

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ELISA MARÍA LONDOÑO RESTREPO

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO
DA INTEGRAÇÃO ENTRE O BRT E O TRANSPORTE
CICLOVIÁRIO, PELA VISÃO DO USUÁRIO**

Florianópolis

2019

ELISA MARÍA LONDOÑO RESTREPO

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO
DA INTEGRAÇÃO ENTRE O BRT E O TRANSPORTE
CICLOVIÁRIO, PELA VISÃO DO USUÁRIO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Destri Junior

Coorientador: Prof. Dr. Heitor Vieira

Florianópolis

2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Londoño Restrepo, Elisa María
DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO DA
INTEGRAÇÃO ENTRE O BRT E O TRANSPORTE CICLOVIÁRIO,
PELA VISÃO DO USUÁRIO / Elisa María Londoño Restrepo
; orientador, Jorge Destri Junior, coorientador,
Heitor Vieira, 2019.
213 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial. 2. Integração multimodal. 3. Transporte
ciclovitário. 4. Bus Rapid Transport (BRT). 5.
Índice de integração. I. Destri Junior, Jorge . II.
Vieira, Heitor. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de
Transportes e Gestão Territorial. IV. Título.

Elisa María Londoño Restrepo

**DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE PARA A AVALIAÇÃO
DA INTEGRAÇÃO ENTRE O BRT E O TRANSPORTE
CICLOVIÁRIO, PELA VISÃO DO USUÁRIO**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Florianópolis, 25 de Abril de 2019

Prof. Dr. Norberto Hochheim

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jorge Destri Junior

Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador

Prof. Dr. Heitor Vieira
Coorientador

Prof. Dr. Alexandre Hering Coelho
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Eduardo Lobo
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. João Eugênio Cavallazzi
Avaliador Externo

Prof. Dr. Edésio Elias Lopes
Avaliador Externo

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o professor Jorge Destri Jr., pelo tempo, dedicação, atenção, e incentivos para obter o melhor resultado. Ao meu coorientador, o professor Heitor Vieira, e todos os membros da banca, pelas observações, os ensinamentos e o tempo dedicado.

À minha família, pela motivação, apoio e acompanhamento incondicional durante esses anos. ¡Gracias!

RESUMO

O atual modelo de desenvolvimento urbano está caracterizado pela fragmentação das cidades e favorecimento do uso do automóvel e da motocicleta, em detrimento da segurança e da qualidade de vida. Esse fato resulta em altos índices de congestionamento de tráfego nas grandes áreas urbanas, o que por sua vez gera enormes prejuízos sociais, econômicos e ambientais. Uma possível solução para o problema é o estímulo ao uso do transporte coletivo integrado a modos não motorizados. Como exemplo dessa estratégia, tem-se a implantação de sistemas “Bus Rapid Transit” (BRT) associados ao modo ciclovitário. No entanto, a existência da multimodalidade em si não é garantia de que novos usuários serão atraídos para o sistema. O crescimento mundial de ambos os modos, BRT e bicicleta, deve ser monitorado tanto pelas empresas operadoras de transporte quanto pelas entidades públicas encarregadas do transporte. Para realizar esse monitoramento, é importante avaliar o grau de integração entre BRT e bicicletas, pois ele possui efeitos diretos na demanda e satisfação dos usuários. Embora vários autores tenham avaliado a multimodalidade através de diversos critérios e metodologias, ainda existe uma lacuna na avaliação da integração entre o BRT e a bicicleta, especialmente quando se enfatiza o usuário. O presente trabalho propõe avaliar a qualidade da integração por meio de um índice que reflete a importância dos fatores que compõem a integração e o nível de satisfação dos usuários. O foco do trabalho está no usuário final (corrente e potencial), uma vez que esse é o objetivo de um sistema de transporte. O método proposto é constituído pelas seguintes etapas: (i) identificação dos critérios de avaliação, (ii) designação de pesos dos critérios através

dos usuários, (iii) escolha dos critérios a serem avaliados, (iv) pontuação dos critérios, e (v) cálculo do índice de integração. Para testar o método proposto, foi realizada uma aplicação prática na cidade de Medellín, Colômbia, com a integração entre o modo ciclovitário, incluindo o uso de bicicletas compartilhadas, e o BRT de Medellín. A aplicação mostrou que o método de pesquisa com os usuários deve ser o mais simples possível para facilitar o entendimento e respostas confiáveis. As respostas dos entrevistados permitiram conhecer as prioridades e necessidades de usuários e potenciais usuários assim como o grau de satisfação com cada um dos critérios implantados em Medellín. Em síntese, o índice de integração e as etapas para sua construção permitirão aos usuários expressar suas necessidades, e aos planejadores urbanos, priorizar os recursos segundo as necessidades expressadas pelos usuários.

