

## ANÁLISE DE DESEMPENHO EM TRECHOS COM E SEM PRIORIDADE PARA O TRANSPORTE COLETIVO AO LONGO DE UM CORREDOR BRT

**Celio Gouveia Júnior**  
**Katarini Wanini Gonçalves de Araújo**  
**Maurício Oliveira de Andrade**  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

### RESUMO

Este artigo visa analisar em que medida a interferência do tráfego misto pode afetar o desempenho de um sistema BRT, em termos da velocidade operacional. O estudo foi conduzido no corredor Norte-Sul na Região Metropolitana do Recife (RMR), o qual foi dividido em quatro trechos de acordo com a interferência do tráfego misto e a configuração da infraestrutura viária. A partir dos dados coletados foi feita uma análise estatística dos tempos de viagem e, com o auxílio das pontuações atribuídas no BRT Standard (ITDP, 2016), foi possível verificar a variação no desempenho entre os trechos. Os resultados obtidos mostram que há uma diferença significativa no desempenho e, sobretudo, na qualidade do serviço entre os trechos com e sem prioridade para o BRT.

### ABSTRACT

This paper aims to analyze the extent to which mixed traffic interference can affect the performance of a BRT system in terms of operational speed. The study was conducted in the North-South corridor in the Metropolitan Region of Recife (RMR), which was divided into four sections according to the interference of the mixed traffic and the configuration of road infrastructure. From the collected data a statistical analysis of travel times was done and, with the aid of the scores attributed in the BRT Standard (ITDP, 2016), it was possible to verify the variation in the performance among the stretches. The results show that there is a significant difference in the performance and, above all, in the quality of the service between the stretches with and without priority for BRT.

### 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos fatores como o aumento populacional, a facilidade de crédito para a compra de automóveis e a limitação da infraestrutura viária dos centros urbanos contribuíram para que se tornasse cada vez mais difícil se locomover nas grandes cidades do país. Tornar o transporte público urbano atrativo é fundamental para atrair usuários do transporte individual e, por consequência, atenuar a situação caótica dos deslocamentos nas metrópoles. Entretanto, implementar um sistema de transporte eficiente, sobretudo em países em desenvolvimento, é uma tarefa difícil. Buscam-se, portanto, alternativas econômicas e, ao mesmo tempo, efetivas.

O BRT (*Bus Rapid Transit*) surge, então, como uma opção viável, já que, de acordo com Deng e Nelson (2013), o sistema pode oferecer um serviço de alta qualidade, semelhante a um serviço ferroviário, a um custo mais baixo e um período de implementação menor. O BRT, dessa maneira, se apresenta como uma ferramenta eficaz para atingir o objetivo de prover transporte público de qualidade. No entanto, segundo Spandou e Macário (2017), embora a imagem do sistema seja ideal, a implementação na vida real nem sempre consegue suprir as expectativas do modelo idealizado.

À medida que os sistemas BRT se espalharam pelo mundo, vários deles tiveram problemas de planejamento, implementação ou operação (WRIGHT; HOOK, 2017). Este é o caso do BRT implementado na Região Metropolitana do Recife (RMR), para o qual, durante o planejamento, foi prevista, em todos os trechos, uma velocidade operacional acima de 20 km/h (MAIA MELO ENGENHARIA, 2013). Contudo, o que se vê na prática, após sua inauguração, é uma operação aquém da esperada. Não obstante, devido à flexibilidade do sistema, há sempre margem para a implantação de melhorias.

Para realizar tal transformação de maneira efetiva é preciso, entretanto, analisar o quanto a ausência ou a má implementação de certos elementos-chave do BRT influenciam na diminuição do seu desempenho. Em outras palavras, para o potencial do sistema ser recuperado é necessário, antes de tudo, entender quais motivos levaram a um mau funcionamento. Pensando nisso, foi criado o BRT Standard (ITDP, 2016), um sistema de pontuação que classifica os corredores em quatro categorias: básico, bronze, prata e ouro. Além da intenção de avaliar os sistemas implantados em várias cidades, o BRT Standard foi idealizado com o objetivo de consolidar uma definição comum para o sistema, visto que cada BRT ao redor do mundo é concebido de maneira diferente.

As características básicas que um compõem um sistema BRT, de acordo com Tun *et al.* (2017), são: faixas exclusivas de ônibus fisicamente segregadas, plataformas de embarque em nível, coleta de tarifas fora do veículo, prioridade de passagem nas interseções e serviço limitado de paradas. Dentre estes elementos, já firmados como fundamentais para um bom funcionamento do BRT, estudos apontam que a presença de faixas exclusivas é o atributo mais determinante para um bom desempenho do sistema (GUNAWAN, 2015; LINDAU *et al.*, 2013; HENSHER, 2007). O BRT Standard (ITDP, 2016), inclusive, em seu método de avaliação, considera os sistemas que operam em tráfego misto como corredores de ônibus comuns e não como um BRT.

