VII SINGEP
Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability
ISSN: 2317-8302

UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL NO TRANSPORTE COLETIVO DE MANAUS: UMA ANÁLISE ECONÔMICA E SOCIOAMBIENTAL

ERICK BATALHA FREITAS
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

JUSSARA SOCORRO CURY MACIEL
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

CAMILA MONTEIRO PENZ
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

ISSN: 2317-8302

UTILIZAÇÃO DO GÁS NATURAL NO TRANSPORTE COLETIVO DE MANAUS: UMA ANÁLISE ECONÔMICA E SOCIOAMBIENTAL

Resumo

O desenvolvimento sustentável é um tópico que ganhou notoriedade conforme os índices de poluição atmosférica aumentavam e consequentemente, o aquecimento global. A ameaça ao ecossistema terrestre fez com que se buscassem cada vez mais fontes de energia com menor grau de agressão ao meio ambiente, sendo uma delas, o Gás Natural. Através de uma revisão bibliográfica, constatou-se que poderia ser utilizado na frota de ônibus coletivos o GNV com alternativa ao óleo diesel. O objetivo deste trabalho é analisar o custo benefício tanto econômico quanto socioambiental da substituição da matriz energética do transporte público, visando quantificar o ganho social e a diminuição das emissões de gases poluentes, além de justificar economicamente tal mudança. Primeiramente, orçou-se o preço previsto para a modificação da frota e o custo anual com combustíveis. Após, quantificou-se as emissões previstas para o funcionamento a base de diesel e GNV, comparando-as em porcentagem. Concluiu-se que as emissões de poluentes previstas em ônibus adaptados ao GNV eram inferiores àquelas produzidas pela queima do óleo diesel, obtendo-se uma economia de quase 70% no valor de combustível, tendo um sistema de abastecimento ininterrupto por meio do gasoduto Coari-Manaus, mais seguro quanto à desabastecimento em comparação com o óleo diesel.

Palavras-chave: Sustentabilidade; ônibus; GNV; Manaus.

Abstract

Sustainable development is a topic that has gained notoriety as atmospheric pollution rates have increased and consequently global warming. The threat to the terrestrial ecosystem made it necessary to seek more and more sources of energy with less aggression to the environment, one of them being Natural Gas. Through a bibliographical review, it was verified that it could be used in the collective bus fleet the CNG with alternative to diesel oil. The objective of this work is to analyze the economic and socio-environmental cost of replacing the energy matrix of public transport, aiming at quantifying social gain and reducing emissions of polluting gases, besides economically justifying such a change. Firstly, the expected price for the modification of the fleet and the annual cost of fuels were estimated. Afterwards, the expected emissions for the diesel and NGV-based operation were quantified, comparing them in percentage. It was concluded that the emissions of pollutants provided by CNG-adapted buses were lower than those produced by the burning of diesel oil, resulting in a savings of almost 70% in fuel value, with an uninterrupted supply system through the Coari- Manaus, safer in terms of shortages compared to diesel.

Keywords: Sustainability; Bus, NGV.

1 Introdução

Nos dias de hoje, há uma crescente preocupação com a capacidade do meio ambiente se regenerar das contínuas agressões que o atual estilo de vida da humanidade dispõe. Um dos tópicos mais importantes envolto na órbita da sustentabilidade é a poluição atmosférica e suas consequências climatológicas e para a saúde humana. De acordo com o relatório Brundtland, documento este sintetizado pela Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, se desenvolver sustentavelmente é "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a possibilidade das gerações futuras de suprir as suas" (CMMAD, 1987).

O óleo diesel é a principal matriz energética dos veículos de grande porte no Brasil. Através dele, produtos e serviços podem se deslocar por toda a extensão territorial do país. Tais motores, tem uma alta durabilidade e tem uma maior eficiência energética quanto a quilometragem rodada por unidade de litro (DA SILVA et al, 2017). Entretanto, a queima de óleo diesel produz consequência singulares no seu entorno. As emissões do diesel são um problema crítico no meio ambiente a nível global. Os estados de diversas nações vêm analisando os efeitos provindos da inalação da matéria particulada e gasosa advinda da combustão não completa do diesel em caminhões, ônibus e veículos movidos pelo combustível.