Palavras chave: Integração multimodal; Transporte ciclovitário; *Bus Rapid Transit* (BRT); Índice de integração.

ABSTRACT

The modern urban development model is characterized for causing fragmentation of cities, favoring the use of cars and motorcycles and jeopardizing people's quality of life and safety, as it brings high traffic congestion in urban areas that come with social, economic and environmental damages. One possible solution for this problem is encouraging the use of transit integrated to other transport modes. The implementation of Bus Rapid Transit (BRT) associated with cycling is a good example of integrated transport. However, the existence of multimodal transport does not guarantee the attraction of new users to the system. The continued global growth of BRT and cycling requires monitoring from transport operators as well as from the public entities in charge. To accomplish this, it is important to estimate the integration level between BRT and bicycles, as this integration brings direct effects on user demand and satisfaction. Although several authors have evaluated multimodal transport through diverse criteria and methods, there is still a gap of information when it comes to specifically evaluating the integration between BRT and cycling, with an emphasis in user experience. This study proposes to evaluate the quality of integration through an index that reflects the importance of multiple factors involved in the integration and the level of user satisfaction with these factors. Opposite from other literature, the focus of this dissertation is in the final user (current and potential), as attracting and maintaining users is critical for the success of a transportation system. The proposed method is composed of the following stages: (i) criteria identification, (ii) weight assignment to each criterion, (iii) criteria choice, (iv) criteria rating, and

(v) integration index calculation. To validate the proposed method, a practical application was tested in Medellín, Colombia, with the integration between cycling (including shared bikes) and Medellín's BRT system (Metroplús). This case showed how the survey method must be as simple as possible to make it easier for respondents to understand the questions and to obtain actionable insights, as it is important for the voice of the customer (user) to be heard. The findings from the surveys allowed for the identification of user needs and priorities when integrating, as well as the level of satisfaction with each criterion implemented in Medellín. In short, the integration index and its stages will enable users to express their needs and will allow urban planners to prioritize those needs to be able to allocate resources accordingly.

Key words: Integrated transport; Cycling; Bus Rapid Transit (BRT); Integration index.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Soluções de serviços de transporte coletivo baseados no ônibus.....	31
Figura 2 - Faixa de ultrapassagem em estação do sistema BRT de Medellín	34
Figura 3 - Pagamento pré-embarque no BRT do Rio de Janeiro.	35
Figura 4 - Ônibus biarticulado do sistema BRT Transmilenio em Bogotá, Colômbia.	38
Figura 5 - Nível do serviço dos estacionamentos a partir da distância até o destino e duração.	53
Figura 6 - Estacionamentos para bicicletas	54
Figura 7 - Estacionamento do tipo <i>lockers</i>	55
Figura 8 - Estacionamento de tipo bicicletário.....	56
Figura 9 - Esquema de formas de integração e fatores relevantes na integração BRT-TC	60
Figura 10 - Formas de integração entre BRT e transporte cicloviário.....	63
Figura 11 - Portabicicletas dentro do veículo (esquerda) e no exterior do veículo (direita).....	66
Figura 12 - Sinalizações de “park and ride” (esquerda) e “kiss and ride” (direita).....	100
Figura 13 - Níveis de integração do BRT segundo Filipe e Macário (2014).....	111
Figura 14 - Diagrama de fluxo da ponderação dos critérios.....	133
Figura 15 - Diagrama de fluxo da escolha dos critérios.....	140
Figura 16 - Diagrama de fluxo da pontuação dos critérios.....	147