Diante desse quadro, o presente artigo pretende analisar em que medida o desempenho de um sistema BRT pode ser afetado pela interferência do tráfego misto durante sua operação. Para isso, avaliou-se a operação do corredor Norte-Sul na Região Metropolitana do Recife (RMR), por meio da comparação entre trechos do corredor que apresentam características contrastantes no que se refere à interferência do tráfego misto. Foram registrados dados do tempo de viagem da linha 1976 - Pelópidas (PCR) no horário de pico da manhã. E, então, a partir desses dados coletados, foi feita uma análise estatística das velocidades operacionais da linha, através da comparação dos dados com o auxílio das pontuações atribuídas no BRT Standard (ITDP, 2016), para verificar a variação no desempenho entre os trechos.

## 2. DESEMPENHO DE SISTEMAS BRT

A capacidade e a velocidade operacional figuram entre as principais medidas de desempenho de sistemas de transporte de alta demanda, como o BRT (PEREIRA *et al.*, 2013). É importante salientar, do mesmo modo, a importância de apreciar o desempenho sob o ponto de vista dos usuários existentes e potenciais, tanto para satisfazer quem já usa o sistema, como para atrair usuários do transporte individual motorizado. Para entender a qualidade do serviço, ou seja, a percepção do usuário sobre o transporte público (TRB, 2013), várias pesquisas têm sido realizadas ao redor do mundo (DE OÑA *et al.*, 2016; REDMAN *et al.*, 2013; DELL'OLIO *et al.*, 2011). Entre os elementos mais desejados pelos usuários podem-se citar: menor tempo de viagem e de espera, mais conforto e confiabilidade.

Segundo Tun *et al.* (2017), os elementos de desempenho estão conectados e a velocidade é o elo principal. Um aumento na velocidade pode fazer com que um sistema de transporte opere com mais ciclos por hora, aumentando assim a frequência e, por consequência, diminuindo o tempo de viagem e o tempo de espera. Além disso, com uma maior frequência há um aumento na capacidade do sistema, gerando uma diminuição da densidade de passageiros nos veículos e, portanto, um maior conforto.

A velocidade operacional é um fator chave na operação dos sistemas de transporte público, pois representa uma medida direta de desempenho e, ao mesmo tempo, afeta consideravelmente os custos do sistema. Alguns fatores determinam a velocidade operacional de um sistema BRT, como o tempo de permanência, a distância entre as estações, o nível de prioridade nas interseções e a influência do tráfego misto (CORTÉS *et al.*, 2011; WRIGHT; HOOK, 2017). O mau funcionamento de apenas um desses elementos pode comprometer de maneira significativa o desempenho do sistema. Entretanto, a interferência do tráfego geral é, possivelmente, a falha que mais prejudica o BRT como sistema.

A ausência de faixas exclusivas, além de interferir no desempenho, afeta fortemente a imagem do BRT. Hidalgo (2017) pontua que, apesar do BRT vir se espalhando pelo mundo, o sistema ainda não teve a capacidade de conquistar a plena confiança dos usuários. Para Hensher (2007) boa parte desta má reputação é creditada a ideia de que o BRT é atrasado por ser um sistema que faz uso de ônibus. A interferência do tráfego misto contribui para esse julgamento, dado que aspectos operacionais fundamentais para a imagem do sistema, como regularidade e menor tempo de viagem, estão intimamente relacionados à ausência de interferências.

Lindau *et al.* (2013) enfatizam que as faixas exclusivas são imprescindíveis para livrar os ônibus dos congestionamentos, geram aumentos na velocidade operacional e, por consequência, ganhos no desempenho. Já Gunawan (2015) vai além e destaca a importância da segregação física, já que em países em desenvolvimento, onde o regulamento de trânsito não é rigorosamente aplicado, o tráfego misto tende a ignorar as pinturas e invadir o corredor de ônibus com grande frequência. O BRT Standard (ITDP, 2016) reforça esta importância, pois, em seu sistema de avaliação, atribui uma maior pontuação para as faixas exclusivas segregadas fisicamente em relação as faixas exclusivas simples, cuja separação é feita por meio de pinturas, como se pode observar na Tabela 1.

**Tabela 1:** Pontos para avaliação do grau de segregação do corredor

Grau de segregação	Pontos
Faixa exclusiva segregada fisicamente	8
Faixa exclusiva diferenciada por cor, sem segregação física	6
Faixa exclusiva segregada através de uma linha	4
Sem faixa exclusiva	0

As características de projeto do BRT, que permitem que o sistema atinja uma velocidade operacional próxima ou superior a 20 km/h, o tornam um sistema atraente e diferente dos sistemas tradicionais de ônibus (TUN *et al.*, 2017). Podemos observar, através da Tabela 2, que para o BRT Standard (ITDP, 2016), do ponto de vista da velocidade operacional, um sistema é considerado ideal quando atinge velocidade operacional acima de 20 km/h

**Tabela 2: Pontos para avaliação da velocidade operacional**

Velocidade operacional	Pontos
20 km/h ou mais	0
entre 16 km/h e 19 km/h	-3
entre 13 km/h e 16 km/h	-6
13 km/h ou menos	-10

### 3. O BRT IMPLEMENTADO NA RMR

A Região Metropolitana do Recife (RMR) situa-se no centro da faixa leste litorânea nordestina, abrangendo grande parte do litoral pernambucano. A RMR, de acordo com as estimativas populacionais divulgadas pelo IBGE (2017), possui uma população de 3.991.488 habitantes e é composta por 15 municípios. O Recife foi escolhido como uma das sedes da Copa do Mundo de 2014 e, além da construção Arena Pernambuco, localizada em São Lourenço da Mata, havia a necessidade latente de uma melhoria na mobilidade urbana.

