a amostra estudada, tanto em marcha lenta quanto em marcha acelerada, para os 162 veículos analisados, são apresentados na figura 40.

Figura 40: Média percentual de emissão de COcorrigido para os 162 veículos testados, em relação aos seus respectivos limites.



Fonte: Autoria, 2024.

É possível observar que a emissão média de COcorrigido em marcha lenta (ML) foi cerca de 4% menor no GNV em relação ao combustível líquido, considerando os seus

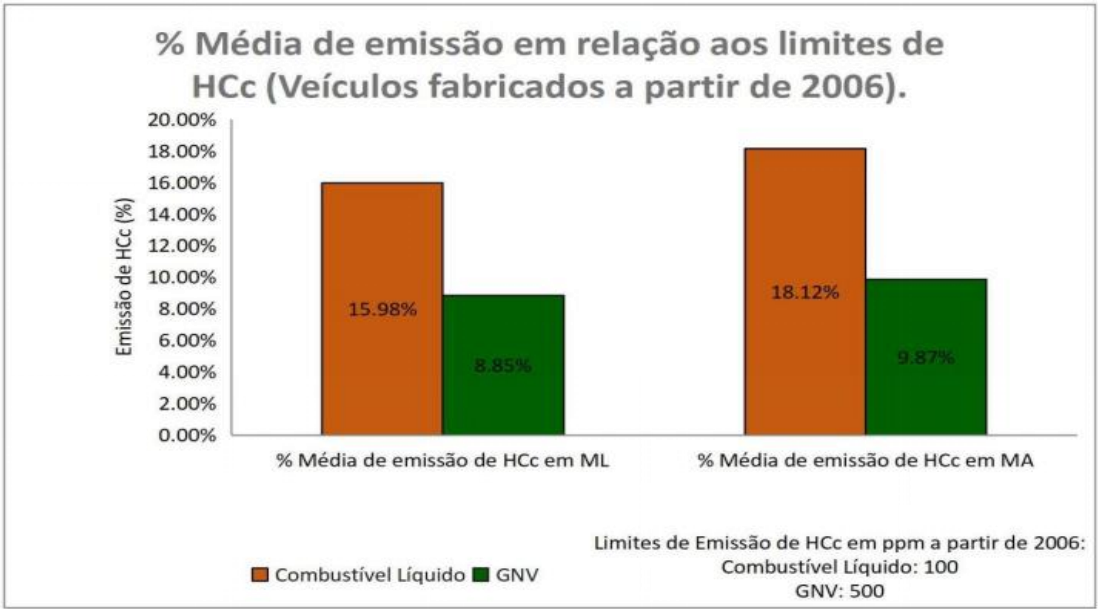
respectivos limites de emissão. Já em marcha acelerada (MA) a diferença percentual favorável ao GNV foi de 5%. Isso demonstra que no GNV, os veículos testados apresentaram menor índice de COcorrigido, em relação ao seu limite do que no combustível líquido, tanto em ML quanto em MA. Para os valores de HCcorrigido, os limites, de acordo com o ano de fabricação do veículo, estão dispostos na tabela 12.

Tabela 12: Limites máximos de emissão de HCcorrigido, em marcha lenta e a 2500rpm para veículos automotores com motor do ciclo Otto.

Ano de fabricação	**Limites de HCcorrigido (ppm de hexano)**			
	Gasolina	Álcool	Flex	Gás Natural
Até 1979	700	1100	-	700
1980 – 1988	700	1100	-	700
1989	700	1100	-	700
1990 e 1991	700	1100	-	700
1992 - 1996	700	700	-	700
1997 – 2002	700	700	-	700
2003 – 2005	200	250	200	500
2006 em diante	100	250	100	500

Fonte: CONAMA, 2009

Figura 41: Média percentual de emissão de HCcorrigido para os 162 veículos testados, em relação aos seus respectivos limites.



Fonte: Autoria, 2024.

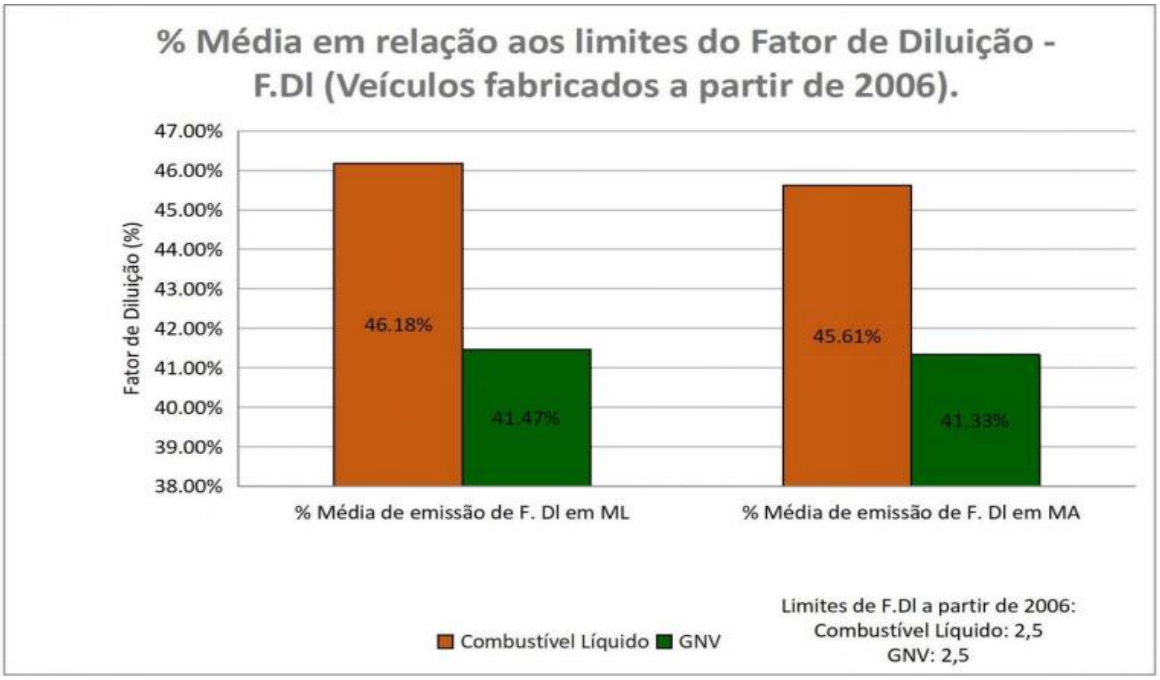
É possível observar, na figura 41, que a emissão média de COcorrigido em marcha lenta (ML) foi cerca de 7,1% menor no GNV em relação ao combustível líquido, considerando os seus respectivos limites de emissão. Já em marcha acelerada (MA) a diferença percentual favorável ao GNV foi de 8,2%. Isso demonstra que no GNV, os veículos testados apresentaram

menor índice de HCcorrigido, em relação ao seu limite do que no combustível líquido, tanto em ML quanto em MA.

Conforme disposto no item 1.3 do anexo 1 da Resolução Nº 418/2009, o CONAMA delimita o limite do fator de diluição como devendo ser menor ou igual a 2,5, tanto no combustível líquido quanto no GNV.