Figura 17 - Diagrama de fluxo do cálculo do Índice de Integração	150
Figura 18 - Intervalos de interpretação do índice.....	152
Figura 19 - Análise do índice por critério	153
Figura 20 - Análise do índice por categoria	154
Figura 21 - Paraciclo na estação <i>Industriales</i> próximo do Metroplús e metrô	156
Figura 22 - Localização de estações de bicicletas compartilhadas Encicla em Medellín.	157
Figura 23 - Estação Encicla manual.....	158
Figura 24 - Caminhão distribuidor de bicicletas.	159
Figura 25 - Usuários do Metroplús	164
Figura 26 - Frequência de uso do Metroplús	165
Figura 27- Frequência de uso da bicicleta em usuários do Metroplús	166
Figura 28 - Frequência de uso da bicicleta dos não usuários do Metroplús	167
Figura 29 - Uso da bicicleta da totalidade de entrevistados	167
Figura 30 - Integração entre bicicleta e Metroplús.	168
Figura 31 - Estações visitadas para entrevistas, zona leste.	182
Figura 32 - Localização da estação Ruta N, visitada para entrevistas.	182
Figura 33 - Trajeto do Metroplús e ciclorota.	183
Figura 34 - Formas de integração Metroplús – transporte cicloviário	184
Figura 35 - Análise do índice por critério	195
Figura 36 - Análise do índice por categoria	196

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação da ciclo-infraestrutura segundo os padrões brasileiros.....	42
Quadro 2 - Classificação da ciclo-infraestrutura segundo os padrões da Colômbia.....	46
Quadro 3 - Categorias do Nível do Serviço da infraestrutura ciclovitária.....	50
Quadro 4 - Avaliação da integração entre BRT e bicicletas públicas compartilhadas	65
Quadro 5 - Tecnologias de pagamento e informações para cada nível de integração.	72
Quadro 6 - Trabalhos escolhidos da Science Direct.....	93
Quadro 7 - Atributos quantitativos e qualitativos considerados por Chowdhury, Ceder e Veltly (2014).....	101
Quadro 8 - Avaliação do conforto e facilidade de transferência na análise de Chowdhury, Ceder e Veltly (2014)	103
Quadro 9 - Avaliação da disponibilidade de informações na análise de Chowdhury, Ceder e Veltly (2014)	104
Quadro 10 - Avaliação da integração do BRT com outras modalidades de transporte coletivo.	106
Quadro 11 - Avaliação de estacionamentos de bicicletas no sistema BRT	107
Quadro 12 - Avaliação da cobrança da tarifa em sistemas BRT segundo o ITDP (2014).....	108
Quadro 13 - Matriz de avaliação para os quatro cenários.	112

Quadro 14 - Classificação de rotas cicláveis segundo Los Angeles Metropolitan Transportation Authority.....	114
Quadro 15 - Formulário de avaliação da integração multimodal Duarte e Rojas (2012).....	118
Quadro 16 - Respostas sobre importância de critérios (exemplo)	134
Quadro 17- Escolha de critérios da categoria 1	139
Quadro 18- Escolha de critérios da categoria 2	142
Quadro 19- Sugestão de formulário da pesquisa.....	146
Quadro 20 - Respostas de avaliação dos critérios (exemplo)....	148
Quadro 21 - Critérios selecionados para avaliação	160
Quadro 22 - Respostas de peso dos critérios e cálculo da ponderação e peso.	170
Quadro 23 - Critérios escolhidos por categoria para serem avaliados na próxima etapa.....	174
Quadro 24 - Normalização de pesos	179
Quadro 25 - Resultados da pontuação da categoria “Acessibilidade às estações”	185
Quadro 26 - Resultados da pontuação da categoria “Segurança pública e viária”	185
Quadro 27 - Resultados da pontuação da categoria “Infraestrutura e serviços de integração”.....	186
Quadro 28 - Resultados da pontuação da categoria “Integração das informações”	187
Quadro 29 - Resultados da pontuação da categoria “Integração tarifária”	188
Quadro 30 - Cálculo do índice de integração.....	190

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas BRT por continente.....	33
Tabela 2 - Estratégia de pesquisa	82
Tabela 3 - Resultados na base de dados Science Direct.....	84
Tabela 4 - Resultados obtidos do portal CAPES.....	88
Tabela 5 - Resultados da biblioteca da ANTP.....	90
Tabela 6 - Atributos avaliados nos terminais de Florianópolis .	119
Tabela 7 - Classificação dos terminais em função da integração	120
Tabela 8 - Critérios identificados por categoria	126
Tabela 9 - Qualificação de pontuação dos critérios.....	131
Tabela 10 - Exemplo de vetor de pesos.....	136
Tabela 11 - Pesos de importância dos critérios normalizados para a categoria 1	137
Tabela 12 - Pesos acumulados dos critérios da categoria 1.....	138
Tabela 13 - Pesos de importância dos critérios normalizados para a categoria 2	142
Tabela 14 - Vetor com pesos finais dos critérios escolhidos.....	143
Tabela 15 - Pesos normalizados dos critérios escolhidos.....	144
Tabela 16 - Exemplo de vetor de pontuações dos critérios.	149
Tabela 17 - Resultados do índice de integração (exemplo).....	151
Tabela 18 - Interpretação para valores do índice de integração	152