Pela viabilidade econômica, tempo curto para conclusão e pela possibilidade de adequação ao Sistema Estrutural Integrado (SEI), como é chamada a rede integrada de transporte público urbano da RMR, o BRT foi escolhido como a opção mais viável. O sistema BRT implantado na RMR, o Via Livre, possui dois corredores, o Leste-Oeste, que liga Camaragibe ao centro do Recife, e o Norte-Sul, que atende sete cidades.

Em alguns trechos das vias onde os atuais corredores de BRT passam já existiam corredores segregados com prioridade de ônibus (ITDP, 2017). O projeto do corredor Norte-Sul se aproveitou da infraestrutura favorável das rodovias BR-101 e PE-15. O trecho entre o início da BR-101 e o terminal integrado da PE-15, triplicado no início dos anos 2000, já possuía faixa de ônibus fisicamente segregada no canteiro central da pista. A Avenida Caxangá, principal trecho do corredor Leste-Oeste, diferentemente do principal trecho do corredor Norte-Sul, não possui faixa fisicamente segregada, e sim apenas uma faixa cuja segregação é visual. De acordo com o ITDP (2017), a segregação visual facilita invasões à faixa do BRT, o que se reflete na velocidade do corredor. Por isso, a velocidade operacional do corredor Leste-Oeste nos horários de pico é de 10% a 30% menor do que a do corredor Norte-Sul.

Uma característica comum a ambos os corredores é a diminuição progressiva de prioridade na via de acordo com o aumento da proximidade ao centro do Recife. De acordo com a REDE PGV (2010), Polos Geradores de Viagem (PGV) são locais que desenvolvem atividades capazes de atrair uma porção considerável de viagens, gerando assim um impacto significativo à mobilidade do seu entorno tal como, por exemplo, a demanda por espaços de estacionamento. Uma característica comum aos centros urbanos é uma aglomeração de PGVs. Delgado *et al.* (2014) pontuam que fatores como a procura por estacionamento e a predominância de ruas estreitas configuram-se diretamente como fatores determinantes na redução da velocidade média do tráfego, contribuindo com os congestionamentos cotidianos nos centros. Os corredores Norte-Sul e Leste-Oeste sofrem com a limitação do espaço viário e com a aglomeração de PGVs na região mais central da cidade do Recife.

### 4. METODOLOGIA

#### 4.1. Área estudada

Sendo o objetivo deste artigo investigar a influência do tráfego misto no desempenho de um sistema BRT, o corredor Norte-Sul foi escolhido como objeto deste estudo, uma vez que

possui, ao mesmo tempo, os trechos do sistema de BRT Via Livre que se encontram mais perto do ideal e segmentos onde o sistema é fortemente influenciado pelo tráfego misto. Por ser a linha BRT que possui a maior demanda no corredor e, conseqüentemente, a maior frequência de viagens, a linha 1976 - Pelópidas (PCR) foi escolhida para a análise. A linha tem como ponto inicial o terminal integrado (TI) Pelópidas Silveira, no município de Paulista, e ponto de retorno a estação Forte do Brum, localizada no Bairro do Recife, região central da cidade.

A linha 1976 - Pelópidas (PCR) percorre, na viagem de ida entre o TI Pelópidas Silveira e a estação Forte do Brum, um total de 17,2 km. O estudo dividiu o corredor em 4 trechos: (a) entre os terminais integrados Pelópidas Silveira e PE-15; (b) entre o TI PE-15 e a estação Mathias de Albuquerque; (c) entre a estação Mathias de Albuquerque e a estação Treze de Maio; (d) entre a estação 13 de Maio e a estação Forte do Brum.

O trecho (a) tem uma extensão de 4,8 km e sete estações intermediárias. O trecho da rodovia PE-15, entre os terminais integrados Pelópidas Silveira e PE-15, opera com duas faixas duplas de tráfego comum e uma faixa central em sentido duplo, segregada fisicamente das demais, onde as linhas de ônibus convencionais dividem o espaço com os ônibus do sistema BRT. Esse compartilhamento é possível por duas características da infraestrutura do corredor: faixas de ultrapassagem nas estações de BRT e baias de embarque e desembarque nas estações de ônibus comum à direita da pista. O corredor possui 11 retornos e 12 pontos de travessia de pedestres sem semaforização onde, na prática, a preferência é do BRT, cabendo aos motoristas e pedestres ter atenção ao cruzar o corredor. O trecho entre as estações Cidade Tabajara e Jupirá possui uma interseção onde o BRT não tem prioridade, o que acarreta em atrasos e na possível formação de comboios.