Os valores de Fator de Diluição para a amostra estudada, tanto em marcha lenta quanto em marcha acelerada, para os 162 veículos analisados, são apresentados na figura 42.

Figura 42: Média percentual do fator de diluição para os 162 veículos testados, em relação aos seus respectivos limites.



Fonte: Autoria, 2024.

Na figura 42 é possível observar que a média do Fator de Diluição em marcha lenta (ML) foi cerca de 4,7% menor no GNV em relação ao combustível líquido, considerando os seus respectivos limites. Já em marcha acelerada (MA) a diferença percentual favorável ao GNV foi de 4,2%. Isso demonstra que no GNV, os veículos testados apresentaram menor índice de Fator de Diluição, em relação ao seu limite do que no combustível líquido, tanto em ML quanto em MA.

Os 162 veículos testados foram aprovados na fase de teste de emissão de poluentes. Os valores medidos para cada veículo, em ambos os combustíveis e nos diferentes regimes de operação do motor, são apresentados no Apêndice, contendo as informações da marca, modelo, ano de fabricação e o tipo de veículo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo proporcionou uma compreensão abrangente da atual situação da utilização do gás natural como combustível veicular no município de Manaus, destacando especialmente sua significativa presença na matriz energética do Estado do Amazonas. A análise revelou que as reservas provadas e prováveis de gás natural na região do Amazonas, juntamente com a alta na exploração e produção do gás natural em Urucu, e a contínua expansão do gasoduto de distribuição em Manaus, contribuem para tornar este combustível amplamente disponível no mercado local. Apesar disso, observou-se a necessidade de aumentar o número de postos de abastecimento e promover a divulgação sobre a conversão de veículos para GNV por parte do governo do Estado, considerando a ainda reduzida frota de veículos leves movidos a gás natural, representando cerca de 0,35% de todos os veículos leves do Estado.

O estudo também investigou as flutuações de preços dos combustíveis nos últimos dois anos, revelando que o GNV apresentou maior estabilidade em relação aos demais combustíveis, com um preço médio mais consistente na capital amazonense. Além disso, por meio de simulações econômicas sobre o uso do GNV, constatou-se uma significativa economia de custos, com uma redução de 43,9% em comparação com o etanol e 39% em relação à gasolina. Embora a conversão veicular para gás natural exija um investimento inicial no kit de conversão, a amortização desses custos é considerável para os condutores que percorrem longas distâncias diariamente ou mensalmente, possibilitando a recuperação do investimento em menos de um ano.

Quanto aos índices de emissão de poluentes, a análise realizada indicou que o uso do GNV resulta em menores índices de poluentes em comparação com os limites estabelecidos pela Resolução Nº 418/2009 do CONAMA, tanto para o COcorrigido e HCcorrigido, quanto para o Fator de diluição, tanto em condições de marcha lenta quanto em regime de aceleração. Apesar das vantagens evidenciadas durante o estudo sobre a utilização do gás natural veicular, é essencial ressaltar também as desvantagens associadas, que incluem a necessidade de modificação das características originais do veículo para aqueles que não possuem sistema de fábrica para utilização do GNV; o investimento inicial no kit e serviço de conversão e legalização das documentações do veículo; os potenciais desgastes de peças do motor devido à falta de lubrificação do combustível gasoso; e a perda de espaço no porta-malas do veículo devido à instalação do cilindro de armazenamento de GNV.

Com base nos dados levantados e obtidos e nas análises realizadas neste trabalho, é possível concluir que a utilização do gás natural veicular no município de Manaus possui

viabilidade quanto à disponibilidade, haja vista a expansão da rede de distribuição de gás natural no estado e no município, assim como crescimento no número de postos de abastecimento que ofertam o combustível, os quais estão presentes em todas as zonas da cidade.

Que existe a viabilidade técnica, haja vista a quantidade de oficinas credenciadas pelo INMETRO (5) para realizar o serviço de conversão de veículos para a utilização do GNV. Assim como a viabilidade econômica, por conta dos preços de revenda do GNV praticados na capital amazonense e do seu rendimento superior, tanto em relação à gasolina quanto ao etanol.

É possível assegurar que há também a viabilidade ambiental, por conta dos índices de emissão no GNV serem menores em relação ao seu limite estabelecido por legislação, quando comparados aos demais combustíveis analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Evolução da Indústria Brasileira de Gás Natural: Aspectos Técnico-Econômicos e Jurídicos.** Rio de Janeiro: ANP, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis.** Rio de Janeiro: ANP, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Processamento de Gás Natural.** Rio de Janeiro: ANP, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Boletim de Recursos e Reservas de Petróleo e Gás Natural.** Rio de Janeiro: ANP, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural.** Rio de Janeiro: ANP, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Série histórica do levantamento de preços.** Rio de Janeiro: ANP, 2024.

ALMEIDA, Edmar Fagundes de. FERRARO, Marcelo Colomer. **Indústria do Gás Natural: Fundamentos Técnicos e Econômicos.** Rio de Janeiro: Synergia, 2013.

Amazônia Real. **Os 25 Anos da Usina Hidrelétrica de Balbina (Parte I).** Disponível em: https://amazoniareal.com.br/os-25-anos-da-usina-hidreletrica-de-balbina-parte-i/#:~:text=O%20parque%20gerador%20de%20Manaus,flutuante%20Electron%20(120%20MW). Acesso em: 21 de jul. 2024.

Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Gás Canalizado – ABEGÁS. **Cresce adoção do GNV no país, mas potencial ainda é pouco aproveitado.** Disponível em: <https://www.abegas.org.br/arquivos/86302> Acesso em: 09 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11439: Cilindros para gases – Cilindros de alta pressão para o armazenamento de gás natural como combustível a bordo de veículos automotores.** Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9809-1: Cilindros para gases – Cilindros de aço sem costura, recarregáveis, para gases – Projeto, construção e ensaios.** Rio de Janeiro, 2014.

BARBOSA, Cleiton Rubens Formiga. **Desempenho de um Motor Ciclo Otto com Injeção Direta de Gás Natural.** 1997. Orientador: Prof. Dr. Samuel Washington Celere. Dissertação (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna.** 1. São Paulo, Blucher, 2012.

BRUNETTI, Franco. **Motores de Combustão Interna.** 2. São Paulo, Blucher, 2012.

CARDOSO, Gabriel Lobato. **Gás Natural: Um Recurso Estratégico para a Amazônia.** Disponível em: <https://ensaioenergetico.com.br/gas-natural-um-recurso-estrategico-para-a-amazonia/> Acesso em: 16 out. 2023.

Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada – CEPA-USP. **Gás Natural.** Disponível em: < http://cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo1A/gasnatural.html > Acesso em: 23 mai. 2023.

