

# **ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA NA IMPLANTAÇÃO DO USO DE COMBUSTÍVEL DE GNV (GÁS NATURAL VEICULAR) COMO FORMA ALTERNATIVA EM MOTORES CICLO OTTO APLICADOS EM EMBARCAÇÕES DE PEQUENO PORTE**

ROCHA, Diego Henrique Melo da<sup>1</sup>

SANTOS, Marcos Dantas dos (co-orientador)<sup>2</sup>

CAMPOS, Paola Souto (orientador)<sup>3</sup>

## **Resumo**

O principal meio de transporte das comunidades ribeirinhas da região amazônica são as pequenas embarcações chamadas tipicamente como “voadeiras”. Este tipo de embarcação em sua grande maioria são botes de alumínio, equipado com motor de popa e utilizam a gasolina como combustível. Devido à localização geográfica descentralizada em relação ao território brasileiro e a logística desfavorável da região amazônica, o preço do combustível é absurdo se comparado com os valores vendidos nas capitais estaduais. A renda desta população ribeirinha é bastante limitada, o gasto com consumo gasolina para embarcação torna-se uma despesa considerável na vida destas pessoas. O objetivo deste trabalho é avaliar de forma conceitual a viabilidade técnica - econômica da implantação de uso combustível GNV (Gás Natural Veicular) como forma alternativa em motores ciclo OTTO aplicados em embarcações nos municípios do trajeto do Gasoduto Urucu-Coari-Manaus. A metodologia adotada foi à pesquisa das informações de mercado através de levantamentos de dados por meio de revistas especializadas e centros técnicos, avaliando o rendimento de motores ciclo OTTO que já utilizam o GNV como forma alternativa. Os resultados obtidos foram favoráveis a implantação, que proporcionará economia com combustível e geração de empregos diretos e indiretos.

**Palavras Chave:** Meio de Transporte, GNV (Gás Natural Veicular), Embarcações.

---

Diego Henrique Melo da Rocha, Graduando de Engenharia Mecânica - Centro Universitário do Norte (UNINORTE)<sup>1</sup>  
(e-mails: diego.hmr@hotmail.com).

Marcos Dantas dos Santos, Doutorando em Engenharia Mecânica – Universidade de São Paulo (USP)<sup>2</sup>  
(e-mails: marcosdantas73@hotmail.com)

Paola Souto Campos, Doutora em Diversidade Biológicas pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM)<sup>3</sup>  
(e-mail: paola.campos@uninorte.com.br)

# **ANALYSIS OF THE TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY IN THE IMPLANTATION OF THE USE OF CNG FUEL (NATURAL VEHICLE GAS) AS AN ALTERNATIVE FORM IN OTTO CYCLE ENGINES APPLIED IN SMALL PORTS**

## **Abstract**

The main means of transport of the riverside communities of the Amazon region are the small boats called typically "voadeiras". This type of vessel is mostly aluminum boats, equipped with an outboard motor and use gasoline as fuel. Due to the decentralized geographic location in relation to the Brazilian territory and the unfavorable logistics of the Amazon region, the fuel price is absurd compared to the values sold in state capitals. The income of this riverine population is quite limited, the consumption of gasoline for boats becomes a considerable expense in the lives of these people. The objective of this work is to evaluate in a conceptual way the technical and economical viability of the implementation of fuel use (Natural Gas) as an alternative form in OTTO cycle engines applied to vessels in the municipalities of the Urucu - Coari - Manaus Gas Pipeline. The methodology adopted was the research of market information through surveys of data through specialized magazines and technical centers, evaluating the performance of OTTO cycle engines that already use NGV as an alternative form. The results obtained were favorable to the implementation, which will provide savings on fuel and generation of direct and indirect jobs.

**Key word:** Mode of Transport, CNG (Natural Gas Vehicles), Vessels.

## 1. Introdução

O meio de transporte que em conceito está associado ao movimento de pessoas ou mercadorias está diretamente relacionado ao desenvolvimento da humanidade (BEZZERA, 2018).

Se tratando de transporte fluvial temos os rios da região Norte que são partes integrantes da vida dos habitantes dessa região do Brasil. A característica dos rios amazônicos é favorável à navegação, pois muitos são extensos e volumosos e suas águas fluem lentamente. Tal condição faz com que os rios sejam uma importante via de transporte para os habitantes da região. Em rios como o Negro, é comum o grande fluxo de embarcações. Os barcos transitam repletos de gêneros alimentícios, eletrodomésticos, peças de tratores e automóveis, material de construção, medicamentos e muitas outras coisas. Além das mercadorias, há diariamente um grande fluxo de pessoas. Os portos existentes na região embarcam simultaneamente mercadorias de todas as espécies e pessoas (FREITAS, 2018).

Comunidades situadas em localidades remotas no Estado do Amazonas que fazem o uso exclusivamente de único modal (fluvial) para se transportar, encontram grandes dificuldades em acesso a rede de distribuição de combustíveis. Os moradores dessas comunidades chamados de Ribeirinhos, reconhecidos por decreto nacional, vivem com condições provenientes da natureza, tendo como atividade principal a pesca artesanal e a agricultura, sua renda é limitada e muitas das vezes são complementadas com programas sociais de Governo, dependem da comercialização absurda de gasolina para abastecerem suas embarcações.

