

ANÁLISE DE FAIXAS SEGREGADAS PARA ÔNIBUS NO CONTINENTE AMERICANO

Cristina Albuquerque Moreira da Silva

Luis Antonio Lindau

Raquel da Fonseca Holz

Daniela Facchini

Magdala Satt Arioli

Departamento de Engenharia de Produção e Transportes
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Este trabalho apresenta análises realizadas em faixas segregadas de ônibus existentes na América. Foram usadas trinta e quatro variáveis para analisar as cento e seis faixas segregadas abordadas. O estudo visa usar as características físicas e operacionais para permitir a identificação de tendências atreladas aos dados. A metodologia adotada no estudo foi dividida em três etapas: a primeira delas uma pesquisa bibliográfica; a segunda a coleta de informação e; a terceira as análises buscando inferir informações e tendências do modal ônibus. As principais contribuições deste trabalho são a identificação de tendências atreladas ao crescimento das faixas segregadas.

ABSTRACT

This paper presents analysis of existing segregated bus lanes in America. Thirty-four variables were used to analyze one hundred and six segregated bus lanes. The study aims to use the physical and operational characteristics to identify trends in the data. The methodology adopted in this study was divided in three steps: the first one was a literature research; the second was the data collection and; the third was analysis of the information seeking to infer information about the. The main contributions of this paper are the identification of trends linked to the growth of segregated bus lanes.

1. INTRODUÇÃO

A priorização da circulação dos ônibus permite reduzir os efeitos indesejáveis do congestionamento sobre o transporte público. Existem diversas formas de priorizar o transporte coletivo urbano por ônibus. Isso pode ocorrer por semáforos através de alterações nas durações das fases de forma a reduzir os tempos parados nos cruzamentos; por baias, fazendo com que as paradas dos ônibus tenham saídas nas laterais das vias, facilitando, dessa forma, o ingresso e o egresso dos passageiros sem que haja alteração do fluxo dos demais veículos ou; através de faixas segregadas, que separam o ônibus dos demais veículos ao longo do percurso.

A segregação através das faixas é considerada a forma mais eficaz à medida que libera o ônibus do fluxo misto com outros veículos. Esse tipo de priorização pode apresentar características físicas e operacionais distintas, tais como extensão da faixa, localização da faixa no perfil da caixa viária, tipo de pavimento utilizado na via, forma de priorização semafórica, entre outros.

Os sistemas de transporte coletivo que visam à priorização dos ônibus devem ser projetados para transportar os passageiros de forma rápida e confortável (Wright e Hook, 2007). O desempenho de sistemas de ônibus deve ser avaliado sob a ótica da capacidade, da velocidade operacional e da satisfação do usuário. A velocidade operacional alcançada pelos veículos tem influência significativa na configuração do sistema e impacta diretamente a satisfação dos passageiros. Quanto maior a velocidade e menor a variabilidade, melhor tende a ser a avaliação do sistema por parte dos usuários (Wright e Hook, 2007).

O objetivo principal deste trabalho é identificar as faixas segregadas de ônibus existentes na América. Levantar informações das características físicas e operacionais para concretizar um banco de dados de todas as faixas. Além disso, realizar análises que permitam encontrar tendência nos dados.

A relevância do estudo está atrelada ao aumento de eficiência do transporte coletivo gerado pelas faixas segregadas de ônibus, o qual impacta diretamente na sociedade. Para os usuários, os tempos de viagem são reduzidos e, para os operadores do sistema, os tempos de ciclo diminuem e, por consequência, reduz a frota necessária para atender uma mesma demanda. Ganhos operacionais gerados pela priorização têm impacto direto nos custos, possibilitando menores tarifas para os usuários.

O presente artigo desdobra-se em mais quatro seções. Segue uma revisão dos estudos já elaborados sobre priorização de ônibus considerados relevantes para o presente trabalho, além da definição e da descrição dos elementos a serem abordados. Na seção três apresenta-se o procedimento metodológico sobre o qual se desenvolve este trabalho e, na quarta seção, são apresentados e analisados os resultados obtidos. Por fim, na seção cinco, são realizadas as considerações finais acerca da pesquisa.

2. REVISÃO TEÓRICA

A priorização do transporte coletivo por ônibus é uma das alternativas mais econômicas para melhorar a mobilidade urbana (FTA, 2009b). Assim, o conhecimento do impacto dos elementos que podem ou não estar presentes nas faixas segregadas para ônibus e a possível interação entre eles, tem o poder de aprimorar a eficiência dos mesmos.

2.1. Interação entre elementos

Os sistemas de transportes coletivos com priorização para ônibus possuem elementos físicos e operacionais que interferem no desempenho dos mesmos (Pereira, 2011). Os elementos físicos são aqueles referentes à infraestrutura propriamente dita. Os operacionais são baseados na maneira de operar dos sistemas, podendo ser suportados pelos elementos físicos (Wright e Hook, 2007).

O estudo apresentado em Lindau *et al.* (2011) foi desenvolvido através de simulação microscópica de cenários utilizando seis elementos variáveis, sendo eles: a distância entre estações, a taxa de passageiros por segundo embarcando no veículo, o fator de ocupação dos veículos, o número de baias na plataforma, a posição do semáforo em relação à estação e a demanda. Através de análises quantitativas buscou-se estimar um modelo para explicar a influência dos elementos abordados na velocidade operacional. O modelo de regressão com efeito dos elementos combinados apresentou a melhor robustez na representação do comportamento da velocidade operacional, evidenciando assim que os efeitos de interação entre os elementos físicos e operacionais dos sistemas de ônibus não devem ser menosprezados.

