



IBP1164_06

GÁS NATURAL COMPRIMIDO (GNC) COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E DE MERCADO NA AMAZÔNIA

Marcos Moreira de Xerez Sobral ¹, Tadeu C. Cordeiro de Melo ², Rogério Nascimento Carvalho ³, André Luiz Arsky Vianna ⁴, Newton Paterman Brasil ⁵

Copyright 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*, realizada no período de 11 a 14 de setembro de 2006, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, seus Associados e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2006*.

Resumo

Para comercializar as reservas de Gás Natural de Urucu (Amazonas), a Petrobras está investindo na construção do gasoduto Urucu-Coari-Manaus. Uma das compensações requeridas pelas autoridades para a instalação do gasoduto foi a implantação de um projeto para fornecimento de Gás Natural Veicular (GNV), na forma de gás natural comprimido (GNC), para uma frota restrita de veículos em Manaus antes da conclusão do gasoduto. O projeto possibilitará que os diversos agentes envolvidos no negócio de GNV desenvolvam as necessárias capacitações para sua atuação no futuro mercado quando o suprimento regular de GN através do gasoduto se inicie. Uma dificuldade do projeto é a composição do GN de Urucu, que não atende as especificações da ANP. Assim sendo, o Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES) iniciou uma pesquisa pioneira para estudar os impactos da utilização do GN de Urucu em aplicações automotivas. Os resultados dos testes de emissões realizados indicaram que mediante um ajuste adequado dos kits de conversão é possível obter níveis de emissões compatíveis com a legislação ambiental. Baseada nestes resultados a ANP emitiu uma autorização para uso temporário do GN de Urucu em frota veicular. Atualmente estão sendo coletados dados sobre consumo e desempenho da frota.

Abstract

In order to properly monetize Urucu reserves, Petrobras is currently carrying out a investment for the construction of Urucu-Coari-Manaus gas pipeline. One of the environmental compensations requested by local agencies to grant Petrobras with the necessary authorizations for the new pipeline was that a project to supply a limited vehicle fleet in Manaus with compressed natural gas (CNG) be implemented before the gas pipeline actually starts operations. Another specific and difficult aspect had to be dealt with was the special composition of the Urucu Field natural gas contents not complying with current Brazilian legislation for natural gas powered vehicles (NGV). As a consequence, Petrobras Research Center (CENPES) started a pioneer research to study the impact of this natural gas composition on vehicular applications. The emission tests results obtained indicated that, with the proper adjustments, the NGV conversion kits would comply with the emission legislation. Based on these results, National Petroleum, Natural Gas and Bio-fuels Agency - ANP, agreed to issue a authorization for the temporary experimental use of the natural gas from Urucu. Currently, fuel consumption and performance data are being collected from the converted fleet.

¹ Engenheiro Civil – PETROBRAS/Gás & Energia

² Engenheiro Eletrônico – PETROBRAS/CENPES

³ Mestre, Engenheiro Mecânico – PETROBRAS/CENPES

⁴ Economista – PETROBRAS DISTRIBUIDORA

⁵ Engenheiro Eletricista – PETROBRAS / Gás & Energia

1. Introdução

A Petrobras iniciou suas atividades de produção em Urucu – AM em 1986. Atualmente, 6 milhões de m³ de gás natural (GN) são reinjetados diariamente no reservatório, cujas reservas estimadas possibilitariam uma produção diária de 5,5 milhões de m³ diários de GN durante 20 anos. Visando monetizar estas reservas, a Petrobras está investindo cerca de 500 milhões de dólares para a construção do gasoduto Urucu-Coari-Manaus. Em empreendimento desta natureza, é usual a previsão de diversas contrapartidas aos impactos ambientais, sociais e políticos.

Atualmente, o preço final do gás natural veicular (GNV) torna este combustível bastante atrativo, fazendo com que governos locais demonstrem especial interesse em disponibilizá-lo para suas comunidades. Uma das compensações requeridas pelas autoridades para a instalação do gasoduto foi a implantação de um projeto capaz de suprir GNV, sob a forma de gás natural comprimido (GNC) para uma frota restrita de veículos em Manaus, antes da conclusão das obras do gasoduto. O projeto possibilitará que os diversos agentes envolvidos no negócio de GNV desenvolvam as necessárias capacitações para sua atuação no futuro mercado assim que o suprimento regular de GN através do gasoduto se inicie.

