



CURITIBA



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA URBS – URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A

Avaliação Comparativa de Novas Tecnologias para Operação no Transporte Coletivo de Curitiba

CURITIBA
2015

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA



EXPEDIENTE DA URBS – URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A

ROBERTO GREGÓRIO DA SILVA JUNIOR

Presidente

RODRIGO BINOTTO GREVETTI

Diretor de Transporte

ELCIO LUIZ KARAS

Gestor da Área de Tecnologia

de Transporte

URBS – URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A

Área de Tecnologia de Transporte

Unidade de Engenharia Automotiva

Avenida Presidente Affonso Camargo, 330

Jardim Botânico – 80060-090 Curitiba – PR

Fone: (41) 3320 3246

www.urbs.curitiba.pr.gov.br

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA



ELABORAÇÃO

RODRIGO BARYCZKA DE MELLO
Técnico em Inspeção Veicular

COLABORAÇÃO

ROSELY TEREZINHA ROSSETTIM
Técnico Administrativo

REVISÃO

CELSO FERREIRA LUCIO
**Coordenador da Unidade de
Engenharia Automotiva**

ELCIO LUIZ KARAS
**Gestor da Área de Tecnologia
de Transporte**



CURITIBA



AGRADECIMENTOS

AUTO VIAÇÃO MARECHAL LTDA
**Operacionalização, coleta e fornecimento
dos dados operacionais**

PIAZETTA APARAS DE PAPEL
Pesagem dos ônibus abordados no estudo

PROFESSOR MAURICY KAWANO (SENAI-PR)
**Orientação e disponibilização da planilha
para cálculo do CO₂e**



CURITIBA



RESUMO

No intuito de contribuir com o avanço da matriz energética de caráter sustentável, social, econômico e ambiental, a cidade de Curitiba sempre busca a utilização de tecnologias mais limpas, especialmente no caso do transporte público do município, que é considerado um modelo no Brasil e para o mundo, face ao seu pioneirismo e inovações. Assim, o objeto desta análise será o estudo comparativo entre quatro tecnologias de propulsão para ônibus, com o objetivo principal de avaliar o veículo 100% elétrico, proposto pela fabricante chinesa BYD, em relação às outras tecnologias que já se encontram em uso ou em teste operacional em Curitiba. A metodologia aplicada foi embasada nas medições diretas de opacidade (fumaça preta), realizada com opacímetro de fluxo parcial, emissão de CO₂e a partir do levantamento do consumo dos veículos e quantidade de passageiros transportados. O ônibus em questão foi alocado na empresa de ônibus Auto Viação Marechal Ltda. que, em parceria, se dispôs a realizar os testes operacionais, donde se comprovaram bons resultados para o veículo elétrico em relação aos seus concorrentes.

Palavras chaves: Ônibus, Transporte Público, Consumo.



CURITIBA



ABSTRACT

In order to contribute to the advancement of the energy matrix of sustainable, social, economic and environmental, the city of Curitiba always seeks the use of cleaner technologies, especially in the case of public transport of the city, which is considered a model in Brazil and for the world, compared to its pioneering and innovation. Thus, the object of this analysis is the comparative study of four propulsion technologies for buses, with the main objective of evaluating the vehicle 100% electric, proposed by the Chinese manufacturer BYD, compared to other technologies that are already in use or being tested Operating in Curitiba. The methodology used was based on direct measurements of opacity (black smoke), performed with partial flow opacimeter, CO₂e emissions from the survey of consumption of vehicles and number of passengers transported. The bus in question was allocated to the bus company Auto Traffic Marshal Ltda. that, in partnership, was willing to carry out operational tests, where it proved good results for the electric vehicle compared to its competitors.

Keywords: Bus, Public Transportation, Consumption



CURITIBA



LISTAS SIGLAS

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos
CO – Monóxido de Carbono
CO₂ – Dióxido de Carbono
COFINS – Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e Gás Natural
COPEL – Companhia Paranaense de Energia
EGR – Exhaust Gas Recirculation
FGV – Fundação Getúlio Vargas
GEE – Gases de Efeito Estufa
HC – Hidrocarbonetos
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPK – Índice de Passageiros por Quilômetro
MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MP – Material Particulado
NO_x – Óxidos de Nitrogênio
O₃ – Ozônio
PBT – Peso Bruto Total
PIS – Programa de Integração Social
PROCONVE – Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores
rpm – Rotações por Minuto
SCR – Redutor Catalítico Seletivo
SO_x – Óxidos de Enxofre
tCO_{2e} – Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
URBS – Urbanização de Curitiba S.A.
WRI – Word Resources Institute

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ônibus AC300	5
Figura 2: Ônibus Híbrido AC319	6
Figura 3: Ônibus XY028	7
Figura 4: Ônibus Elétrico XY030	9
Figura 5: Emissão de tCO ₂ e por segmentos em 2008	17
Figura 6: Participação dos combustíveis na emissão de tCO ₂ e	18
Figura 7: Disponibilidade operacional dos veículos.....	22
Figura 8: Comparativo entre as emissões de opacidade	23
Figura 9: Comparativo das emissões de tCO ₂ e	25
Figura 10: Quantidade de árvores para neutralizar o CO ₂	29
Figura 11: Ilustração dos principais resultados	33



CURITIBA



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados mecânicos dos ônibus em teste	10
Tabela 2: Capacidade de passageiros de cada modelo.....	10
Tabela 3: Limites de opacidade estabelecidos em Curitiba	16
Tabela 4: Peso dos veículos	20
Tabela 5: Resultado de consumo e passageiro	20
Tabela 6: Custo por quilômetro rodado	21
Tabela 7: Passageiros transportados	22
Tabela 8: Fator de tCO ₂ e por quilômetro.....	24
Tabela 9: Comparativo do prometido e o realizado pelo ônibus XY030.....	27
Tabela 10: Comparativo geral	30



CURITIBA



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA.....	2
3. OBJETIVO GERAL.....	2
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
5. METODOLOGIA APLICADA.....	3
6. REVISÃO DE LITERATURA	4
6.1. Caracterização dos veículos estudados	4
6.2. Características técnicas dos veículos.....	9
6.3. Emissão de poluentes por fontes móveis	11
6.3.1. Monitoramento das emissões em Curitiba	15
6.3.1.1. Testes de opacidade.....	15
6.3.1.2. Emissões de Carbono.....	16
7. DESENVOLVIMENTO	18
7.1. Coleta de dados, informações e material de estudo.....	18
7.1.1. Desempenho Geral	19
7.1.2. Custo por quilômetro rodado	21
7.1.3. Índice de passageiros transportados	21
7.1.4. Emissão de opacidade	23
7.1.5. Emissão de CO ₂	23
8. ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES.....	25
8.1. Desempenho geral	25
8.2. Custo por quilômetro rodado	27
8.3. Índice de passageiros transportados.....	28
8.4. Emissão de opacidade	28
8.5. Emissão de CO ₂	28
9. ANÁLISE DE RESULTADOS	30
10. CONCLUSÃO	31
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO A – Restrições operacionais no período do estudo	37
ANEXO B – Custo dos insumos e salários	40
ANEXO C – Valor da energia elétrica para a empresa Marechal.....	41
ANEXO D – Pesquisa de opinião sobre o ônibus elétrico	42
ANEXO E – Leiaute dos veículos.....	43



CURITIBA



1. INTRODUÇÃO

A URBS, com a sua preocupação pioneira para com a preservação do meio ambiente e melhoria da qualidade do ar à sua população, através da busca pela utilização de combustíveis alternativos na frota do transporte público do município, já iniciada nos idos da década de 90, traz mais uma inovação para a cidade. Trata-se da apresentação, para teste operacional experimental, de um ônibus totalmente movido à eletricidade que, além de ter índice zero de emissão de poluentes, é silencioso e confortável aos operadores e usuários que nele viajam.

O setor de transporte é uma das principais fontes de emissão dos gases do efeito estufa, e o transporte público contribui com uma parte significativa. No Brasil, em 2009, aproximadamente 87% das viagens de passageiros por coletivos ocorreu por ônibus movido a óleo diesel (ANTP, 2009).

A preocupação mundial com o meio ambiente e a consequente atualização das legislações ambientais são sempre remetidas ao avanço tecnológico na motorização dos veículos, dentre os quais estão inclusos os ônibus operantes no transporte coletivo que circulam diaria e ininterruptamente nos grandes centros urbanos. Sabe-se que os combustíveis fósseis usados na propulsão dos veículos são grandes contribuintes para a poluição atmosférica e que, ainda, é uma fonte de energia não renovável, potencializando assim, a busca por melhores tecnologias que privilegiem as fontes renováveis, que sejam eficientes energeticamente e com menor emissão de poluentes.

Nesse sentido e, visando avaliar as características operacionais do ônibus elétrico, proposto em caráter comparativo aos demais veículos que já se encontram em circulação no transporte da Grande Curitiba, incluindo os que já operam com outras tecnologias alternativas, a URBS definiu o escalonamento operacional de 04 (quatro) ônibus movidos por diferentes tecnologias na Linha 205 – Barreirinha, sendo: 01 ônibus com tração e motor elétricos – XY030, 01 veículo híbrido com dois motores em paralelo (01 diesel e 01 elétrico) – AC319, 01 ônibus híbrido com tração elétrica e motor estacionário/generator a diesel para carregamento das baterias –



CURITIBA



XY028 e 01 ônibus convencional a diesel – AC300, este, comumente utilizado no transporte coletivo local e nacional.

2. JUSTIFICATIVA

A busca pela melhor qualidade de vida em Curitiba, através da melhoria na qualidade do ar da cidade e a redução da poluição por meio da utilização de veículos mais eficientes movidos por fontes alternativas de energia, justificam a elaboração deste trabalho.

3. OBJETIVO GERAL

O teste comparativo tem como objetivo avaliar a possibilidade de implantação de ônibus elétrico no sistema de transporte público da cidade de Curitiba, a partir da análise do efetivo cumprimento daquilo que foi proposto e apresentado à URBS pelo fabricante do ônibus, bem como avaliar as demais tecnologias disponíveis.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar o desempenho dos veículos, através dos registros dos dados operacionais observados na prática;
- Avaliar o custo por quilômetro rodado para cada tecnologia;
- Avaliar o índice de passageiros transportados pelas tecnologias em estudo;
- Estabelecer um comparativo das emissões de opacidade e de CO₂e.

Dados a serem acompanhados:

- a) Consumo de combustível;
- b) Custo por quilômetro rodado;
- c) Índice de passageiros por quilômetro rodado;
- d) Emissão de opacidade e CO₂e.

5. METODOLOGIA APLICADA

A metodologia utilizada na avaliação comparativa entre os veículos abordados contempla a quilometragem percorrida, o consumo de combustível e o registro diário do fluxo de usuários dos ônibus em teste, bem como as eventuais anotações relacionadas às quebras e desempenho (Anexo A) na circulação dos ônibus no itinerário/linha proposto.

Quanto ao custo por quilômetro rodado, tomaram-se como base: a quantidade média de energia e combustível consumidos por quilômetro; o valor de combustível adotado atualmente no cálculo tarifário do transporte pela Urbanização de Curitiba S.A. – URBS; custo da energia elétrica praticado, na oportunidade do teste, pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL à empresa Auto Viação Marechal Ltda. Vale ressaltar que, para o cálculo da tarifa de energia elétrica, a empresa em questão está enquadrada na Classe B¹² (com Impostos PIS/COFINS).

Em relação ao índice de passageiros transportados por quilômetro (IPK), foram considerados os dados da contagem direta realizada pelos operadores da empresa Marechal.

Em se tratando da avaliação da emissão de opacidade, os ensaios, sempre que aplicável e cabível ao tipo de tecnologia em análise, foram realizados com um opacímetro de fluxo parcial, da marca Napro Industrial Ltda., modelo NA9000P, Série 11L917, devidamente calibrado, aferido, aprovado e registrado pelo INMETRO com o número 11918256. O referido aparelho mede a quantidade de luz absorvida pela fumaça emitida pelo veículo em uma câmara de 430 mm de comprimento, sendo a fumaça coletada através de uma sonda instalada no escapamento do ônibus, ligada ao opacímetro por meio de uma mangueira.

Em relação à emissão de CO₂, a estimativa de tCO₂e foi calculada por meio da utilização da Ferramenta GHG Protocol 2013, versão 2014.0, desenvolvida pela

¹ Grupo B, composto de unidades consumidoras com fornecimento de tensão inferior a 2,3kV e faturado apenas pelo consumo de energia que é a soma da TUSD (tarifa de uso do sistema de distribuição) mais a TE (tarifa de energia).

² Subgrupo B3 onde se enquadra as unidades consumidoras da classe comercial.



CURITIBA



Fundação Getúlio Vargas (FGV) em parceria com uma organização internacional de pesquisa, denominada *World Resources Institute* (WRI), que trabalha em colaboração mútua com mais de 50 países para transformar grandes idéias em ações para defender os recursos naturais do planeta.

6. REVISÃO DE LITERATURA

6.1. Caracterização dos veículos estudados

A seguir, apresenta-se uma breve caracterização geral dos modelos adotados para esta análise.

a) AC300 – Ônibus Diesel (Combustão interna) – EURO III

Os motores de combustão interna geram energia através da conversão de energia química contida no combustível em calor e o calor, assim produzido, em trabalho mecânico (SILVA, 2006).