As voadeiras como são tipicamente chamadas às embarcações, são compostas geralmente de botes de alumínio normalmente 5 a 7 metros, e equipadas com motor popa de 40 e 60 HP respectivamente, as lotações são de 8 a 10 passageiros em média, dependendo do comprimento e potência do motor.

A grande maioria das cidades do Estado do Amazonas não são interligadas a capital Manaus através estradas e conseqüentemente as outras regiões do Brasil. Esse isolamento territorial é favorável apenas para comercialização de combustíveis com preços elevados, pois a única forma de logística de combustível é através de balsas-tanques, isso resulta em um aumento de mais 30% no preço revendido ao consumidor final, se comprada ao preço pago nas bombas de combustíveis da capital estadual.

O Amazonas é o maior Estado do Brasil com área geográfica de 1.559.159,148 km<sup>2</sup>, população de 4.001.667 habitantes, 2,57 hab/m<sup>2</sup> e que enfrenta enormes dificuldades de acesso distribuição de combustível por parte da sua população interiorana, devido ao seu isolamento em relação a sua capital, a cidade de Manaus (IBGE, 2015).

## **2. Objetivo**

O presente trabalho visa avaliar a viabilidade técnica – econômica de forma conceitual e comparativa a implantação de uso combustível GNV (Gás Natural Veicular) como forma alternativa em motores ciclo OTTO aplicados em embarcações nos municípios do trajeto do Gasoduto Urucu-Coari-Manaus. Tendo em vista que as sete cidades do trecho poderiam ter posto de abastecimentos de combustível GNV, facilitando assim a vida econômica dos ribeirinhos locais, aumentando o desenvolvimento humano atual.

## **3. Fundamentação Teórica**

Na atualidade, constantes pesquisas são realizadas diariamente na automobilística com o objetivo encontrar novas tecnologias que possam melhorar o rendimento dos motores; baixos consumos e sem perder o foco na sustentabilidade. Com essas inovações comerciais, aplicaremos essas tecnologias no seguimento de transporte fluvial.

### **Motores ciclo OTTO**

NIKOLAUS AUGUST OTTO (1876), alemão, caixeiro viajante e sócio de uma fábrica de motores a gás, foi quem construiu depois de ter inventado independentemente o mesmo ciclo, descrito por BEAU DE ROCHÁS, o motor que foi chamado de OTTO silencioso. É interessante saber que OTTO conheceu o projeto e o motor de LENOIR, construindo primeiro um motor semelhante. Após esse experimento OTTO conseguiu formar uma opinião e solidificar seus conhecimentos para somente em 1878 apresentar seu motor na Feira Internacional de Paris.

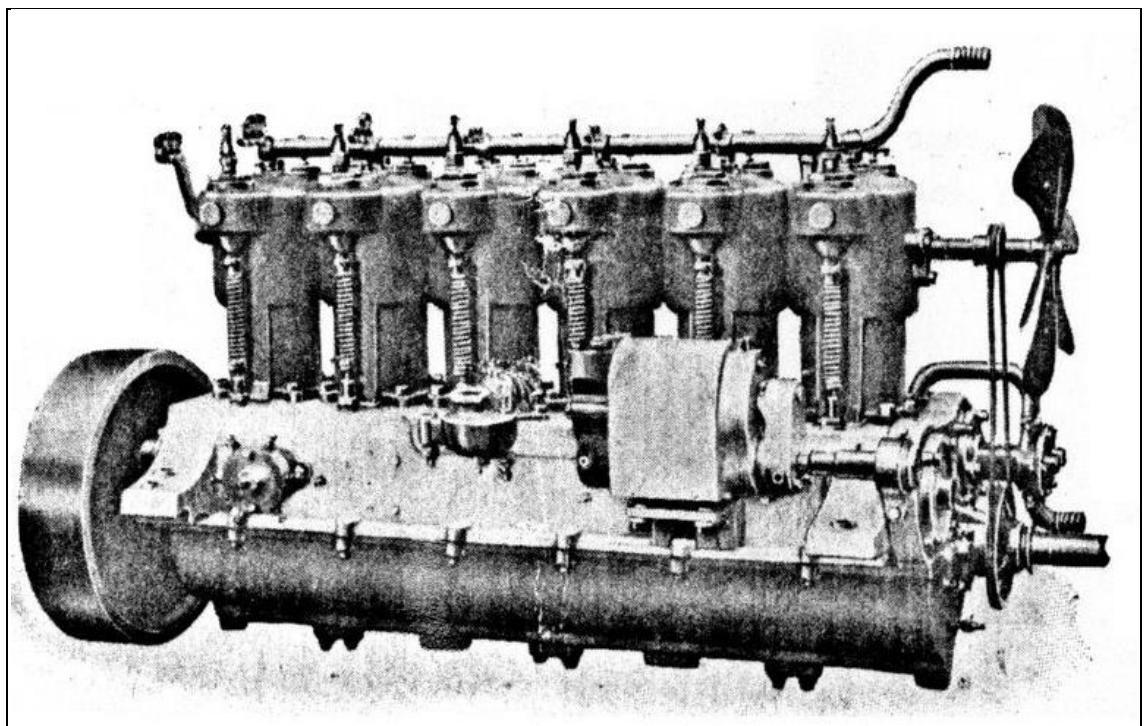
O experimento de OTTO foi o seguinte: movimentou o pistão manualmente até onde pode. Esse movimento do pistão resultou na compressão da mistura ar-combustível no cilindro. Feito isso, ligou a ignição e ocorreu à explosão seguida de rápidas rotações no volante do motor, desta forma concluiu que:

1. Admita o combustível no primeiro movimento, onde ocorre o recuo do pistão;
2. Comprima o combustível no segundo movimento;
3. No terceiro movimento, a expansão (combustão), cria a força útil.

4. No quarto movimento (volta do pistão) ocorre a descarga: liberação e expulsão dos resíduos da combustão.

OTTO se associou com o engenheiro EUGEN LOGEN e fundou a N. A. OTTO & CIA, primeira fábrica de motores de combustão do mundo. Em 1893 RUDOLF DIESEL, alemão, engenheiro, inventou o tipo de motor que hoje leva seu nome: motor diesel. Após algumas dificuldades para financiar seu projeto, construiu um motor que explodiu após a primeira injeção de combustível, escapando pôr pouco de morrer. E após mais quatro anos de estudos e experimentos conseguiu um motor operacional. As diferenças básicas entre seu motor e o de OTTO é a forma de misturar o ar com o combustível e a ignição do motor. No diesel a ignição é por compressão e no OTTO por centelha elétrica (VARELLA, 2009).

Grandes foram às mudanças e aperfeiçoamentos que os motores sofreram com o passar dos séculos, porém o principio de funcionamento ainda prevalece o mesmo, a Figura 1 ilustra um motor Ciclo OTTO do início do século XX



**Figura 1- Vista panorâmica de um motor Otto**  
**Fonte: <http://www.piggin.org/engine/04Automobile.htm>**

## **Tecnologia Flexfuel**

Esta tecnologia permite ao proprietário utilizar mais dois combustíveis em um motor de combustão interna ciclo OTTO.

A tecnologia flexfuel, que permite um motor operar com dois tipos de combustível (álcool e gasolina), equipa grande parte dos veículos brasileiros lançados recentemente. Entretanto, nova tecnologia está surgindo: o sistema tri combustível que associa o conceito flexfuel ao gás natural veicular (GNV). A principal vantagem do sistema tricombustível e sua versatilidade: pode-se escolher pelo uso de três combustíveis diferentes. Outro ponto importante está na economia proporcionada pelo sistema a gás. Motores movidos a gás gasta, por quilometro rodado, 60% a menos do que um a gasolina e 45% a menos do que um a álcool. Diferentemente do flexfuel, que possibilita a mistura de dois combustíveis, o sistema tri combustível pode funcionar de quatro formas: alimentado só por gás natural, só por álcool, só por gasolina ou por uma mistura de álcool/gasolina. E o condutor quem escolhe o tipo de combustível: a partir de uma tecla no painel, ele faz a opção por um dos sistemas (gás ou gasolina/álcool). Outra vantagem do sistema tri combustível está em sua maior autonomia em relação aos sistemas atuais. Por estar equipado com dois tanques de combustível, um para gás e outro para álcool/gasolina, ele permite que o automóvel rode uma distância maior, sem que haja necessidade de abastecimento. Além disso, em caso de o gás acabar, o sistema faz automaticamente a mudança para a alimentação álcool/combustível – passando a funcionar como um veículo flexfuel normal. O contrário também acontece: se o combustível líquido acabar, o gás natural é acionado. A perda de rendimento da gasolina para o gás natural veicular se explica, principalmente, pela incompatibilidade entre taxa de compressão e octanagem dos dois combustíveis. Se aplicar turbocompressor no motor à turbina, consegue-se quase anular esse problema de perda de potência, porém encarece o produto. Além disso, o sistema tri combustível avaliado tem como um dos seus principais benefícios, potencializar a diminuição de emissão de poluentes na atmosfera – pois quando comparado a gasolina, o GNV apresenta menor emissão de hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio (NO), além de reduzir a emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) responsável pelo efeito estufa em aproximadamente 25% (TILLMANN, 2013).

## **Uso de Gás como combustível alternativo no mundo**

Durante a segunda grande guerra ouvimos relatos da utilização de gás como combustível.

A aplicação de gás como combustível alternativo se faz desde o século passado, algumas aplicações de motores a gás puderam ser vistas antes da Segunda Guerra Mundial em países como Itália, Rússia, Alemanha, Holanda EUA e Reino Unido. Durante a guerra, houve muita atividade para utilizar combustíveis gasosos, pois o abastecimento de combustíveis líquidos de qualidade tornou-se cada vez mais escasso. Nesta época, surgiram várias aplicações de motores *dual-fuel*, buscando atender a demanda energética. Essas abordagens, no entanto, não viram amplas aplicações no setor de energia no período pós-guerra, pela quantidade abundante de combustíveis líquidos derivados das explorações do petróleo (KARIM, 2015).