Nas grandes cidades, a problemática da contaminação do ar vem se mostrando como uma das mais críticas ameaças à qualidade de vida de seus cidadãos. A cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas, possui o quantitativo de 2,1 milhões de habitantes (IBGE, 2017), sendo que aproximadamente 620 mil usuários utilizam diariamente o transporte coletivo no município, com uma frota diária operante de 1620 (SMTU,2017). A frota atualmente é alimentada energeticamente pelo óleo diesel que, além dos efeitos nocivos ao meio ambiente e à saúde da população em geral supracitados, é uma matriz de energia altamente dependente do transporte rodoviário, onde qualquer empecilho na logística do sistema, pode acarretar em desabastecimento em massa, deixando milhares de usuários sem transporte na cidade, fato este acontecido na greve geral dos caminhoneiros em maio de 2018 (JORNAL ACRITICA,2018).

Segundo Gentner (2012), o diesel é produz como produto secundário 80% da emissão de aerossóis orgânicos secundários (OAS) de todo os Estados Unidos, sete vezes mais que a produção advinda da queima de gasolina. Essas partículas são responsáveis por 90% dos problemas de saúde dos seres humanos e são formados em sua maioria por poluentes oriundos de escapamentos de veículos automotores. O fator de maior alarde quanto a pulverização constante dos particulados derivados do diesel são suas moléculas altamente cancerígenas (SALDIVA et al, 2005) e seus efeitos potenciais em doenças cardiorrespiratórias ao redor de diversas cidades ao redor do mundo (BALDASSARI, 2005), além de já se conhecer o óleo diesel como grande produtor de partículas primárias de OAS, devido a sua grande emissão carbono negro e óxidos de nitrogênio (DREHER & HARLEY,1998).

Segundo Silva et al (2015), O bioma amazônico emite de forma natural os compostos orgânicos voláteis (VOCs) como a resultante seus processos metabólicos. Quando os VOCs entram em contato com os demais gases presentes na atmosfera, entram em processo de oxidação. Com uma maior quantidade de OAS suspensos, a radiação que chega na superfície e é utilizado pelos cloroplastos das vegetações para o processo fotossíntético, é reduzido. As emissões de gases poluentes advindos dos veículos formam uma camada suspensa de poluentes na forma de nuvem que se eleva na troposfera sobre Manaus, que são transportados por mais de 200 km de distância de sua origem, afetando todo o ecossistema da flora local e como consequência, diminuindo o quantitativo de chuvas da região.

Com os holofotes em alta em relação a destruição ambiental no mundo e a crescente preocupação em preservar os recursos da natureza para demais gerações futuras, já que são

limitados, aumenta a busca por modelos de consumo que não agridam de forma subsistêncial o meio ambiente e mesmo assim atendam às necessidades da sociedade. O GNV (gás natural veicular) tem diversas vantagens em comparação com o óleo diesel e a gasolina, dentre as quais podemos destacar a diminuição do dióxido de carbono de 35 a 39% (USEPA,2001). Além da diminuição da emissão de gases que ocasionam o efeito estufa no planeta, há uma menor emissão de dióxidos de enxofre e material particulado.

Houve em solo brasileiro diversas experiências (fracassadas) com o uso do gás natural como matriz energética das frotas de ônibus, principalmente na década de 80, durante a vigência do Plano Nacional De Gás Natural-PLANGÁS, logo após as instabilidades do preço do petróleo e os elevados juros externos (NOGUEIRA,2006). Natal foi a primeira capital brasileira a utilizar o gás natural como combustível, estimulado pela prefeitura e pela petrobrás, chegou a ter 15 % de sua frota utilizando o GNV entre 1983 e 1991 (OLIVEIRA FILHO,2006). Os autores supracitados listam diversos fatores que levaram à descontinuidade dos programas em Natal e em diversas cidades (São Paulo, Rio de Janeiro, Recife e Salvador), dentre os quais podemos citar: A tecnologia ainda estava em seus primórdios, o gás natural era de baixa qualidade, falta de logística de abastecimento e a utilização das cidades como laboratório de uma tecnologia imatura para a época, problemas estes solucionados hoje.

Manaus conta com o abastecimento direto das reservas de gás vindas de Urucu, nas redondezas da cidade de Coari. Segundo a Petrobrás (2018), o gasoduto que interliga as cidades de Coari-Manaus iniciou suas atividades em 2009 pode transportar por dia até 5,5 milhões m³/dia de gás natural. Estima-se que a reserva de gás natural em Urucu seja na ordem de 44 bilhões de metros cúbicos, sendo a segunda reserva de hidrocarbonetos em solo brasileiro (ANP,2001).