O trecho (b), com 3,2 km de extensão e três terminais intermediários, tem início no TI PE-15 e fim na estação Mathias de Albuquerque. Assim como no primeiro trecho o corredor BRT está localizado na faixa central da pista e é segregado fisicamente em todo percurso. Dois viadutos foram construídos para eliminar a interferência em dois cruzamentos, da PE-15 com a Avenida Chico Science e com a entrada do bairro de Ouro Preto, entretanto o trecho ainda possui três semáforos onde o BRT não tem prioridade.

O trecho (c) tem 5,8 km de extensão, seis estações intermediárias e contempla as avenidas Pan Nordestina, Agamenon Magalhães e Cruz Cabugá. Em todo o percurso, exceto em um pequeno trecho de acesso à estação Complexo de Salgadinho, o sistema opera em tráfego misto. O trecho dispõe de 17 semáforos, um número elevadíssimo considerando que o BRT é um sistema que necessita de prioridade nas interseções.

O último trecho, o (d), possui 3,4 km e vai da estação Treze de Maio até a estação Forte do Brum, localizada no Bairro do Recife. Neste trecho, que se encontra na área mais central do Recife, os veículos passam por vias mais estreitas como a rua do Riachuelo e avenida Dantas Barreto. Além disso o trecho conta com 12 semáforos.

#### **4.2. Coleta de dados**

A coleta de dados contempla a pesquisa bibliográfica e a coleta em campo. Com base na literatura foi estabelecido que a velocidade operacional é uma característica chave para um sistema de transporte público urbano, principalmente quando se trata de atrair novos usuários.

Em relação ao BRT os fatores que influenciam na velocidade operacional são: tempo de permanência, distância entre as estações, nível de prioridade nas interseções e influência do tráfego misto. Foi definido também que, dentre estes fatores, a influência do tráfego misto é o fator que causa o maior impacto e, por isso, será o foco desta análise.

Já na coleta de dados em campo foram obtidas informações sobre o funcionamento da linha estudada. Os dados foram obtidos em dias úteis no horário de pico da manhã, entre 6h e 7h, no mês de outubro de 2017. Os tempos foram medidos, de estação a estação, com o auxílio de cronômetros digitais e uma planilha de coleta de dados.

#### 4.3. Análise estatística dos dados

A verificação da influência do tráfego misto foi realizada por meio de uma análise estatística dos tempos de viagem coletados em campo. A análise, feita com o auxílio do *software* Excel (Microsoft Corporation, 2016), foi dividida em quatro etapas: cálculo da velocidade operacional média, cálculo do desvio padrão amostral, elaboração da curva de distribuição normal e comparação das médias através do teste t-Student.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1. Análise comparativa entre as velocidades operacionais

Os valores calculados para as médias e os desvios padrões amostrais são apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3:** Velocidade média e desvio padrão por trecho

Trecho	Velocidade operacional média (km/h)	Desvio padrão amostral (km/h)
(a)	23,444	2,313
(b)	21,198	2,485
(c)	16,844	2,574
(d)	13,656	2,529

É possível notar que as médias das velocidades operacionais diminuem a cada mudança de trecho. Nos trechos (a) e (b), onde o sistema opera mais perto do ideal, o desempenho foi satisfatório, como esperado. Em ambos a velocidade operacional supera os 20 km/h, ou seja, de acordo com a classificação do BRT Standard (ITDP, 2016), o desempenho dos trechos está dentro do ideal e nenhum ponto seria descontado. Como o BRT Standard não considera como corredor BRT trechos onde existe total influência do tráfego misto, os trechos (c) e (d) não participariam da avaliação. Porém, tratando a pontuação apenas como uma referência, o trecho (c) seria classificado uma faixa abaixo em relação aos trechos (a) e (b), o que significaria um decréscimo de três pontos. Já o trecho (d), o mais central, se destaca negativamente, e estaria duas classificações abaixo, onde são descontados seis pontos.

Todos os desvios padrões apresentam valores próximos. A diferença entre o maior e o menor é de 0,261, e são considerados baixos, entre 2 e 3. Isto demonstra que a dispersão é pequena e os dados coletados são uniformes.

##### 5.1.1. Comparação entre os trechos (a) e (b)

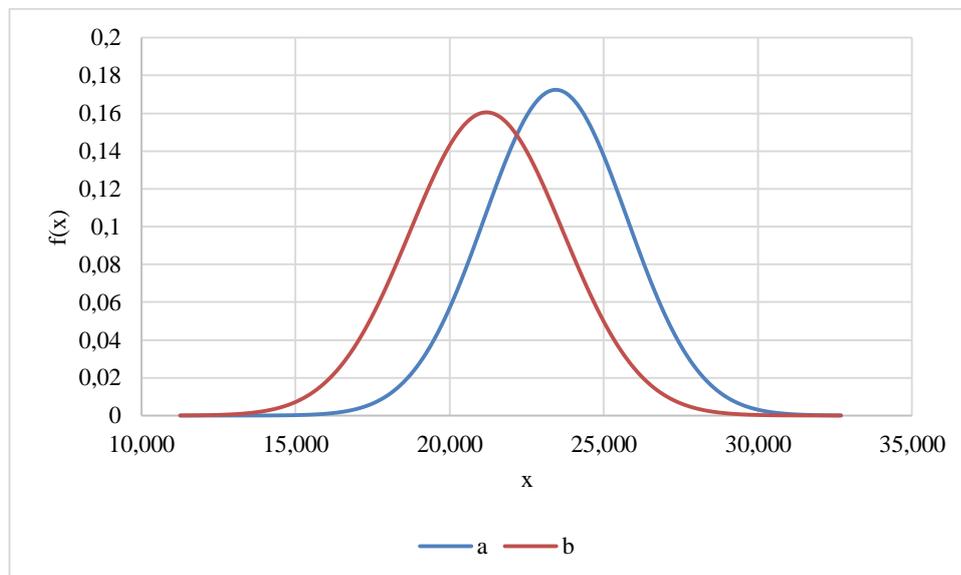
Os trechos (a) e (b) possuem configuração parecida, em ambos os veículos circulam em uma faixa central segregada fisicamente do tráfego misto. A dissemelhança está no número de