## **Uso de gás como combustível alternativo no Brasil**

No Brasil, o gás natural comprimido vem sendo usado desde os anos 70 como combustível veicular (BRASIL ENERGIA, 2015-b), sob o nome de Gás Natural Veicular (GNV). Em propulsão naval, seu uso ainda não foi disseminado, por razões regulatórias, técnicas, econômicas e logísticas (HAÏDAR, 2015).

## **Uso de gás como combustível em embarcações**

Ainda que o uso do gás natural como combustível em embarcações não seja essencialmente novo – os primeiros metaneiros remontam aos anos 50 e o uso do gás natural para geração de energia a bordo de plataformas de petróleo em alto mar remonta aos anos 60 (PETROBRAS, 1991) – é a partir dos anos 2000 que tem ocorrido uma constante intensificação nas pesquisas e investimentos de mercado na área (BUREL et al., 2013; WANG & NOTTEBOOM, 2013).

O Amazonas tem um grande potencial para o uso de GNV como combustível alternativo em embarcações, principalmente na região do trecho do Gasoduto Urucu-Coari-Manaus.

No Amazonas, outro segmento de transporte atrai a atenção dos especialistas, que é o setor fluvial.

A conversão de motores de barcos para funcionarem com a mistura diesel/gás vem sendo estudada e mostra boas possibilidades de aplicação em alguns trechos da região. O primeiro deles é o próprio trecho Coari-Manaus, cujo transporte por barcos percorre 460 km em 24 horas de navegação. A entrega do gás nos municípios do traçado do gasoduto é a garantia do abastecimento das embarcações no trajeto (MANANARINO, 2005).

Além do trecho Coari-Manaus, outras rotas podem ser viabilizadas para o uso do diesel-gás: a hidrovia do Madeira, ligando Porto Velho, em Rondônia, a Manaus/Itacoatiara, no Amazonas; o rio Juruá com os campos de gás de Carauari, o rio Tefé, com os campos de São Mateus (PETROBRÁS, 2003).

## **GNV no Estado do Amazonas**

No Amazonas se encontra o Gasoduto Urucu-Coari-Manaus que iniciou as operações em 2009 e tem capacidade de transportar 5,5 milhões de metros cúbicos/dia. O gasoduto liga as unidades de produção localizadas no Pólo Arara, em Urucu, até a cidade de Manaus (AM). A extensão deste caminho é de 663,2 km (trecho Urucu - Manaus), além de um total de 139,3

km em nove ramais para Coari. O gás natural transportado neste gasoduto chega às usinas: Manauara, Tambaqui, Jaraqui, Aparecida, Mauá, Cristiano Rocha e Ponta Negra - Urucu-Coari-Manaus. Nelas ele gera 760 MW de energia elétrica (PETROBRÁS, 2018)

A figura 1 ilustra o caminho percorrido pelo o Gasoduto, desde a sua fonte inicial até a capital Manaus, passando por cidades interioranas.

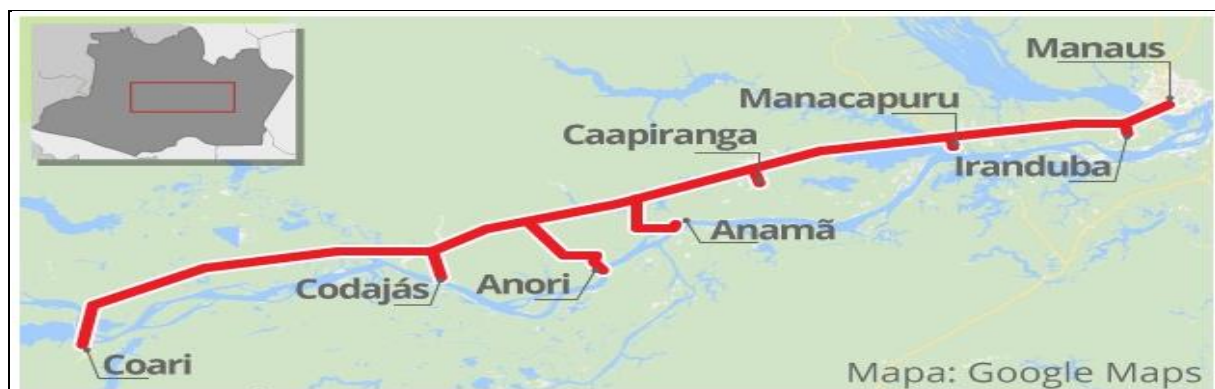


Figura 2 Gasoduto Urucu-Manaus

Fonte: CIGÁS 2017

Os municípios que o Gasoduto Urucu-Coari-Manaus atrevesa são sete, são eles:

- **Coari**, o município está localizado no rio Solimões entre o Lago de Mamiá e o Lago de Coari. De acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o total de habitantes do município em 2018 era de 84 272, sendo o quinto município mais populoso do estado, sua distancia até a capital Manaus é de 363 km (IBGE, 2017).

