

## ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA PRESENÇA DE CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO NA QUALIDADE DO AR URBANO: ESTUDO DE CASO EM FORTALEZA/CE

Wendy Fernandes Lavigne Quintanilha <sup>(1)</sup>

Bruno Vieira Bertoncini <sup>(2)</sup>

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes (PETRAN)

### RESUMO

A qualidade do ar é um tema de extrema relevância, pois afeta a saúde da população e a economia. Sabe-se que o setor de transportes é o que mais impacta na qualidade do ar nos centros urbanos, com destaque para os veículos pesados, que representam a maior parte da frota do transporte público. Diversas são as soluções empregadas para melhoria desse sistema, como as faixas exclusivas de ônibus. Costumeiramente, essas soluções visam melhoria de indicadores operacionais, como tempo de viagem, não considerando o impacto ambiental. Neste trabalho, propõe-se avaliar o impacto na qualidade do ar gerado pela implantação de faixas exclusivas de ônibus, por meio de uma análise passiva contínua de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub> em pares de vias com características semelhantes na cidade de Fortaleza-CE, uma com e outra sem faixa exclusiva. Os resultados obtidos permitirão uma análise de modo a considerar a influência da presença das faixas, além da influência meteorológica e do tráfego, indicando quais poluentes estão mais presentes e quais características das vias exercem maior influência sobre a qualidade do ar. Com isso, será realizado um diagnóstico da situação atual da qualidade do ar dessas regiões.

### 1. INTRODUÇÃO

A qualidade do ar é um assunto de extrema relevância, pois é diretamente relacionada à saúde da população em geral, e ao meio ambiente, afetando diversos setores da economia. Em 2016, estima-se que 7.6% das mortes mundiais foram ocasionadas pela poluição do ar; no, Brasil, representou mais de 50 mil óbitos (OMS, 2018). O setor de transportes é notoriamente reconhecido como um dos principais responsáveis pela poluição atmosférica, representando cerca de 36% das emissões totais de CO<sub>2</sub> (Observatório do Clima, IEMA, 2018). Em meio urbano, os automóveis representam cerca de 60% das emissões de CO<sub>2</sub>, enquanto os ônibus correspondem a 15,7%. Ao se considerar outros poluentes, como os óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e o material particulado (MP), a contribuição dos ônibus cresce (IPEA, 2011).

Avaliar o impacto das soluções de transportes na qualidade do ar torna-se essencial em uma realidade onde a preocupação ambiental é vista com maior relevância, devido aos seus impactos na saúde, no ambiente e na economia. Os corredores exclusivos de ônibus têm sido uma alternativa bastante popular nas grandes cidades brasileiras, com melhoria comprovada nas velocidades médias dos ônibus, por exemplo (MELO *et al.*, 2014). No entanto, por diversas vezes, o impacto ambiental dessas soluções não é considerado ou avaliado. Assim, verifica-se a necessidade de incluir a perspectiva ambiental quando da avaliação da implantação desta alternativa.

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho é analisar o impacto gerado pelos corredores exclusivos para transporte público por ônibus na qualidade do ar. Para tal, foram definidos os seguintes objetivos específicos: i) elaborar metodologia para avaliar o impacto na qualidade do ar de alternativas de operação em situações onde não há monitoramento prévio; ii) determinar a qualidade do ar em corredores de diferentes condições de operação (com ou sem faixa exclusiva); iii) determinar quais poluentes sofrem maiores impactos quando da presença de faixas exclusivas de ônibus; iv) determinar quais características dos corredores de ônibus que apresentam maior impacto na qualidade do ar, visando a qualidade do ar e; v) classificar os critérios que são relevantes na escolha das vias para implantação de corredores de ônibus,

considerando a qualidade do ar.

## 2. SÍNTESE DA REVISÃO TEÓRICA

No Brasil, por dia, quase 40 milhões de pessoas utilizam o ônibus, o que representa 86,3% de participação desse modo no transporte público coletivo (NTU, 2018). Com isso, é natural que muitas políticas de planejamento sejam voltadas para esse modal. Dentre as diversas soluções empregadas nesse segmento, destacam-se as faixas ou corredores exclusivos de ônibus. Elas estão presentes em diversas cidades do mundo, como Nova York, Londres e Istambul. De acordo com a Pesquisa Nacional de Mobilidade Urbana 2018 realizada em municípios com mais de 250 mil habitantes, 29 cidades brasileiras já utilizam essa estratégia para melhoria de seus sistemas de transporte público, totalizando mais de 800 km (BRASIL, 2018).

