

Tecnologias veiculares alternativas para o transporte coletivo.

Victor Frazão Barreto Alves ⁽¹⁾, Gabriel Feriancic ⁽²⁾, Geraldo Camargo de Carvalho Júnior ⁽³⁾, Stanislav Feriancic ⁽⁴⁾

Sistran Engenharia ¹, Rua Santa Isabel, n.º 160, 3º Andar, São Paulo, SP, (11) 3335-2125, valves@sistransp.com.br – Engenheiro Civil da SISTRAN Engenharia

Sistran Engenharia ², Rua Santa Isabel, n.º 160, 3º Andar, São Paulo, SP, (11) 3335-2125, gferiancic@sistransp.com.br – Diretor da SISTRAN Engenharia

Sistran Engenharia ³, Rua Santa Isabel, n.º 160, 3º Andar, São Paulo, SP, (11) 3335-2125, gcarvalho@sistransp.com.br – Gerente da SISTRAN Engenharia

ETTL – Engenharia de Transporte, Tráfego e Logística ⁴, Rua Dr Diogo de Faria 1298, 51 sala 1, São Paulo, SP, (11) 5906-0349, stan@ettl.com.br – Diretor da ETTL

SÍNTESE

Nesse estudo foram avaliadas diversas tecnologias veiculares para ônibus e comparadas sob os aspectos econômico-financeiros e multicriteriais. Os resultados observados subsidiaram um plano conceitual de substituição da frota de ônibus da EMTU/SP nas regiões metropolitanas de São Paulo.

PALAVRAS-CHAVE

Tecnologias veiculares alternativas, avaliação econômico-financeira, avaliação multicritério

INTRODUÇÃO

O serviço de transporte coletivo por ônibus vive um momento de maior preocupação da sociedade com a importância de utilizar energias renováveis e a necessidade de reduzir as emissões de poluentes, que em parte já aparecem como exigências contempladas pela legislação (por exemplo, a fase P-7 do PROCONVE). O setor é desafiado a manter e até a aumentar sua atratividade, oferecendo serviços de maior qualidade e conforto, bem como apresentar uma alta performance tecnológica, sem deixar de apresentar um custo relativamente baixo, se comparado a outros modais coletivos de transporte de massa como o trem e o metrô.

A poluição atmosférica e a sonora causam prejuízos diretos à saúde das pessoas, como os relacionados a problemas respiratórios e problemas de audição. A poluição do ar afeta o meio ambiente como um todo, ao provocar danos à fauna e a flora.

Nas três regiões metropolitanas do Estado de São Paulo estudadas, a maior parte da poluição do ar é proveniente de fontes móveis, ou seja, dos veículos automotores. Dados de 2010, indicam que as fontes móveis são responsáveis por 87% das emissões na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), 60% na Região Metropolitana de Campinas (RMC) e 100% em Santos, principal cidade da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS).

Segundo o relatório da CETESB de 2011, dentre as categorias de veículos automotores, a colaboração da frota de ônibus nas Regiões Metropolitanas do Estado varia entre 12% e 14%, quando se considera a emissão de CO, HC, NO₂, MP₁₀ e SO₂

Essas preocupações norteiam a busca por tecnologias veiculares mais limpas para o sistema de transporte coletivo. Diante disso, com o intuito de subsidiar a elaboração de um plano conceitual de substituição da frota de ônibus da EMTU/SP nas regiões metropolitanas de São Paulo, foram realizadas análises comparativas a partir de duas diferentes técnicas: uma avaliação econômico-financeira e uma avaliação multicriterial, mais abrangente.

O objetivo da análise socioeconômica é apoiar o processo de decisão em relação à viabilidade do projeto sob o prisma do empreendedor, no caso o gestor público, traduzida no interesse

da sociedade pela sua implantação. Trata-se de uma análise exclusivamente monetária, precedida pela identificação, quantificação e valoração em moeda corrente de benefícios (diretos e indiretos) e custos (diretos e indiretos) decorrentes da implantação do projeto identificados

A análise multicritério é uma técnica de avaliação e comparação de alternativas, que permite avaliar o comportamento múltiplo das diferentes tecnologias veiculares alternativas aplicáveis aos sistemas de transporte sob critérios de comparação homogêneos previamente estabelecidos.

