

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DA SEGURANÇA VIÁRIA DO *BUS RAPID TRANSIT* DA AVENIDA BEZERRA DE MENEZES

Caio Assunção Torres

Lara Bastos Bezerra

Mário A. N. Azevedo Filho

Departamento de Engenharia de Transportes | Universidade Federal do Ceará

Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania | Prefeitura de Fortaleza

RESUMO

O sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) é considerado uma das soluções de mobilidade mais completa e eficiente para as médias e grandes cidades. Entretanto, os aspectos de Desempenho da Segurança Viária (DSV) dos sistemas BRT, não são tão bem compreendidos e avaliados quanto os seus já bem documentados impactos operacionais e ambientais. O presente artigo avaliou o DSV do BRT da Av. Bezerra de Menezes, em Fortaleza, a partir de uma análise do tipo antes e depois com grupo de controle. O resultado apresentou fortes indícios de que a implantação do corredor BRT contribuiu para o aumento da violência do trânsito na via em estudo envolvendo, principalmente, os ônibus. Foram identificados dois pontos onde se concentraram os acidentes com vítimas envolvendo ônibus. Uma análise detalhada dos acidentes e inspeção *in loco* permitiu a identificação dos principais fatores de riscos e a proposição de soluções para melhorar o DSV nesses locais.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os sistemas prioritários para ônibus têm se tornado uma solução atrativa para atender as necessidades de mobilidade urbana, devido aos custos de capital e tempos de construção relativamente menores quando comparados aos de um sistema de transporte coletivo ferroviário (Lindau *et al.*, 2013). No Brasil, a realização de dois megaeventos esportivos (Copa do Mundo 2014 e as Olimpíadas 2016) abriram possibilidades para uma nova era dos transportes públicos coletivos em algumas cidades do país, pois motivou o governo federal a executar os Programas de Aceleração do Crescimento (PAC). Os investimentos do PAC possibilitaram, a estas cidades, olharem com mais atenção para a mobilidade urbana e o transporte público coletivo (BRTBRASIL, 2013).

O sistema *Bus Rapid Transit* (BRT), que é considerado a solução de mobilidade e transporte por ônibus mais completa e eficiente para as médias e grandes cidades, foi o maior beneficiário desses investimentos. Entretanto, os aspectos de Desempenho da Segurança Viária (DSV) dos sistemas BRT não são, geralmente, tão bem compreendidos e avaliados quanto, por exemplo, os documentados impactos nos tempos de viagem, emissões de gases do efeito estufa e poluentes locais e, até mesmo, na valorização do solo.

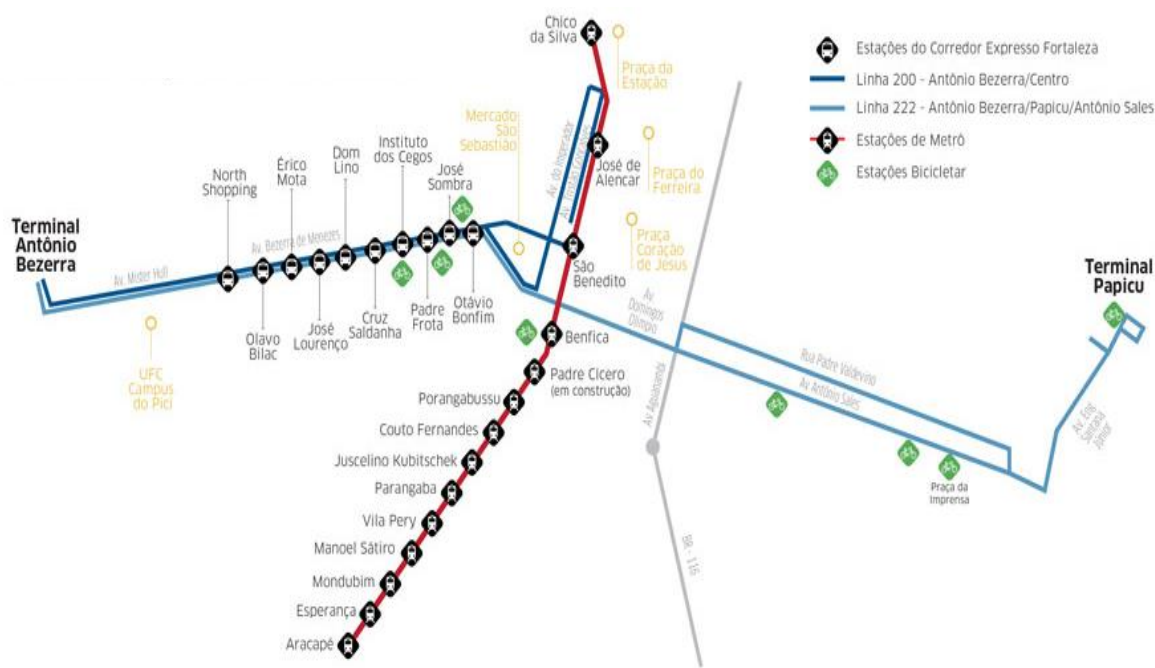
Com a crescente popularidade desses sistemas, vários estudos e manuais de planejamento foram produzidos, ilustrando as diferentes opções de projeto, seus impactos sobre o desempenho operacional dos sistemas e descrevendo alguns dos desafios institucionais à sua implantação. EMBARQ (2015) produziu um dos primeiros relatórios a tratar da melhoria da segurança em conjunto com o atendimento das crescentes necessidades de mobilidade. Esse relatório fornece recomendações detalhadas para incorporar a segurança no projeto, planejamento e operação de diferentes sistemas de ônibus, baseadas em análises de dados, auditorias e inspeções de segurança viária de sistemas de ônibus existentes na área.