- **Codajas**, o município pertence à região geográfica intermediária de Manaus e à região imediata de Coari, Sua população é estimada em 27 303 habitantes pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2016. Sua distancia até a capital Manaus é de 297 km (IBGE, 2017)

- **Anori**, o município pertencente à Mesorregião do Centro Amazonense e Microrregião de Coari, localiza-se a oeste de Manaus, capital do estado, distando desta cerca de 234 quilômetros. Ocupa uma área de 5.795,283 km<sup>2</sup> e sua população, estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2014, era de 18 826 habitantes, sendo assim o quadragésimo quinto município mais populoso do estado do Amazonas e o terceiro de sua microrregião (IBGE, 2017).

- **Anamá**, o município pertencente à Mesorregião do Centro Amazonense e Microrregião de Coari, localiza-se a oeste de Manaus, capital do estado, distando desta cerca de 129 quilômetros. Ocupa uma área de 2 453,934 km<sup>2</sup> e sua população, estimada pelo IBGE em 2017, era de 12 978 habitantes, sendo assim o quinquagésimo sétimo município mais populoso do estado do Amazonas e o menos populoso de sua microrregião (IBGE, 2017).

- **Caapiranga**, o município pertencente à Microrregião de Coari e Mesorregião do Centro Amazonense, possui uma população de 12 662, de acordo com estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2016. Sua latitude é de 3.19.39 e a longitude de 61.12.32, possuindo uma área total de 9 457 km<sup>2</sup>. Sua distancia até a capital Manaus é de 133 km (IBGE, 2017).



- **Manacapuru**, município localizado na Região Metropolitana de Manaus, no estado do Amazonas. É a quarta cidade mais populosa do estado com 96 236 habitantes, segundo estimativas do IBGE de 2018. Situado a 67 km em linha reta a oeste de Manaus, Manacapuru está situado à margem esquerda do rio Solimões, na confluência deste com o rio Manacapuru, a sudoeste da capital do Amazonas, a 93 km via terrestre da mesma. Suas coordenadas geográficas são as seguintes: 3° 18' 15" de latitude sul e 60° 37' 03" de longitude W. Gr. (IBGE, 2017)

- **Irlanduba**, município localizado na Região Metropolitana de Manaus, no estado do Amazonas. Situado à margem esquerda do Rio Solimões, está distante 9 km de Manaus e conectado à capital amazonense pela Ponte Jornalista Phelippe Daou, popularmente conhecida como Ponte Rio Negro. O município tem 47571 habitantes segundo estimativas do IBGE de 2018 e é o maior produtor de hortifrutigranjeiros do estado. O município de Irlanduba está situado à margem esquerda do Rio Solimões, na confluência deste com o Rio Negro, a sul da capital do Amazonas, Manaus, da qual dista 22 quilômetros. Suas coordenadas geográficas são as seguintes: 03° 17' 06 de latitude sul e 60° 11' 09 de longitude W. Gr.(IBGE, 2017)

#### **4. Material e Métodos**

A metodologia utilizada para alcançar o objetivo foi a pesquisa bibliográfica com a análise de material técnico e artigos relacionado à área, posteriormente tivemos a oportunidade de realizar um Treinamento prático sobre Mecânica de Motores de Popa, na Escola Senai Waldomiro Lustosa, nos meses de março e abril de 2017, o conteúdo aplicado no treinamento prático nos proporcionou o estudo da viabilidade técnica da aplicação de GNV como forma alternativa em motores de popa. O estudo da viabilidade econômica foi realizado a partir de levantamento de dados quantitativo de preços de: instalações; combustíveis e cálculo de rendimento.