No estudo de Gardner *et al.* (1991) são analisadas oito faixas de ônibus, localizadas em sete cidades, sendo elas: Abidjan, Ankara, Belo Horizonte, Curitiba, Istanbul, São Paulo e Porto Alegre. O estudo enfocou o desempenho operacional de faixas para ônibus. Foram coletadas informações sobre os veículos, sobre o embarque e desembarque de passageiros em

determinados pontos ao longo da faixa, e sobre as velocidades comerciais entre os pontos de observação. Nesse estudo, concluiu-se que vias para circulação de ônibus que são bem projetadas e geridas de forma adequada, podem oferecer desempenho operacional apropriado para muitos corredores tanto em cidades nos países em desenvolvimentos como em outras localidades. Os resultados do estudo sugerem que vias para ônibus, quando bem projetadas e executadas, são capazes de alcançar fluxos elevados de passageiros, ultrapassando 25 mil passageiros por hora por sentido.

O estudo de Hidalgo *et al.* (2011) realizado no Transmilenio, sistema de Bogotá, questiona a teoria de que os sistemas de priorização de ônibus teriam capacidade máxima de carregar 20.000 passageiros por hora por sentido, já que o sistema da cidade carrega 43.000. O estudo comprova que as limitações impostas pela teoria não são verídicas e que as formulações utilizadas para impor o limite são questionáveis. Um novo limite de 48.809 passageiros por hora por sentido foi alcançado levando em consideração a interação entre diferentes elementos presentes no sistema, como: pré-pagamento, embarque em nível, múltiplas plataformas para embarque, faixas de ultrapassagem e existência de diferentes serviços operando no sistema. Evidenciando a influência existente pela interação dos diversos elementos físicos e operacionais.

2.2. Descrição dos elementos

Os elementos estão separados em dois grupos para melhor entendimento. O de indicadores gerais da cidade no qual a informação é extraída para todo o sistema e o de características físicas e operacionais de cada uma das faixas segregadas implantadas nessas cidades.

2.2.1. Elementos gerais da cidade

Os elementos abordado nesta categoria apresentam característica comuns a todas as faixas presentes na mesma cidade. Sendo uma identificação da localização ao qual a faixa está inserida, não de diferenciação da mesma quanto às demais. Os elementos abordados como características gerais da cidade são:

- nome: do país e da cidade;
- população: da cidade e da região metropolitana;
- divisão modal da cidade: público, privado e não motorizado;
- integração física com o sistema alimentador;
- integração tarifária com o sistema alimentador e;
- qualidade percebida por parte do usuário em relação ao sistema.

A utilização do nome do país e da cidade como variáveis busca encontrar uma identidade entre as faixas das mesmas localidades. A população tanto da cidade quanto da região metropolitana quanto maiores provavelmente maio a priorização do transporte coletivo, pela necessidade de transportar mais passageiros. A divisão modal utilizada apenas para os dias normal de trabalho, tem como objetivo verificar a utilização do transporte coletivo em cada uma das cidades abordadas.

Dentro do contexto de mobilidade urbana é imprescindível que qualquer sistema de transporte coletivo se integre com os demais modos, incluindo os sistemas alimentadores, de forma a constituir uma rede de transportes. A integração depende de dispositivos que permitam ao usuário a transferência de forma rápida, confortável e segura (NTU, 2010). A integração física

entre as linhas troncais e as alimentadoras gera conforto para os usuários, além de incrementar a eficiência do sistema (Wright e Hook, 2007).

Integração tarifária permite aos usuários utilizarem diferentes modais de transporte público com um intervalo de tempo de saída do primeiro e entrada no segundo. É importante, pois permite maiores deslocamentos para os passageiros com um gasto menor. A identificação da qualidade dos sistemas de transporte coletivo por parte dos usuários permite compreender a realidade diária dos passageiros. Quanto maior a satisfação melhor o serviço prestado pelos operadores e, provavelmente melhor a eficiência do sistema.

2.2.1. *Elementos físicos e operacionais*

Características físicas e operacionais dos sistemas possuem ambiguidades para classificá-las apenas como física ou como operacional. Assim, os elementos serão apresentados conjuntamente, sem realizar a divisão. Os elementos abordados como características físicas e operacionais de cada corredor são os seguintes:

- nome do corredor;
- ano de inauguração;
- demanda: hora pico e diária;
- extensão da faixa segregada, considerado se é exclusiva, segregada ou em contra-fluxo;
- localização da faixa segregada: central ou lateral;
- tipo de pavimento nas estações e nos trechos entre elas de concreto ou asfalto;
- existência de separação em nível nas interseções;
- distância média entre as estações;
- existência de ultrapassagem nas estações;
- estações com pré-pagamento;
- característica do embarque: desnível, plataforma alta e baixa;
- existência de priorização semaforizada programada ou em tempo real;
- propulsão predominante da frota: diesel, gás natural, elétrico ou híbrido;
- velocidade média operacional;
- frequência operacional;
- existência de centro de controle operacional e;
- existência de informação em tempo real para os usuários.

