

Prefeitura Municipal de Curitiba

URBS
Urbanização de Curitiba S.A.

Av. Presidente Afonso Camargo, 330
Rodoferrviária - Bloco Central
80060-090 JD Botânico Curitiba PR
Tel 41 3320-3000 / 3320-3232
www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA

URBS – URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A. DIRETORIA DE OPERAÇÕES

RELATÓRIO TÉCNICO TESTE OPERACIONAL DO VEÍCULO-TESTE XY041 (SCANIA K280IB GNV)

urbs

CURITIBA
MAR/2024

Desenvolvimento do Material
ÁREA DE ESPECIFICAÇÃO E INSPEÇÃO DE FROTA
UNIDADE DE INSPEÇÃO DE FROTA

CELSO FERREIRA LUCIO
Gestor da Área de Especificação
e Inspeção de Frota

ALYSON PRADO WOLF
Coordenador da Unidade de Inspeção
de Frota

RODRIGO BARYCZKA DE MELLO
Técnico da Unidade
de Inspeção de Frota

1. Introdução

O presente relatório se propõe a apresentar uma descrição sucinta do teste operacional realizado no transporte coletivo de Curitiba com o veículo-teste XY041, do tipo Padron, marca Scania, movido a gás natural (GNV). O documento admite como base da análise os dias 17 a 20/04/2023, período no qual o técnico Rodrigo, elaborador deste relatório, viajou embarcado no veículo para sua melhor percepção operacional.

2. Especificações técnicas do veículo



Figura 1: Ônibus Padron GNV Scania

Conforme a Figura 1, o veículo avaliado é do tipo Padron, da marca Scania, com dimensões de 13,20 m de comprimento, 2,5 m de largura e 3,37 m de altura e, embora seja um veículo 2018, por ser movido a GNV atende aos padrões de emissões Euro VI (Proconve P8), ainda que essa norma tenha vigência obrigatória no Brasil apenas a partir de 2023.

As demais especificações do veículo estão dispostas no quadro abaixo:

MODELO	K 280 IB 4X2
MOTOR	280 hp – 9 litros – Ciclo Otto
CILINDRADA	9 litros
NÚMERO DE CILINDROS	5
NÍVEL DE EMISSÕES	Euro 6
POTÊNCIA	280 hp
TORQUE	1.350 Nm de 1.000 a 1.400 rpm
CAIXA DE MUDANÇAS	ZF 6AP1200 Automática
DIFERENCIAL	4,88
SEGURANÇA	ABS/EBS
SUSPENSÃO DIANTEIRA	Pneumática – Capacidade eixo 7.500 kg
SUSPENSÃO TRASEIRA	Pneumática – Capacidade eixo 12.500 kg
PNEUS	295/80 R22.5
CONFIGURAÇÕES DA CARROCERIA	CAIO Millenium IV – 3 portas 43 passageiros sentados 47 passageiros em pé
CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE GNV/BIOMETANO	195 m ³

3. Desempenho operacional

A circulação integral do veículo na linha 216 – Cabral/Portão ocorreu no período de 17/04 a 26/05/23 e, de acordo com a avaliação embarcada do técnicos da UIF e dos agentes da UFC, não houve intercorrências de trafegabilidade nas ruas do trajeto entre os terminais, face a seu bom raio de giro, transitando bem em pista seca e molhada e com frenagem precisa.

Em relação ao desempenho, na operação do primeiro dia (17/04), o ônibus trabalhou sem o sistema *kickdown*¹, o que diminuiu a potência do trem-de-força nos

¹Kickdown: consiste em um sistema que entende que o motorista precisa de força rapidamente, reduzindo marchas para elevar a rotação do motor.

ativos, sendo este, entretanto, já restabelecido no dia 18 de abril a partir do feedback do nosso técnico da UIF que acompanhava embarcado a operação nessa data.

A adoção de um veículo Padron em tabela de Articulado ocasionou uma operação quase sempre lotada. As condições climáticas durante os dias de acompanhamento foram diversas, indo de chuva ao ensolarado, mas sempre com temperaturas amenas, ou seja, entre 12°C a 23°C.