semáforos, são três no trecho (b) e apenas um no trecho (a). A Tabela 4 mostra os valores dos cálculos dos parâmetros do teste t-Student entre as médias dos trechos (a) e (b).

**Tabela 4:** Teste t-Student entre as médias dos trechos (a) e (b)

gl	22
t	2,292
P(T<=t) bi-caudal	0,032
t crítico bi-caudal	2,074

Sendo o t crítico menor que o t de Student temos que a diferença entre as médias das velocidades operacionais é significativa.



**Figura 1:** Distribuições normais das velocidades médias de viagem dos trechos (a) e (b)

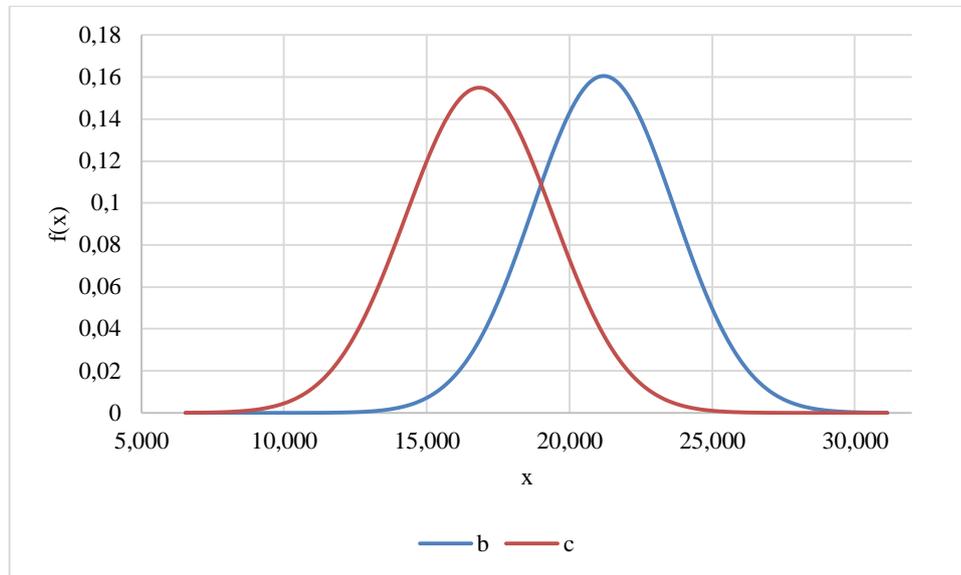
Como podemos perceber pela Figura 1 há uma queda no desempenho entre o trecho (a) e o trecho (b). Sabendo que a falta de prioridade de sinal afeta consideravelmente o desempenho de um sistema BRT, pode ser estabelecido que a maior presença de semáforos no trecho (b) foi determinante para a diminuição da velocidade operacional.

#### 5.1.2. Comparação entre os trechos (b) e (c)

No que se refere a influência do tráfego misto, entre os trechos (b) e (c), há uma grande diferença. O corredor passa por uma transição abrupta, os veículos que operavam em uma faixa central segregada fisicamente do tráfego misto passam, a partir do trecho (c), a circular junto com os automóveis. O efeito dessa mudança tem influência direta na alteração do desempenho do sistema, como se pode ver pela diferença entre as médias das velocidades operacionais dos dois trechos. A Tabela 5 apresenta resultados definitivos, do ponto de vista estatístico, que provam que há uma diferença significativa entre as médias, confirmando, desta maneira, a queda de desempenho entre os corredores.