A maior parte dos trabalhos que avaliam as faixas exclusivas para ônibus constituem uma avaliação técnica de ganhos operacionais, em especial no Brasil (Melo *et al.*, 2014; Dutra e Becker, 2015; IPLANFOR, 2015; URBES, 2015; Hadas e Nahum, 2016). O impacto ambiental já é contemplado em alguns estudos, a maioria em âmbito internacional. Alguns consideram os efeitos sobre as emissões diretamente dos ônibus, levando em consideração redução do tempo de viagem e consequente redução de emissão de poluentes (IEMA, 2014; Alam *et al.*, 2014; Bai *et al.*, 2017).

Algumas pesquisas já fornecem resultados que enaltecem a melhoria da qualidade do ar quando da implantação de faixas exclusivas de ônibus, por meio de monitoramento contínuo dos níveis de poluentes (Beevers *et al.*, 2009; Bel e Holst, 2018; Soares *et al.*, 2018). Os efeitos, no entanto, são diretamente relacionados às dinâmicas urbanas e condições meteorológicas específicas de cada cidade.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O método encontra-se resumido na Figura 1.

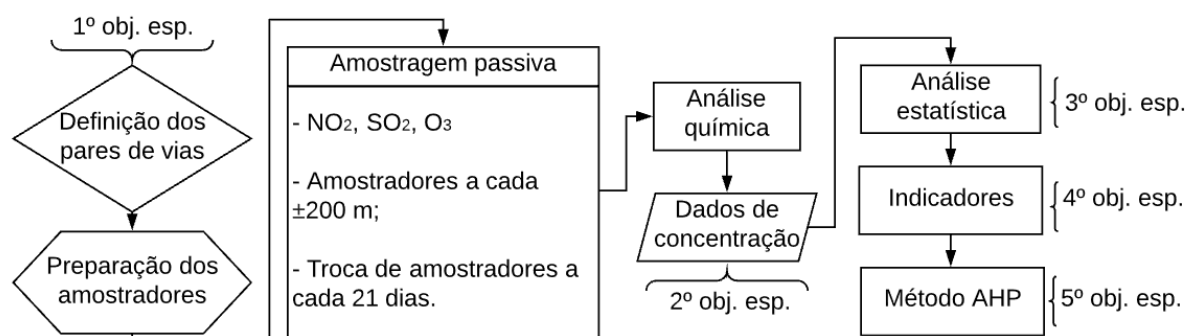


Figura 1: Fluxograma do método de pesquisa

Para definição dos pares de vias em estudo, foram estipulados critérios de comparação de modo a selecionar vias com características semelhantes no que diz respeito à classificação funcional, número de linhas de ônibus, número de pistas e faixas, orientação geográfica, e uso do solo; uma com e outra sem faixa exclusiva de ônibus. Além disso, a proximidade geográfica foi considerada a fim de reduzir influências externas. Assim, definiram-se dois pares de análise, sendo um de classificação Comercial e outro Arterial, de acordo com a LUOS (2017). As vias selecionadas encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1:** Vias de análise

Nome	Class. Funcional	Bairro	Faixa excl.	Linhas de ônibus	Faixas	Pistas	% US Com.	% US Res.
R. Gal. Sampaio	Comercial	Centro	Sim	64	2	1	82	16
R. 24 de Maio	Comercial	Centro	Não	60	2	1	71	19
R. Alm. Rubim	Arterial	Montese	Sim	12	2	1	28	65
R. Antônio Fiuza	Arterial	Montese	Não	10	2	1	31	58

Serão realizadas, então, coletas em campo das medidas de concentração de três poluentes ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  e  $\text{O}_3$ ) comuns do processo de combustão veicular. Essas coletas seguirão o método desenvolvido por Campos *et al.* (2010) de amostragem passiva, que se dará de modo contínuo, entre os meses de março e novembro, englobando período chuvoso, férias e tráfego usual; com troca de amostradores a cada 3 semanas. Os amostradores serão dispostos ao longo das vias em duplicatas, a uma distância aproximada de 200 m.

Os resultados de concentração dos poluentes serão obtidos por análise química, utilizando técnicas de cromatografia de íons ( $\text{SO}_2$  e  $\text{O}_3$ ) e espectroscopia ( $\text{NO}_2$ ). Após isso, será realizada uma análise estatística descritiva, verificando a validade e a significância dos dados. Por meio de técnicas de correlação temporal e espacial, será possível determinar quais poluentes sofrem maiores impactos; quais características dos corredores apresentam maior influência na qualidade do ar e quais são mais relevantes para a tomada de decisão sobre as faixas exclusivas.

Dados físicos e operacionais serão obtidos por observação em campo ao longo do ano, como o fluxo categorizado de veículos. A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) fornecerá as informações meteorológicas para o período de análise. Esses valores, juntamente com aqueles avaliados na etapa anterior, auxiliarão no diagnóstico da qualidade do ar das áreas de estudo, utilizando os valores de referência da legislação nacional e internacional.

