

## Avaliação de desempenho ambiental da racionalização das linhas de ônibus do município do Rio de Janeiro

**Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida**

Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

E-mail: isabelarochapombo@poli.ufrj.br

**Cintia Machado de Oliveira**

Engenharia Industrial Mecânica. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – Uned/Itaguaí.

E-mail: cintia@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

O poder público do município do Rio de Janeiro realizou diversas intervenções na infraestrutura urbana, algumas destas relacionadas às vias de acesso e ao serviço de transporte da cidade. Uma destas intervenções foi a racionalização das linhas de ônibus na zona sul. Tal racionalização foi dividida em duas fases, com cinco etapas cada, nos meses de outubro a dezembro de 2015 e janeiro e fevereiro de 2016. Um dos objetivos dessa intervenção foi utilizar de modo mais eficiente os corredores BRS, trazendo maior fluidez ao trânsito e reduzindo o tempo de viagem dos passageiros (SMTR, 2016a). Para isso, 25 novas linhas foram criadas, 26 foram modificadas e 51 foram extintas (tabela 1) (SMTR, 2016c).

**Tabela 1**  
Linhas de ônibus criadas, modificadas e extintas no município

Linhas criadas	Linhas modificadas	Linhas extintas	
112	11	119	317
218	201	121	318
508	213 (antiga 413)	123	332
517	409	125	354
Circular 1	410	126	360
Circular 2	422	127	382

Continua



www.antp.org.br

**Tabela 1** (continuação)

Linhas criadas	Linhas modificadas	Linhas extintas	
Integrada 1	433	128	401
Integrada 2	434	132	405
Integrada 6	456	136	420
Integrada 8	457	143	421
SP580	464	154	423
SP Integrada 8	472	155	425
SP513	473	157	438
SV 455	474	161	501
Integrada 9	275 (antiga 475)	162	502
Troncal 1	483	170	504
Troncal 2	284 (antiga 484)	172	505
Troncal 3	485	173	511
Troncal 4	486	177	512
Troncal 5	497	178	535
Troncal 6	498	180	569
Troncal 7	503	183	570
Troncal 8	509	184	573
Troncal 9	513	190	574
Troncal 10	548	305	957
-	580	314	-

Fonte: Elaboração própria a partir de SMTR, 2016c.

Segundo o PDTU (2003), a taxa de imobilidade no município do Rio de Janeiro é de aproximadamente 47% e a diferença entre o tempo médio de viagem entre transporte coletivo e transporte individual é de cerca de 40 minutos. Assim, realizar estas oportunidades de melhoria no sistema de transporte público coletivo representa um grande desafio para que o município do Rio de Janeiro se torne sustentável (Santos & Ribeiro, 2015).

Com este trabalho, objetiva-se avaliar o desempenho ambiental da racionalização das linhas de ônibus do município do Rio de Janeiro, por meio da comparação de dois cenários de mobilidade urbana. O primeiro cenário considera operação das linhas de ônibus antes da racionalização (julho de 2015) e o segundo cenário considera operação após a racionalização (julho de 2016). Os objetivos específicos são: (1) identificar os principais atributos e indicadores utilizados para avaliação de desempenho ambiental em transporte, por meio de uma revisão bibliográfica, (2) identificar os níveis de referência para cada

atributo e (3) coletar dados referentes às operações dos ônibus para o cálculo dos indicadores e das medidas.

A delimitação espacial da pesquisa compreende a área territorial do município do Rio de Janeiro, se limita temporalmente aos anos 2015 e 2016 e foca na fase de operação dos ônibus. Os níveis de referência utilizados são as metas voluntárias federais e estaduais de redução de gases de efeito estufa e os limites de emissão de poluentes atmosféricos para veículos pesados estabelecidos pelo governo federal. Por se tratar de uma avaliação de desempenho com níveis de referência estabelecidos nas esferas federal e estadual, o ponto de vista do estudo é governamental.