A conversão da energia química em trabalho se dá por meio da combustão, enquanto a conversão subsequente em trabalho mecânico é realizada permitindo-se que a energia do calor aumente a pressão dentro de um meio, que então realiza trabalho na medida em que se expande (BOSCH, 2006).

O ônibus AC300, apresentado na Figura 1, é um Volvo B7R Urbano, com motor D7E a diesel, de 7,14 litros, vertical e traseiro, totalmente eletrônico com injeção de combustível utilizando a tecnologia *common rail*³, 6 cilindros em linha, 4 válvulas por cilindro, turbo alimentado e *intercooler*⁴, sistema de diagnóstico de

³ Common Rail é um sistema de injeção direta de combustível diesel sob alta-pressão em motores de combustão interna, criado pela Fiat italiana.

⁴ Intercooler é um permutador intermédio de calor, tal como o radiador de um veículo. A sua utilização dá-se em motores sobre alimentados, ou seja, que utilizam turbo ou compressor mecânico.

falhas e autoproteção contra superaquecimento. Os níveis de emissões são de acordo com a regulamentação CONAMA⁵ Fase V (EURO III) (VIACIRCULAR, 2013).



Figura 1: Ônibus Diesel AC300

Fonte: Ivanbuss, 2015

b) AC319 – Ônibus Híbrido (Paralelo) – EURO V

Segundo Fernando Nonato da Silva (2008), os veículos com sistema híbrido, são aqueles que unem, por exemplo, no mesmo ônibus ou caminhão, dois sistemas de propulsão, sendo que um dos sistemas de propulsão será acionado por um motor de combustão interna ou micro turbina e o outro será acionado por um motor elétrico. O ônibus híbrido AC319, de chassi Volvo B215 RH, mostrado na Figura 2 a seguir, tem uma configuração híbrida paralela. Ao arrancar, o ônibus é movido pelo motor elétrico. O alto torque proporciona uma partida macia e silenciosa. A partir do momento em que uma determinada velocidade é atingida, aproximadamente 20 Km/h, o motor diesel entra em operação. Quando o veículo está parado, seja no trânsito, em paradas de embarque ou nos semáforos, o motor diesel é desligado. Para isso, um avançado sistema de controle regula a aplicação de recursos de potência. As duas fontes de energia interagem de forma otimizada. O uso reduzido de energia e as baixas emissões são certamente os principais benefícios do Volvo Híbrido. As emissões de CO₂ e NOx são dramaticamente reduzidas, obtendo índices

⁵ Conselho Nacional do Meio Ambiente.

até 50% inferiores em relação aos limites permitidos na Europa. Outra vantagem que contribui para a economia do sistema é que o uso combinado do motor elétrico permite a utilização de um motor diesel de menor porte do que os de ônibus urbanos convencionais, sem reduzir seu desempenho (VOLVO, 2014).

O Volvo B215 RH, batizado em Curitiba com o nome Hibribus, vem equipado com o motor Volvo D5F Diesel, quatro cilindros, com potência de 215 cv e torque máximo de 82 kgf.m – trabalhando em conjunto com motor-gerador elétrico I-SAM (*Integrated Starter Alternator Motor*) que gera 160 cv com torque máximo de 82 kgf.m.

Essa tecnologia visa auferir maior economia de combustível, uma vez que os motores elétricos são mais eficientes que os motores a combustão interna.



Figura 2: Ônibus Híbrido AC319

Fonte: Ônibus de Curitiba, 2015

c) XY028 – Ônibus Híbrido (Série) – EURO V

Nesta disposição, o motor de combustão interna coloca em funcionamento um gerador (LOPES, 2008).

Consequentemente este gerador coloca em movimento um motor elétrico que está acoplado ao eixo da tração. O motor elétrico quando está em funcionamento, também produz energia para recarregar as baterias (NONATO, 2008).

O ônibus é produzido na China e é equipado com um motor elétrico PMT Motor, potência de 150 kW e com sistema de armazenamento de energia através do Type Super Capacitor⁶. O motor a diesel, denominado moto gerador⁷ é da marca CUMMINS, de 6,7 litros, EURO V e tem potência de 184 kW.

A TEG, fabricante do ônibus híbrido série, mostrado na Figura 3, busca convencer o Brasil sobre a vantagem da sua tecnologia que, segundo ela, é mais limpa e barata. A fábrica apresenta um veículo híbrido, diferente daquele da Volvo, uma vez que o motor elétrico trabalha em 100% da operação e o motor a diesel somente opera, quando necessário, para carregar as baterias, além de não tracionar o ônibus como o de seu concorrente sueco, ou seja, quando parado e com as baterias carregadas, não há emissão de poluentes (ESSBUS, 2014).



Figura 3: Ônibus Híbrido XY028

Fonte: ESSBUS, 2014

A fabricante disponibilizou dois deles para testes operacionais em Curitiba, onde foram chamados de BioBus e identificados com os prefixos XY027 e XY028.

⁶ Super capacitor é um acumulador que tem extraordinária capacidade de armazenar energia em relação ao seu tamanho, quando comparado com um capacitor comum.

⁷ Um moto gerador é um dispositivo para conversão de energia mecânica em energia elétrica.



CURITIBA



d) Ônibus Elétrico – XY030

De acordo com Juliana Lopes (2008), os veículos elétricos podem ser considerados uma solução direta para o problema da poluição de origem veicular.

Conforme informações técnicas da fabricante BYD, também chinesa, o ônibus elétrico XY030, apresentado na Figura 4, tem um consumo de energia 75% menor do que um veículo similar movido a diesel e é totalmente silencioso, não poluente e confortável para o usuário, tem autonomia de até 250 quilômetros sem uma nova recarga e a operação de carga de energia é feita em quatro horas.

Obs.: Para o caso específico do teste ora operacionalizado, o tempo de recarga das baterias levou por volta de dez horas, por conta das restrições infraestruturais energéticas da empresa Marechal, parceira do projeto, esclarecendo que a operação atual (com veículos a diesel) não demanda a referida preparação no sistema de energia da garagem.

O consumo energético equivale a 1,2 kWh/Km (dados do fabricante). As baterias utilizadas são de fosfato de ferro, tecnologia exclusiva da BYD, e ficam localizadas no teto do veículo e sobre as suas caixas de roda. São recarregadas de quatro a cinco horas, via sistema bidirecional AC⁸, de 380 Volts e 80 kW de potência (CURITIBA, 2014).

O ônibus elétrico da BYD é também o único movido pelas baterias de fosfato de lítio, tecnologia ambientalmente correta (reciclável) e com grande vida útil (maior que o próprio ônibus) (BYD,2015).

⁸ Corrente Alternada (*Alternating Current*), é uma corrente na qual a intensidade e a direção são grandezas que variam cicличamente, ao contrário da corrente contínua.



Figura 4: Ônibus Elétrico XY030

Fonte: CURITIBA, 2014

6.2. Características técnicas dos veículos

A Tabela 1, a seguir, apresenta as características técnicas dos ônibus utilizados na análise, sendo todos do tipo Padron⁹. Nela, pode-se ainda, verificar o comparativo entre os principais dados dos veículos.

Imediatamente após, na Tabela 2, são apresentadas as capacidades de passageiros de cada veículo estudado, para as quais foram consideradas as áreas disponíveis para a acomodação do usuário no salão (em pé) e o número de poltronas que, por sua vez, varia de acordo com a tecnologia dos veículos em questão, face à peculiaridade da estrutura, o que acaba por impactar na disposição interna dos bancos, esclarecendo que os leiautes de cada modelo estão apresentados no Anexo E.

⁹ Veículo com caixa automática, para operação em linhas alimentadoras, convencionais, interbairros e metropolitanas.

Tabela 1: Características mecânicas

Características	AC300	AC319	XY028	XY030
Potência do Motor	290 cv	Diesel: 215 cv Elétrico: 160 cv	204 cv	75 kW x 2
Torque ¹⁰ máximo	1200 N.m a 1300 rpm	800 N.m (82 kgf.m)	1020/1200 N.m 1600 rpm	350 N.m x 2
Caixa de transmissão	Automática	Automática	Automática	Automática
Combustível/ Alimentação do motor	Óleo diesel	Bateria de Íon de Lítio /Óleo diesel	Super capacitor/Óleo diesel	Bateria de Fosfato de Ferro
Comprimento do veículo (m)	12,80	12,45	12,19	12,00
Autonomia	1,43 Km/l	2,27 Km/l	4,76 Km/l	250 Km/carga completa

Fonte: Acervo, 2015

Tabela 2: Capacidade de passageiros

Veículos	Área de Salão (m ²)	N° Passageiros Sentados	N° Passageiros em Pé*	N° Passageiros Total**
AC300	10,90	27	65	92
AC319	8,89	26	53	79
XY028	11,60	21	69	90
XY030	11,95	22	71	93

*Calculado pela área de salão x 6 passageiros por m² (ABNT 15570:2011)

**Número de passageiros (Sentados + em pé).

Fonte: Acervo, 2015

¹⁰ Quantidade de torção exercida por uma força sobre um objeto.

6.3. Emissão de poluentes por fontes móveis

Fonte móvel é qualquer instalação, equipamento ou processo natural ou artificial em movimento, que libere ou emita matéria ou energia para a atmosfera (Resolução SEMA 054/2006, Artigo 2º, Inciso XIII *apud* KAWANO, 2006).

Os veículos automotores, juntamente com os trens, aviões e embarcações marítimas são as chamadas fontes móveis de poluentes atmosféricos. Alguns, de acordo com o combustível, emitem mais ou menos determinado poluente, entretanto, nenhum deles deixa de poluir.

As fontes móveis podem ser classificadas como:

- De circulação em estradas: automóveis, motocicletas, caminhões e ônibus;
- De circulação fora de estradas: aviões, trens, barcos e equipamentos de construção/demolição (KAWANO, 2006).

Os meios de transporte motorizados são causadores de poluição na forma direta e indireta. Os resíduos deixados pela operação, tais como os pneus velhos, óleos lubrificantes usados e a própria carcaça, após sua vida útil, caracterizam o modo indireto. A poluição atmosférica e a poluição sonora são as formas diretas, sendo a primeira resultante da eliminação de partículas sólidas e gasosas no ar e a segunda, relacionada aos ruídos emitidos pelos diversos componentes e/ou acessórios instalados nos veículos (VASCONCELLOS, 2005).

A poluição veicular é classificada em função da abrangência dos impactos causados pelos seus principais poluentes. Os poluentes locais causam impactos na área de entorno por onde é realizado o serviço de transporte como, por exemplo, os ruídos gerados pelos motores dos veículos e a fuligem expelida pelos escapamentos, que se acomoda nas ruas, nos passeios e nas fachadas dos imóveis. Ainda, podem-se considerar nesta categoria, os poluentes que se deslocam de uma região para outra pelas correntes de ar, no caso de gases que causam a chuva ácida, por exemplo, ou o efeito *smog* que é a formação de uma névoa densa devido à grande concentração de ozônio (O_3) no ar. Os poluentes globais são gases



CURITIBA



que são expelidos para a atmosfera e acabam impactando todo o planeta pelo aquecimento global como é o caso da emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Apesar de muitas atividades naturais e artificiais contribuírem para a produção de poluentes atmosféricos, os veículos motorizados, devido a seu crescimento, pode acelerar em muito a degradação ambiental. É importante salientar que combustíveis diferentes têm emissões diferentes, para o caso do CO₂, por exemplo, o diesel é mais poluente, por litro, em relação à gasolina, ao metanol e ao etanol (VASCONCELLOS, 2005).

O transporte ocupa lugar de destaque no planejamento energético de um país e tem papel essencial a desempenhar em seu desenvolvimento econômico e social, sendo suas necessidades cada vez mais exigidas, principalmente nos países emergentes. Porém, por ser um grande consumidor de petróleo, cabendo-lhe 50 a 60% de toda a sua produção consumida na maioria dos países em desenvolvimento, é uma grande fonte de poluição localizada do ar, além de acidificar regionalmente o meio ambiente nos países industrializados e também nos emergentes. Nos países em desenvolvimento o mercado automotivo cresce com maior rapidez e, visto que o setor é responsável por forte liberação de gases e partículas à atmosfera como o CO, CO₂, NOx e MP, o que contribui muito para a poluição do ar urbano, é imprescindível que se faça uma análise dos sistemas de transportes existentes atualmente e que se apliquem projetos e gerenciamento mais eficazes, pois, em determinados centros urbanos, os níveis de poluição já superam o recomendado pelas normas internacionais e, a menos que sejam tomadas medidas rígidas, a poluição atmosférica será um dos principais fatores para barrar o desenvolvimento industrial de muitas cidades do terceiro mundo. Nesse sentido, devem ser desenvolvidos e aprimorados programas direcionados a sistemas de transportes mais eficientes e econômicos, menos poluentes e mais seguros, especialmente sistema integrado rural e urbano, bem como redes viárias ambientalmente saudáveis, considerando a necessidade de estabelecer prioridades socioeconômicas e de desenvolvimento sustentável, principalmente nos países emergentes. Assim sendo, os governos devem avaliar e atualizar políticas, objetivando estimular o uso de meios de transporte que minimizem os impactos

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA



negativos na atmosfera, definindo metas e estabelecendo leis, incentivos e padrões ambientais para os veículos automotores (SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL, 2000).

