

TRANSPORTE COLETIVO



O impacto do Termo de Ajustamento de Conduta no transporte coletivo urbano por ônibus do município do Rio de Janeiro

Daniel Neves Schmitz Gonçalves

Programa de Engenharia de Transportes – Coppe/UFRJ.
Universidade Federal do Rio de Janeiro
E-mail: danielnsg@pet.coppe.ufrj.br

Márcio de Almeida D’Agosto

Programa de Engenharia de Transportes – Coppe/UFRJ.
Universidade Federal do Rio de Janeiro
E-mail: dagosto@pet.coppe.ufrj.br

Rafael Carvalho de Queiroz

Bacharelado em Estatística – IM/UFRJ. Universidade
Federal do Rio de Janeiro
E-mail: rafael@dme.ufrj.br

O Brasil é considerado um país em desenvolvimento que tem passado por diversas alterações políticas e estruturais almejando tornar-se um país com melhor qualidade de vida. Neste processo de mudanças, políticas públicas vêm sendo elaboradas de modo que a sociedade possa ser beneficiada e que o desenvolvimento da nação seja possível, ainda que isto ocorra gradativamente. Desde do século XX, o Brasil tem avançado na sua modernização tornando-se um país urbano. Este progresso é qualificado por uma rápida taxa de crescimento de toda a América do Sul, principalmente nos grandes centros urbanos (Silva e Borguetti, 2011).

Atualmente, cerca de 83% da população habita em cidades (IBGE, 2011). Tal expansão exige uma boa qualidade do transporte urbano e o aumento da oferta, o que não aconteceu, ocasionando um desequilíbrio entre a oferta e a demanda, tornando o sistema insuficiente para atender a população, mesmo com as melhorias ocorridas na última década (Oliveira *et al.*, 2015).

O setor de transportes está relacionado à grande exigência por gastos energéticos, demandando cerca de 30% da utilização em todo o mundo, em que apenas o transporte rodoviário é responsável por cerca de 80% desse consumo de energia. Vinculado a isso, o transporte de passageiros responde por cerca de 50% deste consumo (Alves *et al.*, 2016).



www.antp.org.br

A necessidade de aquisição de novos ônibus que possuam ar condicionado para o transporte público da cidade do Rio de Janeiro tem aumentado ao longo dos anos, pois o Rio de Janeiro é uma cidade de clima tropical onde, no verão, a temperatura pode alcançar 40°C (Câmara *et al.*, 2009).

A população da cidade do Rio de Janeiro utiliza o transporte público como meio de locomoção para suas atividades. Cerca de 70% das pessoas que residem na capital utilizam a rede existente para viagens motorizadas, participação superior à média nacional de 55% (ITDP, 2015).

Devido à grande demanda pelo sistema mencionado, observa-se que este se encontra sobrecarregado (Setrans-RJ, 2014) e devido a sua ineficiência e ao baixo nível de serviço (qualidade), a população muitas vezes opta por usar o transporte individual (Oliveira *et al.*, 2015).

Com base na problemática apresentada e visando compensar os impactos das obras do porto Maravilha na mobilidade urbana, em 2013, o Ministério Público estadual ingressou com ação civil e, ainda no mesmo ano, foi firmado um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) fixando a meta de garantir a climatização da totalidade dos ônibus na cidade do Rio de Janeiro até o dia 31 de dezembro de 2016.

Dado o contexto, este estudo tem como objetivo analisar o impacto do cumprimento do TAC no consumo de diesel e nas emissões de dióxido de carbono (CO₂) do município, visto que, de acordo Yanzhi Xu *et al.* (2015), esta medida faz com que o ônibus consuma mais combustível por quilômetro rodado. Para isso foi necessário identificar o rendimento energético (km/l) do ônibus urbano convencional (O1) e do ônibus urbano com ar condicionado (O2), por meio da instalação de dispositivos de telemetria em veículos selecionados, e, posteriormente, realizar análises estatísticas dos dados coletados que servirão de base para uma projeção para 2020, ano em que será estimado o impacto do cumprimento do TAC.

Foi escolhido estimar as emissões de CO₂ devido à preocupação mundial em conciliar o desenvolvimento das cidades e a proteção dos ecossistemas da Terra. Em específico, observa-se um crescente cuidado com questões relativas à concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e com a emissão de poluentes atmosféricos que tendem a prejudicar a saúde humana (Fernandes *et al.*, 2015). Neste sentido, pode-se citar a Rio+20, evento ocorrido no Rio de Janeiro, que uniu chefes de Estado e organizações do mundo com o objetivo de discutir meios de minimizar os impactos da atividade do homem no meio ambiente e nas condições sociais das populações.