Este trabalho tem o objetivo de avaliar o Desempenho da Segurança Viária do BRT da Av. Bezerra de Menezes e propor alternativas de intervenções, aplicando as recomendações do

relatório da EMBARQ (2015), para melhorar a qualidade do sistema sob a ótica da segurança viária. Assim, este sistema de transporte pode atingir todo o seu potencial de melhoria da qualidade de vida dos seus usuários e demais pessoas impactadas pelo mesmo.

2. CARACTERIZAÇÃO DO BRT DA BEZERRA DE MENEZES

A Prefeitura Municipal de Fortaleza vem trabalhando no sentido de melhorar a fluidez no trânsito da cidade, priorizando e dando celeridade ao transporte público e coletivo, como cumprimento da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Em uma primeira etapa, implantou o Corredor Antônio Bezerra - Papicu (Figura 1), com extensão de 17,4 quilômetros. O corredor passa pelo centro da cidade, integrando-se ao metrô e ao sistema de bicicletas compartilhadas (Bicicletar). Este corredor compõe o projeto Expresso Fortaleza, um dos programas de melhorias em mobilidade urbana planejados para receber a Copa do Mundo de 2014.



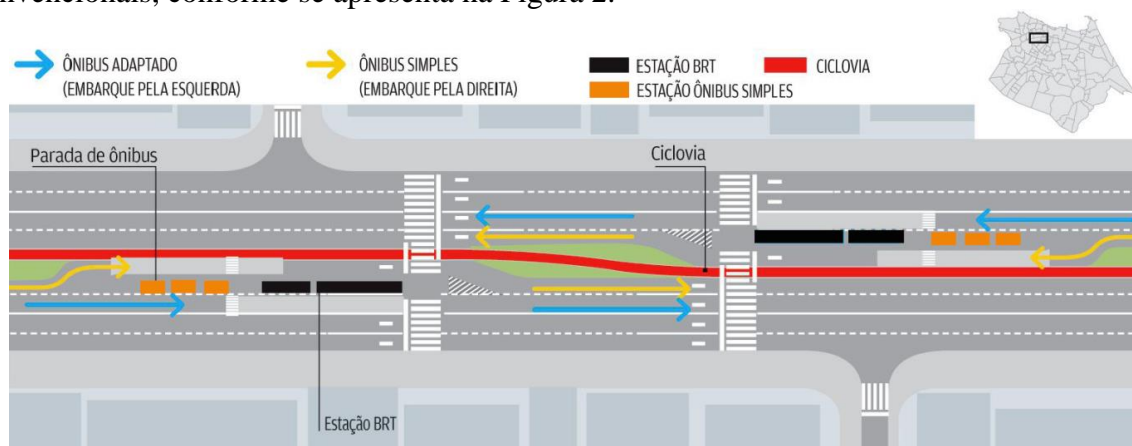
Fonte: SEINFRA, 2015.

Figura 1: Corredor expresso proposto para Fortaleza.