Em 1986, o governo brasileiro deu um grande passo lançando o Programa Nacional de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE. Mais tarde, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, através da Resolução 03/1990 estabeleceu padrões de qualidade do ar, fixando concentrações de poluentes atmosféricos que, se transpostas, podem afetar a saúde, segurança e o bem-estar da população e causar danos à fauna e ao meio ambiente em geral. Nesta resolução foi delegado aos órgãos governamentais, o monitoramento do ar e a fixação de diretrizes e programas para o seu controle, especialmente nos locais urbanos. Os veículos motorizados são uma das fontes de poluição mais sérias que existem, pois, liberam substâncias evaporativas de gases de combustão e vapores provenientes da combustão incompleta dos hidrocarbonetos, contribuindo para uma contínua diminuição da qualidade do ar, principalmente nas grandes aglomerações (SISTEMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL, 2000).

Para atender os limites de emissões determinados pelo PROCONVE – Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores, cada vez mais restritivos, os motores Diesel foram sendo otimizados, passando por várias adequações, a fim de reduzir seus níveis de emissões nas datas e etapas previamente definidas. Os níveis estabelecidos tiveram como base as normas internacionais, que para serem cumpridas, obrigaram os fabricantes a produzirem os motores com características específicas para se adequarem às várias fases de redução de poluentes (GRUPO IPIRANGA, 2006).

A seguir, estão as melhorias introduzidas através do aperfeiçoamento das técnicas de construção dos motores, bem como a correlação entre as normas aplicadas na Europa e no Brasil (MERCEDES, 1989; BOCALON, 2006):

EURO I – CONAMA P3

- Otimização nos sistemas de admissão de ar e injeção de combustível;
- Introdução de turbo alimentadores;



CURITIBA



- Uso de resfriadores de corrente de admissão.

EURO II – CONAMA P4

- Maiores pressões de injeção;
- Nova geometria dos bicos injetores;
- Atraso no ponto de injeção;
- Maior força tangencial dos anéis;
- Diesel com menor teor de enxofre (S1800).

EURO III – CONAMA P5

- Elevação dos anéis;
- Gerenciamento eletrônico integral;
- Pistões articulados;
- Maior atraso na injeção;
- Maior pressão na injeção.
- Melhoria nas características técnicas do diesel (S500 e S50).

EURO IV – CONAMA P6 (Não entrou em vigor – indisponibilidade do Diesel S50)

- Motores de baixíssimas emissões (*Low Emission Engines*);
- Sistemas de pós-tratamento (Filtros de NOx e de MP, Redutor Catalítico Seletivo - SCR) ou Recirculação dos Gases do Escape (EGR);
- Melhoria nas características técnicas do diesel (S50).

EURO V – CONAMA P7

- Motores de baixíssimas emissões (*Low Emission Engines*);
- Sistemas de pós-tratamento (Filtros de NOx e de MP, Redutor Catalítico Seletivo - SCR) ou Recirculação dos Gases do Escape (EGR);
- Melhoria nas características técnicas do diesel (S50 e S10).

6.3.1. Monitoramento das emissões em Curitiba

6.3.1.1. Testes de opacidade

A URBS – Urbanização de Curitiba S.A., tem como uma de suas principais funções, a administração do transporte coletivo da capital, estando incluso nesse gerenciamento a inspeção dos veículos, bem como o controle da emissão de fumaça produzida pela frota. Como não se tem disponível no mercado um analisador que detecte, com o motor acoplado ao veículo, os vários gases emitidos (HC, NOx, CO, SOx, etc.), o aparelho empregado na medição das emissões dos veículos a diesel, em campo, analisa apenas a fumaça expelida pelo escape, através do método de absorção de luz, partindo do princípio de que, ao se monitorar e controlar a liberação excessiva de fumaça, reduz-se também as emissões gasosas, com exceção do NOx, uma vez que a formação deste é inversamente proporcional à emissão de fumaça.

O equipamento utilizado para medição é o Opacímetro de Fluxo Parcial, da marca Napro Industrial Ltda., modelo NA9000P, Série 11L917, devidamente calibrado, aferido e aprovado pelo INMETRO, registrado neste órgão com o número 11918256. Conforme informado anteriormente, o referido aparelho mede a quantidade de luz absorvida pela fumaça emitida pelo veículo em uma câmara de 430 mm de comprimento, sendo a fumaça coletada através de uma sonda instalada no escapamento do ônibus que, por sua vez, é acoplada ao opacímetro por meio de uma mangueira. Os testes de opacidade¹¹ são realizados em todos os ônibus do transporte coletivo da cidade e os limites máximos aplicados são conforme a Tabela 3, os quais foram estabelecidos a partir da legislação em vigor, mas, também, considerando os índices efetivamente aferidos em campo, sendo, inclusive, mais restritivos que a própria legislação, uma vez que o histórico dos valores medidos possibilita essa prática.

¹¹ Opacidade é absorção de luz sofrida por um feixe luminoso ao atravessar uma coluna de gás de escapamento, expressa em m^{-1} , entre os fluxos de luz emergente e incidente.

Tabela 3: Limites de opacidade aplicados em Curitiba

Ano de Fabricação	Limite Máximo de Opacidade (m^{-1})
De 1996 a 2003	2,28
Entre 2005 e 2011	1,14
Acima de 2012	0,50

Fonte: URBS, 2014

Os testes são realizados em parceria com o programa CONPET da Petrobras, efetivados pelo método de aceleração livre e seguindo os procedimentos definidos pela Instrução Normativa do IBAMA nº. 6, de 8 de junho de 2010.

6.3.1.2. Emissões de Carbono

Apesar do CO₂ não ser considerado um gás poluente, é um gás que provoca o efeito estufa. Como tal, os gases de efeito estufa poderão comprometer o ritmo da atividade econômica do país, já que “[...] poderão causar grandes impactos sobre a economia em decorrência da adaptação do meio ambiente diante do aquecimento do clima” (IPEA, 2000).

O dióxido de carbono é um dos maiores culpados pelo aquecimento global via efeito estufa, respondendo por aproximadamente 50% do aquecimento global e podendo permanecer na atmosfera por mais de 200 anos, ou seja, mantém o fator aquecimento por extenso período.

O setor de transporte é um dos grandes emissores de CO₂. Nesse setor estão incluídas as emissões de CO₂ por oxidação do carbono contido nos combustíveis durante a sua queima, seja para geração de outras formas de energia, como eletricidade, seja no consumo final (MCTI, 2009).

Na Figura 5, têm-se os resultados de um trabalho realizado pela ECOWOOD Assessoria Ambiental em parceria com a SMMA¹² de Curitiba, onde se apresentam os percentuais de emissão de tCO_{2e}¹³ na cidade de Curitiba, destacados por segmentos do setor de energia.

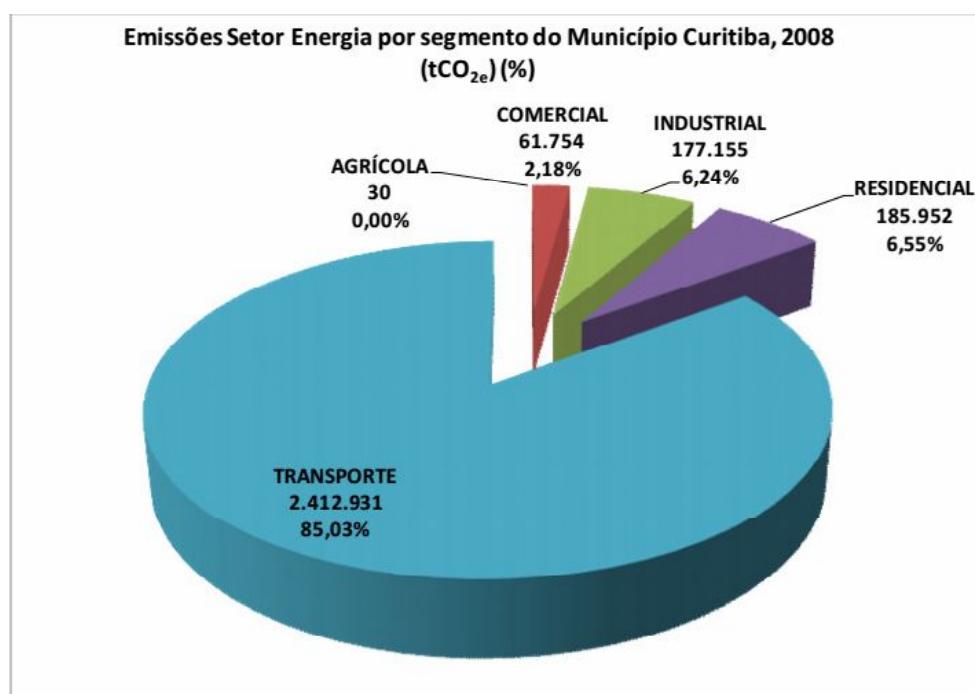


Figura 5: Emissão de tCO_{2e} por segmento em 2008

Fonte: ECOWOOD, 2011

A seguir, demonstra-se na Figura 6, a participação de cada combustível utilizado no transporte dentro da cidade de Curitiba (aéreo, rodoviário e ferroviário), nos valores emitidos de tCO_{2e}.

¹² Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

¹³ Toneladas de Dióxido de Carbono equivalente – refere-se também às emissões dos outros gases do efeito estufa: metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), perfluorcarbonetos (PFCs), hidrofluorcarbonetos (HFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF₆).

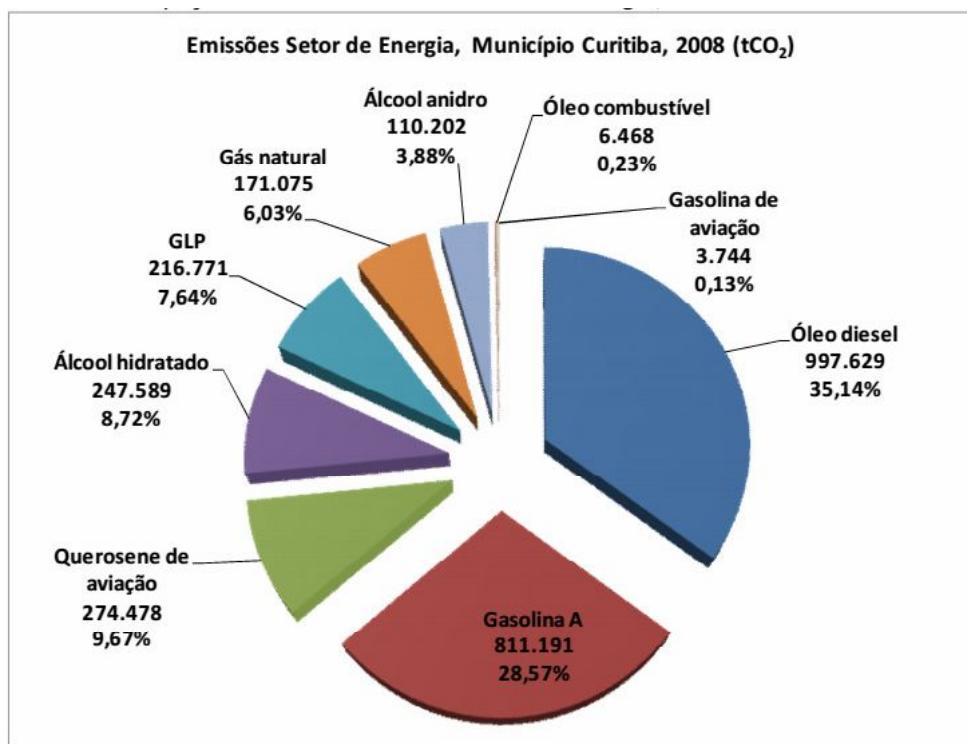


Figura 6: Participação dos combustíveis na emissão de tCO₂e

Fonte: ECOWOOD, 2011

7. DESENVOLVIMENTO

7.1. Coleta de dados, informações e material de estudo.

Na presente análise, buscou-se um maior detalhamento das informações quantitativas de emissões de opacidade, realizadas pela medição direta nos modelos em teste, bem como informações sobre quilômetro total percorrido e a quantidade de passageiros transportados no período de avaliação, dados estes disponibilizados pela empresa Auto Viação Marechal Ltda. Para o cálculo de CO₂e, utilizou-se a ferramenta GHG Protocol 2013.

7.1.1. Desempenho Geral

Nas representações a seguir, pode-se ter uma visão geral dos principais resultados do teste operacional de 23 dias, realizado na Linha 205 (Barreirinha), considerando, especificamente, os dias úteis do período compreendido entre 19/11/2014 e 19/12/2014, ressaltando, entretanto, que os resultados contemplam apenas os dias 20 e 21 de novembro e 03, 04, 08, 09, 10 e 18 de dezembro/14, por estes representarem os 08 dias em que os quatro veículos trabalharam regularmente. Os valores apresentados são os valores totais de quilometragem percorrida, consumo e passageiros embarcados nesses dias. Para complementação e melhor entendimento, as referidas ocorrências dos veículos no período do teste podem ser visualizadas no Anexo A deste trabalho.