A data de inauguração da faixa segregada é importante para verificar a influência temporal nas características implantadas. Entende-se que possa existir uma identidade entre o período de implantação do corredor e seus principais elementos de projeto.

A demanda da hora pico é definida como a quantidade máxima de passageiros que viajam por hora por sentido ao longo do segmento mais carregado do corredor. Já a demanda diária total da faixa de ônibus é considerada o número total de usuários transportados pelos ônibus por dia de trabalho típico em ambos os sentidos do corredor.

A extensão das faixas segregadas pode variar de algumas centenas de metros até vários quilômetros. As faixas podem ser classificadas como: segregadas, exclusivas ou no contra-fluxo. A faixa segregada é uma faixa com separação física do tráfego dos demais veículos, podendo ser por pintura, por barreiras físicas, por tachões, entre outros, mas com cruzamentos no mesmo nível tanto com outros veículos, como com pedestres. As faixas exclusivas estão

fisicamente separadas do fluxo dos demais veículos ao longo de toda a extensão, não existindo cruzamentos, tornando-se um fluxo totalmente separado dos demais. Já as faixas em contra-fluxo são aquelas nas quais os ônibus operam na direção oposta do tráfego misto (Vuchic, 2007).

Faixas segregadas localizadas junto ao meio fio interferem com a circulação dos veículos que fazem movimentos de conversão, e com os que estacionam na via. Impactam também o fluxo de ciclistas e pedestres nas proximidades do meio fio e nas calçadas. Dessa forma, a colocação da faixa segregada no centro da via tende a aumentar as velocidades atingidas e minimizar os conflitos (Weinstock *et al.*, 2011). A localização central está quase sempre associada a velocidades operacionais mais elevadas dos ônibus, embora seja necessário projeto diferenciado para as estações e tratamento especial para regular os movimentos nas interseções (Vuchic, 2007).

O pavimento utilizado, tanto nas estações quanto nos trechos entre elas, pode ser de concreto ou de asfalto. A escolha impactará os custos de implantação e manutenção da via e influenciará o desempenho operacional. Pavimento de menor qualidade tende a reduzir os custos de investimento inicial, entretanto podem aumentar consideravelmente os custos de manutenção das vias caso haja necessidade de repavimentação ou reconstrução (Wright e Hook, 2007). A longo prazo, o pavimento de concreto é mais vantajoso, visto que a durabilidade é maior que a do asfalto. A maior durabilidade deve-se ao fato de que o concreto é mais resistente às forças aplicadas pelos veículos pesados. Nos trechos das estações o pavimento de concreto é preferível para manter o nível de embarque adequado, melhorando o acesso dos usuários aos veículos (Wright e Hook, 2007).

As interseções são fator crítico para os sistemas de ônibus. Quando não são bem projetadas podem reduzir a capacidade da via e causar atrasos para o sistema. Uma maneira de maximizar o desempenho operacional é a separação de nível nas interseções críticas. Logo deixam de existir conflitos entre os diferentes fluxos, possibilitando maior fluidez à via (FTA, 2009b). Separação de nível resulta da circulação de ônibus um nível distinto ao utilizado pelos outros usuários da via, não existindo assim, nenhum conflito de fluxo entre eles (Gardnet *et al.*, 1991).

Quanto maior a distância entre as estações menor será o tempo perdido com aceleração e desaceleração dos veículos e, conseqüentemente, maior a velocidade operacional. À medida que aumenta a distância entre as estações, diminui o tempo de ciclo, mas aumenta o tempo médio de caminhada dos passageiros para acessar as estações (Kittelson & Associates, Inc *et al.*, 2003).

A capacidade do sistema aumenta através da presença de faixa de ultrapassagem (Hidalgo, 2011). A existência de ultrapassagem nas estações permite a operação de serviços diferenciados ao longo da faixa segregada de ônibus variando de serviços locais a acelerados e expressos. As faixas de ultrapassagem nas estações permitem a continuidade do serviço, uma vez que não é necessário parar quando as demais linhas de ônibus estiverem nas estações para embarque e desembarque (FTA, 2009a). A existência da faixa de ultrapassagem gera, também, um aumento da velocidade operacional e da capacidade da faixa segregada (Levinson *et al.*, 2003a).

O tempo de embarque é a principal causa de atrasos significativos nos sistemas de ônibus (Weinstock *et al.*, 2011). Tendo como única exceção os corredores altamente congestionados, nos quais os maiores atrasos provêm do próprio congestionamento. O tempo de embarque pode ser minimizado com o pagamento da tarifa sendo efetuado anteriormente ao ingresso no veículo. Os passageiros pagam a tarifa ao passarem por uma catraca quando é realizado o ingresso na estação. Em sistemas nos quais o pagamento é realizado no interior do veículo o tempo de embarque por passageiro é de aproximadamente cinco segundos. Entretanto, nos sistemas em que o pagamento é realizado nas estações, os tempos de embarque por passageiro podem ser reduzidos para um terço deste tempo (Weinstock *et al.*, 2011). Para isso é necessário que as estações sejam grandes o suficiente para manter todos os passageiros que já pagaram à espera do ônibus. Os benefícios do pré-pagamento em estações com grandes volumes de passageiros são mais significativos do que nas de pequena demanda.