A técnica considera e sintetiza diferentes efeitos ou critérios em termos quantitativos e qualitativos, levando em consideração as opiniões das partes interessadas e dos setores afetados. Ela também permite avaliar aspectos de difícil quantificação, que não são necessariamente de caráter econômico, já que a avaliação é feita comparando o comportamento das alternativas propostas em relação aos diferentes critérios.

DIAGNÓSTICO, PROPOSIÇÕES E RESULTADOS

Fabricantes e empresas operadoras de ônibus já se mobilizam para se adaptar às novas exigências. O veículo a diesel tem se desenvolvido em diferentes vertentes tecnológicas (filtros, catalisadores, sistema de injeção eletrônica e de recirculação de gases de escape, entre outros). Em paralelo, políticas de utilização de biocombustíveis são cada vez mais estimuladas, em especial o biodiesel, que já é obrigatório em 6% da mistura do diesel e 7%, a partir de novembro de 2014. Outras tecnologias de propulsão vêm se destacando devido à sua característica de emissão-zero de poluentes no âmbito local, como os veículos de propulsão elétrica (trólebus e ônibus elétrico puro) e movidos a hidrogênio.

O caminho para a viabilidade de implantação de tecnologias veiculares alternativas ao diesel, entretanto, ainda é longo. O aumento dos gastos com manutenção, capacitação de mão-de-obra e a falta de mercado para venda do veículo ao fim da vida útil são desestímulos para que os operadores decidam por adotar opções diferentes do veículo movido a diesel. Outras barreiras estão ligadas ainda à falta de maturidade de mercado de algumas tecnologias, como, por exemplo, a falta de peças para reposição ou mesmo a incerteza sobre as condições de produção e distribuição do combustível para atender a uma frota do porte da que hoje circula nas regiões metropolitanas paulistas.

Apesar da hegemonia dos veículos a diesel nas três Regiões Metropolitanas estudadas, outras tecnologias de propulsão veicular são conhecidas pelas operadoras nacionais. Veículos movidos a gás, eletricidade, etanol, biodiesel, híbrido e hidrogênio já foram ou estão sendo utilizados na RMSP, seja em testes ou em operação regular, tanto pelas operadoras da capital quanto pelas operadoras metropolitanas gerenciadas pela EMTU/SP. Em diversos países, tecnologias alternativas já estão consolidadas, constituindo porcentagem significativa da frota de alguns municípios.

A avaliação comparativa entre tecnologias veiculares partiu da sua aplicabilidade ao sistema de transporte de baixa e média capacidades nas Regiões Metropolitanas de São Paulo. Este estudo comparativo reúne tecnologias de propulsão consolidadas como o diesel e o trólebus, junto à avaliação de alternativas tecnológicas que operam em frotas menores ou que ainda se encontram em desenvolvimento tecnológico.

Ao todo foram comparadas nove opções tecnológicas que se diferenciam por alteração do tipo de combustível ou por tecnologia de propulsão energética, propriamente dita. São elas: Diesel, Biodiesel B20, Biodiesel B100, Etanol, Gás Natural, Elétrico, Híbrido Diesel-Elétrico, Trólebus e Hidrogênio.

Análise Econômico-Financeira

Esta análise ocupou-se predominantemente do caráter monetário da comparação. Embora a consolidação de tecnologias ainda não tão difundidas possa vir a futuramente reduzir

significativamente custos de produção em escala, este estudo se concentra na condição atual do desenvolvimento tecnológico.

Com o intuito de garantir a isonomia na comparação entre as tecnologias, sem que se percam certas especificidades da operação de cada uma delas, foi elaborado um quadro operacional padrão tendo como referência as condições atuais de operação do sistema gerido pela EMTU/SP.

Para evidenciar as diferenças de custos e benefícios entre as tecnologias analisadas, buscou-se neutralizar os aspectos cuja alteração não está relacionada à mudança da tecnologia de propulsão, como os custos administrativos e as receitas tarifárias, que devem ser constantes a todas elas.