Companhia de Gás do Amazonas – CIGÁS. **Gás natural no Amazonas é o mais competitivo nos segmentos industrial e comercial.** Disponível em: <https://www.cigas-am.com.br/post/g%C3%A1s-natural-no-amazonas-%C3%A9-o-mais-competitivo-do-pa%C3%ADs-nos-segmentos-industrial-e-comercial> Acesso em: 09 mar. 2024

Departamento Estadual de Trânsito do Amazonas - DETRAN-AM. **Veículos com GNV podem ser multados e removidos se não forem legalizados no Detran-AM**. Disponível em: <https://www.detran.am.gov.br/veiculos-com-gnv-podem-ser-multados-e-removidos-se-nao-forem-legalizados-no-detran-

am/#:~:text=A%20Companhia%20de%20G%C3%A1s%20do,ser%20convertido%20para%20o%20GNV.> Acesso em: 09 mar. 2024.

European Natural-Gas Vehicle Association. **Typical Questions and Answers.** Disponível em: <https://www.engva.org> Acesso em: 23 mai. 2023.

FERRÉ, José de Araújo. **Estudo de Caso de Veículos Comerciais Movidos a Diesel e a Gás Natural Veicular.** 2019. Orientador: Cleber William Gomes. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Eletrônica Automotiva) – Faculdade de Tecnologia de Santo André, Santo André, 2019.

FILHO, José Expedito Brandão. **Previsão de Demanda por Gás Natural Veicular. Uma Modelagem Baseada em Dados de Preferência Declarada e Revelada.** 2005. Orientador: Prof. Ph.D. João Bosco Furtado Arruda. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

GRAVINA, Fernanda Rocha. **O projeto Manati e o impacto na matriz energética baiana: uma análise da expansão da oferta de gás natural a partir de 2007.** 2008. Orientador: Prof. Dr. João Damásio de Oliveira Filho. Dissertação (Trabalho de Conclusão em Ciências Econômicos) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Frota de Veículos 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manaus/pesquisa/22/28120?ano=2021> Acesso em: 09 mar. 2024.

International Energy Agency – IEA. **Global gas production growth to be slightly negative in 2022.** Oil & Gas Journaul, 2022.

Instrução Normativa nº6, de 08 de junho de 2010. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renovavéis. Brasília, 2010.

International Organization for Standardization. (2012). September 01. – **Gas cylinders – Refillable seamless aluminium alloy gas cylinders – Design, construction and testing** (ISO Standard No. 7866:2012)

JUNIOR, Acram Isper; Picanço, José Selvio. **Gás natural no Amazonas: Energia mais limpa e desenvolvimento regional.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.6, n. 3, p.15664-15672, mar. 2020.

JÚNIOR, Roger Luiz Wagner. **Avaliação das emissões e do desempenho do motor de um veículo utilizando biometano, gás natural veicular, etanol e gasolina como combustível veicular.** 2014. Orientador: Prof. Dr, Odorico Konrad. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) – Centro Universitário Univate, Lajeado, 2014.

MORAIS, Rafaela Cancella. **A experiência do gás natural veicular no Brasil: análise dos efeitos de políticas de incentivos.** 2013. Orientador: Prof. Edmar Luiz Fagundes de Almeida. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Economicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MORO, Norberto. **Inspeção veicular: Análise de emissão de gases e poluentes em veículos leves movidos a gás natural na Grande Florianópolis.** 2013. Orientadora: Prof.ª Dra. Lenise Grando Goldner. Dissertação (Mestrado em Infraestrutura e Gerência Viária) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

OLIVETO, Italo Domenico. **Contribuições do processo de harmonização da regulamentação de gás natural veicular no Mercosul.** 2009. Orientador: Prof. D. Sc. Ruben H. Gutierrez. Dissertação (Mestrado em Sistema de Gestão pela Qualidade Total) - Universidade Fluminense, Niterói, 2009.

PAVANI, Rodrigo Henrique. **Análise das Vantagens e Desvantagens no Uso do Gás Natural em Veículos de Passeio.** 2012. Orientador: Prof. Mauro Andreassa. Dissertação (Pós-graduado em Engenharia Automotiva) – Centro Universitário do Instituto Mauá, São Caetano do Sul, 2012.

PELLIZA, Giovani. **Análise de veículos convertidos para o uso do combustível gás natural.** 2003. Orientador: Prof. Dr. Pedro Barbosa Mello. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

Portaria Inmetro nº103, de 20 de maio de 2002. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade Industrial – Ministério da Indústria e do Comércio, 2002. Brasília, 2002.

POZZAGNOLO, Marcelo. **Análise das emissões de gases em veículos automotores do ciclo Otto.** 2013. Orientador: Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Ramos de Santana. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental) – Centro Universitário Univates, Lajeado, 2013.

Resolução nº292, de 29 de agosto de 2008. CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito, 2008. Brasília, 2008.

Resolução nº418, de 25 de novembro de 2009. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2009. Brasília, 2009.

SANTOS, Edmilson Moutinho Dos; ZAMALLOA, Guido Carrea; VILLANUEVA, Luz Dondero. FAGÁ, Murilo Tadeu Werneck. **Gás natural: estratégias para uma energia nova no Brasil.** 1. ed. São Paulo: Annablume, 2002.

SANTOS, Flávia Beatriz; LIMEIRA, Vanessa. **Malhas de dutos de transporte de gás natural de Urucu-Coari e de João Pessoa.** Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas. Alagoas, v. 5, n. 2, p. 97-97, mai. 2019.

TEIXEIRA, Flávia Marisa Torres. **O potencial do gás natural veicular no mercado gaúcho.** 2003. Orientador: Prof. Ph. D. Luis Antonio Lindau. Dissertação (Mestrado em Engenharia em transporte e logística) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VALIENTE, Daniel. **Análise de Viabilidade Técnica, Econômica, Ambiental e Mercadológica da Instalação Original de Fábrica de Sistema de Conversão para Uso de Gás Natural em Veículos Leves Movidos a Gasolina e/ou Álcool.** 2006. Orientador: Prof. Dr. Guenther Carlos Krieger Filho. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automotiva) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

APÊNDICE

Tabela 13: Planilha geral de amostragem de veículos testados.