O assunto não é novidade para o poder público, pois no ano de 2015 a Camara Municipal de Manaus, em conjunto com a superintendência municipal de transportes urbanos-SMTU, realizou uma audiência pública para debater sobre a possibilidade da implementação do uso de GNV como matriz energética nos veículos pesados, inclusive na frota do transporte coletivo, dada aos índices de emissões de materiais particulados e gases poluentes gerados na cidade (CMM,2015).

O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade técnica e econômica da utilização do gás natural veicular como matriz energética da frota de transporte coletivo, visando verificar seus impactos socioambientais e motivos não faltam para tal. Um trabalho realizado em São Paulo verificou que, em um período de greve dos rodoviários do transporte público que teve a duração de três dias, houve diminuição substancial dos níveis de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos nos dias sem operação da frota na capital (SALDIVA et al., 2005), sendo que a diminuição em comparação do óleo diesel e do GNV chega até 50 vezes menos no caso do gás (BALDASSARI et al., 2005).

2 Metodologia

O artigo tem como objetivo verificar se há viabilidade da conversão da matriz energética do óleo diesel para o gás natural veicular (GNV) para frota de ônibus do transporte coletivo da cidade de Manaus. O referencial teórico se deu pela revisão da literatura já existente sobre o tema. Primeiramente, obteve-se à quantidade de ônibus disponíveis no transporte coletivo e o total de quilômetros rodados pela frota Manauense no espaço temporal de 01(um) ano através da consulta de dados na planilha de custos de passagem feita pela prefeitura de Manaus. Após isso, foi feito uma pesquisa quanto à emissão de gases poluentes ao meio ambiente derivados da queima do óleo diesel em um ônibus padrão da frota da cidade de Manaus modelo Torino S, da empresa Marcopolo®, de motor marca Agrale, modelo M90. Após isto, foi calculado o custo unitário da conversão do sistema tradicional para o sistema

GNV, assim como a quantidade ideal de litros de diesel e metros cúbicos de GNV para a rodagem anual da frota. Posteriormente, foi calculado quantitativamente o seu impacto ao meio ambiente, através do peso em quilograma de cada poluente liberado na atmosfera pela quantidade de quilômetros rodados, de modo à ter uma proporção em porcentagem do quantitativo de poluentes expelidos por ambas as fontes de ignição. Por fim, foi comparado o custo benefício socioambiental à longo prazo, de modo a discriminar o impacto futuro da conversão

3 Conversão da matriz energética

Os ônibus vêm originalmente de fábrica com motores de queima à diesel, sendo necessário uma modificação no sistema de ignição para a utilização de GNV. Para a conversão, é necessário o que se chama de " Kit de conversão", modificação esta feita por terceirizados, não sendo um equipamento original da fabricante (OLIVEIRA FILHO, 2006). A adaptação do GNV ao transporte coletivo urbano é feita por meio da combustão em motores de combustão interna, principalmente os motores com ignição por centelha, conhecidos como ciclo Otto.

Em relação ao desempenho, motoristas que já utilizaram ônibus convertidos relatam um desempenho satisfatório quanto ao funcionamento do mesmo, se assemelhando ao uso do motor a diesel, com a diferença do ciclo interno de queima ter uma menor quantidade de ruídos e na hora do freio não ter os solavancos típicos dos motores convencionais (CONCEIÇÃO,2006), atestado também por Pelliza (2003), que diz que os motores adaptados para o GNV geram a potência necessária para o ideal desempenho do motor, tanto quando se tem baixas rotações e não há carga, quanto em situações que exijam grande potência do motor, ou seja, quando se tem altas rotações com cargas.

Figura 1: Exemplo de ônibus utilizando o GNV como matriz energética.
Fonte: https://diariodotransporte.com.br/2016/10/20/recife-testa-onibus-a-gnv-biometano-da-scania/, 2006.

O cenário analisado será o da completa transformação da frota para a utilização de uma nova matriz energética por meio da queima do GNV, através de um motor a gás ciclo

Otto, sendo este feito de maneira abrupta, com toda frota sendo modificada sem período de adaptação.