Foram tomadas como base referencial as características gerais dos serviços gerenciados pela EMTU/SP nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista. O “cenário padrão” para a análise comparativa de custos financeiros adota uma frota de 100 veículos Padron, com um padrão de rodagem de 6.000km/mês por ônibus e IPK (índice de passageiro por quilômetro) de 1,36¹, valor observado na média dos serviços das Regiões Metropolitanas de Campinas, São Paulo e Baixada Santista.

O período de operação considerado é de 10 anos, correspondente ao vigente nas concessões atuais da EMTU/SP (com exceção do Corredor ABD). Para o trólebus, estabeleceu-se a implantação de 66 km de rede aérea, extensão equivalente à existente no Corredor ABD (via dupla em uma extensão de 33km). Este valor é compatível com a frota estimada, apresentando um volume de 50 veículos por sentido e por hora, com um intervalo entre veículos de cerca de 1,5 minutos, considerando-se a velocidade média típica de um corredor exclusivo de ônibus.

Os custos foram divididos em 5 categorias principais: Implantação da Infraestrutura, Manutenção da Infraestrutura, Aquisição de Veículos, Mão-de-Obra Operacional, Operação e Manutenção dos Veículos.

Buscando maior aproximação com a realidade, a quantificação de cada item de custo e sua respectiva monetarização priorizaram as informações fornecidas pela EMTU/SP, levantadas a partir de dados das operações por ela gerenciadas. Na ausência destes dados, foram adotadas informações fornecidas por entidades brasileiras ligadas à operação de transporte público, como a SPTrans, METRÔ/SP e NTU, bem como consulta a fabricantes e especialistas. Por fim, nos casos em que estas entidades não possuíam dados disponíveis ou consolidados, foram consideradas as informações provenientes de experiências internacionais, sempre que possível adaptando-as aos cenários e características da realidade brasileira.

A fim de permitir a valoração dos aspectos necessários para análise de todas as tecnologias, algumas considerações tiveram que ser feitas, de modo que, embora se tenha priorizado os valores obtidos a partir da consulta direta a entidades e empresas, alguns dos preços apresentados a seguir foram calculados a partir da indicação ou do estabelecimento de relações de proporcionalidade entre os custos relativos aos veículos e infraestrutura do diesel, tecnologia de maior consolidação entre as frotas de transporte coletivo do mundo.

Por fim, para complementar a análise financeira, foram estimadas despesas complementares, relacionadas à operação e a investimentos para uma análise aprimorada da viabilidade, que não se encontravam representados no levantamento de custos associados às tecnologias veiculares. Assim, é possível incorporar as estimativas de custos e receitas a cada ano em um fluxo de caixa e, posteriormente, trazer valores de momentos futuros para uma avaliação no momento presente, a fim de facilitar a comparação.

¹ Relatório Gerencial da EMTU/SP, 2013.

Tomando o diesel como referencial, a atratividade das tecnologias alternativas pode ser comparada, sendo mais atrativas aquelas que apresentaram taxa interna de retorno (TIR) maior que os 12% de TIR adotados para o diesel.

Utilizando este parâmetro de comparação, determinou-se que a única alternativa tecnológica que apresenta atratividade sob a ótica financeira é o veículo movido a gás natural. Entretanto, esse resultado não evidencia o quanto são menos atrativas as demais tecnologias.

A fim de permitir uma comparação quantitativa entre todas as tecnologias foram estimados valores hipotéticos de contribuição externa ao fluxo de caixa inicialmente adotado, permitindo verificar a quantia necessária para que a tecnologia alternativa atinja o mesmo patamar de atratividade que o veículo a diesel. Essa contribuição externa foi considerada tendo em mente a forma usualmente empregada para estimular o desenvolvimento tecnológico ou econômico, o subsídio governamental.

Assim, foi calculado o subsídio necessário para igualar a TIR estipulada para o diesel (12%) para o serviço hipotético proposto para cada tecnologia. A tabela e a figura a seguir sintetizam os principais resultados da comparação.