Uma dificuldade específica para o projeto é a composição do GN produzido em Urucu, que não atende as especificações do órgão regulador para aplicações automotivas. Assim sendo, o Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES) iniciou uma pesquisa pioneira para estudar os impactos da utilização do GN de Urucu em aplicações automotivas.

Também foi necessário um estudo de logística para permitir o abastecimento de forma contínua com GNC uma frota de táxis de até 300 veículos.

2. Atividades da Petrobras na Amazônia

2.1. A área de produção de Urucu

A área de produção de Urucu está localizada na região de Coari, no meio da floresta amazônica, a uma distância aproximada de 650 km de Manaus. O nome Urucu é derivado do nome do rio Urucu, um dos afluentes do rio Solimões. A Petrobras iniciou as atividades de produção em Urucu depois de descobrir uma significativa reserva de óleo e gás natural em 1986. Alguns desafios foram vencidos para estabelecer atividades de produção em uma área tão remota desde 1988, quando o primeiro poço comercial iniciou a produção. Em 1998, o gasoduto Urucu-Coari iniciou suas operações, transferindo a produção até o Porto de Coari no Rio Solimões.

Atualmente, as operações locais na área de produção de Urucu envolvem cerca de 900 pessoas trabalhando nas instalações que incluem um aeroporto, dois portos fluviais, 70 km de rodovias pavimentadas e mais de 40 km de rodovias não-pavimentadas, uma rede de tubulações conectando mais de 90 poços (entre produção e injeção de água e gás) a uma planta industrial chamada Pólo Arara, onde óleo e gás são processados. A energia elétrica requerida é fornecida localmente por uma planta movida a gás natural de 16 MW, além de 40 x 10³ litros/dia de diesel, fornecidos por uma Unidade de Processamento de Diesel (UPD). A produção de gás natural é processada em uma Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN) com uma capacidade de produção de 1.100 toneladas por dia de gás liquefeito de petróleo (GLP). A sobra de 6 x 10⁶ m³ por dia da produção de gás natural é re-injetada em um reservatório por um conjunto de 3 turbo compressores.

2.2 O gasoduto Urucu-Coari-Manaus

Atualmente, os volumes de gás natural re-injetados nos poços são significativos. As reservas de gás natural de Urucu são estimadas como capazes de fornecer uma produção em torno de 5,5 x 10⁶ m³ por dia, pelos próximos 20 anos. De forma a viabilizar economicamente estas reservas, a Petrobras está realizando um investimento de US\$ 500.000.000 para a construção do gasoduto Urucu-Coari-Manaus, com 660 km de extensão. Por conta deste projeto, duas plantas de potência, atualmente alimentadas por óleo combustível, serão convertidas para o uso de gás natural, sendo abastecidas pelo novo gasoduto e gerando um total de cerca de 480 MW. Adicionalmente, cinco fornecedores independentes de energia devem gerar cerca de 60 MW cada, em plantas movidas a gás natural. A Refinaria Isaac Sabbá (REMAN) da Petrobras, em Manaus, deverá consumir 40.000 m³ de gás por dia, enquanto clientes de outras indústrias terão 500.000 m³ por dia disponíveis para consumo. As atividades preliminares de construção já estão sendo conduzidas e o início da operação está programado para 2007.

Como em qualquer empreendimento industrial desta magnitude e, especialmente considerando os aspectos relacionados à construção de um gasoduto no meio de uma floresta tropical, existem muitas compensações ambientais, sociais e políticas exigidas das empresas envolvidas. O gasoduto Urucu-Coari-Manaus não é exceção. Além de todos os estudos e análises sobre os impactos ambientais reais e potenciais da sua construção, e a definição de ações apropriadas para preveni-los ou minimizá-los, há uma série de compensações relacionadas aos impactos sociais na população que

vive perto da rota do gasoduto, e também aos impactos econômicos devido à introdução de uma nova opção de energia nos negócios locais.