4 Análise do custo benefício socioeconômico e ambiental

O cenário analisado será o da completa transformação da frota para a utilização de uma nova matriz energética por meio da queima do GNV, através de um motor a gás ciclo Otto, sendo este feito de maneira abrupta, com toda frota sendo modificada sem período de adaptação.

4.1 Análise econômica

A análise inicial deve considerar primeiramente o custo unitário de um ônibus do tipo convencional em relação ao adaptado. O preço varia conforme o fabricante, mas pode-se observar um aumento médio de 40% do preço de um ônibus movido à GNV em relação ao convencional movido à diesel (NTU, 2009; LOBKOV,2005). No entanto, caso os ônibus venham à seres adquiridos em igual escala dos ônibus movidos ao óleo diesel, o seu preço pode ser reduzido, chegando a ter o mesmo valor de uma frota convencional (COHEN, 2005). Vale ressaltar que na análise em questão, não irá levar em consideração o custo de adaptação logística, tais como novos pontos de abastecimento.

De acordo com Tassi, Maggioni, Tanaka, Mazziero (2007), o custo da conversão unitária de um ônibus movido a unicamente à diesel para o GNV custa na média R$ 20.000,00, mas como este custo era no ano de 2007, por prudência nos dados se deve levar em consideração a inflação acumulada no período. Assim sendo, segundo a calculadora do banco central do brasil (BCB,2018), a inflação acumulada do período de publicação da referência até junho de 2018 é de 93,37%, sendo assim convertido para R$ 38.674,74. Multiplicando o valor para o número da frota de 1620, temos então o preço da conversão total de R$ 6.265.738,80.

Levando em consideração o valor de consumo ótimo de 2,56 km/l de diesel estabelecido pelo Ministério dos transportes (GEIPOT, 2017) e dispondo da quilometragem total da frota de Manaus na ordem 118.805.624,76 km (PREFEITURA DE MANAUS, 2017), então temos o consumo médio de óleo diesel na faixa de 46.408.447,17 Litros de diesel. Valendo-se do preço médio do óleo diesel no valor de R$ 3,53/l no mês de junho de 2018 em Manaus (PROCON-AM, 2018), temos então o gasto em combustível de R$ 163.821.818,51. Sabendo que a equivalência entre o consumo de óleo diesel e o GNV é na ordem de 1 l/ 0,8 m³ em relação a quilometragem rodada (Andrade e Santos, 2009), assim sendo, temos o quantitativo de 37.126.757,73 m³. Utilizando a referência supracitado em relação ao GNV, temos o valor unitário de R$ 2,98/m³ reais na capital Amazonense. Assim sendo, o gasto anual com o combustível será na faixa de R$ 110.637.738, 05. Portanto, há uma economia de R$ 53.184.080,45 em relação ao gasto com combustível em relação a quilometragem total rodada pela frota de ônibus.

Assim sendo, observa-se que substituindo a matriz energética dos ônibus do óleo diesel pelo GNV, teríamos uma economia de 67,53% ao ano com o gasto de combustível, considerando a estabilização dos preços dos combustíveis no mesmo patamar atual. Tal diferença poderia ser utilizado para novos investimentos no setor de tecnologia e possíveis adaptações de infraestruturas, além da compra de ônibus. A redução dos custos é perceptível em curto e longo prazo, pois a queima do gás natural não produz depósitos de carbono no motor, o que aumenta a vida útil do equipamento

ISSN: 2317-8302

4.2 Análise ambiental

Segundo Vasconcellos (1996), a poluição da atmosfera terrestre ocasionada pela emissão de gases gerado por veículos automotores cresce exponencialmente. Foi detectado que a poluição atmosférica obteve níveis inadmissíveis em muitas metrópoles do mundo, dentre as quais temos diversas cidades do Brasil excedendo os limites sugeridos pela Organização Mundial de Saúde (OMS), inclusive a cidade de Manaus

Para analisarmos os efeitos da poluição advinda da queima de óleo diesel, deve-se primeiro conhecer seus impactos na saúde humana, conforme figura abaixo:

POLUENTES	CARACTERÍSTICAS	EFEITOS NA SAUDE HUMANA	EFEITOS NO MEIO AMBIENTE
PTS-Partículas gerais sobre suspensão	Partículas de material sólido ou liquido que ficam suspensas no ar e causam fuligem ou neblina.	Principalmente danos pulmonares devido à inalação das mesmas	Principalmente danos pulmonares devido à inalação das mesmas
Partículas Inaláveis e Fumaça	Partículas Inaláveis e Fumaça	Principalmente danos pulmonares devido à inalação das mesmas.	Danos à vegetação, perda da visibilidade e contaminação do solo.
NO2 - Dióxido de Nitrogênio	Gás marrom e avermelhado. Pode se combinar e formar o ácido nítrico e nitratos, que constituem partículas orgânicas tóxicas.	Doenças respiratórias.	Pode levar a formação da chuva acida.
CO Monóxido de Carbono	Gás inodoro e incolor.	Provoca intoxicação nas pessoas, asfixiar.	Concentrações abaixo de 400 ppm no ar causam dores de cabeça e acima deste valor são potencialmente mortais, tanto para plantas e animais quanto para alguns microrganismos.

Figura 2: Efeitos dos gases poluentes na queima de diesel.
Fonte: Adaptado CETESB, 2005.

A maximização dos padrões de emissão dos veículos movidos à óleo diesel não se mostrado tão eficiente quanto aqueles veículos movidos à gasolina. Como o funcionamento alimentado por diesel tem altos níveis de emissões de NOx e material particulado, novas fontes de energia alternativa se mostram necessárias. Assim sendo, novas regulamentações estão sendo produzidas, enfatizando a necessidade de implementação de novas tecnologias (SILVA, 2006).

Os principais subprodutos da queima incompleta do motor movido a óleo diesel são o dióxido de carbono (CO2), o monóxido de carbono (CO), os óxidos de nitrogênio (Nox), os Hidrocarbonetos (HC) e os materiais particulados (MP), todos altamente agressivos ao meio ambiente e geradores de gases de efeito estufa (GEEs) (PELLIZA,2003)

Uma individualidade ímpar, ambientalmente falando, do gás natural é a não emissão (ou quase) de material particulado e SO2 e SO3 (óxidos de enxofre). O GNV gera uma

quantidade bem inferior de monóxido de carbono em comparação com o diesel, além de baixíssimas emissões de óxidos de nitrogênio (LOBKOV,2005)

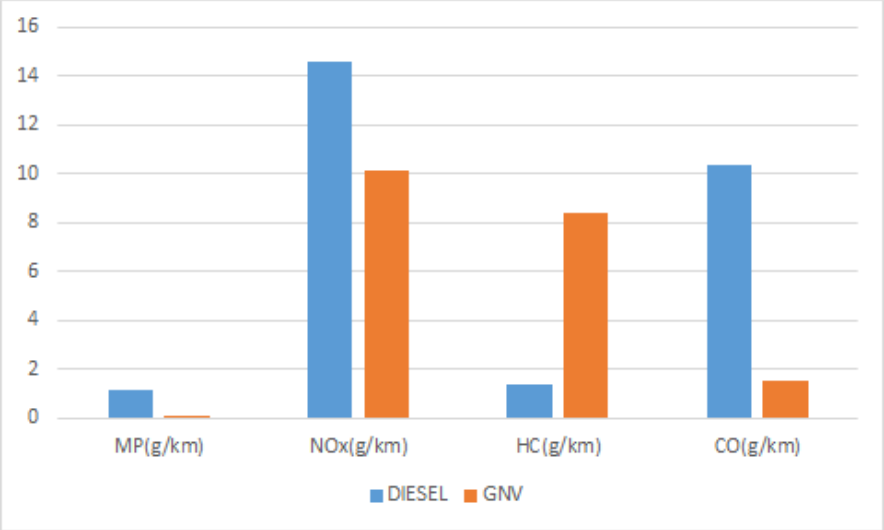
No quadro abaixo, fica discriminado quantitativamente o peso médio por quilômetro rodado das emissões advindos da queima dos motores movidos à diesel e Gás natural veicular:

POLUENTE	MP (g/km)	Nox(g/km)	HC(g/km)	CO(g/km)	CO2(g/km)
DIESEL	1,15	14,60	1,35	10,32	1550,00
GNV	0,01	10,35	8,25	1,65	860,00

Figura 3: Peso em grama das emissões da queima do diesel e GNV.
Fonte: Adaptado LOBKOV ,2005.

Para uma melhor visualização das emissões do quadro acima, abaixo há o gráfico gerado pelos dados em questão. Observe que a quantidade de material particulado é tão insignificante ao lado das emissões da queima a diesel, que os seus valores praticamente tendem a zero.