2006 - Atual					COMBUSTÍVEL LÍQUIDO								GNV							
					MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA				MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA			
Nº	Marca	Modelo	Tipo	Ano Fab	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc
1	CHEV	CLASSIC SPIRIT	Passageiro	2007	970	0,030	1,010	9,000	2380	0,150	1,020	11,000	940	0,010	1,380	160,000	2410	0,030	1,290	102,000
2	CHEV	S10 ADVANTAGE D	Caminhonete	2007	800	0,010	1,260	16,000	2580	0,020	1,250	11,000	800	0,000	1,280	67,000	2440	0,020	1,130	82,000
3	FIAT	SIENA FIRE FLEX	Passageiro	2008	730	0,090	1,070	14,000	2470	0,010	1,030	11,000	750	0,090	0,820	15,000	2390	0,100	0,830	20,000
4	VW	FOX 1.6 ROUTE	Passageiro	2008	750	0,220	1,370	26,000	2580	0,170	1,150	20,000	800	0,190	1,100	42,000	2490	0,200	0,930	20,000
5	FORD	RANGER	Caminhonete	2009	830	0,020	1,720	36,000	2470	0,000	1,420	74,000	830	0,000	1,380	32,000	2390	0,000	1,140	62,000
6	FIAT	SIENA	Passageiro	2009	840	0,000	1,030	0,000	2440	0,000	1,030	0,000	840	0,000	0,730	1,000	2380	0,000	0,830	2,000
7	MITSUBISH	MMC PAJERO HPE 3.8 G	Utilitário	2009	860	0,010	1,010	1,000	2500	0,000	1,010	2,000	860	0,000	0,800	2,000	2590	0,000	0,810	3,000
8	FIAT	STRADA ADVENT FLEX	Caminhonete	2009	730	0,010	1,010	1,000	2600	0,000	1,010	5,000	730	0,030	0,810	1,000	2450	0,000	0,820	0,000
9	CHEV	S10 EXECUTIVE D	Caminhonete	2009	790	0,000	1,030	0,000	2400	0,000	1,090	0,000	1020	0,490	0,910	39,000	2560	0,550	0,950	35,000
10	FIAT	SIENA 1.4 TETRAFUEL	Passageiro	2009	910	0,020	1,020	0,000	2430	0,140	1,030	1,000	910	0,010	0,830	1,000	2500	0,070	0,830	2,000
11	FORD	ECOSPORT FSL1.6FLEX	Camioneta	2010	750	0,000	1,050	1,000	2450	0,000	1,050	1,000	750	0,000	0,840	2,000	2590	0,000	0,840	1,000
12	FORD	FIESTA SEDAN FLEX	Passageiro	2010	860	0,110	1,070	25,000	2570	0,110	1,070	31,000	850	0,100	0,860	28,000	2420	0,570	0,930	82,000
13	FIAT	SIENA 1.4 TETRAFUEL	Passageiro	2010	890	0,090	1,020	10,000	2380	0,130	1,020	16,000	870	0,640	1,120	346,000	2680	0,710	1,150	455,000
14	FORD	RANGER	Caminhonete	2010	860	0,000	1,010	2,000	2320	0,000	1,010	1,000	860	0,000	0,810	1,000	2610	0,000	0,810	2,000
15	VW	VOYAGE 1.0	Passageiro	2010	930	0,000	1,020	16,000	2700	0,010	1,020	18,000	930	0,000	0,820	16,000	2680	0,000	0,820	18,000
16	CHEV	S10 RODEIO D	Caminhonete	2010	840	0,010	1,030	10,000	2330	0,000	1,030	6,000	830	0,880	0,810	40,000	2390	0,000	0,840	1,000
17	FIAT	STRADA FIRE FLEX	Caminhonete	2011	800	0,140	1,120	15,000	2320	0,090	1,040	11,000	890	0,990	0,900	164,000	2510	0,990	0,940	136,000
18	FIAT	SIENA 1.4 TETRAFUEL	Passageiro	2011	920	0,070	1,370	99,000	2410	0,200	1,370	92,000	920	0,050	1,090	98,000	2600	0,550	1,090	81,000
19	FIAT	SIENA 1.4 TETRAFUEL	Passageiro	2011	740	0,000	1,060	0,000	2580	0,010	1,050	8,000	870	0,860	0,870	269,000	2460	0,850	0,880	269,000
					COMBUSTÍVEL LÍQUIDO								GNV							

2006 - Atual				MARCHA LENTA					MARCHA ACELERADA				MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA			
Nº	Marca	Modelo	Tipo	Ano Fab	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc
20	HYUNDAI	TUCSON GLSB	Camioneta	2011	860	0,000	1,000	2,000	2450	0,000	1,000	1,000	840	0,000	0,800	0,000	2330	0,000	0,800	0,000
21	CHEV	S10 EXECUTIVE D	Caminhonete	2011	790	0,000	1,080	6,000	2370	0,000	1,070	6,000	800	0,000	0,870	7,000	2350	0,000	0,860	8,000
22	TOYOTA	RAV4 4X2	Camioneta	2011	860	0,010	1,050	2,000	2370	0,010	1,020	3,000	860	0,010	0,850	5,000	2520	0,010	0,810	4,000
23	FIAT	SIENA 1.4 TETRAFUEL	Passageiro	2011	890	0,000	1,420	50,000	2560	0,000	1,400	20,000	900	0,000	1,110	21,000	2460	0,000	1,140	6,000
24	FIAT	SIENA 1.4 TETRAFUEL	Passageiro	2011	820	0,010	1,040	2,000	2660	0,030	1,060	11,000	860	0,890	2,180	142,000	2610	0,880	2,140	146,000
25	MITSUBISH	L200 TRITON FLEX	Caminhonete	2011	740	0,030	1,080	0,000	2510	0,010	1,010	1,000	740	0,020	0,870	0,000	2630	0,010	0,820	0,000
26	CHEV	S10 RODEIO D	Caminhonete	2011	800	0,000	1,360	53,000	2680	0,000	1,380	59,000	800	0,000	1,100	51,000	2350	0,010	1,100	64,000
27	FORD	RANGER XLT 12A	Especial	2011	790	0,010	1,050	18,000	2600	0,140	1,080	23,000	800	0,010	0,840	24,000	2440	0,230	0,830	30,000
28	CHEV	CRUZE LT NB	Passageiro	2011	720	0,000	1,400	8,000	2510	0,030	1,360	5,000	710	0,000	1,120	9,000	2480	0,030	1,090	4,000
29	HONDA	CIVIC EXS	Passageiro	2012	720	0,000	1,220	29,000	2470	0,000	1,240	29,000	710	0,010	1,050	26,000	2390	0,000	1,000	28,000
30	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2012	740	0,030	1,090	5,000	2610	0,080	1,030	3,000	730	0,020	0,860	0,000	2610	0,000	0,830	0,000
31	NISSAN	VERSA 16SL FLEX	Passageiro	2012	750	0,000	1,120	35,000	2410	0,100	1,150	45,000	890	0,160	1,090	49,000	2650	0,440	1,090	57,000
32	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	900	0,000	1,380	69,000	2550	0,030	1,360	86,000	900	0,000	1,100	58,000	2600	0,020	1,090	97,000
33	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	880	0,080	1,030	13,000	2570	0,120	1,030	30,000	890	0,080	0,820	10,000	2570	0,310	0,820	33,000
34	VW	GOL 1.0 GIV	Passageiro	2013	840	0,070	1,030	7,000	2550	0,170	1,030	8,000	840	0,020	1,070	81,000	2540	0,130	1,070	66,000
35	FIAT	UNO VIVACE 1.0	Passageiro	2013	850	0,010	1,020	1,000	2520	0,000	1,030	1,000	850	0,000	0,820	1,000	2500	0,000	0,830	1,000
36	TOYOTA	ETIOS SD X	Passageiro	2013	890	0,000	1,220	33,000	2410	0,000	1,240	46,000	870	0,000	0,990	34,000	2530	0,000	1,000	43,000
37	NISSAN	VERSA	Passageiro	2013	850	0,040	1,420	10,000	2650	0,030	1,430	10,000	890	0,440	1,130	71,000	2370	0,690	1,150	115,000
38	CHEV	COBALT 1.8 LT	Passageiro	2013	850	0,010	1,100	1,000	2600	0,010	1,040	2,000	850	0,010	0,890	6,000	2480	0,010	0,830	4,000
39	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	890	0,000	1,030	4,000	2440	0,010	1,050	6,000	890	0,000	1,100	19,000	2300	0,000	1,120	136,000
40	FIAT	PALIO WK ATTRAC 1.4	Passageiro	2013	850	0,000	1,220	6,000	2590	0,000	1,230	7,000	880	0,000	0,980	2,000	2550	0,000	0,980	3,000
41	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	880	0,000	1,130	11,000	2480	0,020	1,130	18,000	860	0,040	1,170	29,000	2590	0,050	1,220	99,000
42	MITSUBISH	ASX 2.0 CVT	Utilitário	2013	1110	0,000	1,090	7,000	2580	0,000	1,110	11,000	700	0,000	1,190	117,000	2370	0,010	1,160	53,000