Importante anotar que, para a execução do teste operacional comparativo, houve a necessidade de readequação das tabelas de horário da Linha Barreirinha, de modo que a operação dos veículos envolvidos fosse iniciada próximo às 07:00h e finalizada por volta das 20:00h, em função da autonomia operacional do ônibus elétrico (carga das baterias).

A Tabela 4 demonstra os pesos efetivos dos veículos com e sem passageiros, bem como o PBT técnico¹⁴ admissível do chassi, onde se pode observar que os veículos XY028 e XY030 apresentam sobre peso em relação ao peso bruto total técnico proposto pelos seus próprios fabricantes. Deve-se salientar que o excesso de peso sobre a via danifica o pavimento e pode interferir na segurança dos passageiros numa eventual necessidade de parada emergencial (maior distância de frenagem).

¹⁴ PBT (Peso Bruto Total) técnico refere-se à capacidade de suporte de carga para a qual o veículo foi produzido.

Tabela 4: Pesos efetivos

AC300 (VOLVO/DIESEL)			AC319 (HIBRIBUS)		
Chassi + Carroceria * (kg)	Veículo Carregado** (kg)	Admissível PBT técnico (kg)	Chassi + Carroceria (kg)	Veículo Carregado (kg)	Admissível PBT técnico (kg)
11510	17630	18000	12480	17755	19000
XY028 (BIOBUS)			XY030 (ELÉTRICO)		
Chassi + Carroceria (kg)	Veículo Carregado (kg)	Admissível PBT técnico (kg)	Chassi + Carroceria (kg)	Veículo Carregado (kg)	Admissível PBT técnico (kg)
13630	19620	18000	13500	19685	17000

*Peso efetivamente aferido na balança

**Número de passageiros x 65 kg (ABNT 15570:2011) + 2 tripulantes x 70 kg (padrão URBS) + peso do chassi com carroceria.

Fonte: Acervo, 2015

Em seguida, representam-se na Tabela 5, a distância percorrida, o consumo de combustível/energia e os passageiros transportados no período operacional abordado, ou seja, nos 08 dias em que os quatros veículos efetivamente trabalharam juntos. Estes valores servirão de base para os cálculos de custo e do índice de passageiros transportados por quilômetro.

Tabela 5: Quilometragem, consumo e passageiros transportados

Veículos	km	Consumo (litros ou kWh)	Passageiros Transportados
AC300	1975	1064 litros	9479
AC319	1831	755 litros	8196
XY028	1836	603 litros	10223
XY030	1644	2126 kWh	8434

*Dados fornecidos pela empresa Marechal Ltda.

Fonte: Acervo, 2015

7.1.2. Custo por quilômetro rodado

A partir dos dados disponibilizados pela empresa Marechal, calculou-se o custo por quilômetro de cada veículo, apresentados na Tabela 6, a seguir:

Tabela 6: Custo por quilômetro rodado

AC300 (DIESEL)			AC319 (HIBRIBUS)		
Média (Km/l)	Custo do Diesel R\$ (Preço URBS)	Custo por Km (R\$)	Média (Km/l)	Custo do Diesel R\$ (Preço URBS)	Custo por Km (R\$)
1,86	2,0152	1,09	2,43	2,0152	0,83
XY028 (BIOBUS)			XY030 (ELÉTRICO)		
Média (Km/l)	Custo do Diesel R\$ (Preço URBS)	Custo por Km (R\$)	Média (Km/kWh)	Custo da energia (Grupo B3)	Custo por Km (R\$)
3,04	2,0152	0,66	0,77	0,49	0,63

Fonte: Acervo, 2015

7.1.3. Índice de passageiros transportados

A representação da Tabela 7 demonstra o estudo da quantidade de passageiros transportados por quilômetro, denominada de IPK¹⁵, compreendendo os 08 (oito) dias da referida análise em que todos os veículos amostrados operaram regularmente.

¹⁵ Índice de passageiros transportados por quilômetro rodado.

Tabela 7: Passageiros transportados

AC300 (DIESEL)			AC319 (HIBRIBUS)		
Km	Passageiros	IPK	Km	Passageiros	IPK
1975	9479	4,80	1831	8196	4,48
XY028 (BIOBUS)			XY030 (ELÉTRICO)		
Km	Passageiros	IPK	Km	Passageiros	IPK
1836	10223	5,57	1644	8434	5,13

*Dados fornecidos pela empresa Marechal Ltda.

Fonte: Acervo, 2015

Na seqüência, pode-se verificar na Figura 7, a disponibilidade operacional dos veículos durante os 23 dias de teste na Linha 205 – Barreirinha, considerando as ausências e a circulação dos ônibus.

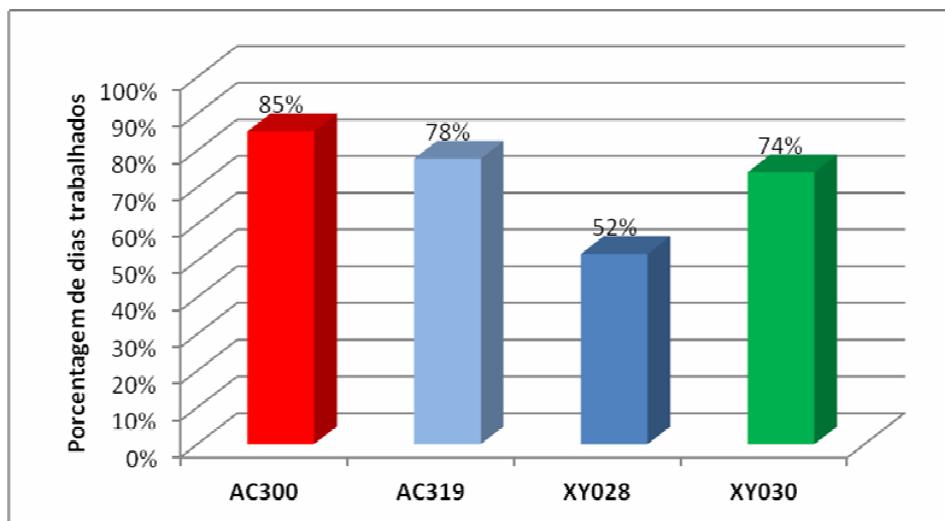


Figura 7: Disponibilidade operacional dos veículos

Fonte: Acervo, 2015

7.1.4. Emissão de opacidade

A Figura 8 apresenta os valores médios de opacidade (fumaça), obtidos pela avaliação direta na saída do escapamento dos veículos, medidos com um opacímetro de fluxo parcial.

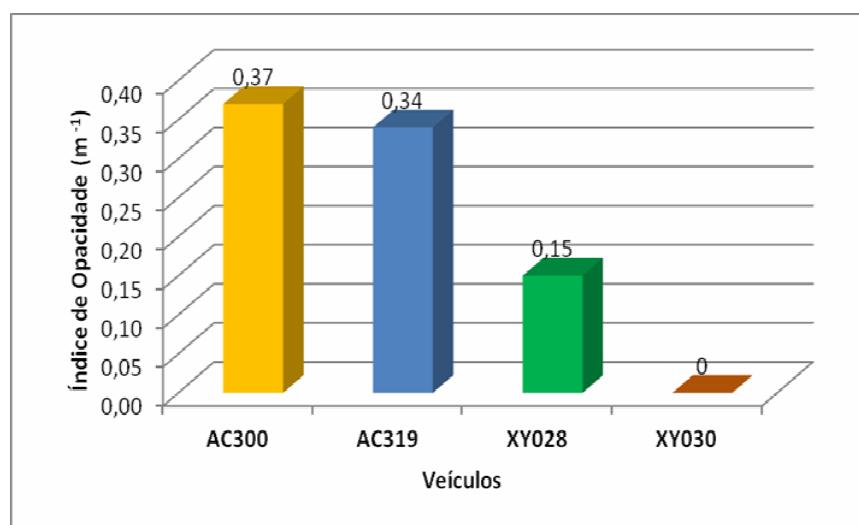


Figura 8: Comparativo entre as emissões de opacidade

Fonte: Acervo, 2015

7.1.5. Emissão de CO₂

A partir dos dados de consumo de combustível utilizado no período total do teste (23 dias), bem como, do ano de fabricação dos veículos, obteve-se o resultado de emissão de Dióxido de Carbono equivalente (tCO₂e), cálculo este, realizado com a aplicação da Ferramenta GHG Protocol 2013, versão 2014.0, desenvolvida pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em parceria com *World Resources Institute* (WRI). Assim, com os dados de tCO₂e emitidos por veículo, calculou-se a média da emissão do gás por quilômetro, conforme se apresenta na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8: Fator de tCO₂e por quilômetro

AC300 (VOLVO/DIESEL)			AC 319 (HIBRIBUS)		
tCO ₂ e (GHG)	Km Total	Fator (tCO ₂ e/Km)	tCO ₂ e (GHG)	Km Total	Fator (tCO ₂ e/Km)
7,25	5626	0,001289	4,74	4626	0,001025
XY028 (BIOBUS)			XY030 (ELÉTRICO)		
tCO ₂ e (GHG)	Km Total	Fator (tCO ₂ e/Km)	tCO ₂ e (GHG)	Km Total	Fator (tCO ₂ e/Km)
2,79	3177	0,000878	0,72	4027	0,0001793

Fonte: Acervo, 2015

Por sua vez, no sentido de trazer o cálculo para mais próximo da realidade operacional de Curitiba, multiplicou-se o fator de tCO₂e/Km de cada tecnologia, pela quilometragem média mensal (dias úteis) percorrida por um ônibus Padron operante numa “tabela cheia” da Linha Barreirinha (4.418,4 Km)¹⁶, obtendo-se assim, a quantidade de tCO₂e emitida por modelo num mês de operação regular, ou seja, os valores representados a seguir na Figura 9 expressam, em toneladas, a emissão de CO₂ de cada tecnologia ao percorrer mensalmente 4.418,4 km. Deve-se lembrar que o ônibus elétrico não emite diretamente os Gases de Efeito Estufa (GEE), mas sim, uma quantidade de CO₂ indireta, representada pela queima de combustíveis fósseis utilizados na usina termoelétrica que também opera no Brasil na produção de energia.

¹⁶ Dados fornecidos pela Área de Operação do Transporte Coletivo/URBS.

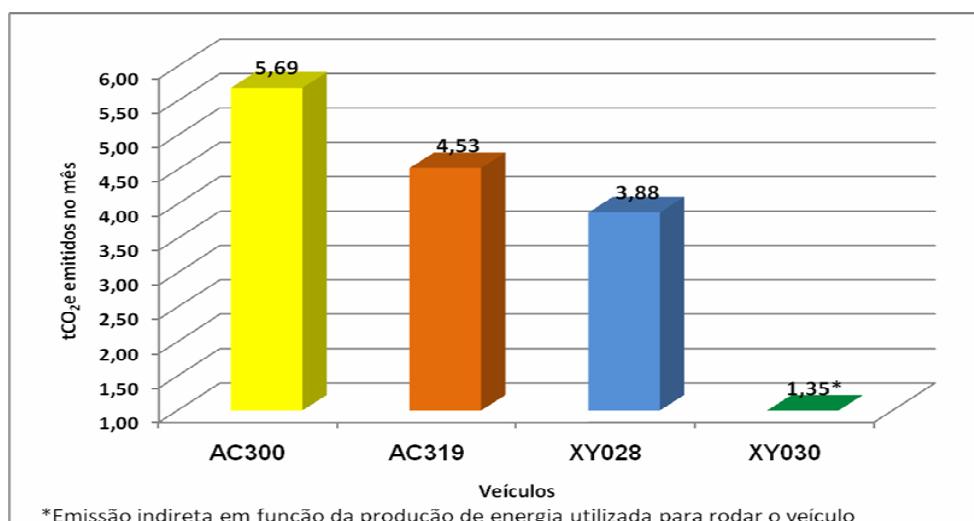


Figura 9: Previsão de emissões de tCO₂e¹⁷ por Km

Fonte: GHG Protocol, 2014

8. ANÁLISE DE DADOS E INFORMAÇÕES

8.1. Desempenho geral

Analizando a Tabela 4, página 20, verifica-se que dentre os veículos avaliados, apenas os dois ônibus Volvo (AC300 e AC319) apresentaram o peso bruto efetivo dentro dos valores técnicos admissíveis, ressaltando que o XY028 e o XY030 não apresentam leiautes internos conforme os padrões especificados pela URBS (verificar Anexo E).

Ainda na página 20, apresenta-se na Tabela 5 um comparativo dos quilômetros rodados, quantidade de passageiros transportados e a quantidade de combustível consumido para o percurso percorrido, ressaltando que os valores contemplam a rota como um todo, incluindo a quilometragem de entrada e saída da linha, ou seja, desde a saída e retorno do ônibus à garagem. Para uma melhor avaliação, conforme já mencionado no Item 7.1.1, foram considerados apenas os dias em que os quatro veículos operaram. Reitere-se que os motivos de todas as

¹⁷ Toneladas de Dióxido de Carbono (gás carbônico) equivalente.