Gráfico 1
Comparativo das missões médias da queima do óleo diesel e do GNV.



Fonte: Adaptado LOBKOV ,2005.

Na figura abaixo, temos à quilometragem mensal advinda da frota operante do transporte coletivo da cidade de Manaus:

ISSN: 2317-8302

EMPRESA	KM MENSAL	FROTA OPERANTE
RONDONIA	1093383,89	158
AÇAI	916233,72	115
SÃO PEDRO	1036108,71	128
INTEGRAÇAO	1233101,54	149
VIA VERDE	1297348,71	183
COROADO	780132,27	110
GLOBAL	1744841,38	249
TRANSTOL	617133,07	110
LIDER	560998,67	86
VEJA	621186,78	80
TOTAL	9900468,74	1368

Figura 4: Quilometragem operante na cidade de Manaus. Fonte: Prefeitura de Manaus adaptado, 2017.

Como se pode observar, temos o total de **9.900.468,74** quilômetros mensais rodados pelos ônibus, tendo no total de um ano corrido o quantitativo médio de **118.805.624,76** quilômetros rodados.

POLUENTE	MP(ton/ano)	Nox(ton/ano)	HC(ton/ano)	CO(ton/ano)	CO2(ton/ano)
DIESEL	136,63	1734,56	160,39	1226,07	184148,72
GNV	1,19	1229,64	980,15	196,03	102172,84

Figura 5: Quantitativo médio de poluentes em peso produzidos na cidade de Manaus.
Fonte: Autor, 2018.

Aplicando no quantitativo do contido na figura 3 os dados da figura 4, geramos os dados da figura 5. Nele, temos que a utilização do GNV na frota de ônibus geraria as seguintes porcentagens de poluentes do DIESEL: 0,8% do MP, 70% do NOx, 15,98% do CO, 55,48% do CO2, sendo o único pesar do GNV o quantitativo de hidrocarbonetos livre, pois geraria 726,87% a mais de HC do que a queima do diesel. Vale salientar que essas são quantidades lineares, adotando valores médios, sendo assim apenas um resultado estimado.

Para melhor visualização, abaixo há um quadro comparativo da incrementação dos gases de efeito estufa do Diesel em relação ao GNV.

POLUENTE	TON/ANO	% ACRESCIDA
MP	135,44	11500
Nox	504,92	141,06
CO	1030,04	625,45
CO2	81975,88	180,23

Figura 6: Acréscimo de GEEs do Diesel em comparação com o GNV na cidade de Manaus.
Fonte: Autor, 2018.