Após esta introdução, este artigo está dividido em quatro seções. Na seção um apresenta-se o embasamento teórico da pesquisa. Na seção dois apresentam-se a metodologia adotada no estudo para a escolha dos atributos e indicadores, bem como o cálculo destes. Na seção três, apresentam-se os resultados, suas análises e comparações. Por fim, na seção quatro, têm-se as conclusões, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

## 1. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL

Na avaliação de desempenho ambiental em transporte, devem-se considerar os aspectos sociais, econômicos e ambientais para avaliar o atendimento ao requisito da sustentabilidade do sistema, utilizando o critério das metas e limites, visando a redução dos impactos ambientais. Esta avaliação de desempenho ambiental está relacionada com a eficácia, já que se avalia o quão bem o sistema atinge as metas e padrões estabelecidos pelo poder governamental. Quanto aos atributos, estes descrevem características do sistema e tendem a representar ideias genéricas, de difícil medição. Além disso, sua interpretação varia com os diversos pontos de vista.

Já os indicadores descrevem matematicamente ideias específicas do sistema, descrevendo o atributo segundo um ponto de vista. Castillo e Pitfield (2009) sugerem que os indicadores devem possuir os seguintes atributos: mensurabilidade, facilidade de disponibilidade de dados, rápida capacidade de atualização dos dados disponíveis e facilidade de interpretação. Em relação a cenários de transporte, os indicadores podem ser utilizados *ex ante* (para a previsão), *ex post* (para avaliação) ou em tempo real (para monitoramento) (Gudmundsson & Sorensen, 2012). Castillo & Pitfield (2009) afirmam ainda que os indicadores servem para facilitar a comparação entre cenários. Já as medidas representam os atributos por meio de relações lógicas e/ou matemáticas entre os indicadores.



Os atributos selecionados para este estudo foram: gases de efeito estufa (GEE), poluição atmosférica e consumo de energia (a seleção é descrita na subseção 2.1). Quanto às emissões de GEE no Brasil, a Política Nacional de Mudanças do Clima (Lei Federal nº 12.187 de 2009) estabeleceu a meta voluntária de redução de emissões em 38,9% em relação ao cenário *business as usual* em 2020 (ano-base 2005). Já o Estado do Rio de Janeiro, por meio do Decreto de Metas Públicas de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e Adaptação à Mudança do Clima (Decreto nº 43.216 de 2011), estabeleceu a meta voluntária de redução de emissões GEE provenientes de diversos setores, entre eles o setor energético, no qual está incluso o setor de transportes. A meta de redução de 30% foi fixada com ano base em 2010 e horizonte em 2030. Segundo o Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Estado do Rio de Janeiro (SEA, 2010), as emissões no setor de transporte, especificamente provenientes do modo rodoviário, foram de 12.442 Gg em 2010. Considerando a meta de redução de 30% do Estado, isso significaria uma redução de emissões de 186,63 Gg por ano.

Em relação às emissões de poluentes atmosféricos, a Resolução Conama nº 403 de 2008 estabelece os limites de emissão para veículos pesados de ciclo Diesel (tabela 2). Quanto à energia, a Internacional Energy Agency estimou que a energia consumida pelo transporte de passageiros em 2050 deveria ser 4,4 kWh per capita por dia, em um cenário que daria 80% de chance de limitar o aumento da temperatura global de 2°C (Holden *et al*, 2013).

Tabela 2  
Limites de emissão em g/kWh da fase P7 do Proconve

Poluentes atmosféricos	NO <sub>x</sub>	CO	MP	HCNM
Ensaio ESC/ELR	2	1,5	0,02	N.A.
Ensaio ETC	2	4	0,03	0,55

Fonte: Elaboração própria a partir da Resolução Conama nº 403 de 2008.

## 2. METODOLOGIA

Nesta seção apresentam-se a metodologia adotada no estudo para escolha, bem como o cálculo dos indicadores e das medidas.