O embarque nos corredores de ônibus pode ser realizado em nível ou não. O embarque em nível ocorre quando o veículo e a estação estão alinhados na mesma altura, não havendo degraus para sair de um e ingressar no outro. O embarque em nível pode ser realizado em plataformas altas ou baixas, permitindo, em ambos os casos, um fácil acesso para os passageiros. O embarque em nível é uma maneira de minimizar os tempos de embarque nas estações (Weinstock *et al.*, 2011). Do ponto de vista de tempo economizado não é relevante se a plataforma é baixa ou elevada; o importante é que a plataforma do veículo esteja ao mesmo nível da estação (Weinstock *et al.*, 2011). O embarque em nível em plataformas altas é utilizado, em muitas ocasiões, para prevenir a entrada imprópria de passageiros das ruas, evitando a evasão da tarifa por parte dos usuários (Vuchic, 2007). Nos sistemas que não possuem embarque em nível é necessário disponibilizar acesso para cadeirantes (Weinstock *et al.*, 2011).

Os sinais semafóricos são a fonte com maior significância de interrupções contínuas no fluxo em um sistema de ônibus (HCM, 2000). A priorização semafórica pode aumentar o desempenho de sistemas de ônibus. Fases curtas para os ônibus geram atrasos e, ainda, podem causar a lotação das estações subsequentes (Gardnet *et al.*, 1991). A prioridade semafórica pode ser previamente alocada para os ônibus, com fases mais longas, ou atuada em tempo real pelos próprios veículos (Vuchic, 2007).

As opções de tecnologia veicular envolvem tanto o tamanho do veículo quanto o sistema de propulsão. A tecnologia de propulsão impacta nos custos de operação, de manutenção, de infraestrutura de apoio, bem como nos níveis de emissões gerados pelos ônibus. Além disso, a tecnologia é importante, visto que terá grande influência no desempenho operacional do sistema (Wright e Hook, 2007).

A velocidade operacional é definida como a velocidade média de um ônibus ao longo do seu percurso, incluindo todas as paradas, atrasos e tempo para embarque e desembarque dos passageiros (Gardnet *et al.*, 1991). Logo, um sistema com distâncias curtas entre estações ou com longos tempos para embarque e desembarque é comparativamente penalizado em termos de velocidade média.

A frequência operacional dos serviços de transporte coletivo deve garantir uma oferta adequada para acomodar a demanda estimada ao longo de uma linha durante determinado período de tempo (Lindau *et al.*, 2011). O aumento da frequência do serviço ofertado resulta na redução do *headway*. O controle da regularidade do *headway* permite maior confiabilidade

nos sistemas de ônibus (Vuchic, 2007). Quanto maior a frequência, menor é o tempo de espera dos usuários nas estações e, conseqüentemente, menor é a lotação dos veículos (Levinson *et al.*, 2003b).

O centro de controle operacional ajuda a assegurar a operação do sistema de forma eficiente e contínua (Wright e Hook, 2007). A central de controle tem como atribuições: respostas imediatas a mudanças na demanda dos usuários; respostas imediatas a falhas de equipamento ou problemas de segurança; espaçamento eficiente entre veículos evitando a formação de filas. O centro de controle pode evitar aglomerações, reagir prontamente a problemas e emergências, alocar recursos adicionais para aumentar a oferta em resposta imediata a alterações na demanda.

A existência de informações em tempo real para os usuários nas estações gera o sentimento de maior confiabilidade no sistema (FTA, 2009a). Sendo assim, novos usuários são atraídos com maior facilidade para os sistemas de transporte coletivo, visto que existem menores incertezas.

3. METODOLOGIA

Com o intuito de identificar tendências referentes às faixas segregadas o presente artigo abrange um conjunto de trinta e quatro variáveis para análise. Obtidas a partir de vinte e três elementos distintos, os quais não foram abordados conjuntamente em estudos prévios. As variáveis gerais de cidade são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Desdobramento dos elementos gerais da cidade em variáveis

Elementos gerais da cidade	Variáveis gerais da cidade
Nome	Nome do país
	Nome da cidade
População	População da cidade
	População da região metropolitana
	percentual público
Divisão modal da cidade	percentual privado
	percentual não motorizado
Integração tarifária	Integração tarifária
Integração física	Integração física
Qualidade percebida pelos usuários	Qualidade percebida pelos usuários

As vinte e quatro variáveis específicas para cada faixa de ônibus definidas com base em dezessete elementos são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Desdobramento dos elementos específicos das faixas em variáveis

Elementos específicos de cada faixa	Variáveis específicas de cada faixa
Nome do corredor	Nome do corredor
Data de inauguração	Data de inauguração
Demanda	Da hora pico
	Diária
	Extensão total da faixa
Extensão da faixa de ônibus	Extensão da faixa segregada
	Extensão da faixa em contra-fluxo
	Extensão da faixa exclusiva
Localização central ou lateral da faixa segregada	Localização da faixa
	Localização da faixa em contra-fluxo
Tipo de pavimento: concreto ou asfalto	Trechos entre as estações
	Nas estações
Existência de separação em nível nas interseções	Existência de separação em nível nas interseções
Distância média entre estações	Distância média entre estações
Ultrapassagem nas estações	Ultrapassagem nas estações
Estações pré pagamento	Estações pré pagamento
Características de embarque	Desnível, plataforma alta e baixa
	Programada
Existência de priorização semafórica	Em tempo real
Propulsão predominante da frota	Diesel, gás natural, elétrico ou híbrido
Velocidade comercial	Velocidade comercial
Frequência operacional	Frequência operacional
Existência de centro de controle operacional	Existência de centro de controle operacional
Informação em tempo real nas estações	Informação em tempo real nas estações