Atualmente, o baixo preço do gás natural para uso automotivo, praticado no Brasil, faz deste uma opção de combustível muito atrativa, com significativas vantagens de custo, principalmente para consumidores com uma rodagem diária relativamente alta como os taxistas, autônomos ou veículos de empresas. É natural que os governos locais apresentem um grande interesse político em disponibilizar este combustível limpo e barato para suas comunidades. Uma das compensações requeridas pelas agências locais para conceder a Petrobras as autorizações de instalação e operação necessárias, foi a criação de um projeto de fornecimento para uma frota limitada de veículos em Manaus com gás natural comprimido (GNC), antes do início das operações do gasoduto. O projeto permitiria que todos os agentes do setor de gás natural veicular (Agências do governo, fornecedores de equipamentos e serviços, etc) desenvolvessem os processos e habilidades necessárias para suportar plenamente as futuras demandas de um mercado em expansão, logo que o fornecimento regular através do gasoduto fosse iniciado.

O mercado em potencial do gás natural veicular (GNV) em Manaus é muito menos significativo como negócio para Petrobras do que a geração de energia e outros segmentos industriais. No entanto, o gás natural é conhecido por apresentar significativas vantagens ambientais, quando comparado com a gasolina e o diesel em aplicações veiculares. O apelo para o uso de um combustível potencialmente limpo em uma região é bastante influenciado por questões ambientais, isso pode representar uma oportunidade de mercado para a Petrobras. O incentivo e contribuição para o desenvolvimento de um mercado de GNV na Amazônia poderiam reforçar a imagem da marca Petrobras como uma companhia plenamente comprometida em lidar corretamente com as questões ambientais e em buscar maneiras de fazer negócios de forma sustentável.

No entanto, um outro aspecto específico teve que ser tratado: a composição especial do gás de Urucu. Seu baixo teor de metano (68%) e alto teor de nitrogênio (18%) não atendem a especificação brasileira para o GN e poderiam representar danos ambientais, induzidos pela sua utilização, mais graves do que os gerados pelos combustíveis originais dos veículos convertidos.

3. Avaliação do Gás Natural de Urucu para Aplicação Veicular

3.1 Legislação Brasileira para Gás Natural Veicular (GNV)

Iniciado em 1986, o PROCONVE (Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores) estabelece os limites de emissões veiculares no Brasil, baseado em resultados de testes em dinamômetro de chassi, de acordo com a norma brasileira ABNT NBR-6601, que adota o ciclo da norma americana CFR FTP-75. Este programa é coordenado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). Os limites de emissões para veículos fabricados a partir de 1997 (PROCONVE FASE III) são: CO (monóxido de carbono) = 2,0 g/km, THC (hidrocarbonetos totais) = 0,3 g/km e NO_x (óxidos de nitrogênio) = 0,6 g/km.

Devido ao crescimento acelerado da frota de veículos leves movidos a GNV no país e pela necessidade de se ter um controle ambiental das conversões, foi publicada em 2002 pelo CONAMA, a Resolução 291. Esta resolução estabelece que os veículos a gás natural, com sistemas de conversão, devem possuir níveis de emissões de CO e NO_x iguais ou inferiores aos respectivos níveis de emissões obtidos com o combustível original do veículo. Os kits de conversão que atendem às exigências dessa resolução recebem do IBAMA um Certificado Ambiental para Uso de Gás Natural em Veículos Automotores (CAGN), que permite sua comercialização no Brasil. Essa resolução foi um avanço no sentido de melhorar a qualidade das conversões.

Adicionalmente, qualquer gás natural comercializado no Brasil deve atender às especificações da resolução nº 104 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). A ANP estabelece especificações de composição para as diferentes regiões do país, uma vez que o gás natural brasileiro é proveniente de diferentes fontes.

3.2 Projeto Petrobras para uso veicular do gás natural de Urucu

O gás natural produzido pela Petrobras na área de produção de Urucu possui baixo teor de metano (68%) e alto teor de nitrogênio (18%), não atendendo às atuais especificações da Portaria 104, da ANP para uso do gás natural na aplicação veicular, mínimo de 86% de metano e máximo de 2% de nitrogênio.

O Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobras (CENPES) iniciou então um projeto de pesquisa pioneiro para estudar o impacto da composição do gás natural de Urucu em aplicação veicular. O principal objetivo foi comparar o desempenho, as emissões e o consumo de combustível em veículos utilizando o combustível original (gasolina ou álcool), o GNV conforme especificação da ANP e o gás natural de Urucu. Os resultados foram apresentados a ANP para a aprovação do uso do gás natural de Urucu como Gás Natural Veicular.