Na primeira etapa do projeto se deu a implantação de um sistema do tipo *Bus Rapid Service* (BRS) na Avenida Bezerra de Menezes. Este sistema de faixas preferenciais para ônibus com segregação parcial dos demais veículos, foi implantado em 2012. Apesar de ter proporcionado ganhos para a velocidade dos transportes públicos, beneficiando mais de 300 mil passageiros que circulam pela avenida diariamente, este sistema constituiu uma medida de curto prazo até a implantação do BRT.

O sistema BRT configura corredores exclusivos ao transporte coletivo, totalmente separados do tráfego dos demais tipos de veículos, com o embarque e desembarque realizado no canteiro central, em estações que permitem o pagamento da passagem antes do embarque no ônibus, diminuindo o tempo de parada e dispensando o uso da catraca nos ônibus, dando mais espaço ao seu interior (BRTBRASIL, 2013). Deve-se ressaltar que a etapa do pagamento, ou validação de bilhetes, nas estações ainda não está em operação.

Apesar de fazer parte do pacote de obras motivadas pela realização da Copa do Mundo, as obras do BRT na Avenida Bezerra de Menezes iniciaram em maio de 2014, um mês antes do evento, e foram concluídas no final do mesmo ano. Sua inauguração aconteceu em abril de 2015, com os primeiros 8,2 km de extensão, ligando o bairro Antônio Bezerra ao Centro da cidade. Ele é composto por 11 estações em funcionamento, sendo dez na Av. Bezerra de Menezes e uma na Rua Meton de Alencar. Essas estações possuem duas partes, uma elevada para embarque e desembarque dos ônibus adaptados ao sistema BRT, com portas do lado esquerdo, e a outra com os abrigos localizados nos acessos as plataformas, para ônibus convencionais, conforme se apresenta na Figura 2.



Fonte: Os autores

Figura 2: Mapa esquemático de um trecho do corredor.

Cada estação é equipada com três portas automatizadas para os ônibus adaptados, rampas, barras de proteção, equipamentos sonoros e luminosos, piso tátil para acessibilidade de deficientes visuais, mapas de localização em Braille e painéis de informações sobre o sistema. A estrutura permitiu a incorporação de duas novas classes de ônibus, os pesados, com capacidade para 90 passageiros, e os articulados, com capacidade para 150 pessoas.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO E RESULTADOS

Este estudo foi realizado nas etapas de: (a) coleta dos dados de acidentes; (b) análise “antes e depois” com grupo de controle; (c) georreferenciamento/definição de trechos críticos e (d) proposição de alternativas de intervenções.

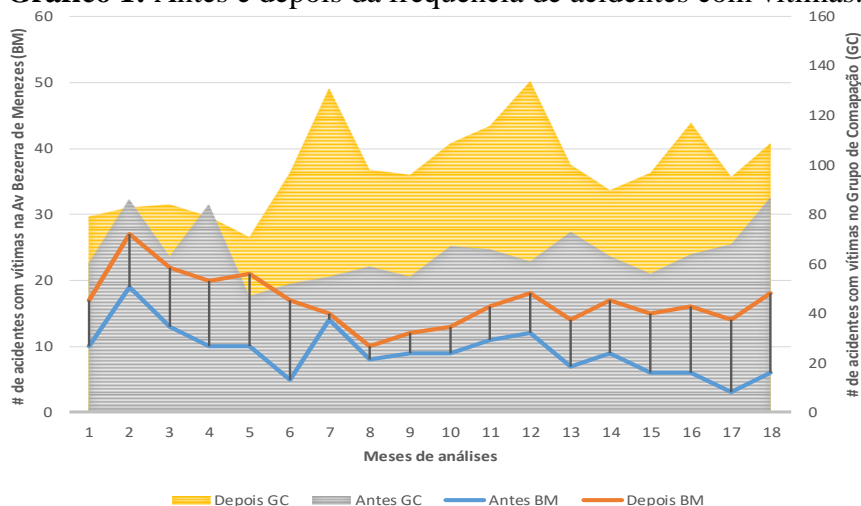
3.1 Coleta dos dados de Acidentes de Trânsito

Os dados de acidentes de trânsito foram coletados no Sistema de Informação de Acidentes de Trânsito (SIAT), gerenciado pela Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania (AMC). O órgão forneceu as informações consolidadas de janeiro de 2007 até dezembro de 2016 (Fortaleza, 2017). O intervalo da análise do período pós-implantação do BRT foi definido a partir da data de inauguração, mais três meses de adaptação da população, até a data de disponibilização dos dados consolidados de acidentes. Portanto, o período do estudo pós-implantação foi de julho de 2015 a dezembro de 2016, totalizando 18 meses.