Após esta introdução, este artigo está dividido em seis seções. Na seção dois apresenta-se a descrição do TAC e dos decretos relacio-

nados ao tema. Na seção três apresentam-se as características do sistema de transporte coletivo urbano por ônibus do município. Na seção quatro, apresentam-se os materiais e métodos adotados no estudo. Na seção cinco, apresentam-se os resultados, que serão analisados e discutidos na seção seis. Por fim, na seção sete, têm-se as conclusões, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

PLANO, TERMO E DECRETOS

Em 2012, a Prefeitura do Rio de Janeiro divulgou o Plano Estratégico do município para o período de 2013 a 2016. Nele, foi fixada a meta de garantir a climatização da totalidade dos ônibus na cidade.

Em 2013, a prefeitura firmou um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), em que era obrigada a instalar ar condicionado em 100% da frota até o dia 31 de dezembro de 2016.

No dia 29 de janeiro de 2014, a Prefeitura do Rio de Janeiro elaborou o Decreto nº 38.328, que estabelece medidas para aperfeiçoamento da prestação de serviço público de transporte de passageiros por ônibus do sistema denominado Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus – SPPO, determina o reajuste tarifário e dá outras providências. O art. 6 estipula que a “Secretaria Municipal de Transporte – SMTR deverá elaborar, no prazo de 30 dias, um plano determinando que até 31 de dezembro de 2016 todos os veículos vinculados ao SPPO sejam dotados de ar condicionado”. O art. 8 descreve que

Na fórmula de cálculo da tarifa, de que trata o artigo 7, serão considerados os impactos oriundos da unificação das tarifas por faixa quilométrica praticadas no serviço de transporte coletivo convencional quando operado com emprego de ônibus urbano com ar condicionado, bem como aqueles originados da desobrigação de recolhimento do PIS/Cofins e do desconto no pagamento do IPVA dos ônibus, conforme consta no Anexo Único.

O anexo encontra-se disponível no Paço Municipal.

O Decreto nº 38.328 de 21 de fevereiro de 2014 dispõe sobre a obrigatoriedade de os novos veículos a serem incorporados à frota do SPPO serem dotados de equipamentos de ar condicionado. Considerando o disposto no artigo 6 do Decreto nº 38.279, de 29 de janeiro de 2014, mencionado anteriormente, e o interesse da administração pública em definir regras para melhorias do conforto dos usuários do SPPO, o artigo 1º do decreto nº 38.321 afirma que “ficam obrigados os consórcios, no momento do ingresso de novos veículos no sistema, a incluírem, exclusivamente, veículos dotados de equipamento de ar condicionado”. Pelo artigo 2º, este decreto entra em vigor na data de sua publicação.



No dia 23 de fevereiro de 2016, o juiz Leonardo Grandmasson Ferreira Chaves, titular da 8ª Vara da Fazenda Pública da capital, estipulou que a Prefeitura do Rio de Janeiro cumpra a meta de refrigerar 100% da frota de ônibus até o final do ano de 2016. Em caso de não cumprimento da meta, a prefeitura fica sujeita à multa de R\$ 5 milhões. O juiz vetou somente o artigo 1º, item d) do Decreto nº 41.190/2015, que estipula que a prefeitura pretende reduzir a meta de 100% para 70% das viagens em que haveria a incorporação na frota de ônibus com ar condicionado, mantendo-se o valor da passagem estabelecido. O Decreto nº 41.190/2015 estabelece a tarifa do serviço público de transporte de passageiros por ônibus do SPPO integrada ao Bilhete Único Carioca – BUC e dá outras providências. O juiz acatou os argumentos do Ministério Público e interpretou que houve descumprimento do acordo proposto em fevereiro de 2014 no processo em que se refere a idealizar projetos que compensem a população pela derrubada do elevado da perimetral. Segundo os autos, no acordo, a prefeitura de forma voluntária compromissou-se em adquirir 2.233 coletivos climatizados em 2015, porém, neste ano, foram adquiridos somente 1.553 novos veículos refrigerados, o que infringe a meta estabelecida (TJ-RJ, 2016).

O SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO POR ÔNIBUS DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

O Sindicato das Empresas de Ônibus da Cidade do Rio de Janeiro, Rio Ônibus (2016), disponibiliza em seu *website* dados históricos (1984-2015) das operações do setor, dos quais foram escolhidos: número de linhas, número de ônibus em operação, idade média da frota, viagens realizadas, quilometragem percorrida, número de passageiros transportados e o total de diesel consumido.

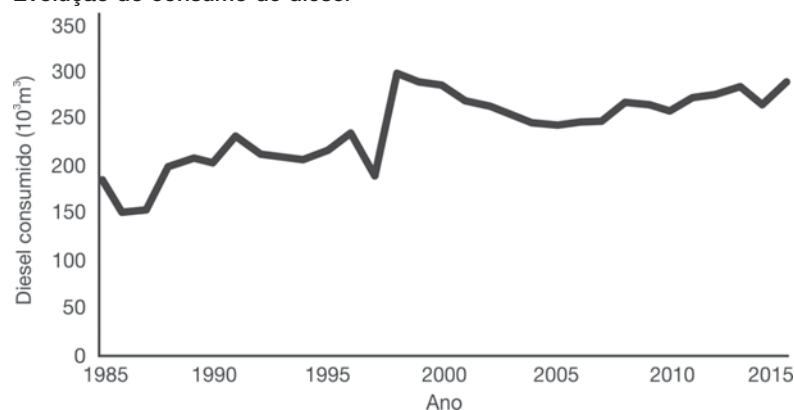
Com base na análise desses dados, observou-se que o número de linhas aumentou de 360 em 1984 para 705 em 2015, acarretando um aumento de 40,3% da frota e de 32,4% da quilometragem anual percorrida, porém a intensidade de uso por ônibus, que é estimada pela divisão da quilometragem anual do sistema pela média anual de frota operante, caiu cerca de 14,9%.

Quanto à quantidade de passageiros transportados, nota-se que houve uma queda no número de passageiros de cerca de 41,4% de 1984 até 2004. Em 2005, ocorreu crescimento maior de passageiros transportados, cerca de 27,7%, devido às restrições atribuídas ao transporte coletivo por vans que transportavam cerca de 18% dos passageiros do Rio de Janeiro, percentual que caiu para apenas 3% (Fetranspor, 2016).

De 2005 até a presente data, o número de passageiros transportados e o índice de passageiros quilômetros cresceram a taxas de 3,2% e 2,9% ao ano, respectivamente. O crescimento se deve às restrições impostas ao transporte coletivo por vans, ao crescimento populacional e à melhoria do sistema, devido aos diversos investimentos relacionados aos grandes eventos realizados na cidade, como Jogos Pan-Americanos (2007), a Rio + 20 (2012), Jornada Mundial da Juventude (2013), Copa do Mundo (2014), Jogos Olímpicos e Paraolímpicos (2016).

A figura 1 mostra a evolução do consumo anual de diesel demandado pelo setor. Verifica-se que a maior demanda histórica foi no ano de 1998, e que a demanda cresceu a uma média de 2% ao ano. Nos últimos cinco anos, o crescimento anual foi superior, sendo de 2,4% ao ano.

Figura 1
Evolução do consumo de diesel



Fonte: Adaptado de Rio Ônibus (2016).

Confrontando a demanda anual de diesel do município com a demanda estadual, apresentada no estudo de Pereira Jr. *et al.* (2016), observa-se que, com referência ao transporte coletivo por ônibus, o município tem uma participação nesta demanda que varia, ao longo dos anos, entre 18,2% e 23,3%.

A partir das variáveis disponíveis no banco de dados do Rio Ônibus (2016), realizou-se uma análise com o objetivo de identificar a correlação entre as seguintes variáveis: demanda anual de diesel (V1), n° de linhas (V2), n° de ônibus (V3), n° de viagens (V4), quilometragem percorrida (V5), intensidade de uso (V6), n° de passageiros transportados (V7), lpk (V8) e a idade média da frota (V9).



www.antp.org.br

Analisando a tabela 1, nota-se que a variável quilometragem percorrida (V5) é a que possui maior correlação com o consumo de combustível (V1); outras variáveis que apresentaram forte correlação foram: n° de viagens realizadas, frota e intensidade de uso.