CURITIBA



ausências estão dispostos no Anexo A desta análise, sendo importante registrar que os dados analisados foram anotados e cedidos pela empresa Auto Viação Marechal Ltda., concessionária que, com costumeira parceria, se dispôs a operacionalizar os veículos para a efetivação dos testes.

Admitindo-se como referência o veículo AC300, pode-se verificar na referida Tabela 5 que as distâncias percorridas, no período abordado (oito dias), pelos ônibus AC319 (Híbrido paralelo), XY028 (BioBus) e XY030 (Elétrico), foram menores em aproximadamente 7,29%, 7,04% e 16,76%, respectivamente, em função de algumas interrupções de viagens para intervenções técnicas, que acabaram restringindo a operação dos respectivos veículos, conforme descrito no Anexo A.

Ainda, analisando a mesma Tabela 5, é possível também retirar uma comparação entre a capacidade de passageiros transportados, donde se nota que a carga efetivamente transportada pelos carros AC319 e XY030 foi respectivamente menor em aproximadamente 13,54% e 11,02% quando comparada ao AC300, devido, possivelmente, ao fato de o AC319 não ser mais uma “novidade” para o usuário e, no caso do XY030, pela restrição de desembarque por estar contemplado com apenas uma porta para tal, além de apresentar certo desconforto ao usuário que viaja na parte traseira, devido à altura interna inadequada. No caso do XY028, também em relação ao AC300, houve uma demanda de 7,85% a maior que, embora também tenha rodado em torno de 7,04% a menos, possivelmente se justifica não somente pela novidade na linha, mas, pelo fato de os usuários perceberem que este ônibus disponibilizava gratuitamente o serviço de internet *wi-fi* aos passageiros.

A seguir, apresenta-se na Tabela 9 um dado importante a ser considerado na análise do veículo elétrico XY030, ora em estudo.

Tabela 9: Comparativo do prometido e o realizado pelo ônibus XY030

XY030 (ELÉTRICO)				
Situação	Consumo energético (kWh/Km)	Custo da energia Copel (Grupo B3)	Custo por Km (R\$)	Autonomia (Km)
Prometido	1,20	0,49	0,59	250
Realizado	1,29*	0,49	0,63	206*

*Média dos oito dias trabalhados junto aos outros veículos.

Fonte: Acervo, 2015

A representação em especial, demonstra que durante o teste operacional na Linha Barreirinha, o veículo elétrico consumiu aproximadamente 7,5% a mais de energia por quilômetro rodado, quando comparado ao valor prometido pela fabricante. Além disso, a carga das baterias não se mostrou conforme apresentado pela BYD, visto que sua autonomia foi 17,6% menor do que o divulgado.

8.2. Custo por quilômetro rodado

Na Tabela 6 da página 21, observa-se uma análise referente ao custo por quilômetro rodado de cada modelo especificado, onde se pode verificar que o veículo XY028 apresentou a melhor média de consumo (3,04 Km/l), devido ao seu conceito de propulsão, que utiliza o motor diesel apenas como gerador de energia para o super capacitor.

Reiterando o que já foi comentado anteriormente, o valor aplicado para o diesel é aquele adotado pela URBS (sem ICMS) e está disponível no Anexo B desta análise. Para o caso da energia elétrica, os valores foram retirados diretamente da fatura da COPEL (com ICMS e PIS/COFINS), que se encontra disponível no Anexo C deste trabalho.

Contudo, pode-se notar que o melhor custo por quilômetro rodado dentre os veículos em análise foi realmente do ônibus elétrico XY030, sendo de R\$ 0,63 por quilômetro, ou seja, 58% menor que o ônibus movido a diesel, de prefixo AC300.

8.3. Índice de passageiros transportados

A Tabela 7 da página 22 demonstra a análise do IPK de cada modelo, onde se nota que os veículos XY028 e XY030 apresentam os melhores índices, provavelmente, devido à novidade dos ônibus diferenciados na linha, bem como à disponibilização de internet “sem fio” no XY028.

Na Figura 7, também na página 22, apresenta-se a disponibilidade operacional total dos ônibus durante os 23 dias de teste na Linha Barreirinha, demonstrando que o veículo XY030 teve uma disponibilidade de 74%, muito próxima, portanto, ao percentual de 78% aferido pelo AC319. Conforme se nota, a melhor disponibilidade foi apresentada pelo AC300 (85%) e a pior pelo veículo XY028 (52%), justificada pelo fato de que no referido período este último ônibus teve uma significativa restrição de circulação, por conta da dificuldade de se encontrar peças de reposição para a correção dos problemas nos coxins e na central moduladora do motor (demais motivos das restrições e indisponibilidades citados no Anexo A).

8.4. Emissão de opacidade

Na Figura 8, página 23, observa-se que não existem emissões atmosféricas no caso do modelo totalmente elétrico (XY030). Dentre os demais ônibus, o de menor índice foi o XY028, com o valor de $0,15 \text{ m}^{-1}$.

8.5. Emissão de CO₂

Na Tabela 8, página 24, são apresentados os valores de tCO₂e emitidos no período da avaliação, calculados com a ferramenta GHG *Protocol* 2013 e, a partir

destes, os resultados da emissão de tCO₂e de cada tecnologia por quilômetro rodado. Conforme já mencionado e demonstrado na Figura 9, também a partir destes dados, elaborou-se uma expectativa de emissões de Dióxido de Carbono para um mês típico na Linha Barreirinha, onde se pode notar que a emissão de CO₂ (Gás Carbônico), dentre os veículos em teste, foi maior no caso do AC300 (somente movido a diesel). No caso dos híbridos, o XY028 apresentou menor valor, devido ao fato de consumir menor quantidade de combustível, pois, não utiliza o motor diesel para tracionar o carro como o faz o veículo AC319. Para o XY030, não há emissão direta de CO₂ como nos modelos anteriores, porém, por ser movido à eletricidade que, no Brasil, apesar de ser gerada em sua maioria por hidroelétricas, tem também um percentual produzido por termoelétricas, que utilizam combustíveis fósseis e, por conseguinte, acabam atribuindo ao veículo elétrico uma emissão indireta de CO₂.

De acordo com o Protocolo de Kyoto, são necessárias 05 árvores para neutralizar 1tCO₂e. Considerando essa informação, pode-se calcular os quantitativos de árvores necessárias para neutralizar o CO₂ emitido pelos veículos dos testes, ora representados graficamente na figura abaixo.

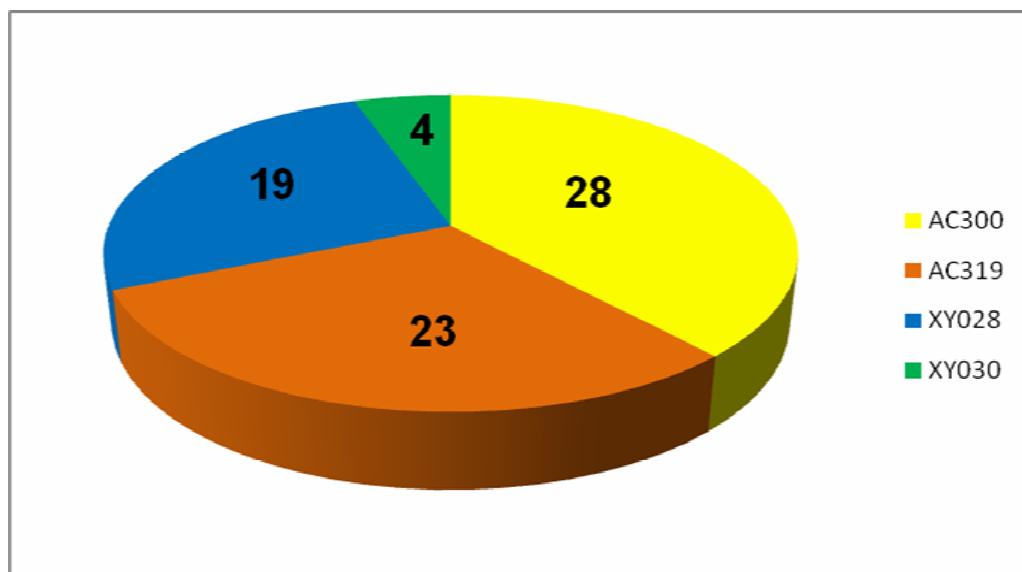


Figura 10: Quantidade de árvores necessárias para neutralizar o CO₂

Fonte: Acervo, 2015

9. ANÁLISE DE RESULTADOS

A definição do modelo/tecnologia ideal depende de várias pesquisas e dados operacionais de demanda, extensão da linha, tipo do viário, transbordos e/ou integrações e modais de integração, capacidade econômica e financeira local, tipo de política governamental e de suas necessidades, disponibilidade local das energias de alimentação, estrutura de manutenção e capacidades físicas e gestão adequada. A seguir, na Tabela 10, apresentam-se os resultados mais importantes, ressaltando que os mesmos foram derivados dos dados operacionais efetivamente coletados e estudados neste trabalho.

Tabela 10: Comparativo geral

Tipo de propulsão	Potência	Consumo	Emissão de Opacidade	Emissão de tCO₂ e**	IPK	Custo por Km (R\$)
Volvo B7 AC300	290 cv	1,86 Km/l	0,37 m ⁻¹	5,69	4,80	1,09
Híbrido Volvo AC319	215 cv (diesel) 160 cv (elétrico)	2,43 Km/l	0,34 m ⁻¹	4,53	4,48	0,83
Híbrido TEG XY028	204cv	3,04 Km/l	0,15 m ⁻¹	3,88	5,57	0,66
Elétrico BYD XY030	75 kWx2	0,77 Km/kWh	0 m ⁻¹	1,35***	5,13	0,63*

*Valor de energia elétrica do Grupo Tarifário B3 com ICMS e PIS/CONFINS.

**Calculados a partir da Ferramenta GHG Protocol 2013 versão 2014.0, utilizando uma quilometragem média mensal padrão (4.418,4 Km/mês) para todos os veículos.

*** Emissões indiretas geradas devido à operação das termoelétricas no sistema interligado de energia.

Fonte: Acervo, 2015



CURITIBA



10. CONCLUSÃO

Ao se decidir por determinada modalidade de tecnologia, deve se ter em mente que essa decisão não pode deixar de lado a cultura e a demanda da população que utilizará os veículos estudados e, por isso, não pode ser apenas de uma pessoa ou área, mas sim, da sociedade como um todo.

No estudo apresentado, através da comparação entre os principais tipos de propulsão para ônibus Padron, pode-se notar que o veículo elétrico XY030, da BYD, obteve o melhor desempenho dentre os itens mensurados. Além disso, pelo aspecto ambiental – principal diferencial do modelo – não produz emissões atmosféricas e é mais silencioso, esclarecendo que na oportunidade dos ensaios, os principais ruídos observados emanavam da carroceria do ônibus que, se adquirido para Curitiba, deve ter encarroçamento nacional com as devidas e respectivas especificações da URBS. Não menos importante, faz-se necessário mencionar que o excesso de peso apresentado na operação pelos ônibus XY028 e XY030, que também está ligado à capacidade de passageiros, se deve às características dos ônibus por fugirem aos padrões nacionais, mais precisamente, às especificações regionais de carroceria e disposição interna. Em relação ao consumo operacional, observa-se que o veículo XY030 apresentou o menor custo por quilômetro rodado, ressaltando que os valores considerados para a energia elétrica não contemplam nenhum subsídio governamental.

Ressalte-se que durante o teste foi utilizado apenas uma “tomada” do carregador para a recarga, pois, a corrente elétrica de consumo para duas “tomadas” seria superior à contratada pela empresa junto à COPEL. Fato que, certamente, influencia no tempo necessário para recarregar as baterias do ônibus.

Importante salientar que neste estudo não se considerou, para nenhum modelo, o custo de aquisição dos veículos, tampouco as formas de financiamento para tal. Do mesmo modo, não houve um estudo do custo para construção de subestações de energia nas garagens e para a alteração de modalidade tarifária a ser praticada pela companhia de energia, em função da adequação à nova demanda para a recarga do veículo elétrico.



CURITIBA



Ainda, de acordo com a pesquisa realizada por dois dias, quando foram entrevistados 61 passageiros (Anexo D), o ônibus elétrico obteve um índice de aceitação de 91,8%, sendo que 81,9% dos entrevistados declararam observar um melhor desempenho na linha, 60,6% relataram melhor conforto e, 93,4% dos usuários afirmaram perceber que as viagens foram mais silenciosas no veículo elétrico.

Outro fator importante a se ressaltar seria a atual crise energética pela qual o país atravessa, devido aos baixos níveis de água nos reservatórios das usinas hidroelétricas que, continuamente, vêm elevando os preços da energia, relembrando que o valor de energia praticado na oportunidade dos testes sofreu um reajuste de aproximadamente 36,79% em março de 2015. Ainda neste ano (2015), entraram em vigor as chamadas bandeiras tarifárias, que são classificadas de acordo com as condições de geração de eletricidade.

O estudo pode demonstrar também a eficiência do modelo XY028 da TEG que, em comparação ao Híbrido Volvo (AC319), obteve o segundo melhor custo por quilômetro rodado e menor índice de opacidade.

A classificação mais inferior do estudo, em todos os itens avaliados, ficou para o veículo Padron Volvo B7, modelo operante com motor movido a óleo diesel.