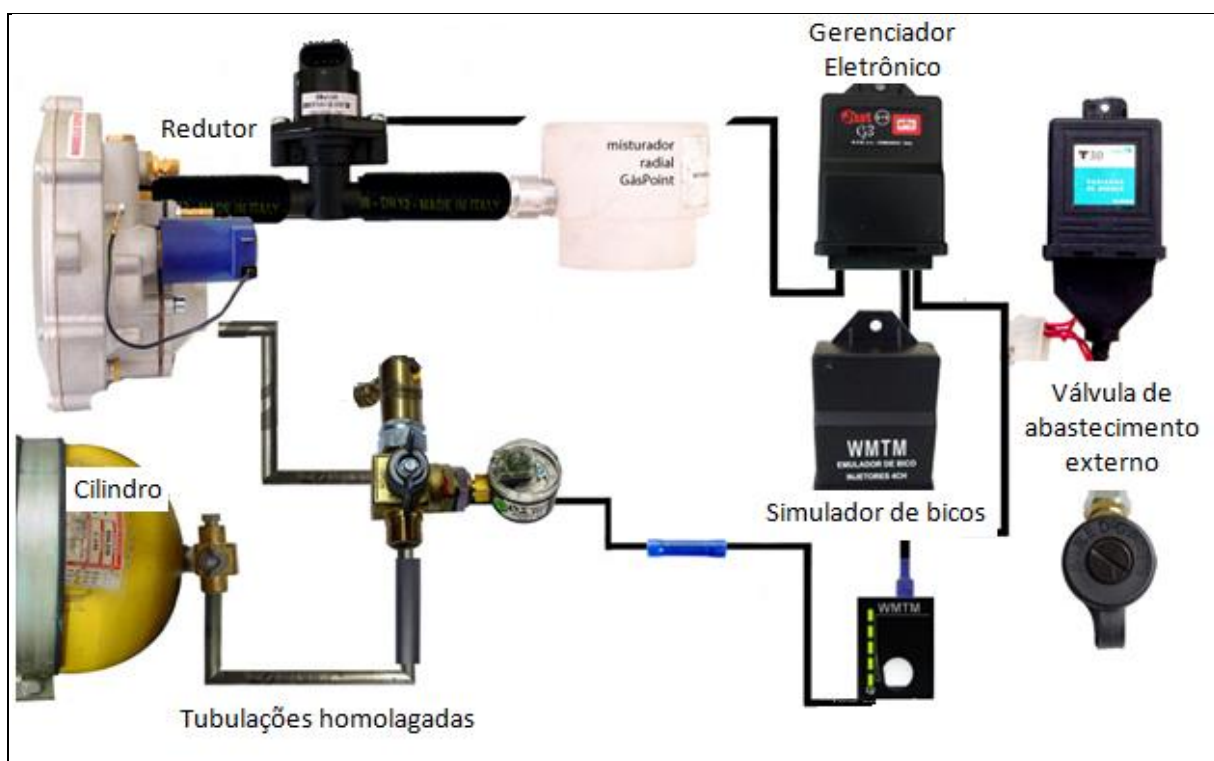
##### **4.1. Viabilidade Técnica**

O método comparativo se dá a partir das conversões de motores ciclo OTTO automotivos com Kit GNV de 3ª Geração. Assim faríamos a sugestão de instalação de um Kit GNV em embarcações de pequeno porte que fazem uso de motores de popa com o ciclo OTTO e tem por princípio de funcionamento idêntico aos motores de carros populares.

Levamos em consideração a escolha de um kit de 3ª geração, ao baixo custo de mercado se comparado com os kits mais modernos e de última tecnologia, fácil manutenção e princípio de funcionamento simples, o que atenderia com êxito uma adaptação em um motor de popa.

O kit 3ª geração é utilizado em automóveis com sistema de injeção eletrônica e o controle da mistura é feito de forma eletrônica, utilizando o módulo de controle, e sua

execução depende de dois atuadores eletromecânicos. O kit atua com uma regulação manual do volume de gás na mangueira. A regulação da marcha lenta é feita por um redutor de três etapas e a inversão de GNV para o combustível original, ou vice-versa, por uma chave comutadora. Além disso, o sistema possui um emulador de bicos (GASPONIT, 2018).



**Figura 3 Sistema de Gerenciamento kit 3ª geração ADAPTADO**

**Fonte: Gaspoint 2018**

A figura 3 representa elaborada pela empresa Gaspoint um sistema gerenciado, de 3ª geração. Este sistema é capaz de controlar a quantidade de combustível que vai para o motor, de forma que esta seja sempre ideal evitando danos no motor em longo prazo.

O sistema funciona na seguinte forma:

- i) O gás sai do cilindro e vem pela tubulação de alta pressão até chegar ao redutor de pressão.
- ii) No redutor, a pressão é reduzida e adequada ao funcionamento do motor.
- iii) Antes de chegar ao motor, o gás passa pelo atuador que é comandado pelo gerenciador eletrônico.
- iv) O gás chega ao misturador que o espalha pelo coletor de admissão

v) O motor suga o gás misturado ao ar e queima a mistura que sai pelo escapamento.

vi) No escapamento, a sonda lambda faz a medição para verificar se a queima foi correta.

vii) Caso contrário, o gerenciador muda a regulagem do atuador. Isto acontece em frações de segundo.

viii) Quando o carro funciona no gás, os bicos injetores param de receber gasolina. Para que luzes não se acendam no painel, existe o simulador de bicos que diz ao módulo de injeção de gasolina que tudo continua funcionando normalmente (e ele acredita).

Pela chave comutadora é possível mudar de gás para gasolina ou vice-versa.

Componentes existentes em um kit GNV de 3ª Geração:

- Cilindro feito de ligas de Cromo-Molibdemio
- Tubulações homologadas pelo INMETRO
- Chave Comutadora Gasolina x GNV
- Simulador de Sonda Lambda
- Gerenciador Ar/Combustível (Central Eletrônica)
- Misturador Radial
- Redutor de Pressão

#### **4.2. Viabilidade Econômica**

Para análise econômica, é necessário utilizar-se de critérios de decisão para a escolha entre as alternativas de investimento. Entre os vários métodos utilizados na análise de investimentos, podemos citar os mais importantes:

- Método do Tempo de Recuperação do Investimento (Payback Simples)
- Método do Tempo de Recuperação do Investimento (Payback Descontado)

O critério do período payback, na tomada de decisões de investimento, é simples. Seleciona-se certo período de corte, digamos, de dois anos. Todos os projetos que tiverem períodos de payback de dois anos ou menos serão aceitos, e todos os que proporcionarem recuperação do investimento em mais de dois anos serão rejeitados (ROSS, WESTERFIELD e JAFFE, 2002, p. 127).