GLOSSÁRIO

ITDP	<i>Institute for Transportation & Development Policy</i> - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
BHLS	<i>Bus of High Level of Service</i> – Ônibus de alto nível de serviço
LRT	<i>Light Rail Transit</i> – Veículo leve sobre trilhos
NTU	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
ITA	International Tunnelling Association
CFTV	Circuito Fechado de Televisão
TC	Transporte Cicloviário
N/A	<i>Not Applicable/No Answer/Not Available</i> - Não aplica/sem resposta/não disponível
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i> – Processo Analítico Hierárquico
TOD	<i>Transit Oriented Development</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 Objetivos	23
1.2 Justificativa.....	23
1.3 Limitações	26
2. REVISÃO CONCEITUAL.....	29
2.1 Bus Rapid Transit (BRT)	29
2.2 Transporte cicloviário.....	38
2.2.1 Rotas cicláveis	42
2.2.2 Estacionamentos para bicicletas	52
2.3 Integração do transporte cicloviário e do BRT.....	57
2.3.1 Integração física	60
2.3.1.1 Acessibilidade às estações.....	60
2.3.1.2 Infraestrutura e serviços de integração	62
i. Estacionamentos.....	64
ii. Sistemas públicos de bicicleta compartilhada	64
iii. Levar a bicicleta no BRT	65
2.3.1.3 Segurança pública e viária.....	67
2.3.2 Integração tarifária dos serviços e formas de pagamento	
.....	69
2.3.3 Integração das informações.....	71

2.3.4	Integração institucional: políticas públicas e coordenação entre as partes	73
2.4	O TOD como integrador da gestão do território e o transporte	75
2.5	Métodos multicritério aplicados ao transporte	77
3.	REVISÃO DA LITERATURA: AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO MULTIMODAL NA LITERATURA.....	81
3.1	Revisão sistemática da literatura	81
3.2	Integração multimodal no transporte urbano de passageiros 97	
3.2.1	Estudos de avaliação da multimodalidade.....	100
3.2.1.1	Metodologia de Chowdhury, Ceder e Veltz (2014).....	100
3.2.1.2	Metodologia do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento ITDP.....	105
3.2.1.3	Metodologia de Filipe e Macário (2014)	110
3.2.1.4	Metodologia de Woldeamanuel e Olwert (2016)	112
3.2.1.5	Estudo de caso de Duarte e Rojas (2012).....	117
3.2.1.6	Metodologia de Fujiwara (2017).....	119
4.	MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO ENTRE BRT E TRANSPORTE CICLOVIÁRIO	122
4.1	Identificação dos critérios de avaliação.	124

4.2	Designação de pesos de importância dos critérios de avaliação	128
4.3	Escolha de critérios	136
4.4	Pontuação dos critérios.....	144
4.5	Cálculo do Índice de Integração.....	149
5.	APLICAÇÃO PRÁTICA EM MEDELLÍN, COLÔMBIA	155
5.1	Identificação dos critérios de avaliação.....	159
5.2	Ponderação dos critérios de avaliação	163
5.3	Escolha de critérios	173
5.4	Pontuação dos critérios	180
5.5	Cálculo do Índice de Integração.....	189
5.6	Análise de resultados.....	193
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	199
6.1	Conclusões	199
6.2	Recomendações para trabalhos futuros.....	201
7.	REFERÊNCIAS	203

1. INTRODUÇÃO

Os altos índices de congestionamento do tráfego de veículos nas áreas urbanas das grandes cidades geram enormes prejuízos sociais, econômicos e ambientais. São exemplos desses prejuízos, os tempos de viagem excessivamente longos, a baixa qualidade do ar e o aumento de incidência de doenças pulmonares (OLAFSSON; NIELSEN; CARSTENSEN, 2016). Uma das causas apontadas para a origem desse problema encontra-se no uso massivo do transporte motorizado individual em relação aos meios de transporte coletivo. Esse problema tem levado os países desenvolvidos, principalmente os da Europa Ocidental, os EUA, o Canadá e a Austrália, a implantar incentivos para o uso do transporte coletivo e cicloviário usando, como uma das estratégias, a multimodalidade. No entanto, a multimodalidade vai além da presença de mais de um modo de transporte. É preciso que haja integração entre as modalidades existentes de forma fácil, segura, confortável e rápida, a fim de atrair novos usuários ao satisfazer as suas prioridades e fazendo com que eles mudem seus hábitos de deslocamento.