Três tipos de ensaios foram realizados seguindo as normas brasileira e americana, conforme abaixo:

- Emissões de Escapamento – foi utilizada a norma ABNT NBR-6601. Esta é a norma utilizada no Brasil para a medição de emissões de escapamento em veículos leves e é baseada no “USA Code of Federal Regulations (CFR)”, que utiliza o ciclo EPA FTP-75 em dinamômetro de chassi.

- Consumo de Combustível – foi utilizada a norma ABNT NBR-7024. Esta é a norma utilizada no Brasil para a medição de consumo de combustível em veículos leves.
 1. Para o Gás Natural foi usada uma balança e foi medido o consumo em massa durante o ensaio. Depois foi feita a conversão para m^3 dividindo-se o valor da massa pela densidade do GNV usado.
 2. Para Combustíveis Líquidos (Gasolina e Álcool) foi usada uma equação da norma para cálculo, em km/l , da autonomia do veículo com base nos resultados de emissões (CO, HC e CO_2).
 3. Desempenho – a norma Americana SAE J1491 (Vehicle Acceleration Measurement) foi à base para a metodologia de execução de testes de desempenho em dinamômetro de chassi. Um sistema de aquisição de dados de velocidade (CORREVIT) foi utilizado nos dois ensaios de retomada de velocidade, ambos com aceleração máxima e com tempo de retomada medido de 40 km/h até 80 km/h , na 3ª marcha e no outro até 100 km/h , na 4ª marcha.

Os veículos utilizados nos ensaios foram:

- Um veículo a gasolina, 1.0 litros, 1999, 50 HP, 4 cilindros, sistema eletrônico multiponto de injeção de combustível, taxa de compressão – 9,2:1, 15.000 km;
- Um veículo a álcool, 1.8 litros, 2002, 103 HP, 4 cilindros, sistema eletrônico multiponto de injeção de combustível, taxa de compressão – 11,3:1, 4.000 km.

Kits conversão de terceira geração, com motor de passo e sensor de oxigênio (sonda lambda) e quatro diferentes combustíveis foram utilizados nos ensaios. Além dos combustíveis originais (gasolina e álcool), foram testados gás natural veicular (atendendo as especificações da ANP) e o gás natural de Urucu.

3.3 Resultados obtidos no projeto de pesquisa

Foram necessários dois ajustes distintos para atendimento aos limites de emissões com cada tipo de gás ensaiado, devido às grandes diferenças entre as suas composições. O objetivo dos ajustes era o atendimento ao requisito do CONAMA que determina que os níveis de emissões com GNV sejam inferiores ou iguais aos obtidos com o combustível original. Excelentes resultados foram obtidos nos ensaios dos dois veículos, após os ajustes nos kits. Ambos, quando abastecidos com o gás natural de Urucu e apropriadamente regulados, geraram emissões de CO e NO_x abaixo dos níveis obtidos com o combustível original. Além disso, para o veículo a gasolina 1.0, as emissões de CO não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre os dois tipos de gás natural. A resolução 291 do CONAMA foi atendida através de uma regulagem adequada do kit de conversão para cada tipo de gás natural.

Durante os ensaios de consumo de combustível, para cada tipo de gás natural, um diferente ajuste dos kits foi utilizado, sendo os mesmos utilizados nos testes de emissões. Os resultados mostraram que o gás de Urucu levou a um aumento do consumo urbano de cerca de 14,6% para o veículo a gasolina e de 6,9% para o veículo a álcool, quando comparados com o gás do Rio de Janeiro. Estes resultados confirmaram as expectativas anteriores aos ensaios e podem ser explicados pelo menor poder calorífico do gás de Urucu em comparação com o gás do Rio de Janeiro.

Conforme anteriormente descrito, os testes de desempenho foram realizados em dinamômetro de chassi com o sistema CORREVIT instalado para aquisição dos dados de velocidade. Os veículos foram pré-condicionados por aproximadamente 30 minutos para atingirem a temperatura normal de funcionamento antes dos testes de retomada de velocidade. Seis testes foram feitos com cada tipo de combustível. Além de mostrarem que este procedimento possui uma boa repetitividade, os resultados obtidos indicaram que somente o veículo a álcool apresentou alguma perda de desempenho na retomada de 40 a 100 km/h . No entanto, a condição mais freqüente de utilização por um usuário comum é a retomada de 40 a 80 km/h , na terceira marcha. Estes resultados também apresentaram, nessa condição, uma perda de somente 3% (0,15 segundos), que dificilmente será percebida pelo motorista, significando que o desempenho não é um problema crítico para o uso veicular do gás de Urucu.