2006 - Atual				COMBUSTÍVEL LÍQUIDO									GNV							
				MARCHA LENTA					MARCHA ACELERADA				MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA			
Nº	Marca	Modelo	Tipo	Ano Fab	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc
43	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	980	0,000	1,040	1,000	2550	0,000	1,040	1,000	980	0,000	1,020	4,000	2560	0,000	1,640	5,000
44	CHEV	S10 LTZ FD2	Especial	2013	790	0,000	1,060	1,000	2510	0,000	1,130	1,000	800	0,000	1,140	116,000	2380	0,000	1,170	248,000
45	FIAT	PALIO WK ATTRAC 1.4	Passageiro	2013	820	0,250	1,640	67,000	2670	0,110	1,620	58,000	840	0,220	1,320	48,000	2580	0,630	1,240	43,000
46	FIAT	PALIO ESSENCE 1.6	Passageiro	2013	890	0,000	1,920	86,000	2550	0,000	1,900	87,000	890	0,000	1,500	76,000	2510	0,000	1,620	102,000
47	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	890	0,010	1,020	0,000	2430	0,010	1,010	0,000	900	0,000	1,070	27,000	2480	0,000	1,080	38,000
48	CHEV	CLASSIC LS	Passageiro	2013	860	0,000	1,030	2,000	2410	0,000	1,040	1,000	840	0,000	0,820	2,000	2650	0,000	0,820	4,000
49	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	890	0,070	1,370	12,000	2570	0,070	1,370	14,000	890	0,050	1,090	15,000	2380	0,060	1,130	75,000
50	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	900	0,070	1,340	0,000	2420	0,070	1,330	40,000	900	0,050	1,080	15,000	2380	0,050	1,080	40,000
51	FIAT	SIENA ATTRACTIV 1.4	Passageiro	2013	900	0,000	1,380	8,000	2550	0,000	1,380	19,000	900	0,000	1,090	1,000	2490	0,000	1,090	8,000
52	HONDA	FIT TWIST	Passageiro	2013	1040	0,000	1,330	17,000	2470	0,000	1,380	61,000	1020	0,000	1,070	13,000	2640	0,000	1,140	38,000
53	FIAT	SIENA	Passageiro	2013	930	0,010	1,040	4,000	2480	0,090	1,040	6,000	940	0,020	1,080	91,000	2500	0,110	1,040	40,000
54	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	850	0,000	1,490	58,000	2570	0,000	1,490	43,000	820	0,000	1,190	34,000	2460	0,000	1,260	151,000
55	RENAULT	LOGAN EXPR 16 M	Passageiro	2013	850	0,000	1,360	23,000	2530	0,010	1,360	29,000	850	0,000	1,090	17,000	2370	0,020	1,100	26,000
56	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	900	0,010	1,330	0,000	2390	0,007	1,330	24,000	900	0,000	1,060	1,000	2340	0,030	1,080	18,000
57	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	890	0,000	1,350	31,000	2470	0,010	1,370	75,000	860	0,010	1,070	32,000	2430	0,740	0,820	18,000
58	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2013	850	0,180	1,110	78,000	2520	0,210	1,110	72,000	880	0,190	0,890	60,000	2350	0,790	0,880	86,000
59	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	820	0,030	1,300	62,000	2630	0,010	1,310	59,000	890	0,040	1,050	41,000	2410	0,050	1,070	157,000
60	FORD	KA SE 1.5 SD	Passageiro	2014	790	0,270	1,010	16,000	2440	0,090	1,010	1,000	800	0,000	1,060	52,000	2370	0,000	1,060	21,000
61	CHEV	SPIN 1.8L MT LT ADV	Passageiro	2014	740	0,050	1,020	1,000	2510	0,200	1,010	1,000	760	0,080	0,820	1,000	2400	0,080	0,820	2,000
62	FIAT	SIENA EL 1.4 FLEX	Passageiro	2014	850	0,010	1,480	96,000	2640	0,000	1,460	92,000	880	0,010	1,160	78,000	2570	0,290	1,130	44,000
63	KIA	SORENTO EX2 2.4G25	Passageiro	2014	940	0,000	1,340	7,000	2460	0,000	1,330	12,000	930	0,000	1,070	2,000	2390	0,020	1,060	4,000
64	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	900	0,100	1,020	12,000	2460	0,140	1,030	20,000	900	0,160	0,810	13,000	2570	0,130	0,910	20,000