O BRT (Bus Rapid Transit), como modo de transporte coletivo, se expandiu rapidamente nas últimas duas décadas: 54 cidades implantaram este sistema de transporte na América Latina e 167 no mundo, estando presente em todos os continentes (EMBARQ, 2017). Semelhantemente, a bicicleta como modo de transporte não motorizado está em constante crescimento, com benefícios como o baixo custo de aquisição e manutenção, a não produção de emissões contaminantes e a capacidade de levar ao melhoramento da saúde através do exercício físico requerido (PUCHER; BUEHLER, 2008). Esse meio é um aliado importante do

transporte coletivo para melhorar a eficiência e a flexibilidade dos deslocamentos dos cidadãos e a acessibilidade ao próprio transporte coletivo.

Numa pesquisa feita em Montreal, determinou-se que 23% dos entrevistados eram integradores e 30% seriam integradores se fossem implantados maiores incentivos para a integração entre bicicleta e transporte coletivo (BACHAND-MARLEU; LARSEN; EL-GENEIDY, 2011). Esses resultados, mesmo provindo de um país com diferenças culturais no modo de deslocamento se comparado ao Brasil, mostram a importância da integração intermodal no transporte para os usuários.

Através da instalação de rotas cicláveis, estacionamentos de bicicletas próximos das estações, acessibilidade às estações e plataformas do BRT para os ciclistas, segurança viária e pública, informações sobre horários, rotas, estacionamentos, pontos de bicicletas compartilhadas em tempo real, pagamento eletrônico, integração de tarifas, dentre outros, pode-se melhorar a integração entre ambas as modalidades e incentivar as pessoas ao uso dessa forma de multimodalidade.

A literatura do BRT e do modo cicloviário é extensa. Os manuais do ICE (Interface for Cycling Expertise) e da GTZ (Agência Alemã de Cooperação Técnica) (2009) para planejamento cicloviário e o manual do ITDP (2008) de sistemas BRT proporcionam detalhes significativos para o planejamento de cada modalidade. Ademais, diversas pesquisas sobre os critérios que influenciam o nível do serviço de ambas as modalidades têm sido feitas tanto no âmbito local como no mundial, porém nenhum desses trabalhos apresenta um índice para avaliar a integração dos modos

mencionados e que permita também verificar o impacto dos atributos que o constituem no nível de satisfação dos usuários. Isto é, os trabalhos pesquisados focam em avaliar a integração modal do ponto de vista de quem opera o sistema, já o foco deste trabalho é o usuário do sistema de transporte.

1.1 Objetivos

O objetivo desse trabalho é criar um método para avaliar o nível de integração entre o BRT e o transporte cicloviário, com ênfase na visão dos usuários. O resultado desse método irá produzir um Índice de Integração.

Objetivos específicos:

- a) Conhecer as prioridades e necessidades dos usuários integradores e potenciais integradores do BRT e do modo cicloviário.
- b) Identificar e avaliar índices de integração modal presentes na literatura.
- c) Identificar, ponderar e avaliar os critérios que formarão um índice para a avaliação da integração entre o BRT e o modo cicloviário.
- d) Testar o método proposto através de uma aplicação prática.

1.2 Justificativa

O transporte urbano não deve ser enxergado como um só modo de transporte ou vários modos trabalhando separadamente. Pelo contrário, grande parte do seu sucesso está na integração multimodal

(HENSHER, 2008), na implantação de estações e terminais intermodais que permitam ao usuário o uso de mais de um modo de transporte de forma confortável, segura e acessível (CURRIE; DELBOSC, 2011).

Como opção de análise de integração, escolheu-se o BRT e o modo cicloviário, pois este último está sendo cada vez mais incentivado nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (Inglaterra, Holanda, França, Alemanha, Canada, dentre outros), devido a sua eficiência no uso do espaço e sua sustentabilidade econômica, ambiental e social (PUCHER; BUEHLER, 2008), sendo ainda um modo que precisa da complementariedade com o transporte coletivo para aumentar a sua área de abrangência e com isto, satisfazer as necessidades dos usuários e potenciais usuários (SANT'ANNA PETZHOLD; LINDAU; ANDO HIRSCHMANN ALMEIDA, 2016).