Esses resultados e suas conclusões foram apresentados a ANP, que publicou uma autorização temporária de 30 meses de duração para o uso experimental do gás natural de Urucu em Manaus, com as seguintes determinações: (a) somente kits de terceira geração ou posteriores podem ser usados; (b) todos os kits de conversão devem possuir o CAGN; (c) os usuários devem ser devidamente informados das características de desempenho do gás de Urucu, incluindo aumento de consumo e a perda de desempenho em algumas situações. Essa autorização foi o suporte legal para o Projeto Experimental para a Utilização Veicular do Gás Natural de Urucu em Manaus. Esse projeto satisfaria uma das compensações requeridas para a construção do gasoduto, conforme mencionado anteriormente.

4. O Projeto Experimental para Utilização Veicular do Gás Natural de Urucu em Manaus

Após a autorização temporária da ANP, a Petrobras e o Governo do Estado do Amazonas, representado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS), iniciaram o Projeto Experimental para Utilização Veicular do Gás Natural de Urucu em Manaus. O principal objetivo do projeto é estabelecer as condições para a antecipação do desenvolvimento dos processos e dos conhecimentos necessários a todas as entidades, que estarão envolvidas no mercado de GNV em Manaus, tão logo se iniciem as operações do gasoduto. Do ponto de vista

tecnológico, o projeto inclui uma série de atividades de monitoramento de uma frota restrita, que produzirá os dados necessários para confirmar os resultados obtidos em laboratório do CENPES, e sustentará o pleito por uma autorização permanente da ANP para o uso veicular do gás natural de Urucu.

De forma a estabelecer completamente o escopo do projeto e as responsabilidades designadas a todos os participantes, um acordo de cooperação institucional e tecnológica foi assinado pela Petrobras, Petrobras Distribuidora (BR Distribuidora), o Governo do Estado do Amazonas e a Companhia de Distribuição de Gás do Amazonas (CIGAS). A Petrobras Distribuidora foi chamada pela Petrobras para juntar-se ao projeto e instalar um dos seus postos de serviço em Manaus com todas as condições necessárias para abastecer a frota de teste com gás natural.

O governo do Estado do Amazonas, através da SDS, sustentará o apoio ao projeto, e atuará como a principal interface com outras agências e companhias governamentais locais, principalmente o Departamento de Trânsito do Amazonas (DETRAN-AM), que é responsável pela execução de inspeções periódicas nos veículos e pela emissão do Certificado de Registro de Licenciamento de Veículos, e a CIGAS. A definição e a aplicação de um critério para a seleção da participação dos taxistas no projeto também foram feitas pela SDS.

As oficinas de conversão estão também necessariamente envolvidas no projeto. Elas devem estar corretamente autorizadas para a instalação dos kits de conversão e precisam de treinamento técnico para esta atividade. Neste sentido, o SENAI-AM (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, do Amazonas), que abriga uma filial do Centro Tecnológico de Gás (CTGAS), tem um papel importante. A Petrobras, através do CENPES, também vai apoiar tecnicamente o SENAI-AM em suas atividades relatadas no projeto que irá incluir, principalmente, a coordenação de testes para adequar a regulação dos kits para as características do gás natural de Urucu, o qual será fundamental para alcançar os níveis de emissões requeridos pela legislação.

A execução do projeto é prevista para acontecer apenas enquanto o gasoduto não estiver operacional. Os projetos da construção do gasoduto serão concluídos em meados de 2007. Este período é considerado suficiente para que o projeto alcance seus objetivos e ainda esteja compreendido dentro dos limites da autorização temporária da ANP.

5. O Planejamento de Logística para o Projeto

5.1 Configuração Geral

O acesso à Área de Produção de Urucu é somente possível por via aérea ou fluvial, através dos rios Solimões e Urucu, este último um rio sinuoso e estreito. A Petrobras para realizar os transportes de materiais e equipamentos que não eram passíveis para deslocamento via aérea, construiu o Porto Evandro no Rio Urucu para recebimento e despacho de materiais e equipamentos.