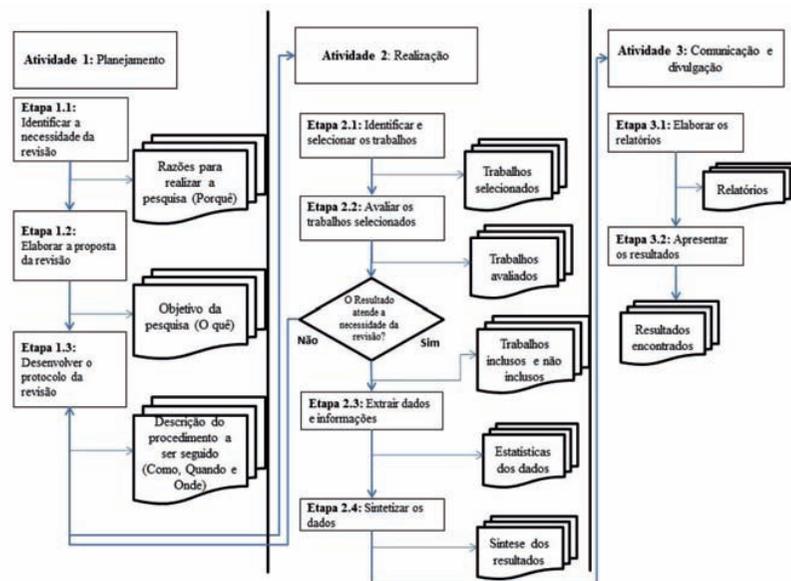
### 2.1. Escolha dos indicadores ambientais

Segundo Castillo & Pitfield (2009), a escolha de indicadores de transporte sustentável apresenta dois desafios. O primeiro é escolher os indicadores mais adequados dentro do conjunto de indicado-

res possíveis e o segundo é discernir quão representativos são os indicadores escolhidos, já que estes são uma abstração do sistema real. O método adotado para justificar a escolha dos indicadores ambientais utilizados no estudo foi a revisão bibliográfica sistemática (RBS), elaborada por Oliveira *et al.* (2016), a partir de Tranfield, Denyer & Smart (2003). As etapas do método a serem seguidas são ilustradas na figura 1.

A proposta de revisão é buscar os atributos e indicadores mais utilizados para análise de cenários de mobilidade urbana sustentável por meio de artigos publicados nos últimos cinco anos. Para sintetizar os dados, os indicadores sugeridos em cada artigo foram analisados e alocados em grupos de acordo com os sete atributos identificados: gases de efeito estufa (GEE), poluição atmosférica, consumo de energia, poluição sonora, uso de recursos, uso e ocupação do solo e outros. Após a alocação, foram escolhidos os três atributos observados com mais frequência na revisão: poluição atmosférica, consumo de energia e GEE. A partir disso, foram estabelecidos os indicadores utilizados neste estudo para a comparação e avaliação dos cenários (tabela 3).

Figura 1  
Procedimento de revisão bibliográfica sistemática adotada neste estudo



Fonte: Oliveira et al. (2015).



Tabela 3  
Avaliação de desempenho ambiental

Atributos	Indicadores	Unidade	Medidas	Unidade
Gases de Efeito Estufa (GEE)	Emissão de CO <sub>2</sub>	kg CO <sub>2</sub>	Emissão total de CO <sub>2</sub> eq	t CO <sub>2</sub> eq
	Emissão de CH <sub>4</sub>	eq/mês		
	Emissão de N <sub>2</sub> O			
Poluição atmosférica	Emissão de CO	Kg/mês	Emissão de CO	g/kWh
	Emissão de NO <sub>x</sub>		Emissão de NO <sub>x</sub>	
	Emissão de MP COMB		Emissão de MP COMB	
	Emissão de HCNM		Emissão de HCNM	
Consumo de energia	Consumo de combustível	l/mês	Consumo diário per capita de energia	kWh/pass.dia

Fonte: Elaboração própria.

## 2.2. Cálculos dos indicadores

A coleta de dados foi realizada por meio do acesso ao site Transparência da Mobilidade da Prefeitura do Município do Rio de Janeiro, de responsabilidade da Secretaria Municipal de Transportes, em que são disponibilizadas ao público informações relativas às operações do serviço de ônibus da cidade. Os documentos intitulados “Relatório diário de operação - RDO das linhas dos consórcios Intersul, Internorte Transcarioca e Santa Cruz” apresentam, por ordem crescente do número da linha dos consórcios, os dados referentes a distância mensal percorrida (km), quantidade de viagens pagas, quantidade de gratuidades total e quantidade de passageiros transportados (figura 2). Para o levantamento de dados, a Secretaria Municipal de Transportes monitora a frota de ônibus da cidade por meio de GPS instalados nos veículos (SMTR, 2016b). Além disso, os valores de consumo médio mensal dos ônibus (l/km), principalmente o de maio de 2015, foram obtidos pelo site da Fetranspor na seção Mobilidade Urbana, na qual são disponibilizados ao público dados referentes ao setor.