ISSN: 2317-8302

5 Proposta de implementação de abastecimento

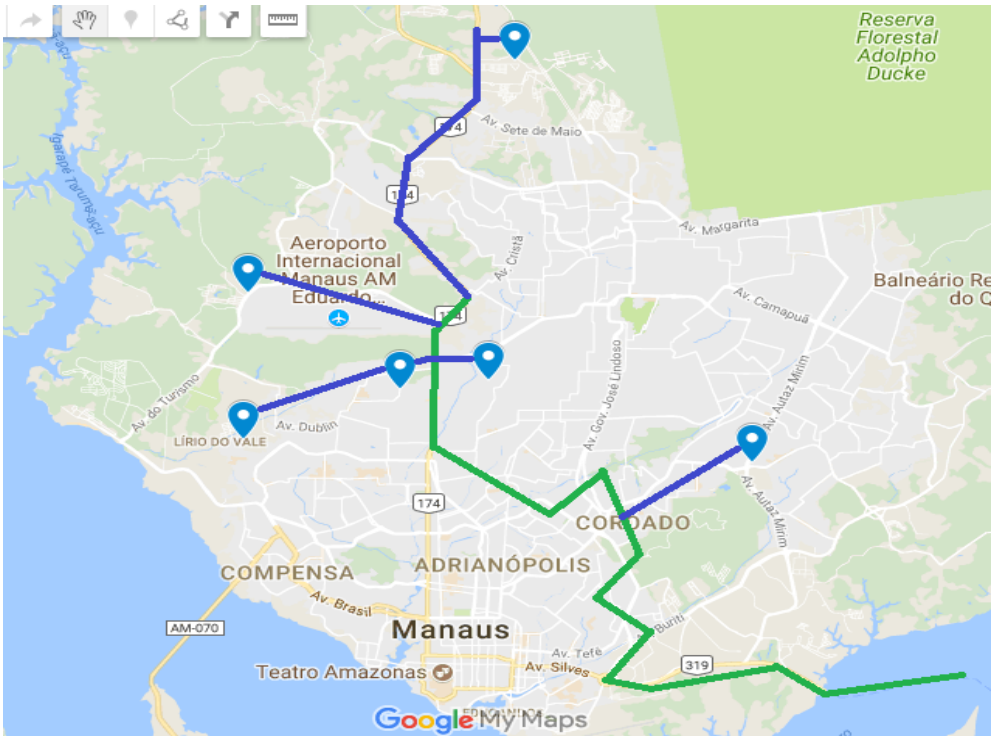


Figura 7: Mapa de abastecimento de GNV nas empresas concessionárias de Manaus.
Fonte: Adaptado Google Maps, 2018.

A modificação da matriz energética do abastecimento da frota de ônibus do transporte coletivo de Manaus passaria por uma adaptação do sistema de fornecimento do combustível nas empresas. As mesmas teriam de ter em suas garagens uma rede direta de provisão do GNV para a frota. No mapa acima, há em verde a atual tubulação de abastecimento da cidade de Manaus, que fornece o gás natural para diversos usos, tais como o abastecimento para postos de combustíveis, empresas do distrito industrial e alguns empreendimentos. Em azul, seria á adaptação da rede de gasoduto para o fornecimento as empresas concessionárias, não sendo possível verificar no atual momento o custo de tal serviço, mas salientando que a construção poderia ser feita através de uma parceria público/privada para impulsionar o empresariado.

6 Conclusões

Podemos verificar diversos fatores para a implementação da adaptação da matriz energética na frota do transporte coletivo da cidade de Manaus, tanto na esfera econômica quanto na socioambiental. Verificando primeiramente no atrativo financeiro da proposta, constatou-se nesta análise que apesar do valor considerável para a adaptação direta da frota, teríamos no espaço de um ano uma economia de quase 70% no custo com o combustível, que é uma fatia considerável do orçamento funcional de uma empresa de transporte urbano, economia esta que poderia ser convertida em novos investimentos tecnológicos e de logística

envolvendo o GNV.

Ademais, pode-se observar que a mudança da matriz motora da frota de ônibus em Manaus resultaria numa sensível queda nos índices de emissões de diversos gases poluentes e geradores de efeito estufa, tais quais podemos destacar os materiais particulados (MP) produzidos pelos ônibus adaptados ao uso do GNV que chegariam à apenas 0,8% do quantitativo gerados pelos atuais motores à óleo diesel, e o dióxido de carbono (CO2) que chegaria até praticamente metade do gás gerado atualmente, impactando diretamente na diminuição de diversas doenças na saúde humana, além de contribuir para um menor impacto da cidade de Manaus para o aumento do efeito estufa e consequentemente, o aquecimento global.

No aspecto social, pode-se também citar uma possível diminuição do gasto de dinheiro público relacionado ao tratamento de pessoas com doenças em decorrência da exposição à poluição atmosférica, graças à já fundamentada diminuição das emissões de gases nocivos pelo uso do GNV, assim como a diminuição da quantidade de mortes de recém-nascidos ou idosos por motivo de doenças relacionados diretamente com a poluição. Além destes fatores, há também uma proteção sólida da população usuária do transporte coletivo contra a paralisação do sistema por meio do desabastecimento ocasionado por algum sinistro, pois o fornecimento de Gás Natural na cidade de Manaus é ininterrupto através do gasoduto Coari-Manaus, diferente do atual abastecimento de diesel por meios das rodovias, cujo qualquer tipo de entrave nas estradas impacta na falta de recursos na capital Amazonense.

7 Referências bibliográficas

ANDRÉ, Ricardo Luis Tassi et al. ESTUDO DA VIABILIDADE ECOLÓGICA E FINANCEIRA DA SUBSTITUIÇÃO DO DIESEL POR GNV PARA A FROTA DE CAMINHÕES E ÔNIBUS EM CAMPINAS. Revista Ciências do Ambiente On-Line, v. 3, n. 1, 2007.

BALDASSARRI, L. T., BATTISTELLI, C. L., CONTI, L.at al."Evaluation of emission toxic of urban bus engines: Compressed natural gas and223 comparison with liquid fuels)", Science of the Total Environment, Nº 355, pp. 64-77, 2005.