Os veículos que apresentam maiores benefícios ambientais são Hidrogênio, Elétrico e Trólebus, sendo que o último possui ainda benefícios oriundos da redução de custos variáveis em relação ao diesel. Os fatores que afetam negativamente o desempenho econômico destes veículos são os altos valores de investimento inicial e custos fixos, que para os Trólebus são amenizados e para o Hidrogênio são ampliados pelos custos variáveis, cuja composição está fortemente relacionada à operação.

Contudo, a única tecnologia cujos benefícios ambientais influenciam significativamente no resultado final é o Híbrido, cujas despesas iniciais e anuais não são capazes de reverter os benefícios ambientais e dos baixos custos variáveis. Por outro lado, os benefícios ambientais relativos às demais tecnologias, com exceção do B20 e Etanol, que possuem benefícios ambientais pouco significativos, são fortemente impactados pelos custos variáveis para o B100 e Hidrogênio, pelos investimentos iniciais e custos fixos para Trólebus e Hidrogênio.

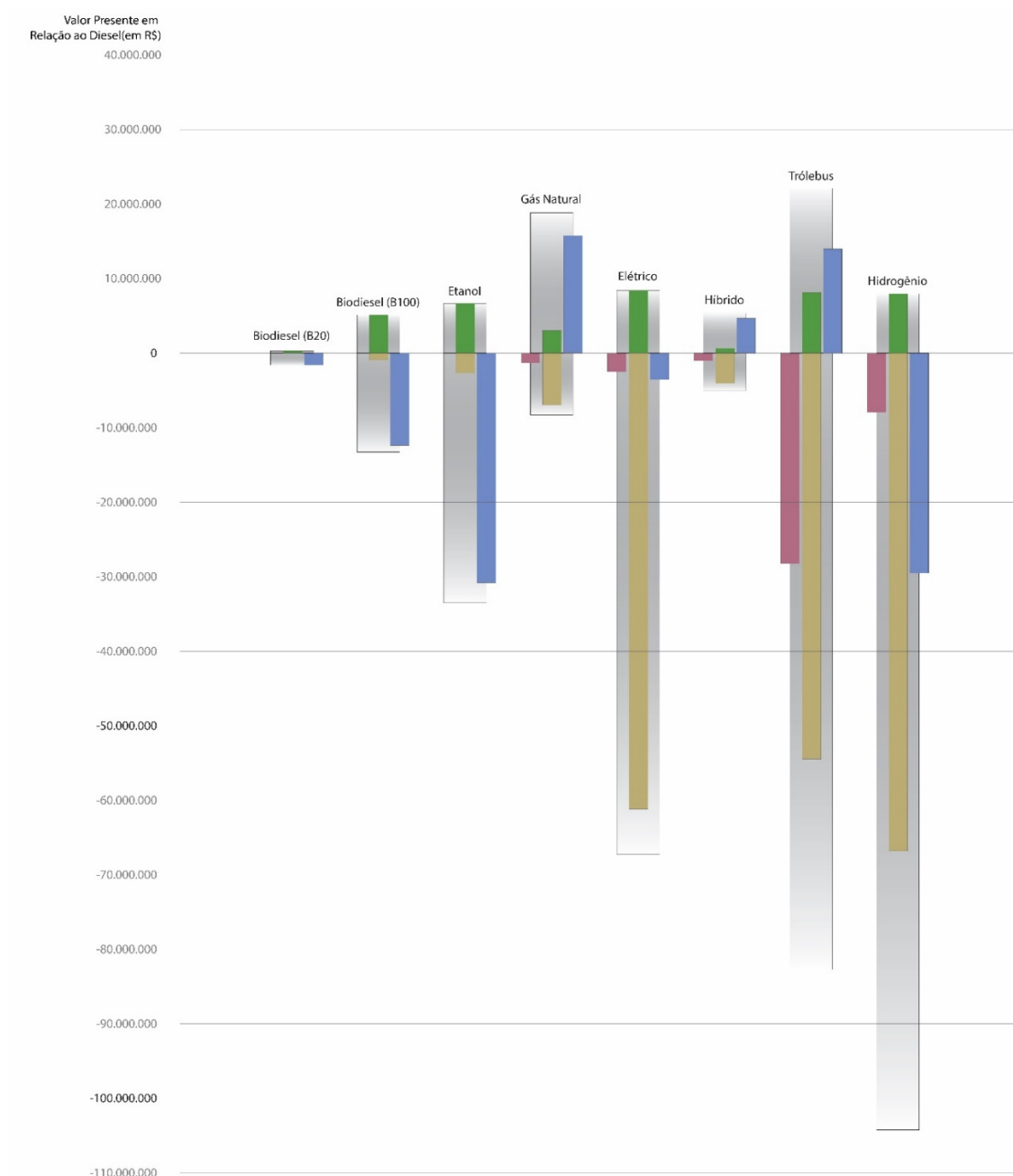
Do ponto de vista exclusivamente financeiro, os resultados indicam a tecnologia do ônibus movido a gás natural como mais adequada, pois não exige necessidade de subsídio complementar, além de trazer algum ganho ambiental. Em seguida, destacam-se as tecnologias com ganhos ambientais muito altos que precisam de diferentes aportes de subsídio: trólebus com alto subsídio e elétrico e hidrogênio com subsídio muito alto.