Ainda, dentro das análises procedidas e, conforme demonstrado na Figura 10 da página 29, pode-se concluir que o CO₂ emitido pelo veículo AC300 necessita de 28 árvores para sua neutralização na atmosfera, enquanto o XY030 precisa apenas de 04 árvores para o resgate de suas emissões pela natureza, ou seja, o ônibus a diesel emite 600% a mais de CO₂, quando comparado às emissões do veículo elétrico, significando que o aumento da circulação de ônibus movidos a óleo diesel exigiria exponencial aumento no plantio de árvores para a neutralização dos poluentes por eles produzidos, o que acarretaria na necessidade de maiores áreas de cultivo, espaços cada vez mais escassos, principalmente, se for considerado a esfera local para o resgate de Carbono, uma vez que isso exigiria uma plantação próxima aos grandes centros urbanos. Cabe reiterar que a produção de CO₂ do ônibus XY030 é indireta, ao contrário da emissão produzida pelo veículo AC300, que

é direta, em função da sua efetiva queima do diesel (processo de combustão interna do motor) durante toda a circulação do ônibus.

Para facilitar a visualização e simplificar o entendimento, a figura a seguir apresenta de uma forma ilustrativa e pedagógica, os principais resultados aferidos, ressaltando que os valores referem-se ao comparativo entre as diferentes tecnologias em análise dentro do período da avaliação.

Veículo	Tempo de abastecimento	Custo por Km rodado	Emissões CO ₂	PBT (com passageiros)	Consumo	Disponibilidade operacional	Autonomia
AC300 (Diesel)							
AC319 (Hibribus)							
XY028 (BioBus)							
XY030 (Elétrico)							

Legenda: BOM SATISFATÓRIO RUIM

Figura 11: Ilustração dos principais resultados

Fonte: Acervo, 2015

Por fim, é dever registrar que a apresentação deste estudo visa demonstrar algumas alternativas para a preservação do meio ambiente e da saúde da população aos interessados nas questões ambientais do município. Contudo, não tem a pretensão de que veículos com novas tecnologias para a emissão de baixos níveis de carbono sejam baseados somente neste trabalho, mas sim, que o material possa despertar e demandar cálculos mais aprofundados sobre o impacto tarifário, no sentido de se avaliar efetivamente a sua aplicação no transporte coletivo de Curitiba, estendendo assim, o seu título de referência nacional, não apenas na forma de operação do sistema de transporte, mas também na contribuição positiva local para o meio ambiente global, o que, certamente, garante melhor qualidade de vida às pessoas, através da promoção da melhor qualidade do ar.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTP - Sistema de Informações de Mobilidade Urbana Relatório Comparativo 2003-2009.[Brasil], 2009. Disponível em <http://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/relatorio-comparativo---antp_20032009.pdf>. Acesso em janeiro de 2015

Apostila – **Sistema de Gerenciamento Ambiental**, 2000.

Apostila – **Treinamento Grupo Ipiranga** – slides tecnologia de lubrificantes e motores, 2006.

Apostila – **Os Veículos Comerciais e o Meio Ambiente. Mercedes Benz do Brasil**, 1989.

AZEVEDO, Mariane B. **Compatibilização do conforto acústico com o conforto térmico no ambiente construído.** 2007. Dissertação de mestrado em arquitetura UFRJ.

BOCALON, Denise M. **A Implantação do Proconve e seus Efeitos para a Qualidade do Ar.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curitiba, 2006.

BOSCH, R . **Manual de tecnologia automotiva.** Tradução da 25 ed. São paulo. Edgard Blucher; 2006.

CURITIBA – **Ônibus Elétrico Começa a Ser Testado na Linha Barreirinha.** Disponível em: <<http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/onibus-100-eletrico-comeca-a-ser-testado-na-linha-barreirinha/34720>>. Acesso em dezembro de 2014.

ECOWOOD. **Inventário e balanço de emissões de gases de efeito estufa no município de Curitiba.** 2011. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2012/00118446.pdf>>. Acesso em fevereiro de 2015.

ESSBUS – **Ônibus XY028.** Disponível em: <<https://essbusbr.wordpress.com/2014/04/23/1440-post-teg-teg6129chev/>>.Acesso em janeiro de 2015.



CURITIBA



GHG Protocol 2013 **Versão 2014.** Fundação Getúlio Vargas e Word Resources Institutes, 2014. Tabela em Excel.

IPEA. Resíduos Sólidos de Transporte Terrestre Rodoviário e Ferroviário. 2011. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/.../121002relatorio_transportes_terrestres.pdf> . Acesso em dezembro 2014.

IPEA – O Efeito Estufa o Setor Energético Brasileiro. Texto para discussão nº 19. Rio de Janeiro, RJ 2000. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/td_2000/td0719.pdf>. Acesso em março de 2015.

IVANBUS – Ônibus AC300. Disponível em: <http://ivanbuss.blogspot.com.br/2012_05_01_archive.html>. Acesso em janeiro de 2015.

KAWANO, Mauricy. Apostila Poluição Atmosférica – Qualidade do Ar. 2006.

LOPES, Juliana. Estratégia de Gerenciamento de Potência em ônibus de Transporte Urbano Elétrico Híbrido Série. Dissertação (Mestrado de Engenharia Universidade de São Carlos) 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18149/tde.../dissert_lopes.PDF>. Acesso em dezembro de 2014.

MCTI- Ministério de Ciencia, Tecnologia e Inovação. Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Brasil ,2009.

NONATO, Fernando S. Fatores incidentes no uso de tecnologias capazes de reduzir as emissões de ônibus e caminhões no Brasil. (Dissertação de Mestrado Universidade de Brasilia), 2008. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/.../2008_FernandoNonatoSilva.pdf> . Acesso em dezembro de 2014.

ÔNIBUS DE CURITIBA – Ônibus AC319. Disponível em: <<http://www.onibusdecuritiba.com.br/ja-estao-em-operacao-os-novos-hibridos/>>. Acesso em janeiro de 2015.



CURITIBA



PROGRAMA PROCONVE .Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/areas_tematicas -qa/programa-proconve>. Acesso em dezembro de 2014.

Resolução **Conama Nº3/90**.Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.htm>> . Acesso em abril de 2015.

RIBAS, Wellington F. Influência do combustível (diesel e biodiesel) e das características da frota de veículos do transporte coletivo de Curitiba nas emissões de Nox. Curitiba : Universidade Positivo, Dissertação (mestrado) – Universidade Positivo, 2014.

SILVA, Serguei. N. **Estudo do GNV em Ônibus Urbano para Operação em Linha Comercial. Dissertação** (Mestrado em Engenharia Mecânica) UFRG, 2006. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/.../000645914.pdf?...1>>. Acesso em maio de 2015.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **A poluição. In: A cidade, o transporte e o trânsito.** São Paulo: Prolivros, 2005.

VASCONCELLOS, Eduardo. A. **Transporte e Meio Ambiente: Conceitos e Informações Para Análise de Impactos.** 1. Ed. Edição do Autor, 2006, pp 25.

VIACIRCULAR – **Ônibus Volvo B7.** Disponível em: <http://viacircular.com.br/site/?page_id=563>. Acesso em janeiro de 2015.

VOLVO – **Ônibus Híbrido.** Disponível em: <<http://www.volvobuses.com/bus/brazil/pt-br/linha-produtos/urbanos/volvo-hibrido/Documents/folheto-onibus-hibrido-2014.pdf>>. Acesso em janeiro de 2015.

URBS. **Transporte.** Disponível em: <<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/>>. Acesso em fevereiro de 2015.



CURITIBA



ANEXO A – Restrições operacionais no período do estudo

- AC300

Dia: 28/11/2014

Quebrou, recolheu às 10h23min. Quebra do tensor da correia da hélice.

Dia: 01/12/2014

Trocado às 15h34min. Sensor de nível do líquido de arrefecimento.

Dia: 05/12/2014

Perdeu uma viagem (Atrasos).

- AC319

Dia: 05/12/2014

Quebrou já pela manhã.

Dia: 17/12/2014

Não rodou (problemas mecânicos).

Dia: 19/12/2014

Não rodou (problemas mecânicos).

- XY028

Dia: 18/11/2014

Atraso e bateu retrovisor no ponto na viagem das 16h41min. Não terminou a tabela.

Dia: 19/11/2014

Não rodou devido estar com retrovisor quebrado (acidente).

Dia: 24/11/2014

Carro não rodou (quebrou o coxim do motor).

Dia: 25/11/2014

Carro não rodou (quebrou o coxim do motor).

Dia: 26/11/2014

Carro não rodou (quebrou o coxim do motor).

Dia: 27/11/2014

Carro não rodou (quebrou o coxim do motor).



CURITIBA



Dia: 28/11/2014

Carro não rodou (curto elétrico na central moduladora).

Dia: 01/12/2014

Carro não rodou (curto elétrico na central moduladora).

Dia: 02/12/2014

Carro não rodou (curto elétrico na central moduladora).

Dia: 03/12/2014

Carro rodou com atrasos devido ao número de passageiros.

Dia: 04/12/2014

Carro recolheu às 17h08min por problema elétrico (Motorista). Erro operacional.

Dia: 05/12/2014

Perdeu uma viagem (atrasos).

Dia: 15/12/2014

Carro não rodou (problema mecânico).

- XY030

Dia: 17/11/2014

Atraso de 18 minutos e recolheu meia viagem antes (19h42min) devido estar apenas com 6% de bateria.

Dia: 18/11/2014

Superlotação às 18h19min.

Dia: 19/11/2014

Saiu com carga de apenas 85%, pois não foi carregado total na noite anterior. Recolheu às 16h52min, sendo 3 viagens antes.

Dia: 21/04/2014

Acabou a bateria na recolhida (Colégio Adventista), faltando +/- 600 metros para chegar à garagem. Bateria estava com 13 % na última viagem.

Dia: 24/11/2014

Recolheu às 18h19min, faltando 02(duas) viagens, devido às baterias estarem com apenas 12 % na última viagem.



CURITIBA



Dia: 25/11/2014

Recolheu próximo às 17h, faltando 02 (duas) viagens, devido às baterias estarem com apenas 13 % de carga.

Dia: 26/11/2014

Recolheu às 17h20min, faltando 02 (duas) viagens, devido às baterias estarem com apenas 13 % de carga.

Dia: 27/11/2014

Recolheu próximo às 18h, faltando 01 (uma) viagem devido às baterias estarem com apenas 13 % na última viagem.

Dia: 28/11/2014

Recolheu às 18h44min, faltando 01 (uma) viagem, devido às baterias estarem com apenas 13 % de carga.

Dia: 01/12/2014

Recolheu próximo às 17h, faltando 2,5 (duas e meia) viagens, devido às baterias estarem com apenas 13 % na última viagem.

Dia: 02/12/2014

Recolheu às 17h48min, faltando 2,5 (duas e meia) viagens, devido às baterias estarem com apenas 13 % de carga.

Dia: 03/12/2014

Recolheu às 17h48min, faltando 2,5 (duas e meia) viagens, devido às baterias estarem com apenas 13 % de carga.

Dia: 04/12/2014

Recolheu às 18h44min, faltando 1,5 (uma e meia) viagens, devido às baterias estarem com apenas 13 % de carga.

Dia: 11/12/2014

Não Rodou (adequação de baterias).

Dia: 12/12/2014

Não Rodou (adequação de baterias).

Dia: 16/12/2014

Não Rodou (adequação de baterias).



CURITIBA



ANEXO B – Custo dos insumos e salários



PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA

URBS - URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A

PREÇOS DOS INSUMOS E SALÁRIOS

VALORES A PARTIR DE :. 26 / FEVEREIRO / 2014

COMBUSTÍVEL	TIPO	VALOR
DIESEL COM ISENÇÃO DO ICMS DO DIESEL		R\$ 2,0152 / Litro
BIOCOMBUSTÍVEL		R\$ 2,3989 / Litro

RODAGEM	TIPO	VALOR
	750 x 16	R\$ 719,10 / Unidade
	1000 x 20	R\$ 1.458,71 / Unidade
	1100 x 22	R\$ 1.759,48 / Unidade

- O VALOR PARA CADA TIPO É O CONJUNTO DE PNEU, CAMARA, PROTETOR E RECAUCHUTAGEM.