**Tabela 5:** Teste t-Student entre as médias dos trechos (b) e (c)

gl	22
Stat t	4,215
P(T<=t) bi-caudal	0,000
t crítico bi-caudal	2,074

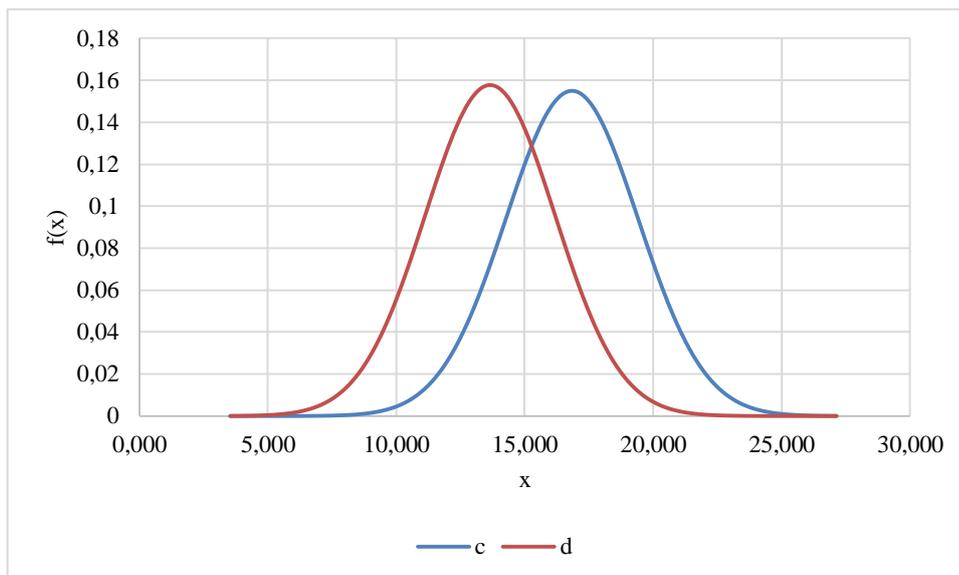


**Figura 2:** Distribuições normais das velocidades médias de viagem dos trechos (b) e (c)

Outro fator, além da interrupção da prioridade de passagem, que influencia fortemente na redução da velocidade operacional, é que o trecho (c) possui uma quantidade excessiva de semáforos, são dezessete. Isso se dá, principalmente, por boa parte do trecho se localizar na zona central do Recife, onde há um maior uso e ocupação do solo.

### 5.1.3. Comparação entre os trechos (c) e (d)

O trecho (c) se inicia na estação Mathias de Albuquerque, ainda no subúrbio, e a partir do subtrecho entre as estações Complexo de Salgadinho e Tacaruna, ingressa na área central do Recife. Já o trecho (d) está totalmente imerso na área mais central da cidade. A diferença da velocidade calculada entre os trechos não é tão grande como, por exemplo, entre os trechos (b) e (c), pois em ambos o sistema opera em tráfego misto. Entretanto, fatores como a predominância de ruas mais estreitas e a intensa movimentação de pedestres fazem com que haja uma queda no desempenho. As médias podem ser comparadas mais precisamente através do Gráfico 3. Já a Tabela 6 mostra que há uma diferença significativa entre as médias das velocidades operacionais.



**Figura 3:** Distribuições normais das velocidades médias de viagem dos trechos (c) e (d)

**Tabela 6:** Teste t-Student entre as médias dos trechos (c) e (d)

gl	22
Stat t	3,059
P(T<=t) bi-caudal	0,006
t crítico bi-caudal	2,074

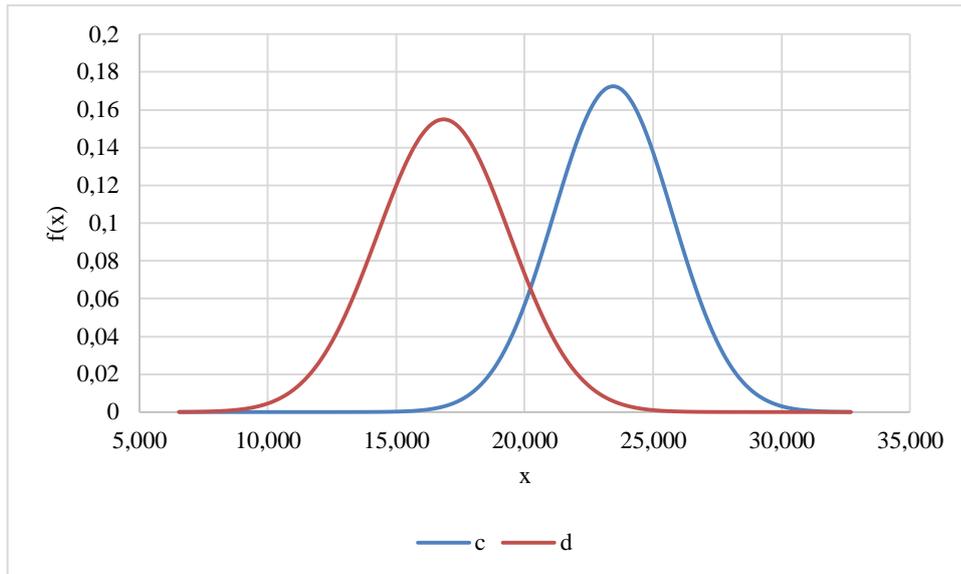
#### 5.1.4. Comparação entre os trechos (a) e (c)

Dentre as comparações possíveis, a mais relevante, tendo em vista investigar a influência do tráfego misto no desempenho do corredor Norte-Sul, é entre os trechos (a) e (c). Essa comparação poderia ser, por exemplo, entre os trechos (a) e (d), onde a diferença entre as velocidades operacionais é a maior, porém, do ponto de vista da infraestrutura das vias, é mais pertinente uma comparação entre os trechos (a) e (c).