Tabela 1- Síntese da Avaliação Econômico-Financeira

TECNOLOGIA DE PROPULSÃO	NECESSIDADE DE SUBSÍDIO	GANHO AMBIENTAL
Biodiesel (B20)	Baixa	Baixo
Biodiesel (B100)	Média	Alto
Etanol	Média-Alta	Alto
Gás	Sem necessidade	Médio
Elétrico	Muito Alta	Muito Alto
Híbrido	Média	Baixo
Trólebus	Alta	Muito Alto
Hidrogênio	Muito Alta	Muito Alto

*O diesel é a tecnologia de referência

** Não houve dados suficientes para incluir o Diesel de Cana na análise



Legenda	Tabela Comparativa - Alternativas							
Subtotal do Valor Presente (Custo / Benefício)	Biodiesel (B20)	Biodiesel (B100)	Etanol	Gás Natural	Elétrico	Híbrido	Trólebus	Hidrogênio
Benefícios Ambientais	CERCA DE R\$315.000 A MAIS QUE DIESEL	16X MAIS QUE B20	22X MAIS QUE B20	9X MAIS QUE B20	27X MAIS QUE B20	2X MAIS QUE B20	26X MAIS QUE B20	25X MAIS QUE B20
Investimentos Iniciais (Já inclui valor recuperado com receita residual)	IGUAL AO DIESEL	CERCA DE R\$900.000 A MAIS QUE DIESEL	3X MAIS QUE B100	8X MAIS QUE B100	69X MAIS QUE B100	5X MAIS QUE B100	60X MAIS QUE B100	75X MAIS QUE B100
Custos Fixos (Mão de obra e manutenção da infraestrutura)	IGUAL AO DIESEL	IGUAL AO DIESEL	IGUAL AO DIESEL	CERCA DE R\$1.300.000 A MAIS QUE DIESEL	90% MAIS QUE GÁS	26% MENOS QUE GÁS	22X MAIS QUE GÁS	6X MAIS QUE GÁS
Custos Variáveis (Relacionados ao veículo)	CERCA DE R\$1.600.000 A MAIS QUE DIESEL	8X MAIS QUE B20	19X MAIS QUE B20	CERCA DE R\$15.000.000 A MENOS QUE DIESEL	2X MAIS QUE B20	3X MAIS QUE GÁS	12% MAIS QUE GÁS	18X MAIS QUE B20

Figura 1 - Gráfico com Valor Presente por categoria de custo/benefício para a operação de cada tecnologia em relação ao diesel.

Avaliação Multicritério

A identificação de indicadores é uma etapa central para a análise multicritério no processo de comparação e avaliação das diferentes tecnologias veiculares. Ela tem objetivos alinhados com os preconizados no Programa STAQ², como a redução do crescimento da taxa de

² Programa de Transporte Sustentável e Qualidade do Ar (Sustainable Transport and Air Quality – STAQ), iniciativa do Banco Mundial, com recursos do Global Environment Facility – GEF.

emissão de poluentes e gases de efeito estufa no longo prazo e desenvolvimento de um sistema de transporte sustentável.