Figura 2  
Imagem parcial da primeira página de uma RDO (jul/16)

	Julho / 16			
	Qtd Km Cobertos	Qtd Viagens Pagas	Qtd Gratuidades Total	Qtd Passageiros Transportados
006 - SILVESTRE X CASTELO (CIRCULAR)	48.664	131.422	21.201	152.623
007 - SILVESTRE X CENTRAL (CIRCULAR)	26.144	155.046	36.601	191.647
010 - FATIMA X CENTRAL (CIRCULAR)	39.606	117.742	29.308	147.050
011 - RODOVIARIA X CINELANDIA (CIRCULAR)	2.483	36.982	11.841	48.823
014 - PAULA MATOS X CASTELO (CIRCULAR)	21.879	82.127	18.538	100.665
100 - GAL. OSORIO X CENTRAL(VIA N.S.COPACABANA/ATERRO)	144.234	308.699	46.876	355.575

Fonte: SMTR, 2016d.

Outros dados necessários para o cálculo dos indicadores e medidas foram extraídos do 2º Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários 2013 (ano-base 2012). Segundo o Inventário, os fatores foram calculados seguindo a fase P7 do Proconve. Já os fatores de emissão de CO, NO<sub>x</sub>, MP provenientes da combustão do biodiesel (g/bph) foram obtidos em um estudo do EPA (2002) e os fatores de caracterização dos GEE foram obtidos em Houghton *et al* (1996). Estes dados são apresentados nas tabelas 4 e 5.

**Tabela 4**  
Fatores de emissão dos gases de efeito estufa e dos poluentes atmosféricos

Fator		Combustível	Fator de emissão	Unidade
Gás de efeito estufa	CO <sub>2</sub>	Diesel	2,603	kg/l
		Biodiesel	2,431	kg/l
	CH <sub>4</sub>	Diesel	0,060	g/km
		N <sub>2</sub> O	Diesel	0,03
Poluente atmosférico	CO	Diesel	0,44	g/km
		Biodiesel	0,96	g/bph-hr
	NO <sub>x</sub>	Diesel	2,103	g/km
		Biodiesel	4,87	g/bph-hr
	NMHC	Diesel	0,033	g/km
	MP Combustão	Diesel	0,02	g/km
		Biodiesel	0,11	g/bph-hr
	MP Pneu	Não se aplica	0,59	g/km
MP Pista	Não se aplica	0,038	g/km	

Fonte: Elaboração própria a partir de MMA (2013) e EPA (2002).

**Tabela 5**  
Outros dados necessários para os cálculos de emissões

Dado	Valor	Unidade
Densidade energética do diesel mineral	0,848	tep/m <sup>3</sup>
Densidade energética do biodiesel	0,792	tep/m <sup>3</sup>
Quilometragem por litro (ônibus urbano - ciclo diesel)	2,3	km/l

Fonte: Elaboração própria a partir de MMA (2013).

Para o cálculo dos indicadores foi necessário primeiramente calcular a distância percorrida total na operação dos ônibus em cada mês, somando a distância percorrida de todas as linhas de ônibus. Posteriormente, calculou-se o consumo de combustível diesel S10 B7 e os respectivos volumes de diesel mineral e biodiesel misturado ao diesel mineral (7%), a partir da distância percorrida total e o consumo médio dos ônibus.



www.antp.org.br

Para o cálculo do indicador de emissão de GEE (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O) foi utilizada a equação (1) seguindo a abordagem *bottom-up* do IPCC.

$$GEE = (FE/1000) \times Rend \times CC \times FC \quad (1)$$

Em que:

GEE: emissão do gás de efeito estufa [kg/mês];

FE: fator de emissão do GEE [g/km];

Rend: rendimento médio dos ônibus [km/l];

CC: consumo de combustível [l] e

FC: fator de caracterização do GEE [kg CO<sub>2eq</sub>/kg].