O crescimento mundial de ambos os modos, BRT e bicicleta, motivado principalmente pela busca da redução do tráfego motorizado individual, deve ser monitorado tanto pelas empresas operadoras de BRT, quanto pelas entidades públicas encarregadas do transporte. Para cumprir com esse monitoramento, é importante ter uma noção do grau de integração entre BRT e bicicletas, e as condições em que se dá esta integração, pois ela tem efeitos diretos na demanda e satisfação dos usuários (DUARTE; ROJAS, 2012).

Segundo Hensher e Golob (2008), não existe um sistema BRT com condições de operação ideais: os sistemas na Austrália e os Estados Unidos têm as maiores velocidades comerciais, os sistemas da América Latina são os menos dependentes de subsídios, os europeus e latino-

americanos proveem maior serviço de embarque em nível e pagamento pré-embarque, porém, a integração multimodal nas estações é melhor na Austrália, nos Estados Unidos e na Europa, o que deixa, nos sistemas latino-americanos, uma oportunidade a melhorar.

Embora vários autores tenham avaliado a multimodalidade através de diversos critérios e metodologias, ainda existe uma lacuna na avaliação da integração entre o BRT e a bicicleta, seja porque a bicicleta é pouco ou não é considerada na análise multimodal, ou porque a metodologia visa fazer uma avaliação geral de todas as modalidades sem chegar a aprofundar em nenhuma delas ou pela falta de sustentação da metodologia usada.

Chowdhury, Ceder e Veltz (2014) tratam, de forma geral, diversos atributos quantitativos e qualitativos da multimodalidade. Não é uma metodologia focada na integração do BRT com o transporte cicloviário, motivo pelo qual os critérios avaliados carecem do enfoque ao ciclista. Duarte e Rojas (2012) avaliam todas as formas de multimodalidade através de um questionário: pedestres, acessibilidade universal, taxi, bicicletas e automóvel, sem chegar a obter um índice final de multimodalidade.

Embora Filipe e Macário (2014) apresentem uma metodologia importante ao considerar quatro contextos diferentes de implantação de BRT numa cidade e brindam novas dimensões diferentes à integração física, não exploram a integração com a bicicleta e utilizam principalmente critérios de avaliação financeiros e do modelo de negócio. Woldeamanuel e Olwert (2016) apresentam uma metodologia focada no

BRT, e consideram a bicicleta como um dos modos de integração a serem avaliados através de três critérios: qualidade da superfície da ciclovias, número de estacionamentos para bicicletas e número de porta-bicicletas nos ônibus.

Finalmente, a metodologia do ITDP (2014a) aponta critérios específicos da avaliação da integração entre o BRT e a bicicleta, por se tratar de uma bibliografia que trata exclusivamente do BRT e que busca promover a acessibilidade dos modos não motorizados. Porém, esta referência bibliográfica tem poucas explicações sobre o funcionamento da metodologia, aparentemente subjetiva, o que deixa dúvidas sobre sua sustentação teórica.

Como conhecer as prioridades dos usuários? Como ter noção do que está sendo feito para satisfazer as necessidades dos usuários e o que ainda falta por fazer? Como saber se as medidas implantadas pelas agências de tráfego e as empresas operadoras de transporte são realmente necessárias e/ou suficientes? A avaliação da integração entre os sistemas BRT e as bicicletas permitirá conhecer melhor os pontos fracos e fortes dos sistemas e ampliar os conhecimentos sobre a importância que os usuários e potenciais usuários dão aos critérios de avaliação.

1.3 Limitações

A principal limitação do trabalho consistiu na falta de recursos humanos e financeiros, assim como os prazos de tempo estabelecidos, para a aplicação dos questionários para uma quantidade significativa de usuários, de modo a ter uma amostra altamente significativa.

Em quanto à aplicabilidade, os resultados de peso de importância dos critérios respondem às necessidades específicas dos usuários de Medellín. Porém, em cidades onde se comprove similaridade topográfica, socioeconômica e demográfica, será possível usar os dados obtidos neste trabalho, com os ajustes pertinentes.

Os critérios selecionados no presente trabalho estão limitados a avaliar a integração específica entre BRT e transporte cicloviário. Porém, o método apresentado poderá ser usado na avaliação da integração de outros pares de modo de transporte como cicloviário, pedestres, taxi, carona, com metrô, ônibus, bonde, teleférico, VLT; fazendo um novo procedimento de seleção dos critérios, em função das modalidades a serem avaliadas.

Por ser uma avaliação feita desde a ótica dos usuários, alguns critérios não podem ser incluídas no método, como é um plano de mobilidade para toda uma área metropolitana, políticas públicas de incentivo à integração, coordenação entre as empresas operadoras de transporte e autoridades de transporte, entre outros.