Tabela 1
Matriz de correlação

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
V1	100%	80%	89%	89%	91%	9%	45%	82%	41%
V2	80%	100%	76%	79%	87%	13%	78%	93%	74%
V3	89%	76%	100%	93%	93%	36%	38%	80%	48%
V4	89%	79%	93%	100%	93%	93%	36%	38%	80%
V5	91%	87%	93%	93%	100%	1%	53%	91%	51%
V6	9%	13%	36%	93%	1%	100%	29%	13%	1%
V7	45%	78%	38%	36%	53%	29%	100%	82%	64%
V8	82%	93%	80%	38%	91%	13%	82%	100%	60%
V9	41%	74%	48%	80%	51%	1%	64%	64%	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de Rio Ônibus (2016).

MATERIAIS E MÉTODOS

Material de estudo

Para os dados referentes aos ônibus dos tipos O1 e O2 foram selecionados: veículos de uma empresa que pudessem ser representativos da frota do município, dados históricos sobre rendimento energético (km/l) e dados coletados em tempo real por meio de dispositivos de telemetria que pudessem compor a medida de rendimento energético dos veículos testados.

A escolha destes veículos está associada a aplicação de estatística descritiva e análises de séries temporais como parte das ferramentas matemáticas escolhidas. Em particular, no caso dos ônibus urbanos, estes representam aproximadamente 80% da frota de ônibus do município do Rio de Janeiro (Fetranspor, 2016).

Os dados associados ao ônibus O1 e ao ônibus O2 foram coletados por meio de dispositivo de telemetria e enviados por empresa especializada. Com isso foram disponibilizadas séries históricas do volume de combustível abastecido e da quilometragem percorrida entre os abastecimentos de combustível em uma situação de operação normal.

A empresa disponibilizou dados de operações diárias referentes aos meses de março, abril e maio de 2015 de 91 ônibus; destes, 50 são do tipo O1, 41 do tipo O2.

A tabela 2 apresenta as características dos ônibus O1, que operam em três linhas: 232 (Lins x Praça XV), 249 (Circular: Agua Santa x Carioca) e 606 (Engenho de Dentro x Rodoviária).

Tabela 2
Características dos ônibus O1

Quant.	Linha	Marca/modelo do chassis	Tipo do motor	Ano de fabricação	Marca/modelo da carroceria
3	232	MBB OF 1721/59 EURO5	OM 924LA	2013	Marcopolo Torino
11	249	MBB OF 1721/59 EURO5	OM 924LA	2013	Marcopolo Torino
16	606	MBB OF 1721/59 EURO5	OM 924LA	2013	Marcopolo Torino
20		MBB OF 1722/59		2012	

Fonte: Elaboração própria.

Analisando a tabela 2, pode-se observar que 72% dos veículos pertencem à linha 606, 22% à linha 249 e 6% à linha 232. Com relação aos anos de utilização dos veículos, 54% estão há três anos em circulação e 46%, há dois anos.

Quanto aos ônibus do tipo O2, foram obtidos dados de um total de 41 veículos referentes ao mesmo período de tempo escolhido para o tipo O1, conforme tabela 3, divididos em duas linhas, 232 e 249.

Tabela 3
Características do ônibus O2

Quant.	Linha	Marca/modelo do chassis	Tipo do motor	Ano de fabricação	Marca/modelo da carroceria
20	232	OF 1721/59 EURO5 AR	OM 924LA	2014	Marcopolo Torino
21	249	OF 1721/59 EURO5 AR	OM 924LA	2014	Indu Apache

Fonte: Elaboração própria.

Analisando a tabela 3, pode-se observar que 51% dos veículos pertencem à linha 249 e 49% à linha 232. Em relação aos anos de utilização do veículo, todos foram fabricados em 2014.

Para validar e aumentar a confiabilidade dos resultados, foram utilizados dispositivos de telemetria, instalados em um ônibus de cada tipo, sendo estes escolhidos pela menor variação histórica dos dados levantados. Os dispositivos instalados permitem monitorar em tempo real as seguintes variáveis: consumo de combustível, rotações por minuto do motor (RPM), temperatura do motor, velocidade do veículo, ocorrência de frenagens bruscas, localização geográfica do veículo, volume do tanque de combustível, tempo ligado, tempo de operação em cada faixa de RPM, tempo parado, tempo em movimento, entre outros.



www.antp.org.br

Metodologia aplicada

O rendimento energético dos veículos foi avaliado em quilômetros por litro (km/l), sendo obtido diretamente pelo dispositivo de telemetria e confirmado com base na relação entre a quilometragem que cada veículo rodou entre os abastecimentos e o volume abastecido em cada veículo. De posse dos dados, foi possível analisá-los por meio de estatística descritiva com o intuito de sumarizar informação oriunda do banco de dados, considerando: o tamanho da amostra, a identificação dos valores máximos e mínimos, o termo de posição em 50% da amostra, chamado de mediana, a média amostral (equação 1), a variância amostral (equação 2) e o desvio-padrão (equação 3).