2006 - Atual				COMBUSTÍVEL LÍQUIDO									GNV							
				MARCHA LENTA					MARCHA ACELERADA				MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA			
Nº	Marca	Modelo	Tipo	Ano Fab	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc
65	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	890	0,000	1,460	47,000	2510	0,030	1,450	45,000	890	0,000	1,180	29,000	2660	0,000	1,220	142,000
66	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	910	0,220	1,020	63,000	2410	0,020	1,030	62,000	900	0,090	1,080	73,000	2340	0,490	1,080	150,000
67	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	860	0,010	0,990	2,000	2520	0,000	1,010	2,000	860	0,010	0,800	3,000	2560	0,010	0,800	4,000
68	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	850	0,010	1,310	51,000	2580	0,050	1,320	73,000	890	0,030	1,060	50,000	2380	0,050	1,070	57,000
69	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	850	0,000	1,360	45,000	2470	0,000	1,360	50,000	840	0,000	1,090	56,000	2360	0,000	1,100	132,000
70	CHEV	S10 LTZ FD2	Passageiro	2014	800	0,030	1,080	63,000	2590	0,140	1,030	11,000	810	0,000	1,180	136,000	2630	0,010	1,200	190,000
71	RENAULT	SANDERO AUTH 10	Passageiro	2014	980	0,270	1,050	13,000	2570	0,200	1,060	12,000	1010	0,010	1,220	447,000	2460	0,020	1,140	162,000
72	CHEV	COBALT 1.8 LTZ	Passageiro	2014	860	0,010	1,030	1,000	2630	0,010	1,030	2,000	860	0,010	0,830	2,000	2630	0,010	0,830	5,000
73	FIAT	LINEA ABSOL. 1.8 DL	Passageiro	2014	810	0,010	1,330	3,000	2530	0,060	1,290	3,000	810	0,000	1,060	2,000	2320	0,000	1,030	2,000
74	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	900	0,160	1,010	17,000	2650	0,090	1,040	27,000	840	0,200	1,030	73,000	2480	0,000	1,120	183,000
75	CHEV	CHEVROLET CLASSIC LS	Passageiro	2014	650	0,080	1,100	41,000	2510	0,280	1,070	71,000	860	0,640	1,120	95,000	2490	0,820	1,140	89,000
76	RENAULT	SANDERO EXP1016V	Passageiro	2014	840	0,010	1,030	15,000	2410	0,160	1,040	27,000	850	0,000	1,130	121,000	2550	0,010	1,120	118,000
77	VW	NOVO VOYAGE 1.6 CITY	Passageiro	2014	720	0,000	1,110	7,000	2460	0,130	1,090	10,000	720	0,090	1,120	22,000	2480	0,240	1,120	48,000
78	VW	GOL CITY MB	Passageiro	2014	810	0,040	1,020	1,000	2310	0,130	1,020	2,000	850	0,550	1,070	138,000	2550	0,960	1,030	112,000
79	CHEV	MONTANA LS	Carga	2014	950	0,030	1,040	1,000	2630	0,000	1,040	0,000	930	0,010	1,070	0,000	2550	0,000	1,070	1,000
80	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2014	980	0,070	1,040	29,000	2580	0,080	1,060	29,000	980	0,000	1,120	248,000	2520	0,010	1,150	232,000
81	TOYOTA	ETIOS SD X	Passageiro	2015	840	0,000	1,020	1,000	2560	0,000	1,010	1,000	840	0,000	0,810	0,000	2380	0,000	0,830	1,000
82	TOYOTA	ETIOS SD XS	Passageiro	2015	660	0,000	1,030	2,000	2380	0,000	1,030	6,000	660	0,000	1,060	47,000	2450	0,000	1,100	81,000
83	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2015	840	0,000	1,300	34,000	2540	0,000	1,300	39,000	850	0,000	1,040	36,000	2340	0,000	1,060	81,000
84	FIAT	SIENA ESSENCE 1.6	Passageiro	2015	880	0,140	1,090	12,000	2580	0,180	1,080	18,000	880	0,020	1,140	28,000	2460	0,250	1,080	21,000
85	FORD	ECOSPORT FSL AT 2.0	Camioneta	2015	850	0,230	1,100	22,000	2400	0,250	1,120	22,000	860	0,230	0,870	15,000	2660	0,330	0,880	17,000
86	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2015	890	0,000	1,030	7,000	2610	0,000	1,030	7,000	860	0,000	0,820	5,000	2670	0,000	0,830	9,000

2006 - Atual				COMBUSTÍVEL LÍQUIDO									GNV							
				MARCHA LENTA					MARCHA ACELERADA				MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA			
Nº	Marca	Modelo	Tipo	Ano Fab	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc
87	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2015	880	0,000	1,020	4,000	2470	0,140	1,020	36,000	890	0,020	0,820	5,000	2390	0,120	0,820	6,000
88	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2015	890	0,000	1,070	1,000	2580	0,000	1,050	5,000	890	0,000	0,860	0,000	2530	0,000	0,850	2,000
89	NISSAN	MARCH 16SV	Passageiro	2015	900	0,010	1,020	1,000	2700	0,000	1,010	1,000	900	0,010	1,050	0,000	2300	0,010	1,050	1,000
90	CHEV	CELTA 1.0L LT	Passageiro	2015	850	0,010	1,080	18,000	2420	0,180	1,030	20,000	800	0,000	1,150	133,000	2590	0,070	1,080	70,000
91	FIAT	DOBLO ATTRACTIV 1.4	Passageiro	2015	900	0,000	1,210	6,000	2530	0,000	1,120	3,000	900	0,000	0,950	7,000	2490	0,000	0,900	7,000
92	FIAT	STRADA WORKING	Caminhonete	2016	850	0,000	1,330	8,000	2480	0,040	1,300	0,000	850	0,000	1,060	1,000	2670	0,190	1,050	0,000
93	CHEV	COBALT 1.4 LTZ	Passageiro	2016	750	0,030	1,050	1,000	2510	0,040	1,010	3,000	750	0,050	0,850	1,000	2640	0,070	0,820	2,000
94	FIAT	SIENA TETRAFUEL 1.4	Passageiro	2016	890	0,000	1,060	11,000	2660	0,000	1,040	11,000	860	0,000	1,100	53,000	2440	0,000	1,080	55,000
95	TOYOTA	ETIOS SD X	Passageiro	2016	840	0,040	1,050	31,000	2350	0,000	1,030	21,000	790	0,000	1,100	218,000	2320	0,000	1,100	152,000
96	FIAT	DOBLO ATTRACTIV 1.4	Passageiro	2016	890	0,000	1,250	4,000	2620	0,120	1,090	3,000	900	0,000	1,320	26,000	2510	0,000	1,190	39,000
97	FIAT	TORO FREEDOM AT	Passageiro	2016	900	0,000	1,090	1,000	2530	0,000	1,080	4,000	890	0,000	0,880	0,000	2350	0,000	0,900	0,000
98	FIAT	MOBI LIKE ON	Passageiro	2016	760	0,000	1,130	2,000	2630	0,000	1,200	6,000	810	0,000	1,210	56,000	2540	0,060	1,260	297,000
99	CHEV	COBALT 18A ELI	Passageiro	2016	880	0,000	1,350	7,000	2510	0,080	1,340	1,000	880	0,000	1,080	2,000	2500	0,010	1,070	1,000
100	CHEV	CLASSIC	Passageiro	2016	890	0,110	1,060	49,000	2690	0,100	1,080	56,000	910	0,410	1,120	179,000	2550	0,460	1,110	48,000
101	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2016	1030	0,000	1,340	40,000	2440	0,000	1,360	49,000	800	0,000	1,090	109,000	2580	0,010	1,090	36,000
102	HYUNDAI	HB20 1.0M COMFOR	Passageiro	2016	850	0,050	1,040	6,000	2610	0,030	1,070	9,000	850	0,000	1,120	99,000	2640	0,020	1,140	133,000
103	RENAULT	OROCH 20 DYN42AT	Especial	2016	860	0,000	1,340	35,000	2450	0,000	1,330	3,000	850	0,000	1,060	14,000	2320	0,000	1,070	5,000
104	FIAT	SIENA ATTRACT 1.0	Passageiro	2017	840	0,000	1,030	1,000	2360	0,050	1,040	1,000	880	0,000	1,090	43,000	2510	0,420	1,100	120,000

105	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2017	890	0,070	1,010	11,000	2480	0,060	1,020	10,000	900	0,010	1,100	102,000	2560	0,000	1,080	97,000