Desde 2012, a Av. Bezerra de Menezes passou por constantes alterações, conforme descrito anteriormente. No esforço de capturar a DSV da Av. Bezerra de Menezes sem sistemas prioritários para transporte coletivo, escolheu-se para o cenário de “antes” o período de julho de 2010 a dezembro de 2011, também totalizando 18 meses.

Além dos dados da via em análise, foram coletados, para os mesmos períodos, dados de mais cinco vias municipais com características similares, nas quais não houve implantação de BRT. Estas compuseram o grupo de controle do estudo antes e depois. Foram elas as Av. José Bastos, Av. Presidente Castelo Branco, Av. Cel. Matos Dourado, Av. Godofredo Maciel e Av. Gen. Osório de Paiva (trecho urbano). O Gráfico 1 apresenta a distribuição temporal dos acidentes registrados no SIAT nos períodos antes e depois da implantação do BRT, para a Av. Bezerra de Menezes (BM) e o Grupo de Controle (GC).

Gráfico 1: Antes e depois da frequência de acidentes com vítimas.



É importante destacar que o incremento no número de acidentes com vítimas pode não significar um aumento da violência no trânsito na cidade e sim uma melhoria na reportabilidade dos acidentes no SIAT. Com o grupo de controle pretende-se diferenciar o impacto da intervenção da aleatoriedade geral dos dados de acidente e do impacto de outras políticas ou tendências em nível local e nacional. Comparações simples de contagens de acidentes não levam em consideração estes fatores e podem induzir a resultados imprecisos.

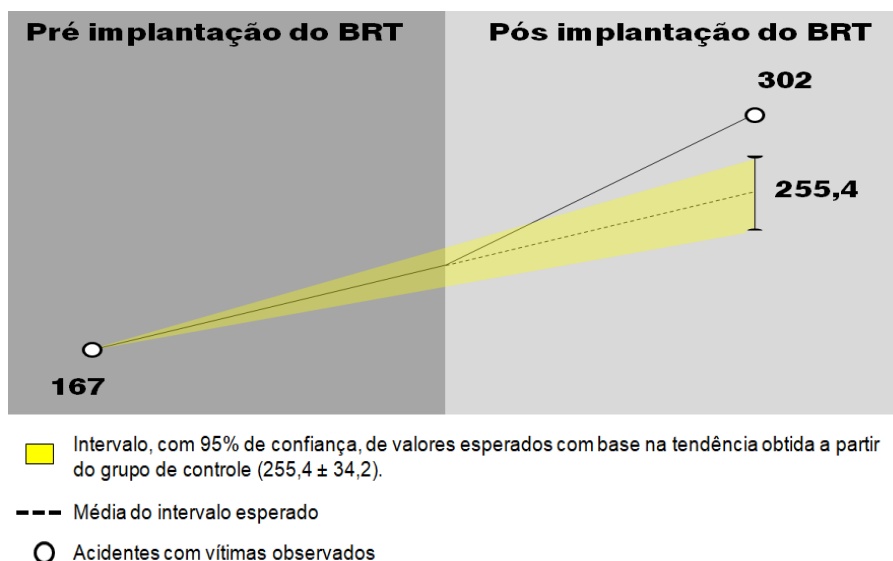
3.2 Análise antes e depois com grupo de controle

A utilização do grupo de controle permite mensurar as tendências gerais e separá-las do efeito do BRT na avaliação da segurança viária do sistema. A premissa básica é a de que um mesmo fator será aplicado para melhorar a estimativa de média da variação do antes e depois da Av. Bezerra de Menezes. O processo envolve ainda a estimação das variâncias, essencial para esse tipo de variável, considerada rara e aleatória. As expressões completas para a aplicação do método são encontradas em Hauer (1997).

A partir das tendências identificadas no grupo de controle, foi estimado um intervalo de valores prováveis para o comportamento no grupo de tratamento. Os resultados indicaram uma tendência de aumentos nos acidentes em vias similares à Avenida Bezerra de Menezes. Logo, caso o corredor BRT não tivesse sido implantado nessa via, haveria um aumento "natural" dos acidentes, por fatores não controlados tais como incremento da frota, nível de fiscalização e educação dos motoristas, distribuição de dias chuvosos, etc.