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}, \text{ em que } i = 1 \dots n \quad (1)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{\sum (x_i - \bar{x})}{n-1} \quad (3)$$

Se a amostra for proveniente de uma distribuição normal e os dados forem oriundos de experimentos independentes entre si, ou se for possível utilizar o teorema central do limite, o intervalo de confiança para a média a um nível de 5% de significância pode ser calculado por meio da equação 4. Dado que a variância foi estimada pela variância amostral, utilizou-se o quantil da distribuição *T-student* para calcular o intervalo de confiança.

$$IC = \left(\bar{X} \pm t_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right) \quad (4)$$

Em que,

IC é o intervalo de confiança;

\bar{X} é a média amostral;

$t_{1-\frac{\alpha}{2}}$ é o quantil da distribuição t-student; e

S é o desvio-padrão amostral.

A análise de séries temporais consiste em analisar o comportamento dos resultados apresentados pelos ônibus ao longo de um período de tempo.

Para o cálculo do consumo de combustível utilizou-se a equação 5, com base no rendimento energético (km/l) e na intensidade de uso do período de tempo definido.

$$Vol_{k,A} = \sum_{V_{md}} Fr_{A,V_{md}} \cdot \frac{DM}{Ren_{A,V_{md}}} \quad (5)$$

Em que,

$Ren_{A,V_{md},k}$ é o rendimento dos veículos (V_{md}) no ano (a);

DM é a distância média percorrida;

V_{md} são os veículos do tipo (V) e ano modelo (md); e

Vol_A é o volume de combustível calculado para o ano (a).

Para o cálculo das emissões de CO_2 , multiplicou-se o consumo de combustível anual pelo fator de emissão de cada gás, conforme equação 6.

$$E_g^A = \sum_k Vol_A * Fe_g \quad (6)$$

Em que,

E_g^A é a emissão anual, em kg, de CO_2 ;

Vol_A é o volume anual do combustível; e

Fe_{gk} é o fator de emissão do gás g , expresso em kg/l para o CO_2 , variando de acordo com o combustível k .

Ressalte-se que os ônibus são movidos a diesel S10 B7, mistura cujo volume contém 7% de biodiesel e 93% de óleo diesel de petróleo. Seus respectivos fatores de emissão de CO_2 são 2,43 e 2,60 kg/l (MMA, 2013).

Para estimativa da demanda de combustível ao longo dos anos, foi utilizado o modelo da média móvel ponderada (MMP), apresentado na equação 7, para estimar a quilometragem anual percorrida, variável que apresenta maior correlação com o consumo de combustível, conforme pode ser observado na tabela 1. Optou-se pelo MMP pois este atribuirá maiores pesos aos últimos registros de operação do sistema, levando em consideração a inauguração de novas estações de metrô, aumento da demanda por trens urbanos e inauguração das linhas do BRT e da linha 4 do metrô (Pereira Jr. *et al.*, 2016), além de considerar as mudanças realizadas nas linhas dos ônibus (SMTR, 2016).

$$MMP_t = \frac{\sum_{t=1}^n P_t * V_t}{\sum_{t=1}^n P_t} \quad (7)$$

Em que,

MMP_t é o km estimada para o período t ,

P_t é o peso atribuído ao período t ,

V_t é a km do período t .



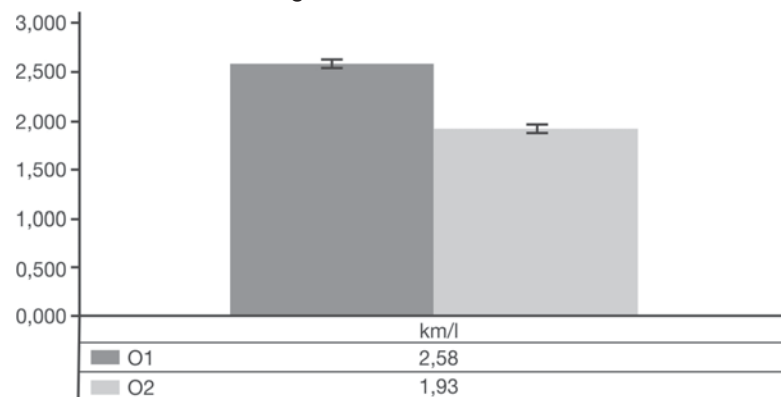
Possuindo a quilometragem média anual percorrida e o rendimento energético, é possível obter a demanda de diesel e, com este, estimar a emissão de CO_2 .