Estabelecidos os objetivos que se querem atingir, identificam-se os critérios mais adequados para avaliar a consecução dos objetivos, bem como os efeitos das atuações propostas. Diante da clareza dos objetivos, são estabelecidos critérios de avaliação e indicadores relevantes, dentro de cada um dos critérios. Estes buscaram ser os mais claros e explicativos possíveis, abrangendo os objetivos propostos e deverão ser independentes para evitar a dupla contagem de efeitos.

Os critérios de avaliação correspondem aos aspectos que têm incidência relevante no comportamento das diferentes tecnologias veiculares alternativas e refletiram os principais objetivos e interesses de todos os setores e atores afetados: operadores de transporte, usuários dos serviços de transporte, população afetada, bem como os órgãos e grupos sociais envolvidos.

Tabela 2 – Síntese dos critérios e indicadores

Critério	Indicador
<i>Critérios técnicos e operacionais</i>	
Desenvolvimento e implementação da tecnologia veicular	
1	Nível de experimentação e desenvolvimento da tecnologia
2	Disponibilidade de infraestruturas e instalações de distribuição e fornecimento do combustível
3	Nível de consolidação e utilização em frotas de ônibus
Características operacionais	
4	Relação potência / peso do ônibus ou capacidade de transporte de passageiros
5	Autonomia do ônibus
6	Outras características operacionais: Limitações de rampas, peso dos ônibus e dos tanques de combustível, tempo de carregamento de combustível
Confiabilidade do veículo	
7	Necessidade de manutenção, MKBF
Adaptação às características do fluxo do tráfego	
8	Adaptação às características do tráfego urbano
9	Adaptação às características de operação mista
<i>Critérios urbanísticos e ambientais</i>	
Poluição do ar	
10	Emissões de óxidos de nitrogênio (NO _x)
11	Emissões de monóxido de carbono (CO)
12	Emissões de hidrocarbonetos totais (HC)
13	Emissões de material particulado (MP)
14	Emissões de dióxido de carbono (CO ₂)
Poluição sonora	
15	Emissões de ruído e vibrações
Poluição visual	
16	Impactos visuais negativos
Consumo energético	
17	Consumo direto de energia
18	Consumo indireto de energia
Sustentabilidade energética e ambiental	
19	Sustentabilidade de recursos energéticos, matérias-primas e resíduos
<i>Critérios sociais e econômicos</i>	
Apoio institucional	
20	Legislação e incentivos institucionais

Apoio social	
21	Nível de aceitação e avaliação pela população
22	Segurança percebida pelos usuários
Custos financeiros	
23	Custo de aquisição de veículos
24	Custo de implementação da infraestrutura e instalações necessárias
25	Custo de operação e manutenção
Efeitos econômicos externos	
26	Geração de emprego

Assim, para cada tecnologia veicular, uma pontuação por indicador que refletisse o comportamento de cada uma delas em relação aos diferentes critérios estabelecidos, permitindo, assim, comparar e hierarquizar as diferentes tecnologias entre si.

Uma vez estabelecida a pontuação para cada indicador, seja de forma qualitativa ou quantitativa, de acordo com diferentes unidades e categorias de escalas, o último passo desta fase de análise foi estabelecer uma escala e uma faixa comum para todos os indicadores.

A conversão dos valores ou quantidades (dos critérios quantitativos) e as avaliações (dos critérios qualitativos) concedidos a cada tecnologia para cada um dos indicadores é realizada em relação à referida escala comum, tal como se mostra no esquema da figura a seguir.



Figura 2 - Esquema de conversão de indicadores em escala comum

Além da pontuação dos indicadores, foi necessário também ponderar os pesos relativos de cada critério. A ponderação dos critérios e indicadores permite incorporar os pontos de vista e as sensibilidades dos diferentes setores: equipe do projeto e consultores, especialistas, autoridades e instituições, operadores de transporte, usuários, cidadãos e qualquer outro setor que for considerado oportuno, de maneira que serão atribuídos pesos maiores aos critérios mais importantes.

O procedimento de ponderação dos critérios e indicadores permite incorporar os pontos de vista e as sensibilidades dos diferentes setores e atores sociais:

- autoridades e instituições;
- operadores de transporte;
- usuários do transporte;
- os cidadãos diretamente afetados.