O banco de dados do qual as informações foram utilizadas foi desenvolvido através do *Across Latitudes and Cultures - Bus Rapid Transit* (ALC-BRT) que o Centro de Excelência em BRT com sede em Santiago no Chile e financiado pela Fundação Volvo de Pesquisa e Educação (VREF), o qual visa desenvolver um novo panorama para concepção, planejamento, financiamento, implementação e operação de sistemas BRT em diferentes áreas urbanas. São integrantes do Centro de Excelência a Rede EMBARQ, a *Pontificia Universidad Católica de Chile*, a *Technical University of Lisbon*, o *Massachusetts Institute of Technology* e *The University of Sydney*. Os elementos objeto do presente estudo foram selecionados no banco de dados pela percepção de importância para caracterizar as faixas segregadas de ônibus e pelo possível impacto que teriam no desempenho operacional dos sistemas. Além de considerar a disponibilidade de informação e qualidade dos dados referentes às faixas segregadas.

O artigo foi desenvolvido em três etapas. A primeira delas constou de uma revisão bibliográfica com o objetivo de caracterizar e descrever os elementos a serem analisados no trabalho. Na parte seguinte foi realizada a coleta de informação para as faixas segregadas de ônibus na América. Por fim, a terceira etapa do trabalho refere-se às análises a serem utilizadas.

A primeira etapa, da pesquisa bibliográfica, foi realizada com o intuito de levantar as possíveis características, tanto gerais da cidade nas quais os sistemas estão localizados como físicas e operacionais do sistema em si, que podem influenciar no desempenho das faixas segregadas. As informações foram selecionadas pela relevância das mesmas para diferentes autores que já realizaram estudos prévios utilizando diversos elementos presentes em faixas

segregadas. A pesquisa resultou em uma lista contendo trinta e quatro variáveis com a sua respectiva descrição.

A etapa seguinte constou da fase de coleta dos dados. As informações foram coletadas através de pesquisa na internet e, também, de contato direto com as agências responsáveis por operar cada um dos sistemas envolvidos na pesquisa. Os contatos diretos foram realizados por ligações telefônicas ou por email, dependendo do tratamento dispensado pela agência para a pesquisa.

A pesquisa contempla informações de cento e seis faixas segregadas de ônibus. As faixas estão em quarenta e três cidades localizadas em onze países americano, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Identificação das faixas segregadas abordadas

País	Cidade	Número de faixas	País	Cidade	Número de faixas
Brasil	Uberlândia	1	Brasil	Mauá - Diadema	1
Brasil	Salvador	3	Brasil	Niteroi	1
Brasil	Recife	3	Venezuela	Ciudad de Merida	1
Brasil	Olinda - Igarassu	1	Colômbia	Bucaramanga	1
Brasil	Porto Alegre	12	Colômbia	Barranquilla	2
Brasil	Santos	1	Colômbia	Medellín	1
Brasil	Fortaleza	1	Guatemala	Guatemala	2
Brasil	Natal	1	México	Monterrey	1
Brasil	Campinas	3	México	Ecatepec	1
Brasil	Sumaré - Campinas	1	México	León de los Aldama	1
Brasil	João Pessoa	1	México	Guadalajara	1
Brasil	Maceió	1	México	Cidade do México	3
Brasil	Goiania	2	Peru	Lima	1
Brasil	Rio de Janeiro	6	Chile	Santiago	7
Brasil	Belo Horizonte	7	Equador	Quito	4
Brasil	São Paulo	10	Equador	Santiago de Guayaquil	2
Brasil	Blumenau	3	Argentina	Buenos Aires	1
Brasil	Criciúma	1	Estados Unidos	New York	2
Brasil	Curitiba	6	Estados Unidos	Los Angeles	1
Brasil	Juiz de Fora	1	Estados Unidos	Boston	2
Brasil	Londrina	3	Canadá	Vancouver	1
Brasil	Diadema - São Paulo	1			

As cidades foram selecionadas de acordo com o conhecimento prévio dos locais nos quais existiam as faixas com priorização para ônibus e com base em outros estudos que abordaram o tema. Para utilizar as cidades no estudo também foi considerada a confiabilidade dos dados encontrados para cada faixa de ônibus, assim, como a disponibilidade deles. Cidades foram retiradas do estudo pela falta de dados para indicadores importantes para análise e outras cidades foram retiradas por apenas terem informação para todo o sistema, não possuindo informação para cada uma das faixas, como a cidade de Bogotá, por exemplo.

A terceira etapa contemplou análises buscando identificar tendências referentes às faixas segregadas e caracterização das mesmas. Com o objetivo de encontrar similaridades entre elas e possivelmente justificativas para os diferentes desempenhos alcançados.