2006 - Atual				COMBUSTÍVEL LÍQUIDO									GNV							
				MARCHA LENTA					MARCHA ACELERADA				MARCHA LENTA				MARCHA ACELERADA			
Nº	Marca	Modelo	Tipo	Ano Fab	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc	RPM	COc	F. DL	HCc
106	NISSAN	VERSA 16SV CVT	Passageiro	2017	680	0,010	1,050	5,000	2440	0,010	1,060	15,000	700	0,020	1,060	3,000	2410	0,010	1,080	1,000
107	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2017	740	0,100	1,030	4,000	2480	0,110	1,030	2,000	740	0,010	1,070	63,000	2580	0,000	1,090	47,000
108	VW	NOVO VOYAGE TL MBV	Passageiro	2017	820	0,000	1,360	76,000	2530	0,000	1,330	24,000	820	0,000	1,100	82,000	2530	0,000	1,070	21,000
109	FIAT	STRADA ADV CD DUAL	Caminhonete	2017	830	0,000	1,340	11,000	2510	0,000	1,350	11,000	840	0,000	1,080	10,000	2450	0,000	1,100	3,000
110	FORD	RANGER XLSCD2 25C	Especial	2017	940	0,000	1,340	33,000	2400	0,000	1,350	36,000	950	0,000	1,080	30,000	2330	0,000	1,090	71,000
111	CHEV	S10 LTZ FD2	Especial	2017	1070	0,000	1,180	2,000	2420	0,000	1,250	7,000	1080	0,000	0,950	4,000	2340	0,000	0,960	19,000
112	CHEV	PRISMA 1.4 MT LT	Passageiro	2018	900	0,010	1,090	1,000	2540	0,010	1,030	7,000	750	0,000	1,120	8,000	2420	0,030	1,060	16,000
113	TOYOTA	HILUX CDSRVA4GF	Caminhonete	2018	900	0,010	1,060	0,000	2450	0,020	1,050	1,000	640	0,920	1,110	195,000	2510	0,890	1,100	82,000
114	FIAT	TORO VOLCANO 2.4 AT	Caminhonete	2018	770	0,030	1,390	1,000	2330	0,040	1,410	18,000	800	0,070	1,110	4,000	2620	0,020	1,070	9,000
115	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2018	730	0,040	1,040	1,000	2360	0,080	1,030	1,000	730	0,000	1,070	7,000	2420	0,000	1,090	47,000
116	CHEV	ONIX 1.4MT EFF	Passageiro	2018	950	0,000	1,350	13,000	2450	0,050	1,330	52,000	970	0,030	1,070	16,000	2540	0,000	1,090	21,000
117	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2018	910	0,030	1,040	1,000	2570	0,000	1,050	1,000	890	0,000	1,080	5,000	2490	0,000	1,090	1,000
118	CHEV	PRISMA 1.4MT LT	Passageiro	2018	750	0,010	1,110	43,000	2550	0,020	1,020	22,000	750	0,000	1,200	205,000	2490	0,000	1,170	69,000
119	CHEV	PRISMA 1.4MT LTZ	Passageiro	2018	980	0,000	1,060	4,000	2540	0,020	1,050	5,000	740	0,810	1,120	78,000	2530	0,800	1,110	52,000
120	VW	NOVO VOYAGE TL MBV	passageiro	2018	820	0,000	1,310	1,000	2420	0,010	1,300	6,000	820	0,000	1,040	1,000	2450	0,000	1,040	5,000
121	RENAULT	SANDERO 20 RS	Passageiro	2018	760	0,000	1,360	33,000	2390	0,000	1,350	72,000	760	0,000	1,080	55,000	2590	0,000	1,070	33,000
122	CHEV	PRISMA 1.4MT LT	Passageiro	2018	710	0,000	1,490	85,000	2370	0,000	1,340	51,000	720	0,000	1,140	25,000	2590	0,000	1,120	31,000
123	VW	VOYAGE 1.0L MC4	Passageiro	2018	730	0,140	1,060	10,000	2430	0,110	1,110	12,000	720	0,010	1,060	41,000	2360	0,090	1,040	45,000

124	FIAT	MOBI LIKE	Passageiro	2018	930	0,020	1,110	3,000	2520	0,140	1,050	4,000	920	0,000	1,070	6,000	2550	0,030	1,000	9,000
125	VW	GOL 1.0L MC4	Passageiro	2019	720	0,020	1,080	1,000	2610	0,170	1,070	1,000	720	0,010	0,870	1,000	2440	0,410	0,860	12,000
126	CHEV	ONIX 1.4AT LTZ	Passageiro	2019	720	0,120	1,090	7,000	2320	0,190	1,000	1,000	750	0,000	1,350	82,000	2360	0,000	1,110	42,000
127	FORD	KA SE PLUS 1.0 SD C	Passageiro	2019	920	0,000	1,050	1,000	2430	0,000	1,030	4,000	920	0,000	1,130	56,000	2400	0,000	1,170	137,000
2006 - Atual				**COMBUSTÍVEL LÍQUIDO**									**GNV**							
				MARCHA LENTA					**MARCHA ACELERADA**				**MARCHA LENTA**				**MARCHA ACELERADA**			
Nº	**Marca**	**Modelo**	**Tipo**	**Ano Fab**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**
128	FIAT	UNO ATTRACTIVE 1.0	Passageiro	2019	880	0,010	1,370	38,000	2450	0,040	1,360	16,000	880	0,010	1,090	10,000	2570	0,010	1,070	6,000
129	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2019	840	0,000	1,080	1,000	2390	0,000	1,020	1,000	850	0,000	0,890	0,000	2670	0,000	0,820	0,000
130	TOYOTA	YARIS HB XL 13 MT	Passageiro	2019	950	0,010	1,040	1,000	2430	0,010	1,070	0,000	940	0,000	1,070	1,000	2580	0,000	1,070	10,000
131	FIAT	UNO ATTRACTIVE 1.0	Passageiro	2019	790	0,030	1,030	1,000	2540	0,010	1,030	1,000	800	0,020	1,070	6,000	2410	0,050	1,050	2,000
132	CHEV	Chevrolet/onix Joy	Passageiro	2019	1120	0,000	1,060	0,000	2520	0,000	1,070	0,000	1120	0,000	1,130	92,000	2300	0,000	1,110	16,000
133	VW	GOL 1.0L MC5	Passageiro	2019	950	0,020	1,020	2,000	2490	0,150	1,030	5,000	950	0,010	1,070	1,000	2680	0,010	1,110	0,000
134	PEUGEOT	2008 ALLURE PK	Passageiro	2019	740	0,000	2,170	11,000	2460	0,000	1,360	5,000	750	0,000	1,080	5,000	2600	0,000	1,090	2,000
135	VW	GOL 1.0L MC4	Passageiro	2019	950	0,010	1,040	1,000	2450	0,010	1,010	1,000	950	0,000	1,050	6,000	2700	0,010	1,060	8,000
136	FIAT	UNO ATTRACTIVE 1.0	Passageiro	2019	900	0,010	1,090	9,000	2320	0,300	1,070	15,000	900	0,000	1,190	171,000	2480	0,050	1,170	103,000
137	CHEV	PRISMA 10MT JOYE	Passageiro	2019	840	0,020	1,050	0,000	2400	0,010	1,050	0,000	860	0,000	1,090	11,000	2570	0,010	1,100	0,000
138	CHEV	ONIX 10MT JOYE	Passageiro	2019	800	0,280	1,360	67,000	2640	0,190	1,370	56,000	810	0,170	1,100	58,000	2390	0,210	1,120	50,000
139	CHEV	ONIX 10TMT LT1	Passageiro	2020	1040	0,210	1,030	32,000	2510	0,250	1,080	46,000	1050	0,150	0,810	28,000	2320	0,330	0,820	40,000
140	CHEV	ONIX 10MT LT2	Passageiro	2020	850	0,000	0,990	0,000	2470	0,000	0,990	0,000	870	0,000	0,790	0,000	2630	0,000	0,790	1,000
141	FIAT	ARGO TREKKING 1.3	Passageiro	2020	1070	0,060	1,050	20,000	2580	0,120	1,050	24,000	1080	0,040	0,850	26,000	2540	0,380	0,880	86,000
142	HYUNDAI	HB20S 10M VISION	Passageiro	2020	880	0,020	1,040	1,000	2580	0,020	1,030	2,000	880	0,020	0,840	6,000	2530	0,020	0,830	5,000
143	FIAT	MOBI LIKE	Passageiro	2020	730	0,020	1,020	1,000	2410	0,010	1,030	2,000	720	0,060	0,830	8,000	2470	0,100	0,830	1,000
144	VW	VW/GOL 1.0L MC4	Passageiro	2020	860	0,010	1,090	1,000	2610	0,010	1,030	2,000	860	0,010	0,840	1,000	2550	0,010	0,840	1,000