RESULTADOS

Aplicando a metodologia proposta, verificou que o rendimento energético médio do ônibus O1 é de 2,581 km/l, com um desvio-padrão de 0,139 km/l, uma cota inferior de 2,559 km/l e cota superior de 2,604 km/l, dado um intervalo de confiança a um nível de 5% de significância, isto é, 95% dos intervalos construídos desta forma vão conter esta média. Verificou-se que o rendimento energético médio do ônibus O2 é de 1,931 km/l, com um desvio-padrão de 0,070 km/l, uma cota inferior de 1,909 km/l e uma cota superior de 1,953 km/l. A figura 2 ilustra o rendimento energético médio e seu respectivo intervalo de confiança de 5%.

Analisando a figura 2 é possível verificar que o rendimento energético do ônibus urbano convencional sem ar condicionado (O1) é aproximadamente 33,7% inferior ao do ônibus urbano convencional com ar condicionado (O2).

Figura 2
Média do rendimento energético médio dos ônibus avaliados

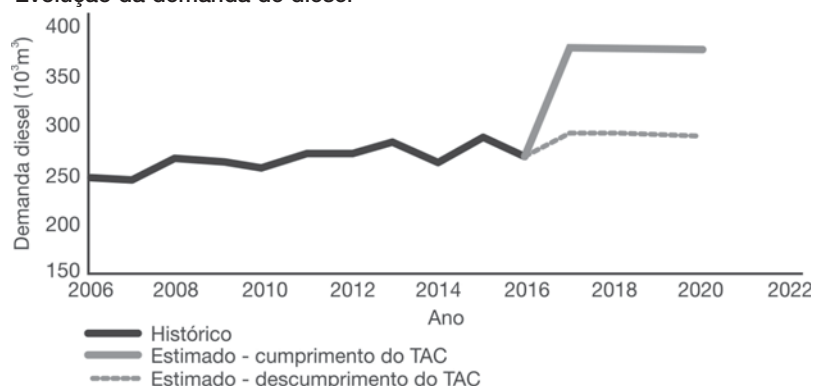


Fonte: Elaboração própria.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dados os resultados da seção anterior, com base nas premissas citadas e aplicando a equação 7, foi possível avaliar o impacto da climatização da totalidade da frota de ônibus na cidade. A figura 3 apresenta o histórico da demanda de diesel e a estimativa da demanda após a climatização da frota.

Figura 3
Evolução da demanda de diesel

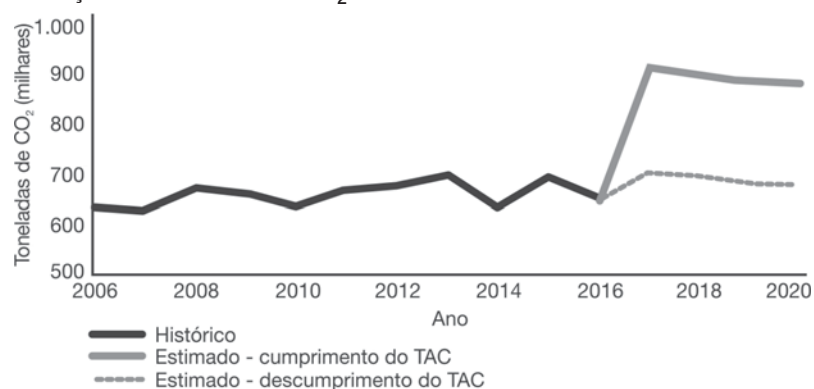


Fonte: Elaboração própria.

Analisando a figura 3, observa-se que a climatização da frota impactara significativamente na demanda de diesel, com um aumento médio de aproximadamente 31,3% até 2020. Em consequência, as emissões de CO₂ também aumentaram, como pode ser observado na figura 4.

Confrontando a estimativa da demanda de diesel do município com a demanda estadual apresentada no estudo de Pereira Jr. *et al.* (2016), observa-se que a participação do município em relação ao estado na demanda de diesel oriunda do transporte coletivo por ônibus passará dos atuais 20,3% para 29,6%, aproximadamente.