Isso porque os trechos (a) e (c) tem, respectivamente, 4,8 km e 5,8 km de comprimento, representando, desta maneira, os maiores trechos do percurso. O trecho (c), assim como o (d), possui interferência do tráfego misto, porém na maior parte da sua extensão as vias são dotadas de três faixas, diferentemente do trecho (d), onde os veículos operam em vias mais apertadas.

**Tabela 7:** Teste t-Student entre as médias dos trechos a e c

gl	22
Stat t	6,606
P(T<=t) bi-caudal	1,212E-06
t crítico bi-caudal	2,074



**Gráfico 4:** Distribuições normais das velocidades médias de viagem dos trechos a e c

Como podemos verificar, através da Tabela 7, o  $t$  crítico é menor do que o  $t$  calculado, ou seja, a diferença entre as médias é significativa. É feito, portanto, o questionamento se a diferença entre um trecho onde o veículo opera em uma faixa central segregada fisicamente do tráfego misto e outro onde o veículo circula livremente entre três faixas, porém acompanhado do tráfego comum, é realmente significativa.

No que se refere ao padrão BRT Standard (ITDP, 2016) o trecho (a) se encontra dentro do ideal já que possui uma velocidade operacional acima de 20 km/h. Já o trecho (c) se encontra na faixa entre 16 e 19 km/h, todavia, apesar de não estar dentro da faixa ideal, o decréscimo no patamar em relação ao trecho (a) é de apenas uma faixa classificatória. Do ponto de vista estatístico há uma defasagem entre as médias das velocidades operacionais, a diferença é de 6,6 km/h. Se o BRT operasse no trecho (c) com a mesma velocidade do trecho (a) isso representaria, aproximadamente, uma economia de 6 minutos no tempo de viagem.

Fica claro, então, que há uma queda no desempenho, porém, considerando que entre os trechos há uma grande diferença no que se refere a influência do tráfego misto e interferência nos semáforos, pode-se inferir que essa diferença não é tão grande e a velocidade comercial do trecho (c) é aceitável do ponto de vista operacional.

Entretanto, há uma grande diferença quando se trata da qualidade de serviço. Apesar da análise mostrar que o desempenho de serviço no trecho (c) é razoável, se comparado com o trecho (a), a mudança de prioridade na via é ruim do ponto de vista dos usuários existentes e potenciais. Sabendo que o BRT, por ser baseado em ônibus, não é consolidado como um sistema de transporte moderno no imaginário da população, mais do que um bom desempenho propiciado pela operação em vias segregadas fisicamente, é necessário que os corredores tenham prioridade total de passagem para que a imagem do sistema melhore, satisfazendo os usuários existentes e atraindo os usuários em potencial.

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Por ser um sistema economicamente acessível e, ao mesmo tempo, oferecer um serviço de alta qualidade, várias cidades vem optando pelo BRT em detrimento de outros sistemas de transporte. Entretanto, em muitos deles, após a implementação não foi atingido um desempenho satisfatório, como no caso do BRT implementado na RMR. O desenvolvimento do presente artigo possibilitou avaliar em que medida o desempenho do corredor Norte-Sul pode ser afetado pela ausência de prioridade em alguns trechos. A partir da análise das velocidades operacionais foi possível verificar que há uma diferença relevante no desempenho.

O corredor foi dividido em quatro trechos para, através da comparação entre as médias das velocidades operacionais, ser feita uma análise das variações de desempenho no percurso. Dentre estas comparações, a mais relevante, é entre o trecho (a), onde há prioridade de passagem e apenas um semáforo, e o trecho (c), onde não há prioridade de passagem e 17 semáforos. A média das velocidades operacionais calculada para o trecho (a) foi de 23,444 km/h, já a média calculada para o trecho (c) foi de 16,844 km/h.

A média das velocidades operacionais do trecho (c), ao contrário da médias das velocidades do trecho (a), não se encontra dentro da faixa ideal, ou seja, está abaixo dos 20 km/h (Tun *et al.*, 2017; ITDP, 2016). Do ponto de vista operacional, entretanto, a distinção entre as médias não é tão significativa. O decréscimo no patamar da velocidade no trecho (c) em relação ao trecho (a), no que se refere ao padrão BRT Standard (ITDP, 2016), é de apenas uma faixa classificatória. Contudo, do ponto de vista da qualidade do serviço, há uma diferença considerável. Sabendo que o BRT, por ser baseado em ônibus, ainda não se consolidou no imaginário dos usuários como um sistema confiável (HIDALGO, 2017), além de proporcionar um melhor desempenho, a operação em vias segregadas é fundamental para que o BRT conquiste a credibilidade necessária para fidelizar os usuários existentes e atrair os usuários potenciais.

Por fim, vale salientar que, além da operação em tráfego misto, a grande quantidade de semáforos no trecho (c) teve grande influência na queda do desempenho. Hidalgo e Muñoz (2014) enfatizam que, para se reduzir os atrasos nas interseções, uma das soluções mais adotadas tem sido a implantação de sistemas de prioridade nos semáforos. Porém, de acordo Araújo (2018), para que haja prioridade nas interseções é preciso, antes de tudo, que o sistema opere em uma faixa exclusiva. Pode-se concluir, então, que uma melhora no corredor Norte-Sul, em termos de desempenho e qualidade do serviço, passa pela mudança de prioridade de passagem nas avenidas Pan Nordestina, Agamenon Magalhães e Cruz Cabugá.