4. RESULTADOS E ANÁLISES REALIZADAS

No estudo percebe-se que a soma da demanda diária das cento e seis faixas segregadas beneficiam 15 milhões de passageiros. Na Figura 1 estão representados os percentuais referentes aos países em relação à demanda diária total. O Brasil é responsável por 63% desta demanda, representando 9,5 milhões de passageiros por dia. Como pode ser visto a demanda brasileira é superior às demais. O Chile é o segundo país em demanda com 2,4 milhões de passageiros. Considerando que cidades grandes da Colômbia como Bogotá, Cali e Pereira não estão no estudo por possuir as informações apenas para todo o sistema, não tendo dados específicos para cada uma das faixas segregadas. Nota-se que o país não apresenta uma demanda significativa nas quatro faixas abordadas no estudo, porém se adicionar a demanda das cidades faltantes o país passa a ter uma demanda diária superior a 2 milhões de passageiros diariamente, passando a ser a terceira maior demanda e apareceria no gráfico similar a do Chile.

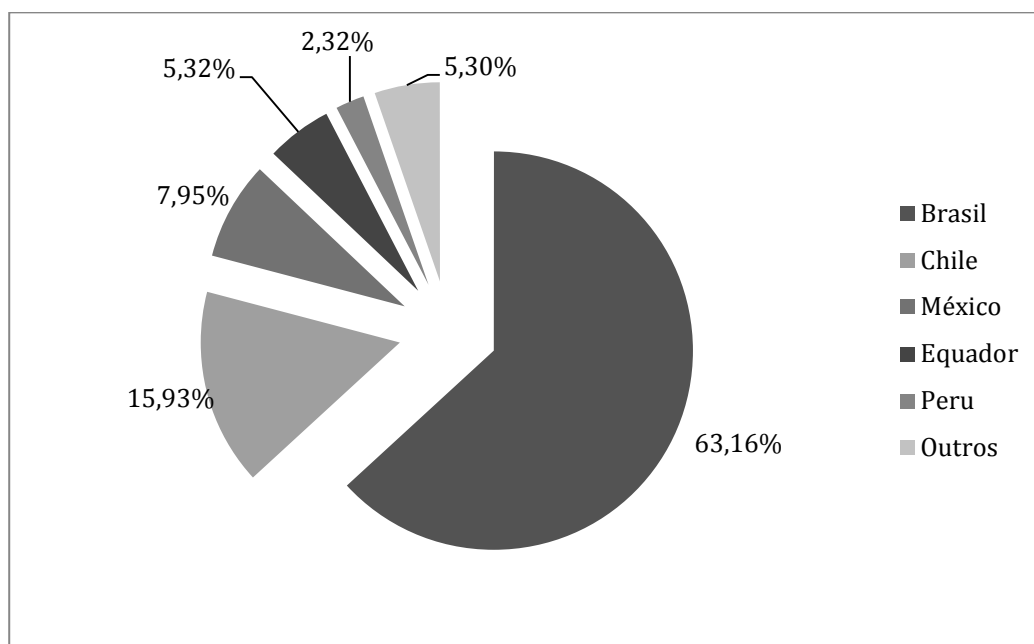


Figura 1: Percentual por país na demanda total diária encontrada

Ao todo foram contabilizados 1007 quilômetros de priorização de ônibus e, como o total de passageiros por dia de 15 milhões, pode-se chegar a uma taxa de passagens diárias de 15 mil passageiros por quilômetro de priorização de ônibus. A evolução da priorização dos ônibus através das faixas segregadas pode ser observada na Figura 2. A figura apresenta o acréscimo em quilometragem a cada cinco anos, o valor acumulado e a linha de tendência exponencial gerada. O acréscimo de quilometragem representado é referente às quilometragens existentes até o final do ano marcado, por exemplo, ao final do ano de 1975 já existiam 33 quilômetros de priorização.

Através da Figura 2 percebe-se que as faixas segregadas começaram a ser implantadas na década de 70. E que a evolução era praticamente constante a cada cinco anos até o início dos

anos 2000, período no qual se percebe um grande crescimento que juntamente com a tendência apresentada evidencia o crescimento iminente nos próximos anos.