Figura 1 - Fotografia de Satélite da região entre Urucu – Coari – Manaus

A opção inicialmente considerada envolveria barcaças especialmente adaptadas para transporte de GNC, dotada com recipientes de alta-pressão, agrupados diretamente na coberta da barcaça. Também disporia de grande capacidade de armazenamento resultando em baixos custos operacionais para obter correspondente volume de GNC. Por outro lado, o valor a ser aplicado na construção para tais barcaças representaria um investimento inicial muito alto, especialmente considerando as características temporárias do projeto, pois uma vez que o gasoduto iniciasse as operações seria difícil de achar qualquer aplicação comercial para as barcaças. Além disso, nenhum dos poços de injeção, dos quais o gás natural seria retirado, estavam próximos a Porto Evandro de modo que permitisse a construção de uma linha de alimentação temporária para carregamento dos recipientes de GNC das barcaças. E a mesma situação é justificada no fim da fase de transporte fluvial, uma vez que seria necessário construir instalações específicas para levar o gás natural das barcaças no Porto de Manaus para a estação de serviço designada ao projeto. Era então necessário adotar uma solução diferente, inclusive agregando o transporte rodoviário.

Vários projetos de distribuição de GNC já são operacionais no Brasil. A maioria deles usa para o transporte de GNC, veículos-reboque equipados com vários cilindros de aço de alta-pressão que são tracionados através de caminhões. A experiência operacional e os sistemas de serviço e fabricantes de equipamentos já disponíveis no país

para este tipo de aplicação (GNC transportado por veículos-reboque), apontou para a utilização de caminhões nas partes rodoviárias e a bordo de barcas convencionais para a parte fluvial.

5.2 Dimensionamento do Sistema de Logística

O Dimensionamento do sistema de transporte e a capacidade da provisão resultante estavam sendo afetados principalmente pelo tamanho das barcas disponíveis na região e por seu comprimento exagerado, não permitindo manobras na transposição do percurso ao longo do Rio Urucu. Também, a legislação brasileira que impõe um limite de peso de máximo para veículos-reboque que viajam em estradas federais, que possuem capacidade de volume aproximada de 5,000 m³ de GNC. Dada estas condições, foi selecionado para o projeto um tamanho de barca de 800 toneladas, que levaria até 6 veículos-reboque de GNC, a cada viagem, representando um volume total aproximado de 30,000 m³ de GNC.

Foi necessário idealizar um ponto de abastecimento de gás natural na Área de Produção de Urucu para carregamento dos veículos-reboque para o projeto. Entre os poços de injeção de gás existentes, foi selecionado um próximo de Porto Evandro, com acesso bem pavimentado e ampla área disponível para estacionamento e manobras dos veículos-reboque bem como a instalação dos equipamentos necessários: um ponto de abastecimento de gás natural, segregado de uma linha de injeção de gás processado, uma estação de redução de pressão (a pressão de injeção é muito mais alta que 250 kg/cm² requerido para o carregamento do GNC), e um sistema de odorização de alta pressão (normalmente são projetados sistemas de odorização para baixas pressões de distribuição). Serão executadas as correspondentes medições de volume, amparadas por um procedimento operacional que considera também o volume residual remanescentes nos veículos-reboque. O local selecionado foi o poço de injeção LUC-9 (Leste de Urucu número 9), distante cerca de 15 km de Porto Evandro (figura 2).



Figura 2: Fotografia do Ponto de Abastecimento na Área de Produção de Urucu – LUC-9

Devido à limitação da capacidade, para a retirada e recompressão do gás natural do compressor empregado na estação de serviço designada para o projeto, a capacidade utilizável do volume de um veículo-reboque contendo aproximadamente 5,000 m³ de GNC, ficaria reduzida a cerca de 4,500 m³ de GNC. Considerando ciclos contínuos, com percursos fluviais e rodoviários a serem percorridos, cerca de 911 km de rios e 15 km de rodovias, num sistema de transporte que inclui 1 barca e 12 veículos-reboque de GNC, seriam entregues ao projeto 27,000 m³ de GNC a cada 2 semanas em Manaus, permitindo a conversão de uma frota de teste bastante pequena - não mais que 128 veículos consumindo até 15 m³ por dia. (figura 3)