No período de estudo anterior à implantação do BRT, foram registrados 167 acidentes com vítimas na Av. Bezerra de Menezes. A partir dos resultados observados no grupo de controle, estimou-se, para a via, uma quantidade de 255,4 acidentes com vítimas, caso ela não tivesse

recebido o corredor BRT. Ao comparar essa quantidade esperada de acidentes com os 302 acidentes observados, no período posterior à intervenção, tem-se um aumento médio de 18,2% nos acidentes com vítimas, como apresenta a Figura 3.



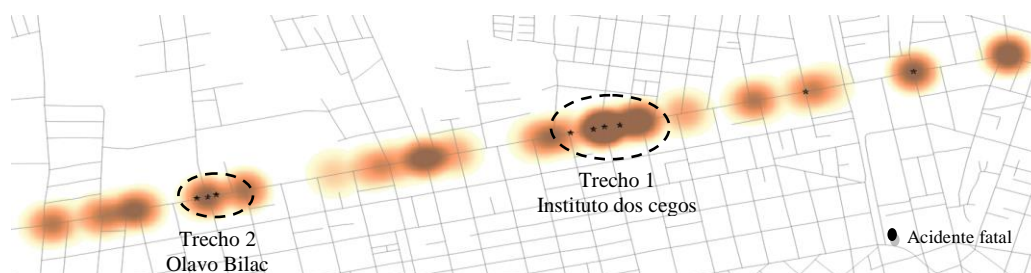
Fonte: Os autores

Figura 3: Avaliação da implantação do corredor BRT utilizando grupo de controle.

A estimativa dos parâmetros de dispersão permite a ampliação do conhecimento sobre a incerteza inerente aos resultados obtidos. Para um intervalo de confiança de 95%, a média oscila em torno de duas vezes o desvio padrão, ou seja, espera-se que o aumento médio dos acidentes com vítimas seja de $18,2\% \pm 13,4\%$ ou $[4,8; 31,6]\%$ em 95% das vezes que esse tipo de estudo for repetido nas mesmas condições. Isso fornece fortes indícios estatísticos de que a implantação do corredor BRT contribuiu para o aumento da violência do trânsito no período em análise.

3.3 Georeferenciamento e caracterização dos trechos críticos

Para a definição dos pontos críticos do corredor foram georeferenciados, com o auxílio das rotinas de localização do TransCAD (Caliper, 2007), os acidentes que envolveram ônibus, após a inauguração do BRT. A Figura 4 apresenta o mapa de calor dos acidentes com vítimas no trecho, destacando os locais dos acidentes fatais, para o período do estudo. A partir deste mapa foram identificados dois trechos (destacados) onde se concentraram os acidentes de maior severidade. Esses locais tiveram uma análise detalhada dos croquis desses respectivos acidentes, quando disponíveis, e inspeção *in loco*.



Fonte: Os autores

Figura 4: Mapa de calor dos acidentes com vítimas envolvendo ônibus na Bezerra de Menezes.

No Trecho 1, próximo à estação do Instituto dos Cegos, além de um forte adensamento de acidentes com vítimas, foram registrados quatro acidentes fatais com ônibus entre 2015 e 2016, dos quais dois atropelamentos e duas colisões envolvendo motociclistas. No Trecho 2, próximo à estação Olavo Bilac, notou-se também um forte adensamento de acidentes com vítimas, três deles, sendo colisões fatais envolvendo motocicletas.

3.4 Proposição de alternativas

Com base nos métodos propostos nos Relatórios de Segurança Viária em Sistemas Prioritários para Ônibus (EMBARQ, 2015) e de Acessos Seguros (WRI, 2017), foram identificados os principais fatores de riscos e os tipos de acidentes mais frequentes. O traçado do corredor, o acesso às estações de ônibus, as sinalizações das vias e as interações dos diferentes usuários no entorno, foram alguns dos pontos avaliados para a identificação de fatores que influenciam na frequência e severidade dos acidentes, indicando possíveis alternativas de melhoria da segurança viária do sistema BRT.