2. REVISÃO CONCEITUAL

Neste capítulo, é apresentada uma revisão conceitual dos modos de transporte de passageiros em questão: BRT e transporte ciclovitário. A fim de embasar os capítulos seguintes, a presente revisão apresentará, sobre essas modalidades, conceituação, modo de funcionamento, propriedades e características particulares.

2.1 Bus Rapid Transit (BRT)

Segundo o IDP BRASIL (2016), no Plano de Mobilidade Regional da AMFRI, o BRT é um sistema “de alta qualidade de ônibus que simula as características de desempenho e qualidade dos sistemas de transporte sobre trilhos, mas a um custo menor”. O sistema de transporte coletivo BRT, também chamado BHLS na Europa como abreviação de *Bus of High Level of Service*, é, como seu nome indica, uma evolução dos sistemas de ônibus comumente usados, cujas melhorias proporcionam um alto nível de serviço no transporte de passageiros. Entre as melhorias significativas desse modo de transporte urbano estão uma infraestrutura com faixas exclusivas bem como veículos e medidas operacionais que proporcionam um serviço de maior qualidade. Além dessas, ainda há vantagens como linhas troncais de alta capacidade com flexibilidade de integração a terminais especiais, velocidade superior a dos ônibus convencionais, baixo custo de construção e rapidez de implantação, o que permite uma pronta resposta ao atual caos do transporte nas cidades em crescimento (DENG; NELSON, 2013; NTU, 2009; WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016).

O sucesso dessa modalidade em cidades como Curitiba e Bogotá fez com que o *Bus Rapid Transit* fosse cada vez mais reconhecido como solução efetiva em prover um sistema de transporte coletivo de alta qualidade e capacidade a custos baixos, quando comparados a outros modos de transporte. Os custos de construção e a capacidade de um sistema BRT podem, no entanto, variar significativamente em função dos atributos implantados: número de faixas exclusivas, tamanho das estações, prioridade nas interseções, tecnologia dos ônibus (comum, articulado, biarticulado) (HIDALGO; GUTIÉRREZ, 2013), pagamento pré-embarque e embarque em nível (IDP BRASIL, 2016). Esses atributos dão ao BRT grande diversidade de operação.

Os pesquisadores do tema têm se esforçado para criar categorias dentro do conceito de BRT a fim de que os planejadores e tomadores de decisão compreendam melhor as diversas abordagens que esse modo de transporte pode ter (HIDALGO; GUTIÉRREZ, 2013). Na Figura 1, podem-se identificar os diferentes tipos de soluções de BRT e outros sistemas de transporte baseados em ônibus em função da demanda de passageiros.

Figura 1 - Soluções de serviços de transporte coletivo baseados no ônibus.

Passageiros por hora por sentido	Tipo de solução de BRT
Menos de 2.000	Simples prioridade aos ônibus, normalmente sem segregação física, possível faixa de ônibus em tempo parcial.
2.000 a 8.000	Vias segregadas de ônibus no canteiro central utilizada por serviços diretos, reduzindo as necessidades de transferência.
8.000 a 15.000	Vias segregadas de ônibus no canteiro central utilizada por serviços troncais que requerem transferências, mas se beneficiam de embarques e desembarques rápidos e altas velocidades de operação. Prioridade semafórica para transporte público nas interseções.
15.000 a 45.000	Vias segregadas de ônibus no canteiro central com ultrapassagens nas paradas; possível uso de serviços expressos e de paradas limitadas. Utilização de cruzamentos em desnível em algumas interseções e prioridade semafórica em outras.
Mais de 45.000	Este nível de demanda é bastante raro em sistemas existentes. É possível, no entanto, projetar um sistema de BRT que atenda até 50.000 passageiros por hora por sentido. Isso pode ser conseguido com total segregação com duas faixas de vias de ônibus e uma alta proporção de serviços expressos e paradas múltiplas. Essa capacidade também pode ser obtida ao dividir o volume entre dois ou mais corredores próximos.

Fonte: IDP BRASIL (2016)

O ITDP (2014a) define um corredor básico considerando cinco elementos como essenciais para definir um corredor como BRT e que o diferenciam de um serviço comum de ônibus. Esses cinco elementos são: infraestrutura segregada com prioridade de passagem, alinhamento das vias de ônibus, pagamento pré-embarque, tratamento das interseções e embarque por plataforma em nível.