PESSOAL - SALÁRIO	CATEGORIA	VALOR
	MOTORISTA	R\$ 1.814,94 / Funcionário
	COBRADOR	R\$ 1.028,11 / Funcionário
	ACORDO COLETIVO	9,28%
	CORREÇÃO - INPC	5,26%

BENEFÍCIOS	TIPO	VALOR
	CESTA BÁSICA	R\$ 331,50 / Funcionário
	SEGURADO VIDA	R\$ 48,30 / Funcionário
	PLANO DE SAÚDE	R\$ 5,05 / Funcionário
	ABONO SALARIAL	R\$ 300,00 / Funcionário

PREÇO POR TIPO DE VEÍCULOS	VALOR COM PNEUS
MICRO	R\$ 182.000,00 / Veículo
MICRO ESPECIAL	R\$ 238.476,00 / Veículo
COMUM	R\$ 248.023,85 / Veículo
SEMI PADRON	R\$ 290.000,00 / Veículo
PADRON	R\$ 340.260,82 / Veículo
PADRON HÍBRIDO	R\$ 625.000,00 / Veículo
ARTICULADO 18 metros	R\$ 588.867,71 / Veículo
ARTICULADO 20 metros	R\$ 606.854,79 / Veículo
BIARTICULADO	R\$ 907.731,10 / Veículo

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA



ANEXO C – Valor da energia elétrica para a empresa Marechal

 COPEL Copel Distribuição S.A. Rua José Izidoro Biasetto, 158 81200-240 Curitiba - PR CNPJ 04.368.898/0001-06 IE 90.233.073-99 IM 423.992-4		 PARANÁ <small>COHEM DO ESTADO</small>	www.copel.com 0800 51 00 116																									
AUTO VIACAO MARECHAL LTDA R TEFFE, 687 - QM TERREO CEP: 80620110 CPJ: 76557867000104		Unidade Consumidora 1854283 Vencimento 02/12/2014 Valor a Pagar R\$ 5.907,33																										
<small>Responsabilidade de Manutenção de Iluminação Pública: Município 156</small> Reaviso de Vencimento																												
Informações Técnicas																												
No. Medidor: 0821864525 - TRIFASICO / 0813054378 - TRIFASICO Mes Referencia: 11/2014 <table border="1"> <tr> <td>Leitura Anterior 10/10/2014 7932</td> <td>Leitura Atual 11/11/2014 8230</td> <td>Medido 32 dias</td> <td>Constante de Multiplicacao 40,00</td> <td>Total Faturado 11920 kWh</td> <td>Consumo Medio/Dia 372,50 kWh</td> <td>Data Apresentacao 11/11/2014</td> </tr> </table>				Leitura Anterior 10/10/2014 7932	Leitura Atual 11/11/2014 8230	Medido 32 dias	Constante de Multiplicacao 40,00	Total Faturado 11920 kWh	Consumo Medio/Dia 372,50 kWh	Data Apresentacao 11/11/2014																		
Leitura Anterior 10/10/2014 7932	Leitura Atual 11/11/2014 8230	Medido 32 dias	Constante de Multiplicacao 40,00	Total Faturado 11920 kWh	Consumo Medio/Dia 372,50 kWh	Data Apresentacao 11/11/2014																						
Proxima Leitura Prevista: 11/12/2014 COMERC/TRANSP RODOV COLET PASSAG. METROPOL																												
Indicadores de Qualidade FS [1.7.42.1]																												
Conjunto: MERCES Mes 09/2014 Tensao Contratada: <table border="1"> <tr> <td>DIC</td> <td>FIC</td> <td>DMIC</td> <td>EUSD (R\$)</td> <td>127 / 220 volts</td> </tr> <tr> <td>Realizado Mensal:</td> <td>0,00 h</td> <td>0,00</td> <td>0,00 h</td> <td>Límite faixa adequada de Tensao:</td> </tr> <tr> <td>Límite Mensal:</td> <td>4,71 h</td> <td>3,17</td> <td>2,60 h</td> <td>116 - 133 / 201 - 231 volts</td> </tr> <tr> <td>Límite Trimestral:</td> <td>9,43 h</td> <td>6,36</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Límite Anual:</td> <td>18,86 h</td> <td>12,70</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				DIC	FIC	DMIC	EUSD (R\$)	127 / 220 volts	Realizado Mensal:	0,00 h	0,00	0,00 h	Límite faixa adequada de Tensao:	Límite Mensal:	4,71 h	3,17	2,60 h	116 - 133 / 201 - 231 volts	Límite Trimestral:	9,43 h	6,36			Límite Anual:	18,86 h	12,70		
DIC	FIC	DMIC	EUSD (R\$)	127 / 220 volts																								
Realizado Mensal:	0,00 h	0,00	0,00 h	Límite faixa adequada de Tensao:																								
Límite Mensal:	4,71 h	3,17	2,60 h	116 - 133 / 201 - 231 volts																								
Límite Trimestral:	9,43 h	6,36																										
Límite Anual:	18,86 h	12,70																										
Historico de Consumo e Pagamento																												
Mes OUT/14 SET/14	Cons. (kWh) 10520 11720	Data Pgto. 03/11/2014 02/10/2014	Mes AGO/14	Cons. (kWh) 11720	Data Pgto. 02/09/2014																							
Media 3 ultimos consumos: 11320 kWh																												
Valores Faturados																												
<small>NOTA FISCAL CONTA DE ENERGIA ELETRICA no. 1667792 Serie B</small> <small>Emitida em 11/11/2014</small>																												
Produto Descriçao	Un.	Consumo	Valor Unitario	Valor Total	Base de Calculo Aliq. ICMS																							
01 ENERGIA ELET CONSUMO 02 ENERGIA ELET USO SISTEMA 03 CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPI		kWh kWh kWh	0,282481 0,208299 67,22	3.367,18 2.482,93 2.482,93	3.367,18 29,00% 29,00%																							
Base de Calculo do ICMS: 6.860,11			Valor ICMS: 1.696,53	Valor Total da Nota Fiscal: 5.907,33																								
Composição dos Valores Energia 2.239,18 Distribuição 1.103,07 Transmissões 118,12 Tributos 1.959,79 Encargos 429,96 TOTAL 6.860,11																												
Reservado ao Fisco 4539.6DA3.5396.F536.F4A7.C201.F71D.A960																												
<small>INCLUSO NA FATURA PIS/COFINS NO VALOR DE R\$ 263,26, CONFORME RES. ANEEL 93/2005.</small> <small>FATOR DE POTENCIA -99,60</small> <small>FATURA DO MES 10/2014 ARRECADADA POR DEBITO AUTOMATICO</small> <small>MANTENHA SUAS CONTAS EM DIA. EVITE MULTA DE 2% E JUROS (IGPM + 1%).</small> <small>A PARTIR DE 2016 VIGORARA O SISTEMA DE BANDEIRAS TARIFARIAS. A BANDEIRA VERDE NAO IMPLICARA COBRANCA ADICIONAL. AS BANDEIRAS AMARELA OU VERMELHA, QUANDO ACIONADAS, IMPLICARAO TARIFAS DE MAIOR VALOR, DEVIDO AO MAIOR CUSTO DE GERACAO.</small> <small>NO MES DE NOVEMBRO VIGORARIA A BANDEIRA VERMELHA, A QUAL IMPLICARIA R\$0,03/kWh DE ACRESCEMO AO VALOR DA TARIFA, LIQUIDO DE TRIBUTOS. MAIS INFORMACOES EM WWW.ANEEL.GOV.BR</small>																												

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA



ANEXO D – Pesquisa de opinião sobre o ônibus elétrico

PESQUISA DE OPINIÃO: Usuários de veículos elétricos do transporte público de Curitiba

- 1- Frequência do deslocamento - Quantas vezes o(a) senhor(a) utiliza o transporte público?

<input type="checkbox"/> 25	Todos os dias	<input type="checkbox"/> 27	Somente dias úteis	<input type="checkbox"/> 0	Somente finais de semana
<input type="checkbox"/> 6	Algumas vezes na semana. Quantas?	<input type="checkbox"/> 2;4;5		<input type="checkbox"/> 3	Algumas vezes no mês. Quantas? _____ 1;2;3;

- 2- O(a) senhor(a) tem conhecimento da operação de ônibus elétrico em Curitiba?

<input type="checkbox"/> 50	Sim	<input type="checkbox"/> 11	Não
-----------------------------	-----	-----------------------------	-----

- 3- O(a) senhor(a) sabe a diferença entre ônibus elétrico, híbrido e diesel?

<input type="checkbox"/> 46	Sim Qual?	Combustível, motor,
<input type="checkbox"/> 15	Não	

- 4- O(a) senhor(a) conhece as **vantagens ambientais** que o sistema elétrico proporciona?

<input type="checkbox"/> 51	Sim Qual?	Menos poluição	<input type="checkbox"/> 10	Não
-----------------------------	-----------	----------------	-----------------------------	-----

- 5- Quanto à preocupação do governo em preservar o Meio Ambiente, buscando alternativas de transporte que poluem menos que o óleo diesel, o(a) senhor(a) é:

<input type="checkbox"/> 56	A favor	<input type="checkbox"/> 1	Contra	<input type="checkbox"/> 4	Sem opinião
-----------------------------	---------	----------------------------	--------	----------------------------	-------------

COMPARANDO COM OS ÔNIBUS QUE UTILIZAM OUTROS COMBUSTÍVEIS

- 6- O(a) senhor(a) sentiu diferença quanto ao **DESEMPENHO** do ônibus elétrico?

<input type="checkbox"/> 50	Melhorou	<input type="checkbox"/> 3	Piorou	<input type="checkbox"/> 8	Outra. Qual?	<input type="checkbox"/> Não Alterou
-----------------------------	----------	----------------------------	--------	----------------------------	--------------	--------------------------------------

- 7- O(a) senhor(a) sentiu diferença quanto ao **CONFORTO** do ônibus elétrico?

<input type="checkbox"/> 37	Aumentou	<input type="checkbox"/> 22	Diminuiu	<input type="checkbox"/> 2	Outra. Qual?	<input type="checkbox"/> Igual ao outro
-----------------------------	----------	-----------------------------	----------	----------------------------	--------------	---

- 8- O(a) senhor(a) sentiu diferença quanto aos **RUÍDOS** emitidos pelo ônibus elétrico?

<input type="checkbox"/> 2	Aumentou	<input type="checkbox"/> 57	Diminuiu	<input type="checkbox"/> 2	Outra. Qual?	<input type="checkbox"/> Prefere o Híbrido
----------------------------	----------	-----------------------------	----------	----------------------------	--------------	--

- 9- O(a) senhor(a) sentiu diferença quanto ao **CHEIRO** emitido pelo ônibus elétrico?

<input type="checkbox"/> 1	Aumentou	<input type="checkbox"/> 14	Diminuiu	<input type="checkbox"/> 46	Não tem cheiro	<input type="checkbox"/> Outra. Qual?
----------------------------	----------	-----------------------------	----------	-----------------------------	----------------	---------------------------------------

- 10- Qual sua opinião a respeito dos atuais níveis de **FUMAÇA** emitidos por ônibus que utilizam diesel?

<input type="checkbox"/> 30	Alto nível de fumaça	<input type="checkbox"/> 4	Nível aceitável	<input type="checkbox"/> 13	Baixo nível de fumaça
<input type="checkbox"/> 3	Outra. Qual?	<input type="checkbox"/> Não tem fumaça		<input type="checkbox"/> 11	Não tem opinião

- 11- O(a) senhor(a) é a favor da implantação de mais ônibus elétricos no sistema de transporte público de Curitiba?

<input type="checkbox"/> 56	Sim Por quê?	<input type="checkbox"/> Melhorar o meio ambiente	<input type="checkbox"/> 5	Não
-----------------------------	--------------	---	----------------------------	-----