Um ponto positivo desse modelo é o sistema *Hill Hold*, recurso que age na partida em rampa que impossibilita o veículo de se movimentar quando da parada em aclave, evitando que o carro “volte para trás”, o que ajudou bastante o motorista em relação à dirigibilidade e segurança durante a operação.

No painel de instrumentos, notou-se a falta um marcador de combustível com demonstração mais precisa, pois o atual instrumento do painel não transmite a exatidão necessária, obrigando o motorista a conferir o manômetro na parte lateral traseira, principalmente quando o combustível chega à reserva, pois se a pressão chegar a 10 bar, o ônibus entra em “pane seca” e necessita ser rebocado.

Registre-se que por ser de Ciclo Otto (GNV), o veículo apresenta melhor conforto acústico em relação a seus pares movidos a diesel, ressaltando, entretanto, que o revestimento térmico para uso do ar condicionado favorece essa percepção.

Ainda que com boa performance, seguem apenas para registro, algumas situações que ocasionaram determinados atrasos na operação:

- Veículo de menor porte (Padron) em tabela de carro articulado;
- Operação muito lenta do elevador;
- Espaço de embarque antes da catraca muito reduzido;
- Trânsito mais intenso nos dias com tempo chuvoso (17 e 18/04);
- Obras de telefonia nas proximidades do Jardim Botânico;
- Problemas de leitura em alguns cartões-transporte, bem como na leitura de cartões de débito e crédito (demora de leitura pelo validador).

4. Comparativo de consumo

Registre-se, primeiramente, a melhor disposição dos cilindros de gás sob o chassi ao invés de sobre o teto, evitando impactar na altura total do veículo.

Todavia, em relação ao tempo de abastecimento, destaca-se que este gira em torno de 30 minutos, mesmo utilizando o bico rápido NGV2 ou os dois bicos lentos ABNT (NBR 11353).

Para fins comparativos, as análises deste relatório consideraram o valor de consumo base de um Padron diesel genérico a partir dos parâmetros de cálculo da Tarifa Técnica do transporte coletivo de Curitiba, qual seja 0,541 L/km ou 1,85 km/L.

Ao longo do período de avaliação, o veículo a GNV em teste (XY041) rodou 10.159 km com um consumo de 7.283,54 m³ de GNV, resultando em um consumo médio de 1,40 km/m³ ou 0,716 m³/km.

A partir disso, considerando o volume padrão de 195 m³ e a autonomia preconizada de 295 km, o consumo prescrito pelo fabricante seria de 1,51 km/m³ ou 0,661 m³/km. Logo, o consumo efetivamente verificado na operação foi 8,3% superior ao preconizado pelo fabricante.

5. Comparativo de emissões de GEEs e poluentes

Tomando os parâmetros do **GHG Protocol Brazil 2023**, o Gás Natural Veicular (GNV) possui um fator de emissão de 2.123,2 g CO_{2eq}/m³, enquanto o óleo diesel B12 possui um fator de emissão de 2.328,1 g CO_{2eq}/L.

Desse modo, considerando os consumos observados no veículo-teste e no veículo base, chegou-se a uma emissão de 1.522,3 g CO_{2eq}/km para o veículo Padron GNV em contraponto a 1.259,4 g CO_{2eq}/km do Padron Diesel, ou seja, o GNV emitiu 20,9% mais Gases de Efeito-Estufa (GEEs).

Além disso, mesmo que fosse considerado o consumo preconizado pelo fabricante (295 km com 195 m³ de GNV), a emissão do Padron GNV ainda seria de 1.403,5 g CO_{2eq}/km, ou seja, o Padron GNV ainda emitiria 11,4% mais GEEs em comparação ao diesel.

Quanto a demais poluentes, destacam-se as reduções das emissões de CO, NOx e MP preconizadas pelo fabricante a partir do GNV, sendo que para MP e NOx a Scania anuncia redução de cerca de 60%, o que, no caso do MP, foi comprovado a partir da realização de teste opacidade (fumaça preta), no qual foi obtido índice de apenas 0,02 m⁻¹, corroborando assim o esperado baixo nível de emissão de poluentes do ônibus.

6. Comparativo de custo de combustível por quilômetro

Quanto ao custo de combustível por quilômetro rodado, adotou-se como referência para o óleo diesel R\$4,6901/L, parâmetro este adotado pela Tarifa Técnica da URBS e R\$5,59/m³ para o GNV, custo de mercado durante a realização do teste.