Figura 4
Evolução das emissões de CO₂



Fonte: Elaboração própria.



www.antp.org.br

Dado o aumento na demanda de diesel, analisando a figura 4, nota-se que o aumento nas emissões de CO₂ será de aproximadamente 28,2% até 2020. O aumento não é proporcional ao aumento da demanda de diesel devido aos futuros acréscimos de biodiesel presente no diesel S10, que passará dos atuais 7%, para 10% até 2020, de acordo com a Lei nº 13.263 sancionada no dia 23/03/2016, tendo em vista o compromisso do governo brasileiro assumido durante a realização da COP 21.

Não foi considerada a emissão do biodiesel, pois o uso de biocombustível apresenta emissões líquidas de CO₂ nulas, considerando seu ciclo de vida.

O acréscimo nas emissões anuais de CO₂ é um fator de preocupação, porém isso não significa que somente o cenário histórico seja sustentável e o estimado não (Holden *et al.*, 2013).

Apresentado o aspecto preocupante da TAC, por outro lado, espera-se que com a melhoria do serviço oferecido, alguns viajantes deixem de usar o transporte individual e utilizem o transporte público. Caso isso ocorra, se a demanda por gasolina cair em aproximadamente 123.000 m³ de gasolina C, isso equivale a retirar das ruas cerca de 1.118¹ carros, ou seja, aproximadamente 0,06% da frota municipal (Detran, 2016).

Outra opção que reduziria a emissão de CO₂ seria uma maior participação de biocombustíveis no sistema de transporte coletivo urbano por ônibus do município, seja pela maior participação do biodiesel no diesel ou pela utilização de ônibus movidos 100% a biodiesel ou a etanol (ciclo diesel). A emissão seria reduzida ao patamar atual (2015), caso a participação de biocombustíveis seja de aproximadamente 29,3% (equivalente ao uso de B30 – 30% de biodiesel em volume no combustível).

Outro fator relevante é o econômico, dado o custo variável de operação em que o diesel é o principal responsável. Logo, dado o aumento na demanda de diesel e considerando a equação e os indicadores do Decreto nº 41.190, estima-se que o cumprimento do TAC demande uma revisão da tarifa vigente, necessitando de um acréscimo de aproximadamente 7,1%.

CONCLUSÃO

O presente estudo almejou comparar o rendimento energético de dois tipos de ônibus atuantes na cidade do Rio de Janeiro, o ônibus urbano convencional sem aparelho de ar condicionado (O1) e o ônibus urbano convencional com aparelho de ar condicionado (O2), além de avaliar o impacto do TAC no consumo de diesel e nas emissões de dióxido de carbono (CO₂) do município.

1. Considerando uma distância média de 11.000 km anuais e um rendimento energético de 10 km/l, parâmetros do MMA (2013), selecionados com base na idade média da frota.

A metodologia adotada permitiu a identificação dos indicadores desejados, logo, verificou-se que o rendimento energético do ônibus do tipo O2 é 33,7% inferior ao do ônibus O1, acarretando aumento da demanda por diesel de aproximadamente 31,3% e, em consequência, resultando em um acréscimo nas emissões de CO₂ de 28,2%. O estudo apresentou também propostas para contornar o aumento das emissões, como a migração do transporte individual para o coletivo e a maior utilização de biocombustíveis, além de apresentar o impacto do TAC na tarifa vigente.

Dado que o município não cumpriu o TAC, os resultados obtidos no estudo podem dar suporte ao planejamento municipal quanto a operação do sistema e questões relativas à concentração de GEE, em virtude da preocupação mundial em conciliar o desenvolvimento das cidades e a proteção dos ecossistemas da Terra.