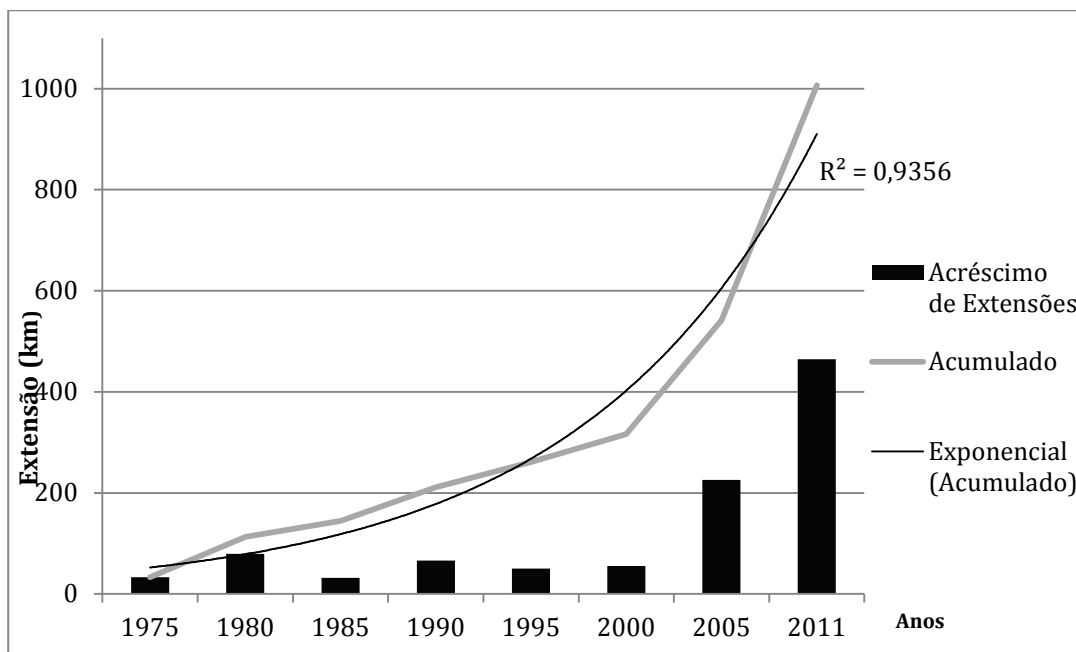


Figura 2: Evolução de quilometragem das faixas segregadas

A tendência apresenta um valor de R-quadrado de 0,9356 indicando uma forte relação entre as variáveis. A tendência de crescimento das faixas de priorização para ônibus, apresentada na Equação 1, deve-se ao fato do custo de implantação destas ser inferior aos outros meios de transporte coletivo. Além de o tempo necessário desde o projeto até o funcionamento também ser inferior.

$$y = 34,824e^{0,4079x} \quad (1)$$

em que y: extensão [km];
x: tempo [anos].

As faixas segregadas para ônibus até o início dos anos 2000 eram alternativas apenas para os países em desenvolvimento. Com as melhorias implantadas no sistema de Curitiba e a implantação do sistema em Bogotá, na Colômbia, evidenciou a possibilidade de sistemas de ônibus serem projetados para altas capacidades. Como Hidalgo *et al.* (2011) e Gardner *et al.* (1991) já haviam comprovado, a priorização para ônibus suporta demandas elevadas evidenciando ser alternativa para cidades em pleno crescimento. Pelas facilidades de implantação o sistema de priorização para ônibus passou a ser atraente tanto para países em desenvolvimento como para os desenvolvidos.

A quilometragem de priorização para ônibus existente em cada cidade depende de fatores como a população, assim como da existência de outros modais de transporte coletivo existentes. Um índice que pode ser gerado é a quilometragem existente de priorização de ônibus para cada 10.000 habitantes, apresentado na Figura 3. A cidade que apresenta o maior índice é Curitiba, cidade pioneira na implantação de faixas segregadas para ônibus, que se aproxima de 0,5 km para cada dez mil habitantes. A cidade com menor índice é Fortaleza que é 0,008 km para cada dez mil habitantes.