- **Método do Valor Presente Líquido (VPL)**

O Método do Valor Presente Líquido (VPL) de um investimento é igual ao valor presente do fluxo de caixa líquido, sendo portanto, um valor monetário que representa a diferença entre as entradas e saídas de caixas trazidas a valor presente. É efetuado com a utilização da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) da empresa como taxa de desconto (SANTOS, 2001).

- **Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)**

A Taxa Interna de retorno de um investimento é o percentual de retorno obtido sobre o saldo do capital investido e ainda não recuperado. Matematicamente, a taxa interna de retorno é a taxa de juros que iguala o valor presente das entradas de caixa ao valor presente das saídas de caixa (SANTOS, 2001).

Dados a serem considerados:

Todos os dados foram analisados na capital Manaus, pois não pratica de conversão, bem como a comercialização de combustível GNV no interior do Estado do Amazonas.

- **Custo de conversão por veículo:**

O preço médio proposto pelas três oficinas consultadas foi de R\$ 3.000,00 para converter embarcações com motor de até 60 HP, com o kit GNV 3ª geração.

- **Quilometragem por litro de gasolina:**

A autonomia média do veículo popular é de 12 km/litro utilizando gasolina como combustível;

- **Preço do litro de gasolina:**

O preço vigente no período da pesquisa era R\$ 4,99 por litro (em Manaus)

- **Autonomia com GNV:**

Estima-se que a autonomia dos veículos à base de GNV seja de aproximadamente 14 km por m<sup>3</sup>de gás.

- **Preço do m<sup>3</sup> de GNV:**

O preço vigente no período da pesquisa era R\$ 3,19 por m<sup>3</sup> (em Manaus)

## **5. Resultados e discussão**

Com base nos números levantados podemos fazer o seguinte estudo de caso:

- Tomamos com hipótese que um ribeirinho faça uso de um tanque de combustível (24 litros) por semana.

- Qual seria a economia semanal deste ribeirinho, para percorrer a mesma distância fazendo o uso do combustível GNV?

**Quadro 1. Calculo de Custos.**

Dados (24 Litros)	Gasolina	GNV
Rendimento	12 Km/L	14 Km/m <sup>3</sup>
Preço Unitário (R\$)	4,99	3,19
Distância Percorrida (Km)	288	288

**Fonte: Autor 2018**

Cálculos:

**Fazendo o uso de combustível Gasolina:**

$$24 \text{ Litros} \times \text{R\$ } 4,99 = \text{R\$ } 119,76$$

$$\text{Distância Percorrida: } 24 \text{ Litros} \times 12 \text{ Km/L} = 288 \text{ km}$$

**Para percorrer os 288 km com o uso de GNV:**

$$288 \text{ km} / 14 \text{ km/m}^3 = 20,57 \text{ m}^3$$

$$\text{Custo em abastecimento: } 20,57 \text{ m}^3 \times \text{R\$ } 3,19 = \text{R\$ } 65,62$$

**Economia (percentual)**

$$100\% \text{ _____ R\$ } 119,76 \quad \frac{100 \times 65,62}{119,76X}$$

$$X \text{ _____ R\$ } 65,62$$

$$X = 54,79 \quad \text{Economia: } 45,20\%$$

**Cálculo de Payback Simples (retorno do investimento)**

$$\text{Valor do Investimento: R\$ } 3.000,00$$

$$\text{Economia Semanal: } (119,76 - 65,62) = \text{R\$ } 54,14$$

$$\text{Economia Mensal: } (54,14 \times 4) = \text{R\$ } 216,56$$

$$\text{Payback: } 3.000,00 / 216,56 = 13,85. \text{ Aproximadamente } 14 \text{ meses.}$$

Tabela elaborada em Office Excel para o cálculo: Método do Tempo de Recuperação do Investimento (Payback Simples); Método do Tempo de Recuperação do Investimento (Payback Descontado); Método do Valor Presente Líquido (VPL) e Método da Taxa Interna de Retorno (TIR).