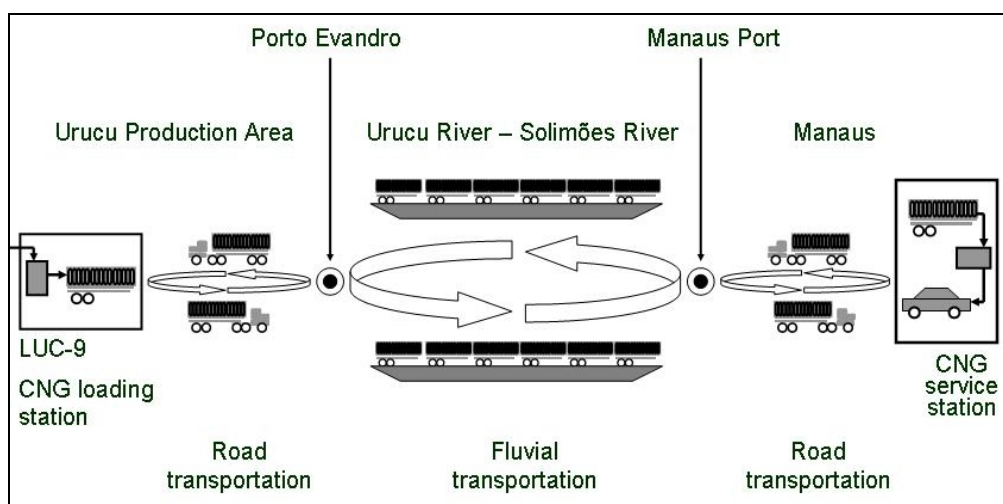


Figura 3: Representação esquemática do sistema de logística inicial

Para aumentar o tamanho desta frota de teste, proporcionando amostragem mais significativa e abrangente para o estudo do projeto, mantendo o volume de 15 m³ de GNC por veículo por limitação de dia, o número de equipamentos que compõem o sistema foi aumentado para 3 barcaças e 18 veículos-reboque de GNC. O sistema resultante apresenta melhor agilidade no embarque/desembarque dos veículos-reboque nas balsas, minimização do tempo no percurso fluvial de ida/volta entre portos devido a maior manobrabilidade das balsas no Rio Urucu, rapidez no carregamento do gás natural no ponto de abastecimento na Área de Produção de Urucu (LUC-9) resultando no oferecimento de capacidade de entrega líquida em até 27,000 m³ de GNC semanalmente, volume suficiente para abastecimento de até 300 veículos com 15 m³ por dia.

5.3 Monitoramento do Sistema de Logística

Atualmente os comboios formados pelos veículos-reboque de GNC embarcados nas balsas fluviais, são acompanhados diariamente através de um sistema de rastreamento via satélite que fornece informações precisas quanto à localização das balsas em trânsito nas partes fluviais, objetivando o monitoramento das programações de chegada e saída em ambos os portos, bem como planejamento prévio das equipes de carregamento dos veículos-reboque de GNC no ponto de abastecimento na Área de Produção de Urucu (LUC-9) e do transportador rodoviário na recepção dos mesmos no Porto de Manaus.

5.4 Plano de Contingência para Estação de Inverno

As condições de navegabilidade dos rios na região estão sujeitas ao clima equatorial da Amazônia, que possui duas estações distintas: um verão chuvoso e um inverno seco. No ano de 2005, o inverno registrou como o mais seco dos últimos 30 anos, trazendo consequências ambientais, sociais e econômicas bastante sérias.

Para situações climáticas não tão severas quanto ao ano de 2005, obrigando o adiamento do início do projeto, foi antecipada a realização de uma solução alternativa objetivando superar uma condição de navegabilidade reduzida na parte mais crítica do percurso fluvial – os 470 km finais entre Coari e Porto Evandro ao longo do Rio Urucu. De Manaus para Coari as barcaças transpõem no Rio Solimões, onde não são esperadas condições de navegabilidade reduzidas, que afetariam o deslocamento das barcaças nem sequer durante estações de secas severas. Durante a realização do projeto, no caso da ocorrência de um inverno severo, quando originalmente as barcaças de 800 toneladas, previstas no início do projeto, não poderiam viajar ao longo do Rio Urucu, seriam necessariamente adotadas barcaças menores de 400 - 500 toneladas, levando até quatro veículos-reboque de GNC, para o deslocamento fluvial entre Coari e Porto Evandro. Haveria uma redução na taxa de provisão de GNC para Manaus com as barcaças menores, mesmo sendo um transporte mais rápido e de fácil manobrabilidade, tendo porém que executar mais viagens entre Porto Evandro e Coari e operando em condições restringidas.