Para o cálculo do indicador de emissão de poluentes atmosféricos (CO, NO<sub>x</sub>, MP COMB, HCNM) foi utilizada a equação (2) seguindo a abordagem *bottom-up* do IPCC.

$$Pol.Atm = (FE/1000) \times Rend \times CC \quad (2)$$

Em que:

Pol.Atm: emissão do poluente atmosférico [kg/mês];

FE: fator de emissão do poluente atmosférico [g/km];

Rend: rendimento médio dos ônibus [km/l] e

CC: consumo de combustível [l].

Para o cálculo do indicador de consumo de combustível foi utilizada a equação (3).

$$CC = Dist \times CM \quad (3)$$

Em que

CC: consumo de combustível [l/mês];

Dist: distância total percorrida no mês [km] e

CM: consumo médio dos ônibus [l/km]

### 2.3. Cálculos das medidas

Para o cálculo da medida de emissão total de CO<sub>2</sub> eq foi utilizada a equação (4).

$$M.GEE = (GEE CO_2 + GEE CH_4 + GEE N_2O)/1000 \quad (4)$$

Em que:

M.GEE: emissão total dos GEE [t CO<sub>2</sub> eq];

GEE CO<sub>2</sub>: emissão de CO<sub>2</sub> [kg CO<sub>2</sub> eq];

GEE CH<sub>4</sub>: emissão de CH<sub>4</sub> [kg CO<sub>2</sub> eq];

GEE N<sub>2</sub>O: emissão de N<sub>2</sub>O [kg CO<sub>2</sub> eq];

Para o cálculo da medida de emissão de poluentes atmosféricos (CO, NO<sub>x</sub>, MP COMB, HCNM) foi utilizada a equação (5).

$$M.Pol.Atm = Pol.Atm/CC \quad (5)$$

Em que:

M.Pol.Atm: emissão de poluente atmosférico [g/kWh];

Pol.Atm: emissão de poluente atmosférico [g];

CC: consumo de combustível [kWh];

Para o cálculo da medida de consumo diário per capita de energia foi utilizada a equação (6). Os fatores de conversão entre tep, MJ e kWh foram utilizados para este cálculo.

$$E = CC \times DE/Pass \times Dia \quad (6)$$

Em que:

E: consumo diário per capita de energia [kWh/pass.dia];

CC: consumo de combustível [l];

DE: densidade energética [MJ/l];

Pass: quantidade de passageiros transportados no mês [pass] e

Dia: número médio de dias em um mês [dias].

### 3. COMPARAÇÃO E ANÁLISE DOS CENÁRIOS

A abordagem deste trabalho optou pela comparação e avaliação de dois cenários de mobilidade urbana sustentável, ou seja, por meio da comparação das mudanças relativas entre os indicadores e a avaliação das medidas em relação às metas. Uma queda no valor dos indicadores é um fator positivo, porém isso não significa que somente o cenário posterior é sustentável e outro não (Holden *et al.*, 2013). Significa que o segundo cenário está mais próximo do desenvolvimento sustentável e contribui mais para o atingimento de metas sustentáveis do que o primeiro.

A racionalização das linhas de ônibus provocou uma redução de 6,5% da quilometragem total percorrida pelas linhas. A quilometragem percorrida nos meses de julho de 2015 e julho de 2016 é apresentada na tabela 6.

Tabela 6

Quilometragem total percorrida pelas linhas de ônibus no município

Mês	Julho de 2015	Julho de 2016
Quilômetros percorridos [km]	55.884.695	52.260.058

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados dos RDOs (SMTR, 2016a).