Assim sendo dado o consumo aferido, o custo de combustível por quilômetro rodado foi de R\$4,01/km para o Padron GNV em contrapartida a R\$2,54/km para o Padron Diesel, havendo, portanto, um aumento de mais de 58% no custo de combustível por quilômetro rodado.

Logo, em se tratando do custo de combustível, verifica-se que há um aumento significativo no veículo a GNV quando comparado a um veículo movido a diesel S10, pois, mesmo que aplicado igual isenção do ICMS tal como realizado com o óleo diesel, o elevado percentual de diferença ainda não seria plenamente compensado pelo incentivo fiscal.

De todo modo, em contato posterior com a Compagas, esta apresentou um preço especial a ser praticado para frotistas do transporte público de Curitiba no valor de R\$ 3,5496/m³, assim, sendo considerado este e os valores de consumo aplicados neste relatório para o ônibus GNV (1,40km/m³) obteve-se um novo custo de R\$2,22/km. Desse modo, com este preço diferenciado, o veículo-teste GNV apresentaria custo de combustível por quilômetro em torno de 12,5% abaixo do diesel.

7. Considerações acerca do leiaute interno e fluxo interno de passageiros

Embora não tenha sido o objeto da avaliação operacional, é importante observar que adoção de leiaute com bancos duplos em ambos os lados do veículo (2x2) resultou em um corredor estreito para a circulação de passageiros, bem como reduziu a área de salão, que inclusive ocasionou reclamação pelos usuários.

Da mesma forma, o espaço reduzido entre a porta 01 e a catraca, que comporta o embarque de apenas 04 passageiros, ocasionou filas e demora nos procedimentos de embarque, principalmente em pontos de alta demanda (PUC e Agrárias), bem como gerou restrição de visibilidade do espelho retrovisor pelo motorista.

Ainda, o balaústre central na porta 01 prejudica a entrada de passageiros face à obstrução do fluxo, o posicionamento mais recuado da porta 02 em relação ao centro do carro e o corredor estreito desincentiva os usuários de se sentarem nos primeiros bancos, face a possíveis dificuldades para descer com o veículo lotado e, ainda, pelo

vão da porta 03 ser mais reduzido, observou-se certa dificuldade de desembarque pela parte traseira do ônibus.

8. Conclusão

Ainda que o veículo-teste XY041, de chassi Scania K280IB 4x2 GNV e carroceria Caio Millenium IV, não tenha sido concebido dentro das especificações técnicas para Curitiba, sua avaliação operacional buscou identificar a aplicabilidade da tecnologia GNV ao transporte coletivo de Curitiba, sem se ater às questões específicas de carroceria citadas neste estudo.

A partir disso, verificou-se que o veículo foi capaz de atender à necessidade operacional em termos de desempenho e dirigibilidade, sendo que os atrasos ocasionados se deveram a questões de trânsito e de fluxo de passageiros e não a questões técnicas relacionadas ao chassi.

Contudo, considerando o consumo de combustível constatado nos testes, é preciso registrar que a tecnologia GNV, ora avaliada neste estudo, não se demonstrou vantajosa em termos ambientais, os quais foram aferidos por meio do cálculo das emissões de Gases de Efeito-Estufa (CO_{2eq}). Ademais, em termos econômicos, este não seria viável com o combustível a valores de mercado, todavia, apresentaria um potencial de redução de custo de combustível caso concretizada parceria para fornecimento a preços diferenciados, tal como proposta de simulação apresentada pela Compagas, em que se obteria valor em torno de 12,5% abaixo do diesel.

Isso considerado e a partir dos resultados aferidos nesta análise, pode-se inferir que a adoção do GNV no motor de Ciclo Otto não seja oportuna para emprego em veículos pesados para o transporte coletivo urbano por resultar em consumo elevado, acabando este por eliminar e reverter seu suposto benefício ambiental no que se refere aos Gases de Efeito Estufa (GEEs).

Todavia, o resultado satisfatório em termos operacionais abre espaço para a oportunidade de testes futuros com igual tecnologia abastecida com biometano a fim de comprovar a preservação da igual capacidade operacional combinado com ganho ambiental efetivo, considerando este se tratar de um insumo renovável.