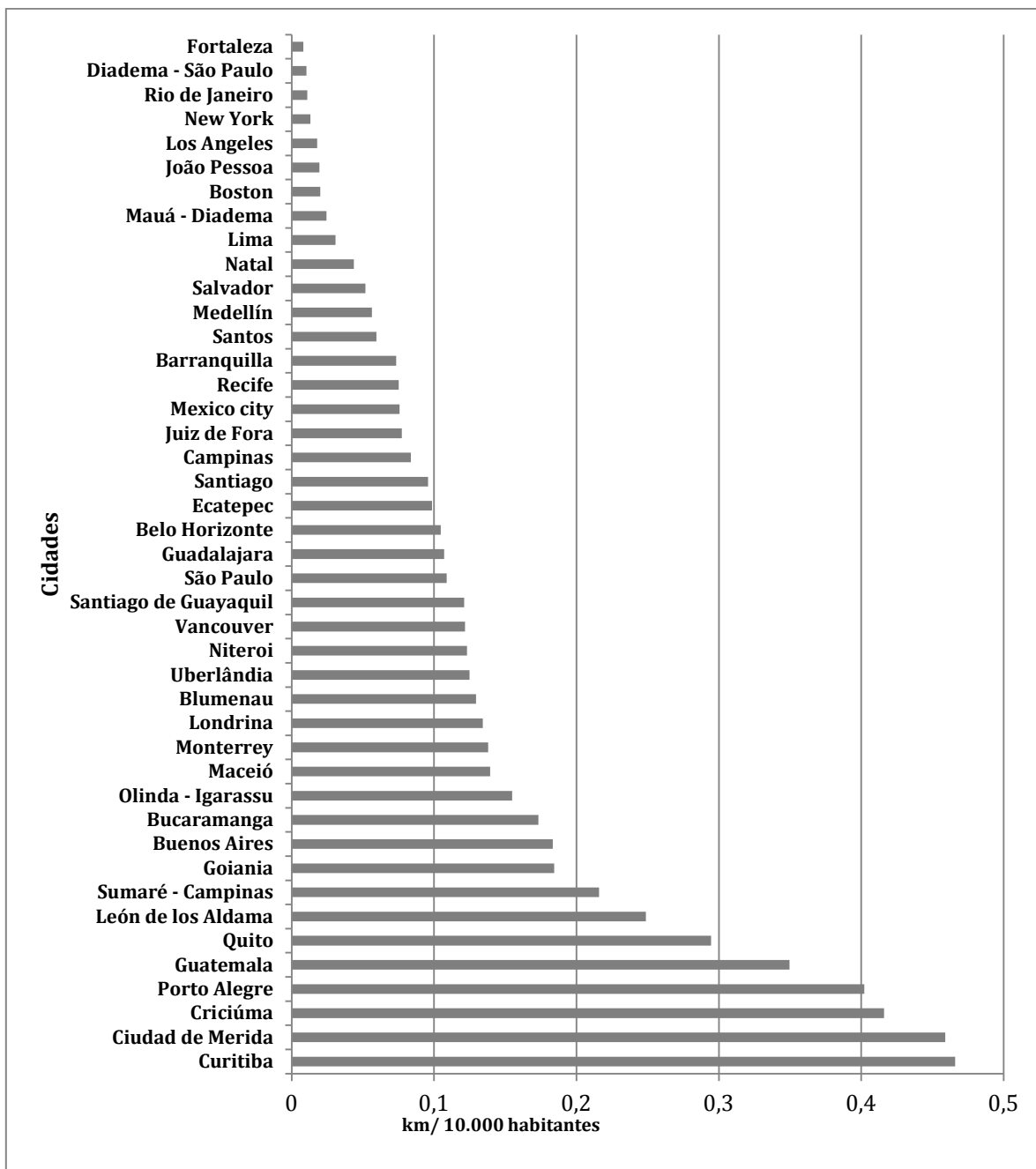


Figura 3: Quilômetros de priorização por dez mil habitantes

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A priorização do transporte coletivo é importante para a mobilidade urbana. O entendimento das características envolvidas na priorização é fundamental para a compreensão da realidade e planejamento futuro. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo levantar informações das faixas segregadas de priorização de ônibus na América com o intuito de inferir características importantes, de agrupar as faixas por similaridade e identificar as variáveis capazes de aumentar o desempenho operacional dos sistemas.

O presente trabalho levantou informações para trinta e quatro variáveis de cento e seis faixas segregadas de ônibus localizadas em quarenta e três cidades em onze países americanos, sendo eles: Brasil, Argentina, Estados Unidos, Canadá, Colômbia, Chile, México, Equador, Venezuela, Guatemala e Peru. Consolidou um banco de dados com as informações.

Através das primeiras análises foi identificada uma tendência de crescimento das faixas segregadas, ou seja, de priorização do transporte coletivo para ônibus, principalmente durante a última década. Além disso, evidencia o fato de que a priorização para ônibus iniciou com maior ênfase em países em desenvolvimento, porém na última década tornou-se alternativa de transporte para países desenvolvidos também. Pelo fato de ter custos inferiores às demais formas de priorização do transporte coletivo e ser de rápida implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FTA (2009a). *Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making*. Disponível em: < > Acesso em: 21/08/2011. Federal Transit Administration, Washington, DC, USA.
- FTA (2009b). *Quantifying the Importance of Image and Perception to Bus Rapid Transit*. Federal Transit Administration, Washington, DC, USA.
- Gardner, G.; P.R. Cornwell e J.A. Cracknell, (1991) *The performance of busway transit in developing cities*. Transportation and Road Research Laboratory.
- Hidalgo, D.; G. Lleras e E. Hernández. (2011) *Passenger capacity in Bus Rapid Transit Systems - Formula development and application to the TransMilenio System in Bogota, Colombia*. Thredbo 12 Conference, 2011, Durban. Workshop 2 BUS RAPID TRANSIT. Sydney : Thredbo Conference, 2011. v. 1. p. 80-86.
- Highway Capacity Manual (2000) Transportation Research Board.
- Kittlenson & Associates, Inc.; Kfc Group, Inc.; Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas, Inc; Hunter-Zaworski, K.(2003) *Transit capacity and quality of service manual*. Transit Cooperative Research Program: Report 100 2nd Edition, Washington, DC, USA.
- Levinson, H.; S. Zimmerman; J. Clinger; S. Rutherford; R.L. Smith; J. Cracknell e R. Soberman (2003a) *Bus rapid transit, Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit*. Transit Cooperative Research Program: Report 90, Washington, DC, USA.
- Levinson, H.; S. Zimmerman; J. Clinger; J. Gast; S. Rutherford e E. Bruhn (2003b) *Bus rapid transit, Volume 2: Implementation Guidelines*. Transit Cooperative Research Program: Report 90, Washington, DC, USA.
- Lindau, L.A.; B.M. Pereira; R.A. Castilho e M.C. Diógenes (2011) Impacto de elementos de projeto no desempenho operacional de sistemas BRT de faixa única sem ultrapassagem. XXV ANPET, 2011, Belo Horizonte. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes.
- NTU (2010) *Conceitos e Elementos de Custos de Sistemas BRT*. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, Brasília, DF.
- Pereira, B. M. (2011) Avaliação do desempenho de configurações físicas e operacionais de sistemas BRT. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul
- Rencher, A. (2002) *Methods of Multivariate Analysis* (2ª ed.). John Wiley & Sons, New York.
- Sampaio, B. R.; Y. Sampaio e L. Sampaio (2006) Eficiência de Sistemas de Transporte Público no Nordeste com Análise Envoltória de Dados (DEA). Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 37, nº 2.
- Silva, E. e E Menezes (2001) Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina
- Vuchic, V. (2007) *Urban Transit: Systems and Technology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Weinstock, A.; W. Hook; M. Replogle e R. Cruz. (2011) Recapturing Global Leadership in Bus Rapid Transit: A Survey of Select U.S. Cities. *New York: Institute for Transport and Development Policy*.
- Wright, L. e W. Hook (2007) *Bus Rapid Transit Planning Guide* (3ª ed.). Institute for Transport and Development Policy, New York.