Em relação ao indicador de emissão de GEE, o mês de julho de 2016 apresentou uma queda de 3.879.542 kg CO<sub>2</sub> eq/mês nas emissões de CO<sub>2</sub>, de 1.343 kg CO<sub>2</sub> eq/mês nas emissões de CH<sub>4</sub> e de 17.564 kg CO<sub>2</sub> eq/mês nas emissões de N<sub>2</sub>O, em comparação a julho de 2015

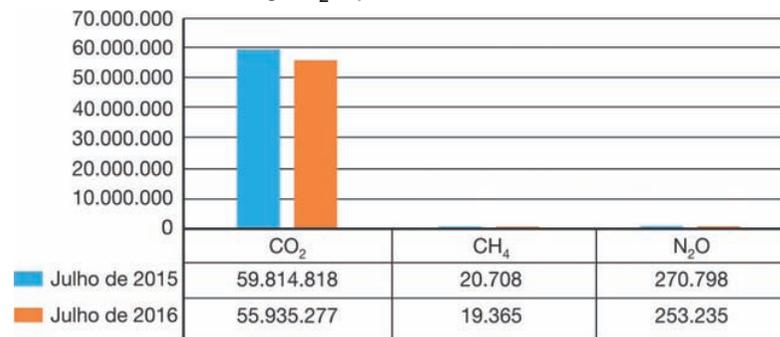


www.antp.org.br

(figura 3). Quanto à medida de emissão de GEE, há uma diminuição total de 3.898 t CO<sub>2</sub> eq. Isso corresponde a uma queda de 6,48% em relação a julho de 2015 e representa 0,2% da quantidade de emissões que devem ser reduzidas ao ano segundo a meta estadual, considerando apenas o setor de transportes (modo rodoviário).

Figura 3

Emissões de GEE, em kg CO<sub>2</sub> eq/mês

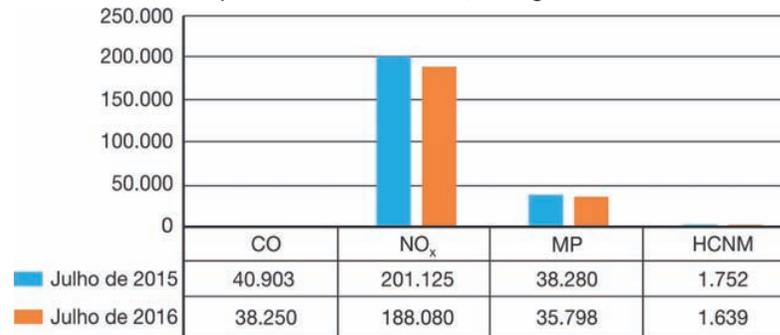


Fonte: Elaboração própria.

Em relação às emissões de poluentes atmosféricos, o mês de julho de 2016 apresentou uma queda de 2.653 kg/mês nas emissões de CO, de 13.045 kg/mês nas emissões de NO<sub>x</sub>, de 2.483 kg/mês nas emissões de MP e de 114 kg/mês nas emissões de HCNM, em comparação a julho de 2015 (figura 4). Quanto à medida de emissão de poluentes atmosféricos, o resultado é apresentado na tabela 7. A medida mais baixa, em relação ao padrão, é das emissões de HCMN, enquanto a medida de emissões de MP está acima do padrão (0,03g/kWh).

Figura 4

Emissões totais de poluentes atmosféricos, em kg/mês



Fonte: Elaboração própria.

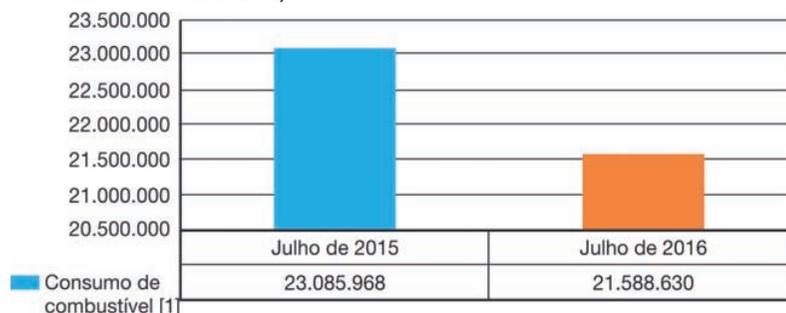
**Tabela 7**  
Emissões de poluentes atmosféricos referentes a julho de 2016, em g/kWh

Poluente	g/kWh
CO	0,1805
NO <sub>x</sub>	0,8877
MP	0,1690
HCNM	0,0077

Fonte: Elaboração própria.