Ano	Fluxo de Caixa	Saldo	Fluxo descontado	Saldo
0	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00	-R\$ 3.000,00
1	R\$ 2.598,00	-R\$ 402,00	R\$ 2.439,44	-R\$ 560,56
2	R\$ 2.598,00	R\$ 2.196,00	R\$ 2.290,55	R\$ 1.729,99
Taxa de desconto (i) a.a.		6,5%		
VPL		R\$ 1.729,99		
TIR		45,9%		
Payback Simples		1,154734411		
Payback Descontado		1,244728637		
Obs.:Taxa Selic consultada no dia 19 de Setembro de 2018				

**Figura 4-Planilha de Cálculo VPL; TIR e Payback**

**FONTE: AUTOR 2018**

Os resultados obtidos através de cálculos manuais e planilhas elaboradas no Office Excel permitem concluir de forma viável economicamente o investimento a conversão dos motores para uso de GNV, tendo em vista os seguintes parâmetros: VPL positivo; TIR de 45,9% e o retorno de investimento (PayBack) ocorreria em aproximadamente 14 meses

## 6. Conclusão

Portanto com base nos dados levantados, e análise comparativa podemos concluir favorável o uso de combustível GNV (Gás Natural Veicular) como forma alternativa em motores ciclo OTTO aplicados em embarcações nos municípios do trajeto do Gasoduto Urucu-Coari-Manaus.

Assim esperamos que autoridades governamentais e grupos investidores utilizassem o gasoduto para abastecimento de veículos nas cidades do interior do Amazonas, proporcionando a conversão dos motores com o kit GNV em embarcações.

Neste contexto, a utilização de Gás Natural em pequenas embarcações nas comunidades interiorana mostrou-se técnica e economicamente viável, o que reduziria os impactos ambientais e os valores com abastecimento de combustível na vida dos ribeirinhos.

## 7. Referências Bibliográficas.

- Análise da viabilidade técnica e econômica da implantação de energia solar na comunidade “Cidade Flutuante do Catalão”, no Amazonas. Disponível em: [https://itegam-jetia.org/edicoes/2017/volume3\\_edicao09.pdf](https://itegam-jetia.org/edicoes/2017/volume3_edicao09.pdf) Acesso: 05 de setembro de 2018.
- Tillmann, Carlos Antonio da Costa, *Motores de combustão interna e seus sistemas*. Santa Maria: Rede e-Tec Brasil, 2013.
- VARELLA, C. A. A. (2009). *Histórico e desenvolvimento dos motores de combustão interna*. UFRRJ, RJ.
- PIGGIN, J. B. The 4-Cycle Engine. Disponível em: <http://www.piggin.org/engine/13Engine.htm>. Acesso em 7 de setembro de 2018.
- KARIM, Ghazi A. *Dual-fuel diesel engines*. CRC Press, 2015.
- BRASIL ENERGIA. *GNV vai para reabilitação*. Nº 410, Janeiro de 2015.
- HAÏDAR, T. *The Barriers to a Small-Mid Scale LNG Future*. Oil and Gas IQ, 2015. Disponível em <<http://www.smallmidlng.com/media/1001074/40846.pdf>>. Acesso em 03/09/2018.
- PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. – PETROBRAS. *Gás Natural Liquefeito*. A018 - P29. Rio de Janeiro, 1991.
- BUREL, F., TACCANI, R., ZULIANI, N. Improving sustainability of maritime transport through utilization of Liquefied Natural Gas (LNG) for propulsion. *Energy* 57 (2013) 412e420.Elsevier,2013.
- FERNANDES, Luciane Alvez; GOMES, José Mário. *Relatórios de pesquisa nas Ciências Sociais*. Porto Alegre, v. 3, n. 4, 1º semestre 2003.
- FONSECA, Regina Célia Veiga; RIBAS, Cíntia Cargnin Cavalheiro. *Manual de Metodologia*. OPET – Curitiba, 2008.
- KÖCHE, J. C. *Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa*. 15. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- SANTOS, Edno Oliveira dos. *Administração financeira da pequena e média empresa*. São Paulo: Atlas, 2001.
- ROSS, Stephen; WESTERFIELS, Raandolph W. e JAFFE, Jeffrey F. *Administração Financeira*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>. Levantamento divulgado em 28 de agosto de 2015. Aceso em: 22 out. 2016
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/coari/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/codajas/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/anori/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/anama/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/caapiranga/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/manacapuru/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/iranduba/panorama>> acesso: 02 de Setembro de 2018
- Meios de Transportes. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/meios-de-transporte/> acesso em :11 de agosto de 2018.
- FREITAS, Eduardo de. "Rios amazônicos: principais vias de transporte "; *Brasil Escola*. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/rios-amazonicos-principais-vias-transporte.htm>>. Acesso em 28 de agosto de 2018.
- Urucu-Coari-Manaus. Disponível: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/principais-operacoes/gasodutos/urucu-coari-manauas.htm> acesso: 02 Setembro de 2018
- Revista T&C Amazônia disponível em: [http://tecamazonia.com.br/wp-content/uploads/2017/03/revista\\_tec\\_ed06.pdf](http://tecamazonia.com.br/wp-content/uploads/2017/03/revista_tec_ed06.pdf) acesso: 30 de Agosto de 2018
- No AM, gás de Urucu é realidade no PIM, mas pouco mais de 5% utilizam. Disponível em: <<http://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2017/03/no-am-gas-de-urucu-e-realidade-no-pim-mas-pouco-mais-de-5-utilizam.html>>
- *funcionamento do sistema GNV tradicional Disponível em*< <http://www.gaspoint.com.br/gnv/componentes.asp#>> acesso em: 23 de Outubro de 2018