#### **4. RESULTADOS ESPERADOS**

##### **4.1. Elaboração de metodologia**

Espera-se, ao final desse trabalho, definir uma metodologia que permita a avaliação do impacto na qualidade na concentração de poluentes em situações onde não haja monitoramento prévio à implantação de alternativas de transporte

##### **4.2. Determinação da qualidade do ar**

É esperada a definição as condições da qualidade do ar das vias em estudo, durante o período de análise.

##### **4.3. Impacto nos poluentes**

Espera-se determinar quais poluentes apresentam maiores alterações de concentração decorrentes da implantação da faixa exclusiva, se houver.

##### **4.4. Características dos corredores de ônibus**

Ainda, é esperado estabelecer quais características dos corredores de ônibus, tanto físicas quanto operacionais, influenciam a qualidade do ar de maneira significativa.

#### 4.5. Classificação de critérios

Por fim, almeja-se classificar os critérios mais relevantes para escolha de vias para implantação de novos corredores exclusivos de ônibus, tendo a melhoria da qualidade do ar como propósito.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao apoio financeiro da pesquisa do CAPES pela bolsa de mestrado; aos laboratórios LAT e LANÁGUA da UFC; e ao IFCE-Caucaia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT (1997) NBR 9547 – *Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro.
- Alam, A. et al. (2014) *A simulation of transit bus emissions along an urban corridor: Evaluating changes under various service improvement strategies*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, v. 31, p. 189–198.
- Bai, X. et al. (2017). *Evaluating lane reservation problems by carbon emission approach*. Transportation Research Part D, v. 53, p. 178–192.
- Beevers, S.; Carslaw, D.; Westmoreland, E. (2009) *Air pollution and emissions trends in London*. London: [s.n.].
- Bel, G.; Holst, M. (2018) *Evaluation of the impact of Bus Rapid Transit on air pollution in Mexico City* Germ. Transport Policy, v. 63, n. March 2017, p. 209–220.
- Brasil (2018) Ministério das Cidades. *Pesquisa Nacional de Mobilidade Urbana 2018*. Brasília.
- Brasil. (2010) Ministério do Meio Ambiente. *I Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários*. Brasília.
- Campos, V. P. et al. (2010) *Development and validation of passive samplers for atmospheric monitoring of SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S in tropical areas*. Microchemical Journal, v. 96, n. 1, p. 132–138.
- Da Silva (2015). *Análise de faixas segregadas para ônibus no continente americano*. Dissertação de Mestrado.
- Dutra, C. B., Becker, A. M. (2015) 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos, Santos/SP.
- Hadas, Y.; Nahum, O. E. (2016) *Urban bus network of priority lanes: A combined multi-objective, multi-criteria and group decision-making approach*. Transport Policy, v. 52, p. 186–196.
- IEMA (2014) *Avaliação dos efeitos da implantação de faixas exclusivas em SP: tempo de viagem, consumo de combustível e emissões de poluentes - 1a etapa -*. São Paulo: [s.n.].
- IPEA (2011) *Emissões relativas de poluentes do transporte urbano*. Boletim regional, urbano e ambiental. Brasília, 2011.
- IPLANFOR (2015) PlanMob. Fortaleza.
- Melo, C. P.; Sanches, E.; Ribeiro, M. M.; Rodrigues, F.; Melo, C. P. (2014) *Sobre o Impacto da Implantação de um corredor exclusivo para ônibus em centros urbanos: um estudo de caso para Belo Horizonte*. In: PANAN.
- NTU (2018). Disponível em <<https://www.ntu.org.br/novo/AreasInternas.aspx?idArea=7>> - Acesso em 05 dez. 2018.
- Observatório do Clima; IEMA. (2018) *Emissões dos Setores de Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos*. [s.l: s.n.].
- OMS (2018) *Global Health Observatory data repository*. Disponível em <<http://apps.who.int/gho/data/node.main.BODAMBIENTAIRDTHS?lang=en>> - Acesso em 07 jan. 2019.
- SOARES, L. M. et al. (2018) *Avaliação do impacto na qualidade do ar após implantação do BRS no Rio de Janeiro*. Revista Internacional de Ciências, p. 203–220.
- URBES (2015). *Estudo de prioridade ao transporte coletivo*. Disponível em <<https://www.urbes.com.br/uploads/faixa-exclusiva-novembro2015.pdf>> - Acesso em 06 dez. 2018

(1) Wendy Fernandes Lavigne Quintanilha (wendy@det.ufc.br)

(2) Bruno Vieira Bertoncini (bruviber@det.ufc.br)