145	FIAT	MOBI LIKE	Passageiro	2020	850	0,010	1,040	3,000	2490	0,010	1,040	4,000	850	0,010	0,870	1,000	2670	0,010	0,850	3,000
146	VW	GOL 1.0L MC4	Passageiro	2020	950	0,000	1,010	1,000	2630	0,030	1,010	1,000	950	0,000	1,050	2,000	2530	0,000	1,060	40,000
147	CHEV	ONIX PLUS JOY BLACK	Passageiro	2020	800	0,090	1,040	7,000	2420	0,140	1,050	7,000	800	0,030	1,100	74,000	2480	0,220	1,090	49,000
148	VW	NOVA SAVEIRO RB MBVD	Passageiro	2020	770	0,090	1,040	31,000	2600	0,170	1,080	37,000	790	0,430	1,080	72,000	2500	0,680	1,070	66,000
2006 - Atual				**COMBUSTÍVEL LÍQUIDO**									**GNV**							
				MARCHA LENTA					**MARCHA ACELERADA**				**MARCHA LENTA**				**MARCHA ACELERADA**			
Nº	**Marca**	**Modelo**	**Tipo**	**Ano Fab**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**	**RPM**	**COc**	**F. DL**	**HCc**
149	FIAT	MOBI LIKE	Passageiro	2020	900	0,000	1,040	0,000	2600	0,010	1,030	1,000	910	0,000	1,090	19,000	2630	0,000	1,070	57,000
150	VW	GOL 1.0L MC5	Passageiro	2020	710	0,050	1,020	1,000	2420	0,140	1,050	1,000	720	0,000	1,070	6,000	2510	0,020	1,090	1,000
151	CHEV	SPIN 1.8L AT LS	Passageiro	2021	860	0,070	1,090	7,000	2610	0,010	1,070	6,000	840	0,040	1,130	8,000	2630	0,030	1,110	7,000
152	VW	Volkswagen/fox Connect Mb	Passageiro	2021	850	0,000	1,050	0,000	2310	0,000	1,040	1,000	840	0,000	0,850	0,000	2550	0,000	0,840	0,000
153	FIAT	FIAT CRONOS DRIVE 1.3	Passageiro	2021	820	0,000	1,110	1,000	2410	0,000	1,050	21,000	820	0,000	1,150	11,000	2500	0,000	1,080	31,000
154	FIAT	Fiat/strada Freedom Cabine Dupla	Caminhonete	2021	820	0,000	1,350	15,000	2680	0,080	1,310	35,000	820	0,000	1,090	3,000	2520	0,020	1,070	19,000
155	CHEV	S10 LTZ FD4A CABINE DUPLA	Passageiro	2021	790	0,050	1,050	0,000	2590	0,050	1,040	0,000	810	0,050	0,850	0,000	2610	0,050	0,860	0,000
156	CHEV	ONIX PLUS 10MT LT1	Passageiro	2021	820	0,030	1,070	4,000	2330	0,030	1,070	6,000	820	0,000	1,120	1,000	2380	0,000	1,120	1,000
157	CHEV	ONYX PLUS JOY	Passageiro	2021	790	0,060	1,060	1,000	2540	0,000	1,080	1,000	790	0,000	1,110	1,000	2500	0,000	1,130	1,000
158	FIAT	Fiat/cronos Drive	Passageiro	2022	740	0,010	1,050	5,000	2480	0,000	1,030	1,000	730	0,020	0,850	2,000	2470	0,000	0,830	3,000
159	RENAULT	DUSTER INTENSE CVT	Carga	2022	850	0,000	1,020	2,000	2500	0,000	1,020	2,000	870	0,000	0,810	1,000	2580	0,000	0,820	1,000
160	FIAT	MOBI LIKE	Passageiro	2022	870	0,010	1,040	1,000	2540	0,040	1,050	1,000	950	0,000	1,100	19,000	2680	0,000	1,120	21,000
161	FIAT	STRADA FREEDOM CD13	Carga	2023	700	0,070	1,040	1,000	2420	0,010	1,030	1,000	800	0,000	1,060	0,000	2570	0,000	1,000	0,000
162	CHEV	MONTANA T A LTZ	Carga	2023	890	0,000	1,470	38,000	2560	0,000	1,490	54,000	890	0,000	1,190	40,000	2430	0,000	1,200	124,000

ANEXO

INSPREV - INSPEÇÃO VEICULAR LTDA
RUA NELSON RODRIGUES N° 2A
Telefone : (92) 98640-8067
EQP 003

PC - MULTIGÁS

INSPEÇÃO DE VEÍCULOS DO CICLO OTTO

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO
APROVADO

Nome do Cliente:		Renavam	1554
Placa:	Hodômetro74575	Ano Fab./Mod.:	2021 / 2021
Marca: CHEV	Modelo: ONIX PLUS JOY	Combustível: Flex	
Data: 24/05/2023	Hora Inicial: 11:29:38	Hora Final:	11:36:32
Categoria: PARTICULAR	Temperatura do Óleo (Motor):76		(°C)

Medição de Gases

Limites				
Marcha Lenta	2500 RPM	COc (%vol)	Fator Diluição	HCc(ppm vol)
600/1200 RPM	2300/2700 RPM	0,30	máximo 2,50	100

Flex 1ESC	Valores Medidos						
	RPM	COc (%vol)	Fator Dil.	HCc(ppm)	CO(%vol)	CO2 (%vol)	HC(ppm)
Marcha Lenta	790	0,06	1,06	1	0,06	14,1	1
2500 RPM	2540	0,00	1,08	1	0,00	13,9	1

Limites GNV				
Marcha Lenta	2500 RPM	COc (%vol)	Fator Diluição	HCc(ppm vol)
600/1200 RPM	2300/2700 RPM	1.00	máximo 2,50	500

GNV 1ESC	Valores Medidos						
	RPM	COc (%vol)	Fator Dil.	HCc(ppm)	CO(%vol)	CO2 (%vol)	HC(ppm)
Marcha Lenta	790	0,00	1,11	1	0,00	10,8	1
2500 RPM	2500	0,00	1,13	1	0,00	10,6	1

Versão: 11.70/13J