3.4.1 Trecho Instituto dos Cegos

Dentre os fatores de risco identificados, a atitude imprudente de pedestres, ausência de acessos adequados e seguros às estações e espaços apropriados para o pedestre no canteiro central, estreito e com obstáculos, foram os mais relevantes.

Como no cruzamento com a Rua Padre Anchieta existe um fluxo intenso de pedestres, recomenda-se a instalação de um acesso seguro à estação do BRT. Na situação atual, existe um semáforo sonoro exclusivo para pedestre (devido à proximidade com a escola para deficientes visuais), porém com um ciclo muito longo induzindo travessias no vermelho. Além disso, muitos pedestres fazem uso, de forma imprudente, da área exclusiva à circulação de ônibus ou bicicletas. Essa atitude está associada à falta de espaço apropriado para o trânsito de pedestres no canteiro central.

Acrescentar fases para acomodar movimentos de conversão adicionais ou estender as fases para aumentar a capacidade para veículos resulta em maiores atrasos para os pedestres. Recomenda-se que, para minimizar as travessias no sinal vermelho, o ciclo semaforico deva ser o mais curto e simples possível, sem alterar o tempo exclusivo para os pedestres.

Em relação à geometria, percebe-se que a área da interseção é influenciada pelo comprimento do raio da conversão à direita e largura de cada acesso. Para manter as interseções o mais estreitas possível, recomenda-se reduzir o raio de conversão à direita, proporcionando apenas a largura mínima necessária para fazer a conversão. Também se recomenda usar extensões de meio-fio sobre as faixas de estacionamento, diminuindo as distâncias de travessias. De acordo com EMBARQ (2015), cada faixa adicional na aproximação em uma interseção pode aumentar em até 17% o número de acidentes graves.

A Figura 5 ilustra como poderia ser feito o aumento da área para os pedestres e diminuição da extensão de suas travessias com um prolongamento de calçada na Rua Padre Anchieta. Destacam-se ainda os locais onde podem ser colocados os gradis para pedestres ao longo da calçada, além dos já existentes no canteiro central. Essa intervenção ajudará a evitar travessias arriscadas fora da faixa e o estacionamento irregular sobre a calçada.



Fonte: EMBARQ, 2015.

Figura 5: Proposta de intervenção no ponto crítico do Instituto dos cegos.

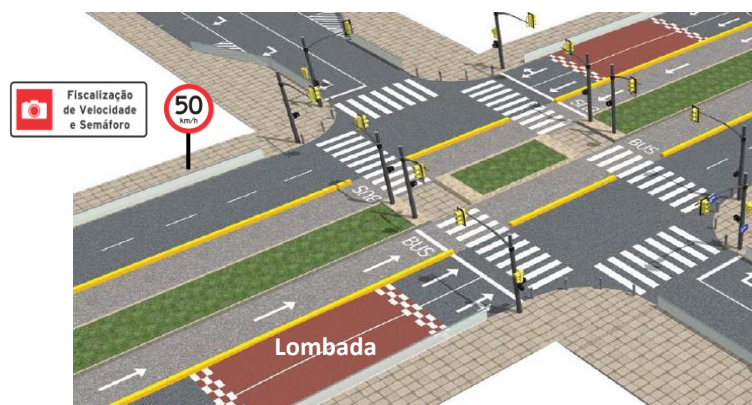
3.4.2 Trecho Olavo Bilac

Dentre os fatores de risco identificados neste trecho, os que se destacaram foram a velocidade inadequada dos veículos privados e, como no trecho anterior, a ausência de espaço para o pedestre no canteiro central, também estreito e com obstáculos.

A velocidade é, comprovadamente, um dos principais fatores de risco na segurança viária, pois é fator que contribui para a severidade dos acidentes. A velocidade máxima permitida para os ônibus nas proximidades da estação é de 20 km/h, adequada para garantir a segurança viária em locais de grande fluxo de pedestres (WRI, 2017).

Entretanto, a velocidade máxima permitida para os ônibus nos trechos entre as estações é de 60 km/h, assim como as dos demais veículos, nas faixas de tráfego misto. Pelo tipo de uso de solo do entorno, predominantemente, de comércio e serviços, e pelo intenso fluxo de pedestre realizando travessias para acessar a estação do BTR, entende-se que esta velocidade máxima é inapropriada para a via.