Em relação ao indicador de consumo de combustível na operação dos ônibus, o mês de julho de 2016 apresentou uma queda 1.497.338 l/mês, em comparação a julho de 2015, o que representa uma queda de 6,94% (figura 5). Quanto à medida de consumo diário per capita de energia, foram consumidos 0,075 kWh/pass.dia na operação das linhas de ônibus em julho de 2016, o que representa 1,7% do limite estabelecido pela Internacional Energy Agency.

**Figura 5**  
Consumo de combustível, em l/mês



Fonte: Elaboração própria.

#### 4. CONCLUSÃO

A racionalização das linhas de ônibus provocou uma redução da quilometragem percorrida devido à redução dos percursos e, conseqüentemente, uma redução no consumo de combustível. Como as emissões dos gases de efeito estufa, as emissões dos poluentes atmosféricos e consumo energético estão relacionados diretamente a esse consumo, todos os três indicadores apresentaram uma redução.

Em relação às emissões de gases de efeito estufa, a queda de 0,2% das emissões é uma contribuição aparentemente baixa para o alcan-

ce das metas voluntárias federais. Porém, ao considerar que essa queda provém de uma única intervenção no setor de transportes (modo rodoviário) e que se limita apenas ao município do Rio de Janeiro e não a todo o estado, é possível considerar essa queda relevante e é uma contribuição para as metas voluntárias estaduais.

Em relação às emissões de poluentes atmosféricos, ressalva-se que não foram realizados testes em laboratório, como estabelecido pelo Conama, mas sim uma estimativa. Essa estimativa é mais representativa, pois o resultado engloba todas as ineficiências do sistema, como engarramentos e marcha lenta, enquanto os ensaios em laboratório são realizados sob condições controladas, menos próximas a um cenário real. Por conta disso, não é possível estabelecer uma avaliação entre os resultados obtidos por meio dos cálculos e os padrões do Proconve. Entretanto, o resultado dos indicadores demonstra que as emissões diminuíram e que, no caso do MP, é necessário reforçar o controle deste poluente e a importância do Programa Interno de Autofiscalização da Correta Manutenção da Frota quanto a emissão de fumaça preta (Ibama Portaria nº 85 de 1996).

Em relação ao consumo de energia, o consumo per capita diário de energia é significativamente menor (1,7%) do que o estabelecido pela Internacional Energy Agency. É um resultado significativo, pois o transporte é uma das atividades mais energo-intensivas, principalmente o modo rodoviário.

Uma limitação do estudo foi a ausência de análises de custos e análise social, focando apenas na análise ambiental. Outra limitação foi a ausência da lista da frota de ônibus com e sem ar condicionado, já que o rendimento varia com ausência ou presença deste. Assim, os resultados apresentam-se menos representativos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHOK, S.; PONRAHONO, Z.; OSMAN, M. M.; *et al.* A preliminary study of sustainable transport indicators in Malaysia: the case study of Klang valley public transportation. *Procedia Environmental Sciences*, v. 28, 2015, p. 464-473.
- BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Brasília, 2009.
- BRASIL. Resolução Conama nº 403, de 11 de novembro de 2008. Dispõe sobre a nova fase de exigência do Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores Proconve para veículos pesados novos (Fase P-7) e dá outras providências. Publicada no DOU nº 220, de 12 de novembro de 2008, seção 1, p. 92. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, 2008.
- CASTILLO, H.; PITFIELD, D. E. Elastic – A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. *Transport Research part D*, v. 15, 2009, p. 179-188.