A análise estatística, juntamente com a fundamentação teórica, foi satisfatória para definir que a segregação em relação ao tráfego misto é fundamental para o corredor Norte-Sul. Porém, em trabalhos futuros seria relevante estudar, mais detalhadamente, como o tempo de permanência, a distância entre as estações e o nível de prioridade nas interseções (WRIGHT; HOOK, 2017) interferem no desempenho do corredor.

## REFERÊNCIAS

Araújo, K. W. G. (2018) Planejamento de rede de transporte urbano e os centros atratores de viagens: uma perspectiva de otimização baseada em redes de Petri. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental/UFPE, Recife.

- Cortés, C. E.; J. Gibson; A. Gschwender; M. Munizaga e M. Zúñiga (2011) Commercial bus speed diagnosis based on GPS-monitored data. *Transportation Research Part C*, v. 19, p. 695–707.
- De Onã, J.; R. De Onã e G. López (2016) Transit service quality analysis using cluster analysis and decision trees: a step forward to personalized marketing in public transportation. *Transportation*, v. 43, n. 5, p. 725-747.
- dell’Olio, L.; A. Ibeas e P. Cecin (2011) The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, v. 18, p. 217-227.
- Delgado, J. P. M.; R. L Santos Junior; E. G. V. Jesus; P. L. Brito e V. O. Fernandes (2014) O impacto da concentração espacial dos estacionamentos no centro da cidade de Salvador: interrelações com o tráfego e nas atividades urbanas. *PLURIS 2014, 6º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, Lisboa, p. 1210-1221.
- Deng, T. e J. D. Nelson (2013) Bus Rapid Transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts. *Research in Transportation Economics*, v. 39, p. 108-113.
- Gunawan, F. E. (2015) Empirical Assessment on Factors Affecting Travel Time of Bus Rapid Transit. *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*, v. 7, n. 1, p. 327-334.
- Hensher, D. A (2007) Sustainable public transport systems: Moving towards a value for Money and network-based approach and away from blind commitment. *Transport Policy*, v. 14, p. 98-102.
- Hidalgo, D. (2017) Bus Rapid Transit: End of a Love Affair in Latin America and South Asia? No, moving to a serious and long lasting relationship. *Thredbo International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport*, Estolcomo.
- Hidalgo, D. e J. C. Muñoz (2014) A review of technological improvements in bus rapid transit (BRT) and buses with high level of service (BHLS). *Public Transport*, v. 6, p. 185-213.
- IBGE. Estimativas da População Residente nos Municípios Brasileiros e Unidades da Federação. (2017) [ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas\\_de\\_Populacao/Estimativas\\_2017/estimativa\\_dou\\_2017.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2017/estimativa_dou_2017.pdf). Accessed 05.12.17.
- ITDP (2016) *The BRT Standard - 2016 Edition*. Institute for Transportation and Development Policy.
- ITDP (2017) *Sistema Via Livre de BRT: Avaliação de resultados e recomendações de melhorias*. Recife: ITDP Brasil.
- Lindau, L. A.; G. S. Petzhold; C. A. M. Silva e D. Facchini (2013) BRT e Corredores Prioritários para Ônibus: panorama no continente americano. In: *XXVII ANPET-Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*.
- MAIA MELO ENGENHARIA (2013) *Grande Recife Consórcio de Transporte. Corredor de Transporte Público de Passageiros Norte-Sul: Relatório de Projeto de Infraestrutura do Sistema de Gestão Operacional do Corredor Norte-Sul*. Recife.
- Microsoft Corporation (2016) *Excel 2016*. Washington.
- Pereira, B. M.; L. A. Lindau; M. C. Diógenes e R. A. Castilho (2013) Avaliação do desempenho limite de corredores Bus Rapid Transit (BRT) sem ultrapassagem. *Revista Transportes*, v. 21, n. 1, p. 5-13.
- REDE PGV. O que é um PGV. Rede Ibero-americana de Estudos em Polos Geradores de Viagens. (2016) <http://redpgv.coppe.ufrj.br>. Accessed 10.05.18.
- Redman, L.; M. Friman; T. Gärling e T. Hartig (2013) Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. *Transport Policy*, v. 25, p. 119-127.
- Spandou, M. e R. Macário (2017) Institutional design challenges: a review of BRT systems. *Thredbo International Conference Series on Competition and Ownership in Land Passenger Transport*, Estolcomo.
- TRB (2013) *Transit Cooperative Highway Research Program (TCRP) Report 165: Transit Capacity and Quality of Service Manual*. National Academy of Sciences: Washington.
- Tun, T. H.; P. Guarda; C. Ramos e D. Hidalgo (2017) Understanding Bus Rapid Transit (BRT) Performance: Examining the Relationship between Speed and BRT Design Indicators. *Thredbo Conference*, Estolcomo.
- Wright, L. e W. Hook (2017) *The BRT Planning Guide*. New York: Institute for Transportation and Development Policy.