Além da adequação da velocidade máxima permitida para as faixas de tráfego misto, recomenda-se a instalação de equipamento de fiscalização eletrônica e de lombadas para o controle da velocidade próximo ao acesso às estações. A Figura 7 ilustra este elemento, o qual deve ser visível durante a aproximação do veículo e claramente sinalizado, em geral com uma cor diferente da cor do pavimento ou com refletores, além de sinalização vertical indicando a velocidade adequada para que os condutores possam se ajustar.



Fonte: Adaptada de EMBARQ, 2015.

Figura 7: Proposta de intervenção no ponto crítico da Rua Olavo Bilac.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Parte importante da satisfação dos usuários com o transporte coletivo está no desenho urbano. A maneira como as pessoas percebem e acessam o serviço é decisiva para que elas escolham utilizá-lo ou não. Se sair de casa/trabalho e caminhar até uma estação de transporte coletivo for inseguro, sem calçadas de qualidade, travessias de pedestres sinalizadas, com tempo suficiente nos semáforos, facilmente a escolha será pelo transporte motorizado individual. Investir na qualidade e na segurança dos sistemas prioritários de ônibus representa pouco no orçamento total de um projeto, mas tem impacto direto na qualidade da operação.

O aumento no número de acidentes com vítimas registrado no corredor BRT da Av. Bezerra de Menezes, estatisticamente comprovado pelo estudo, indica um possível problema no seu projeto. É comum que a principal atenção dos planejadores de transporte coletivo recaia sobre a operação dos sistemas. Está na hora de mudar essa prática e estimular uma abordagem mais abrangente para a segurança do sistema. É muito importante conhecer o impacto geral, sobre a segurança viária, de diferentes itens dos Sistemas Prioritários para Ônibus.

Dentre os fatores de riscos identificados nos trechos investigados, os que se destacaram foram a atitude imprudente de pedestres, velocidade inadequada nas faixas de tráfego misto, ausência de facilidades de acesso às estações e espaço inadequado para o pedestre no canteiro central estreito e com obstáculos. As alternativas de intervenções sugeridas nos trechos do corredor procuram mitigar algumas das falhas do projeto do BRT, visando reduzir a frequência e severidade de acidentes com vítimas. Recomenda-se uma vistoria de segurança viária ao longo de toda a via, pois a mesma tem apresentado índices de acidentalidade maiores do que o esperado caso não tivesse recebido o corredor BRT.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Autarquia Municipal de Trânsito e Cidadania de Fortaleza (AMC) pelas informações disponibilizadas sobre os acidentes de trânsito e a *World Resources Institute* (WRI) pelo desenvolvimento dos relatórios utilizados nesse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRTBRASIL (2013). Cidades e Sistemas BRT, Fortaleza/CE. Disponível em < <http://wricidades.org/nosso-trabalho/publicacoes> >. Acessado em novembro de 2017.
- CALIPER (2007) TransCAD - Transportation Planning Software - Version 5.0 GIS User's Guide. Newton: Caliper Corporation.
- EMBARQ (2015). Segurança Viária em Sistemas Prioritários para Ônibus: Recomendações para integrar a segurança no planejamento, projeto e operação das principais rotas de ônibus. Disponível em <<http://wricidades.org/nosso-trabalho/publicacoes>>. Acessado em novembro de 2017.
- Fortaleza, Prefeitura de. (2017). Relatório Anual de Segurança Viária. Disponível em < <http://osv.unifor.br/>>. Acessado em novembro de 2017.
- Hauer, E. (1997). *Observational Before-After Studies in Road Safety--Estimating the Effect of Highway and Traffic Engineering Measures on Road Safety*. 1ªed. Pergamon.
- Lindau, L. A., Petzhold, G. S., Silva, C. A. M., & Facchini, D. (2013). BRT e Corredores Prioritários para Ônibus: panorama no continente americano. In XXVII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes.
- SEINFRA – Secretaria Estadual de Infraestrutura (2015). Memorial descritivo do Corredor Expresso Fortaleza. Fortaleza, Ceará.
- WRI (2017). *Acessos Seguros: Diretrizes para Qualificação do Acesso às Estações de Transporte Coletivo*. Disponível em <<http://wricidades.org/nosso-trabalho/publicacoes>>. Acessado em novembro de 2017.

Caio Assunção Torres (caio@det.ufc.br)

Lara Bastos Bezerra (larabastos128@gmail.com)

Mário A. N. Azevedo Filho (azevedo@det.ufc.br)