É importante notar que, até mesmo debaixo de condições extremas na estação de inverno, como no ano de 2005, quando o sistema de transporte teria que parar as operações, os usuários finais ainda poderiam usar seus veículos, pois estes se utilizam de GNV através de equipamentos de conversão que são intrinsecamente veículos de combustível duais. Em uma situação de desabastecimento de GNC, os usuários finais ainda podem continuar trafegando com o combustível original de seus veículos, até que retornem as condições de clima satisfatórias para a normalidade da operação com GNC.

6. Resultados Iniciais e Conclusões

O projeto iniciou suas operações em dezembro de 2005, imediatamente após o restabelecimento das condições de navegação do Rio Urucu. O primeiro das seis balsas carregadas chegou a Manaus nas vésperas do Natal e, no final de janeiro de 2006 aproximadamente 240 táxis já estavam funcionando com o gás natural de Urucu em Manaus.

Apesar de poucos ciclos de transporte já terem sido realizados, certas variações nos tempos requeridos para cada etapa foram observadas. Porém, o tempo total médio do ciclo não tem apresentado uma variação significativa do período previsto de 14 dias.

Uma aquisição preliminar de dados está gerando registros de consumo de combustível e das impressões gerais dos usuários finais sobre a performance dos veículos. Um procedimento de controle mais estruturado está sendo projetado pelo CENPES, junto com o SENAI-AM, e deverá envolver, além do controle de abastecimento, atualmente realizado pela CIGAS, a definição de uma rotina de inspeção veicular mais freqüente. Atualmente, a legislação brasileira exige que qualquer veículo seja inspecionado uma vez no ano para manutenção e condições de segurança, incluindo teste de emissões de CO, HC e CO₂. De forma a realizar os objetivos do projeto, uma maior freqüência dos testes de emissões será executado, incluindo as medições de NO_x. Também, como qualquer veículo convertido é intrinsecamente bi-combustível, o controle de abastecimento de combustível nos postos de serviço é inadequado para a inferência do consumo de gás natural. Por isso uma rotina adicional de teste de consumo, incluindo ensaios em uma rota definida com pesagem do cilindro, antes e após o teste será necessária.

Todas estas medições e aquisições de dados requerem que os usuários finais disponibilizem seus veículos, o que representa uma contribuição esperada destes. Por outro lado, os usuários são, tecnicamente, consumidores e são protegidos pelo Código Brasileiro de Direito do Consumidor. Assim, apesar de terem explicitamente concordado em participar do projeto, uma campanha de comunicação e motivação está sendo realizada, e deverá ser intensificada para garantir o apoio dos usuários finais aos objetivos do projeto.

Apesar da eventual diversidade dos objetivos específicos de cada um dos participantes, a implementação do Projeto Experimental demonstra que as metas gerais de mobilização de todos os participantes da futura indústria de GNV da Amazônia esta sendo realizada. Do ponto de vista da Petrobras, um resultado adicional do projeto, além do reforço da imagem da marca como uma empresa de responsabilidade ambiental, será a experiência do desenvolvimento de um mercado controlado desde sua fase inicial. O mercado de GNV na Amazônia é um sistema isolado, e as perspectivas são de que permanecerão assim por um período razoável. Sua única fonte de abastecimento é a área de produção de Urucu, e seu gás natural apresenta características que o coloca a parte do resto do país. As lições aprendidas durante o desenvolvimento controlado de um mercado isolado, certamente contribuirá para aperfeiçoar o desempenho da Petrobras como o principal indutor de um desenvolvimento organizado do mercado de GNV por todo o país.

7. Citações e Bibliografia

Hatch, M.J. and Schultz, M. (2003), "Bringing the corporation into corporate branding", *European Journal of Marketing*, Vol. 371 No. 7/8, pp. 1041-64.

Evaluation of the Amazon Forest Low Methane Natural Gas for Vehicular Applications, Melo, Tadeu C.C., Kroneberger, Stefan, SAE – Fuels & Lubricants Meeting and Exhibition, 2005.