No desenvolvimento do presente estudo optou-se por solicitar a seis membros da EMTU/SP da equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto a atribuição de pesos aos diferentes grupos de critérios de avaliação e indicadores identificados.

A avaliação multicritério apontou uma classificação de tecnologias veiculares preferenciais. Em função dos resultados obtidos, as tecnologias podem ser classificadas em três grupos:

- Um primeiro grupo inclui quatro tecnologias: Etanol, Trólebus, Biodiesel B20 e Híbridos. Tratam-se de tecnologias testadas, limpas e que requerem adaptações menos caras ou melhor conhecidas do que aquelas tecnologias que ainda não estão plenamente implantadas, em nível regular, nas frotas de ônibus de transporte público.
- Em um segundo grupo poderiam ser incluídos os ônibus a Biodiesel B100, em função de seu maior consumo de energia, os ônibus elétricos, penalizados por questões como o custo e autonomia de funcionamento, os ônibus a hidrogênio com célula a combustível, por causa de seu maior custo e baixo nível de implementação, e os ônibus a diesel, mais poluentes e com menor apoio social e institucional.
- Finalmente, em um terceiro grupo, apareceriam os ônibus com propulsão a gás natural e os ônibus a hidrogênio com motor de combustão interna, que não devem ser considerados no plano de substituição dos ônibus nas regiões metropolitanas de São Paulo.

Tabela 3 – Resultado da comparação multicritério

	Método Scoring		
	Resultado	Normalização	Ranking
Etanol	3,559	100	1
Trólebus	3,554	99	2
Biodiesel (B20)	3,513	94	3
Híbridos	3,489	91	4
Biodiesel (B100)	3,334	71	5
Elétricos	3,309	68	6
Hidrogênio Célula a combustível	3,300	67	7
Diesel (B5)	3,093	40	8
Gás Natural + 3WC	2,977	25	9
Hidrogênio - MCI	2,872	12	10
Gás Natural	2,781	0	11

CONCLUSÕES

Embora o nível de emissões dos ônibus, por passageiro transportado, seja muito inferior ao dos veículos de transporte individual, a eficiência energética e ambiental dos sistemas de transporte público poderia ser ainda muito mais positiva com um aumento da utilização de fontes alternativas de energia limpa.

Inicialmente, e de forma conservadora, elaborou-se um cenário de curto prazo. Considerou-se que 70% da frota Diesel será abastecida com o B20, ao invés de B7. Das alternativas de médio e longo prazo, foram escolhidos respectivamente o Híbrido e o Elétrico, em detrimento do Etanol, Trólebus e Hidrogênio, apresentadas nas fases anteriores.

Por outro lado, sempre será necessária a participação de uma frota mais simples e versátil, sem investimentos específicos em infraestrutura ou priorização no tráfego, para os atendimentos nas pontas mais periféricas das demandas. Assim, foi considerado que no mínimo 40% da frota, entre as três tecnologias escolhidas para o cronograma desenvolvido, será de veículos movidos a B20.

O Plano de Substituição proposto teve como objetivo principal a utilização de tecnologias alternativas mais adequadas às condições operacionais existentes na rede atual da EMTU/SP e nos futuros corredores previstos. A figura a seguir apresenta um gráfico com as emissões de acordo com cenários para a frota de ônibus da EMTU/SP da RMSP. É nítido o decréscimo significativo de emissões de material particulado (MP) no cenário de exemplo de substituição proposto.