O levantamento de dados foi limitado pelos itinerários das linhas 232, 249 e 606 e pelo período de tempo dos dados históricos, tanto de acompanhamento dos ônibus, quanto dos dados disponíveis pelo Rio Ônibus (2016). Outra limitação foi o fato de as estimativas serem baseadas na quilometragem anual. Porém, isso se fez necessário devido à falta de dados municipais como: atividade de transporte por modo e meio de transporte e suas respectivas demandas energéticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J.; BAPTISTA, P. C.; GONÇALVES, G. A.; DUARTE, G. O. Indirect methodologies to estimate energy use in vehicles: application to battery electric vehicles. *Energy Conversion and Management*, vol. 124, 2016, p. 116-129.
- CÂMARA, F. P.; GOMES, A. F.; SANTOS, G. T.; CÂMARA, D. C. P. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 2009.
- CARVALHO, C. H. R. Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos brasileiros. Texto para discussão. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, 2011, Brasília.
- DEGROOT, M. H. & SCHERVISH, M. J. *Probability and statistics*. 3ª edição. Addison-Wesley, 2001.
- DETRAN RJ – Departamento de Trânsito do Estado do Rio de Janeiro. Estatísticas dos veículos do município. Disponível em: http://www.detran.rj.gov.br/_estatisticas.veiculos/index.asp. Acesso em: 16 jan. 2017.
- FERRAZ, A. C. P. & TORRES, I. G. E. *Transporte público urbano*. 2ª edição. São Carlos: Rima, 2004.
- FERNANDES, V. A.; D'AGOSTO, M. A.; OLIVEIRA, C. M.; ASSUMPCÃO, F. C.; DEVEZA, A. C. P. Eco-driving: uma ferramenta para aprimorar a sustentabilidade do transporte de resíduos urbanos. *Transportes*, vol. 23, nº 2, 2015, p. 5-13.
- FETRANSPOR – Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro. Setor em números. Disponível em: <https://www.fetranspor.com.br/mobilidade-urbana-setor-em-numeros>. Acesso em: 18 dez. 2016.



- HOLDEN, E.; LINNERUD, K.; BANISTER, D. Sustainable passenger transport: back to Brundtland. *Transportation Research*, part A, vol. 54, 2013, p. 67-77.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010, 2011. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acesso em: 3 nov. 2016.
- IEA. Bus systems for the future. Achieving sustainable transport worldwide. International Energy Agency, 2012.
- ITDP – Institute for Transportation & Development Policy. Análise de impacto do BRT Transcarioca na mobilidade do Rio de Janeiro. Relatório. Rio de Janeiro, 2015.
- MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. Lei Orgânica. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2014/3833/38328/decreto-n-38328-2014-dispoe-sobre-a-obrigatoriedade-dos-novos-veiculos-a-serem-incorporados-a-frota-do-sppo-serem-dotados-de-equipamento-de-ar-condicionado?q=%F4nibus%20ar-condicionado>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- _____. Lei Orgânica. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2014/3827/38279/decreto-n-38279-2014-estabelece-medidas-para-o-aperfeiçoamento-da-prestacao-do-servico-publico-de-transporte-de-passageiros-por-onibus-sppo-determina-o-reajuste-tarifario-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- _____. Lei Orgânica. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2015/4119/41190/decreto-n-41190-2015-estabelece-a-tarifa-do-servico-publico-de-transporte-de-passageiros-por-onibus-sppo-integrada-ao-bilhete-unico-carioca-buc-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- PODER JUDICIÁRIO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Disponível em: <http://tj-rj.jus-brasil.com.br/noticias/307950984/rio-tera-que-refrigerar-100-da-frota-de-onibus-ate-o-fim-do-ano>. Acesso em: 22 nov. 2016.
- MMA. Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013: ano-base 2012. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF.
- MOROTOMI, I. M. O. & TOURINHO, H. L. Z. Políticas nacionais de transportes e o planejamento de transportes na Região Metropolitana de Belém. *Revista dos Transportes Públicos*, nº 138, Associação Nacional de Transportes Públicos, ano 37, 2014, 3º quadrimestre, p. 111-122.
- OLIVEIRA, A. V. M.; PAMPLOMA, D. A.; FILHO, D. P. P. Estudo e previsão de demanda do transporte urbano coletivo público na Região Metropolitana de São Paulo. *Revista dos Transportes Públicos*, nº 139, Associação Nacional de Transportes Públicos, ano 37, 2015, 1º quadrimestre, p. 61-73.
- PEREIRA JR., A. O. *et al.* Balanço Energético do Estado do Rio de Janeiro (BEERJ) 2015, ano-base 2014 e Matriz Energética do Estado do Rio de Janeiro 2015-2030. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Energia, Indústria e Serviços – Sedeis, Rio de Janeiro, 2016.
- SMTR. Mudanças já realizadas nas linhas dos ônibus. Secretaria Municipal de Transportes, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smrtr/racionalizacao/vejamosmudancas>, 2016. Acesso em: 26 jan. 2017.