- CHAKHTOURA, C. & POJANI, D. Indicator-based evaluation of sustainable transport plans: A framework for Paris and other large cities. *Transport Policy*, v. 50, 2016, p. 15-28.
- CORAZZA, M. V.; GUIDA, U.; MUSSO, A.; *et al.* A European vision for more environmental friendly buses. *Transportation Research part D*, v. 45, 2015, p. 48-63.
- DZIEKAN, K. Evaluation of measures aimed at sustainable urban mobility in European cities – Case study Civitas Mimosa. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 48, 2012, p. 3078-3092.
- EPA. *A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emissions*. United States Environmental Protection Agency, EPA420-P-02-001, 2002.
- FETRANSPOR. Setor em números. Federação das Empresas de Transportes de Passageiros do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.fetranspor.com.br/mobilidade-urbana-setor-em-numeros>. Acesso em: 19 dez. 2016
- GUDMUNDSSON, H. & SØRENSEN, C. H. Some use–Little influence? On the roles of indicators in European sustainable transport policy. *Ecological Indicators*, v. 35, 2012, p. 43-51.
- HAGHSHENAS, H. & MANOUCHEHR, V. Urban sustainable transportation indicators for global comparison. *Ecological Indicators*, v. 15, 2011, p. 115-121.
- HOLDEN, E.; LINNERRUD, K.; BANISTER, D. Sustainable passenger transport: Back to Brundtland. *Transportation Research part A*, v. 54, 2013, p. 67-77.
- HOUGHTON, J. T.; MEIRA FILHO, L. G.; CALLANDER, B. A.; HARRIS, N.; *et al.* *Climate change 1995: the science of climate change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg\\_1/ipcc\\_sar\\_wg\\_1\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/ipccreports/sar/wg_1/ipcc_sar_wg_1_full_report.pdf). Acesso em: 16 abr. 2017.
- KESERU, I.; BULCKAEN, J.; MACHARIS, C. Sustainable, participatory and practical: the NISTO evaluation framework for urban and regional mobility projects. *Transportation Research Procedia*, v. 13, 2016, p. 134-144.
- LIMA, J. P.; LIMA, R. da S.; SILVA, A. N. R. da. Evaluation and selection of alternatives for the promotion of sustainable urban mobility. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, v. 162, 2014, p. 408-418.
- MILLER, P.; BARROS, A. G. de; KATTAN, L.; *et al.* Analyzing the sustainability performance of public transit. *Transportation Research part D*, v. 44, 2016, p. 177-198.
- MMA. 2º Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários (Ano-base 2012). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/mdmx/~edisp/inea0031540.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- OLIVEIRA, C. M. de; D'AGOSTO, M. A.; ROSA, R. A.; ASSUNÇÃO, F. C. Low carbon logistics, green logistics & sustainable logistics: establishing concepts and scope. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, v. 26, 2016, p. 47-64.
- PDTU. Pesquisa de Origem e Destino. Plano Diretor de Transporte Urbano. Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 2003.
- RIO DE JANEIRO. Decreto nº 43.216, de 30 de setembro de 2011. Regulamenta a Lei nº 5.690, de 14 de abril de 2010, que dispõe sobre a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável. Poder Executivo, Câmara Municipal do Rio de Janeiro, 2011.
- SANTOS, A. S. & RIBEIRO, S. K. The role of transport indicators to the improvement of local governance in Rio de Janeiro City: A contribution for the debate on sustainable future. *Case Studies on Transport Policy*, v. 3, 2015, p. 415-420.



[www.antp.org.br](http://www.antp.org.br)

- SEA. Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Rio de Janeiro, Secretaria do Estado do Ambiente, 2010. Disponível em: [http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1925947/DLFE-67153.pdf/SEA\\_InventarioProduto4FINAL.pdf](http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1925947/DLFE-67153.pdf/SEA_InventarioProduto4FINAL.pdf). Acesso em: 19 dez. 2016.
- SMTR. Benefícios ao trânsito. Secretaria Municipal de Transportes, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smtr/racionalizacao/beneficios>. Acesso em: 12 jun. 2016a.
- \_\_\_\_\_. FAQ Ônibus. Secretaria Municipal de Transportes, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smtr/exibeconteudo?id=6254164>. Acesso em: 10 jul. 2016b.
- \_\_\_\_\_. Mudanças já realizadas nas linhas dos ônibus. Secretaria Municipal de Transportes, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smtr/racionalizacao/vejamudancas>. Acesso em: 12 jun. 2016c.
- \_\_\_\_\_. Transparência da Mobilidade, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/transparenciamobilidade/>. Acesso em: 19 dez. 2016d.
- TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, v. 14, 2003, p. 207-222.