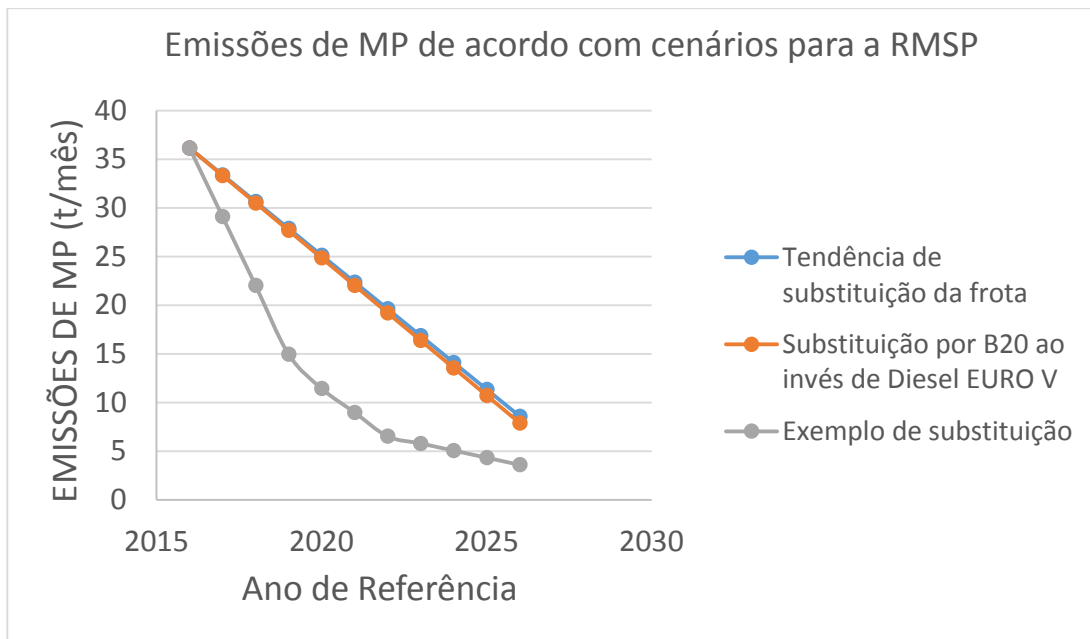


Figura 3 – Estimativa de emissões de MP para três cenários de substituição de frota

Os resultados deste estudo permitem estabelecer objetivos de reduções de emissões, a princípio atingíveis, pelo menos pela solução de composição tecnológica da frota indicada através da metodologia deste trabalho. Neste sentido, recomenda-se um aprofundamento da questão por parte da EMTU/SP para avaliar o melhor método de inserção de cláusulas contratuais como estímulo à adoção de tecnologias menos poluentes.

Sob a ótica do governo, a substituição tecnológica proposta contribui para a redução da dependência de combustíveis fósseis e supera, a partir do médio prazo, a redução de 20% da emissão de dióxido de carbono (CO₂) no âmbito da operação gerenciada pela EMTU/SP, compatível assim com uma das diretrizes estabelecidas na Política Estadual de Mudança Climática (PEMC) e do Plano Estadual de Energia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, C. H. R.. **Emissões Relativas De Poluentes Do Transporte Motorizado De Passageiros Nos Grandes Centros Urbanos Brasileiros**. IPEA, 2011.
- EMTU/SP. **Relatório de Gestão Operacional**. DO-Diretoria de Gestão Operacional. Jan/2013
- FEDERAL TRANSIT ADMINISTRATION IN COOPERATION WITH THE TRANSIT DEVELOPMENT CORPORATION. **Guidebook for Evaluating Fuel Choices for Post-2010 Transit Bus Procurements**. Washington, D.C., Transit Cooperative Research Program (TCRP), 2011. Disponível em <http://www.trb.org/Publications/Blurbs/165390.aspx> Consultado em mar/2013.
- FTA. **Alternative fuels study: a report to congress on options for increasing the use of alternative fuels in transit vehicles**. Disponível em http://www.fta.dot.gov/documents/Alternative_Fuels_Study_Report_to_Congress.pdf - Acesso em set/2012.
- REICH, Stephe L. & KOLPKOV, Alexander. **Tracking costs of alternatively fueled buses in Florida - Final report**. The Center for Urban Transportation Research (CUTR), Florida Department of Transportation National Center for Transit Research, Tampa, 2011. Disponível em <http://www.nctr.usf.edu/wp-content/uploads/2012/02/77927-final-report.pdf> Consultado em mar/2013.
- VASCONCELLOS, E. A. e LIMA, I. M. O. **Quantificação das Deseconomias do Transporte Urbano: Uma Resenha das Experiências Internacionais**. Texto para Discussão nº586, Brasília, agosto de 1998.