BRASIL, Resolução CONAMA n°03, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Publicado no D.O.U. de 22 de agosto 1990.

CONCEIÇÃO, Guilherme Wilson. A viabilidade técnica, econômica e ambiental da inserção do gás natural veicular em frotas do transporte coletivo urbano de passageiros. 2006. Tese de Doutorado. Tese de M. Sc., PPE/COPPE/UFRJ. Brasil.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. New York: ONU, 1987

CMM, Audiência pública de debate sobre utilização do GNV, 2015. disponível em < http://dom.manaus.am.gov.br/pdf/2017/dezembro/DOM%204271%2026.12.2017%20CAD%201.pdf> Acesso em 05.06.2018

COHEN, J. T. Diesel vs. compressed natural gas for school buses: a cost-effectiveness evaluation of alternative fuels. Energy Policy, v. 33, n. 13, p. 1709-1722, Sept. 2005.

DREHER, David B.; HARLEY, Robert A. A fuel-based inventory for heavy-duty diesel truck emissions. Journal of the Air & Waste Management Association, v. 48, n. 4, p. 352-358, 1998.

DREW R. Gentner, Gabriel ISAACMAN, David R. WORTON, Arthur W. H. CHAN, Timothy R. DALLMANN, Laura Davis, SHANG LIU, Douglas A. Day, LYNN M. Russell, Kevin R. Wilson, Robin Weber, Abhinav Guha, Robert A. Harley, and Allen H. Goldsteinl. Elucidating secondary organic aerosol from diesel and gasoline vehicles through detailed characterization of organic carbon emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 109, n. 45, p. 18318-18323, 2012.

FIORAVANTE, Edwan Fernandes; DUTRA, Elisete Gomides; FIGUEIREDO, Leonardo Victor Pita. ESTIMATIVA DA EMISSÃO DE POLUENTES POR VEÍCULOS PESADOS A DIESEL, MINAS GERAIS, BRASIL–2007.

GEIPOT, Anuário Estatístico dos transportes. Empresa brasileira de planejamento de transportes. Ministério do transporte. Brasília, DF, 2017.

LOBKOV, D. Análise econômica para substituição de combustível Diesel por GNC no transporte público de passageiros. 2005. 111f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, Campinas, 2005. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/258235/1/Lobkov_DmitriDmitrievich_M.pdf>, acesso em 16/06/2018

MAC KNIGHT, Vivian; YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann. Análise custo benefício da substituição do diesel por gás natural veicular em ônibus na região metropolitana de São Paulo. Revista de Economia Mackenzie, v. 7, n. 3, 2010.

NTU (Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano). PERSPECTIVAS DE ALTERAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS: Questões Técnicas, Ambientais e Mercadológicas. Relatório. São Paulo, 2009. Disponível em:<https://www.ntu.org.br/novo/upload/publicacao/pub635109541215993025.pdf>. Acesso em: 13 junho 2018.

PELLIZA, Giovani. Análise de veículos convertidos para o uso do combustível gás natural. 2003.

PREFEITURA DE MANAUS, Tarifa de ônibus 2017. Disponível em <https://issuu.com/prefeituradeamanaus/docs/tarifa_de___nibus_2017>. Acesso em 21 de junho de 2018.

SALDIVA, P. H, OLIVEIRA, C. R., POZO, R. M. K., LOBO, D. J. A.,et al.,"Diesel emissions significanttly influence composition and mutagenicity of 237 ambient particles: a case study in São Paulo, Brazil",Environmental Research, Nº 98, pp. 1-7, 2005

SANTOS S.M. (2001) Análise comparativa das alternativas energéticas para o transporte público. Campinas, SP

SILVA, Glauber Guimarães Cirino da et al. Caracterização fisico-química de aerossóis no experimento Goamazon2014/15: a interação entre emissões urbanas de Manaus com emissões naturais da floresta. 2015.

SILVA, Serguei Nogueira da. Uso do GNV em ônibus urbano para operar em linha comercial: Projeto Piloto GASBUS. 2006.

USEPA. 2001. Oil and Gas Extraction Effluent Guidelines. The Environmental Protection Agency. Disponível em <https://www.epa.gov/eg/oil-and-gas-extraction-effluent-guidelines> Acesso em 04.06.2018.

VASCONCELLOS, E. A. (1996) transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas, Ed. Unidas São Paulo.