- 12- GÊNERO: 20 Masculino 41 Feminino

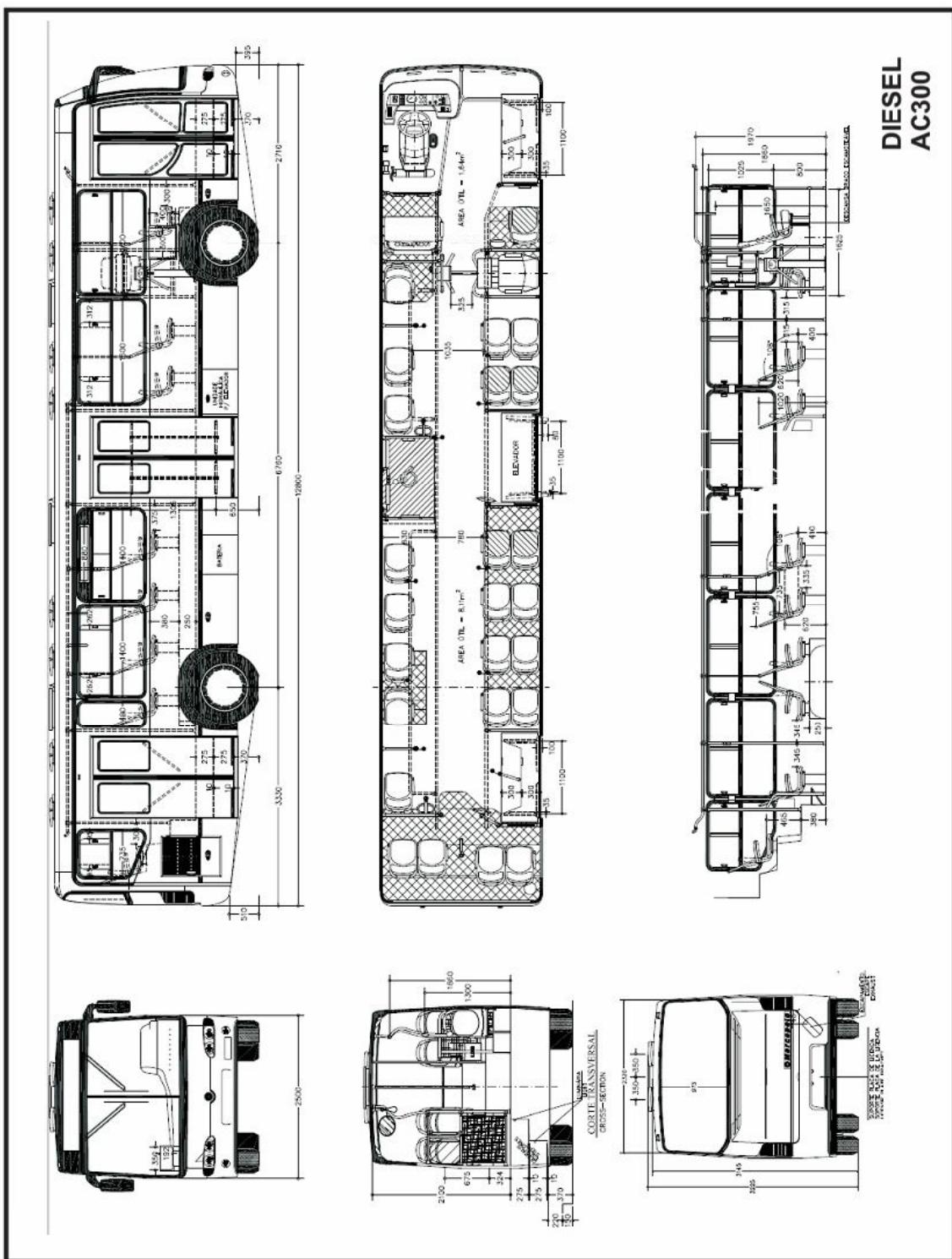
OBS: Pesquisa realizada em 02 dias



CURITIBA



ANEXO E – Leiaute dos veículos



URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

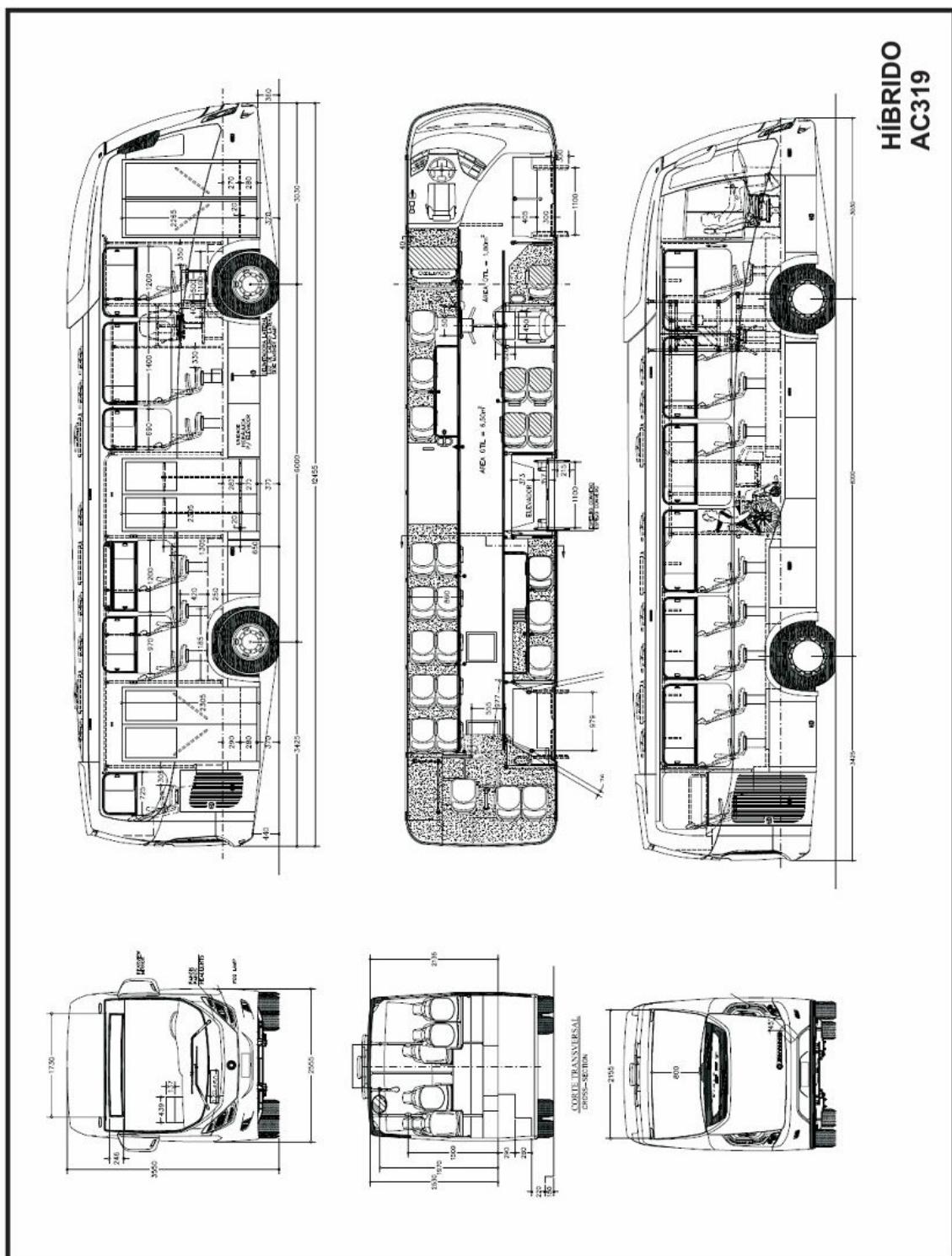
Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA



HÍBRIDO
AC319

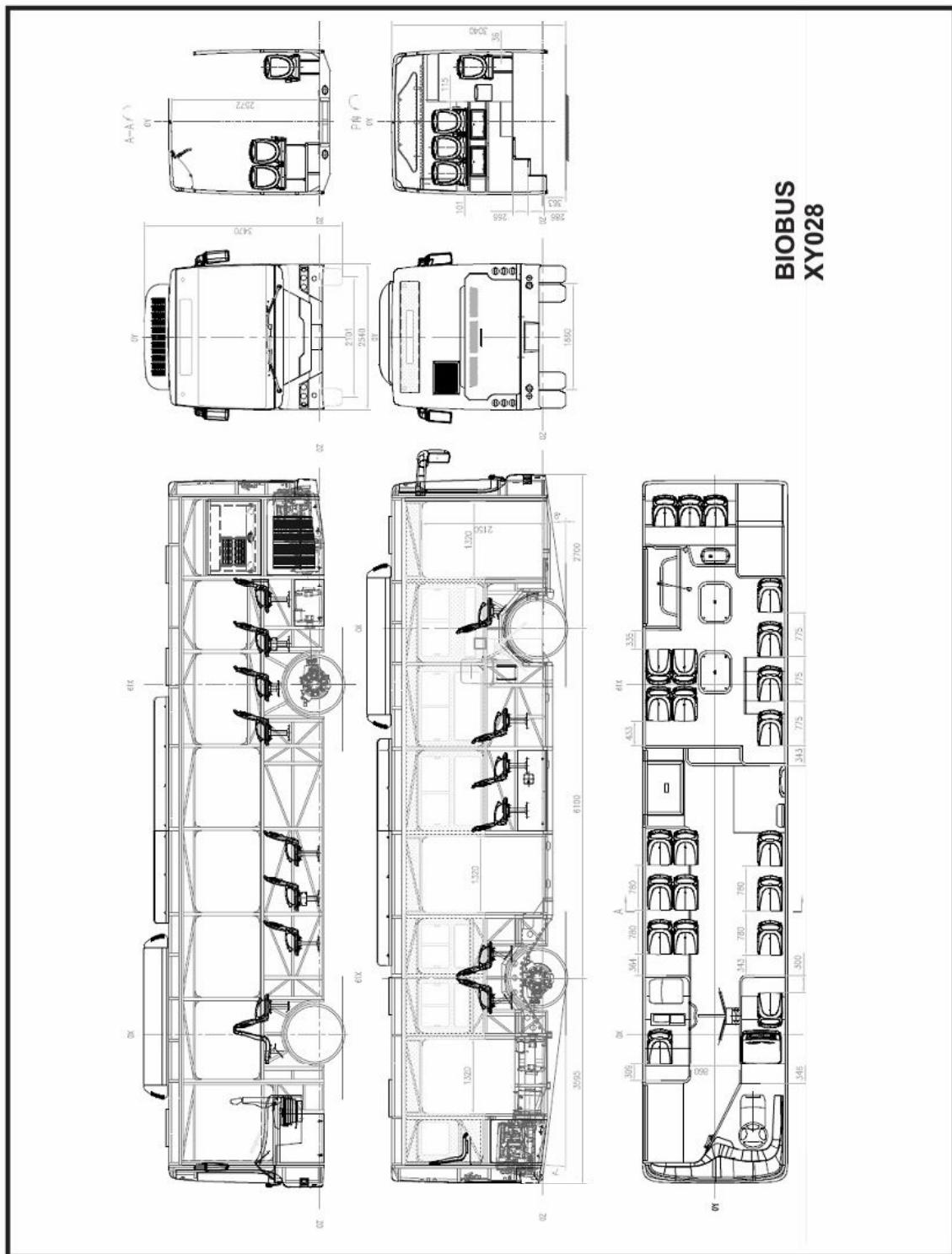


URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Affonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br



CURITIBA

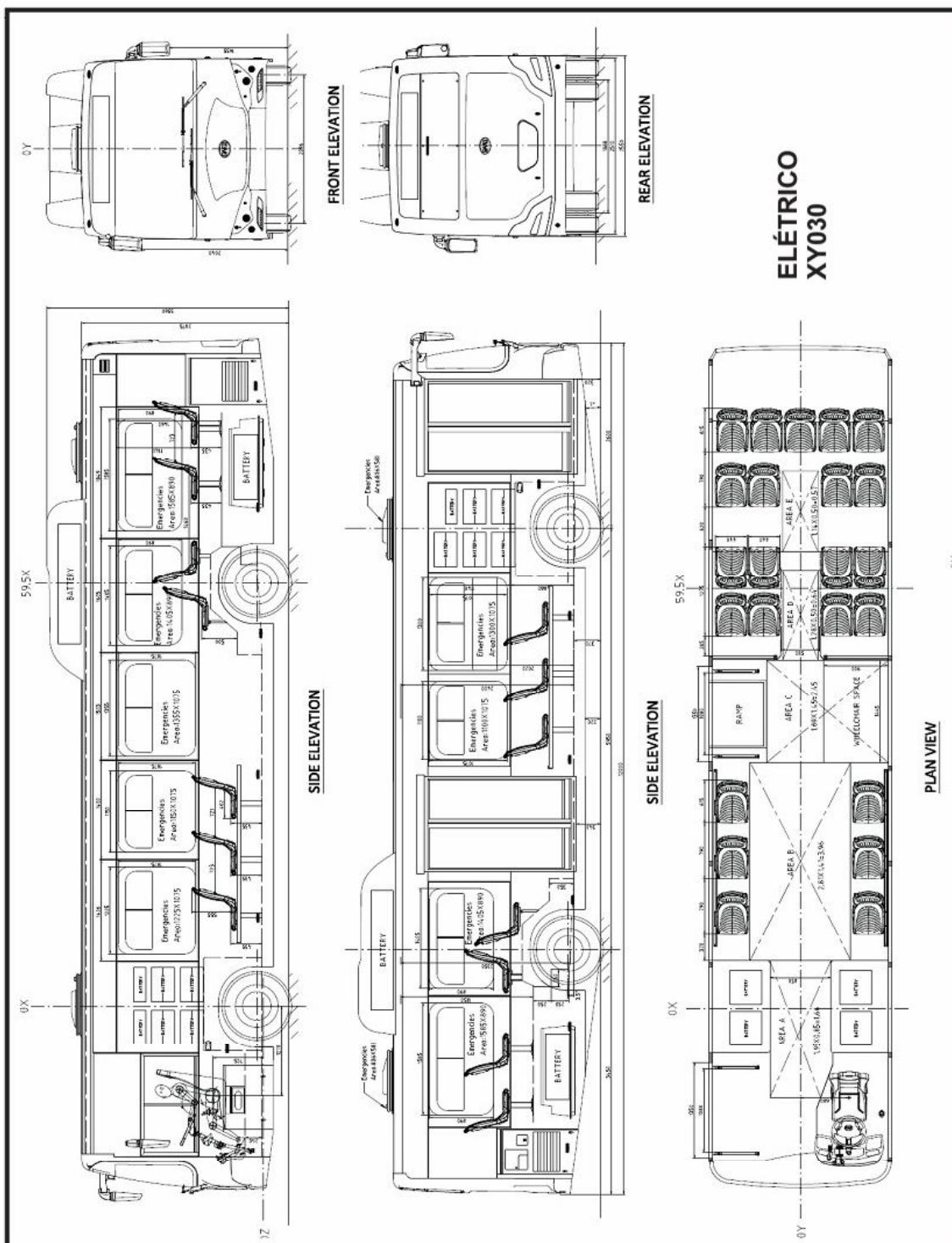




CURITIBA



**ELÉTRICO
XY030**



URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S.A.

Av. Pres. Afonso Camargo, 330 - Jd. Botânico - 80060-090 Curitiba PR - Fone: (41) 3320.3232 - www.urbs.curitiba.pr.gov.br