Presente em todos os continentes, o BRT pode ter diferentes abordagens dependendo do contexto local. Na América Latina e na Ásia,

por exemplo, os sistemas estão projetados para atender a altas demandas numa situação econômica de baixos recursos, enquanto na América do Norte e a Europa, os sistemas privilegiam o conforto dos passageiros, aproveitando que não precisam atender a demandas tão altas (FILIPE; MACÁRIO, 2014), por serem sistemas complementares a outro principal ou por estarem numa cidade média com demandas menores, além da situação econômica melhor se comparada às cidades da Ásia e da América Latina.

Segundo a Global BRT Data (2017), a América Latina é a região com mais quilômetros em corredores de BRT, com 1.768 km (ver Tabela 1), seguida pela Ásia, com 1.579 km. Essas são as regiões que mais têm desenvolvido esse modo de transporte, sendo que Europa e América do Norte têm 998 km e 953 km, respectivamente. Do total de passageiros transportados no mundo, 61,2% estão na América Latina, o que evidencia, juntamente com a extensão dos corredores, a liderança do continente na implantação desse modo de transporte coletivo.

Tabela 1- Sistemas BRT por continente.

Continente	Passageiros por dia	Porcentagem de passageiros	Número de cidades	Extensão (km)
África	468.178	1,4%	4	117
América do Norte ¹	912.598	2,8%	18	526
América Latina	19.783.856	60,8%	54	1.768
Ásia	9.301.372	28,6%	43	1.593
Europa	1.613.580	5,0%	44	875
Oceania	436.200	1,4%	4	96

Fonte: Global BRT Data, 2018 – Elaboração própria

Atualmente, o sistema BRT de maior capacidade no mundo é o Transmilenio, em Bogotá, que transporta 49.000 passageiros por hora, por sentido, na hora de pico (EMBARQ, 2017). Segundo o ITDP (2008), um sistema BRT padrão transporta 13.000 passageiros por hora por sentido, sem faixas de ultrapassagem. A capacidade e a velocidade comercial é aumentada na medida em que são melhorados os atributos – como pagamento pré-embarque, serviços expressos, veículos articulados, tamanho das estações – e em que são adicionadas outras características ao sistema – como faixas exclusivas e de ultrapassagem (mostra-se exemplo na Figura 2), mais portas de embarque, dentre outras. A maioria dos sistemas BRT de alta qualidade opera com velocidades comerciais entre 23 a 30 km/h (ITDP, 2008).

¹ Global BRT Data (2017) considera que América do Norte está composta pelos Estados Unidos e o Canadá.

Figura 2 - Faixa de ultrapassagem em estação do sistema BRT de Medellín



Fonte: EMBARQ (2017). Disponível em:

https://brtdata.org/location/latin_america/colombia/medellin

A infraestrutura e a tecnologia implementadas num sistema BRT impactam diretamente na demanda pelo serviço (CURRIE; DELBOSC, 2011). Os componentes principais da infraestrutura de um sistema BRT são descritos nos tópicos seguintes:

2.1.1 Estações

São de maior qualidade que as de um sistema de ônibus convencional, pois são compostas por plataformas, áreas de transição e infraestrutura de integração, como passagens de pedestres, passarelas e estacionamentos de bicicletas, possuem proteção contra sol e chuva,

pagamento pré-embarque, elementos nem sempre encontrados nas estações convencionais (IDP BRASIL, 2016).

A qualidade das estações pode aumentar a quantidade de passageiros através da oferta de maior conforto e embarques mais rápidos graças à implantação de embarque em nível (CURRIE; DELBOSC, 2011). As estações são os únicos pontos de parada dos ônibus e, comumente, possuem na entrada uma catraca para o pagamento pré-embarque (ver Figura 3).

Figura 3 - Pagamento pré-embarque no BRT do Rio de Janeiro.



Fonte: BRT RIO (2017). Disponível em:
<http://www.brtrio.com/estacoes>

Apesar das diferenças de projeto na infraestrutura dos sistemas BRT, geralmente as estações seguem um destes três tipos de padrão: estações simples ou locais, estações intermediárias e terminais. As estações locais estão, normalmente, separadas de 500 a 700 metros umas das outras, são de menor dimensão e são atendidas por serviços troncais

(TRANSMILENIO S.A, 2014). As estações intermediárias são pontos de interseção sobre o corredor e, portanto, usadas principalmente para a transferência entre linhas; ocasionalmente, porém, as estações intermediárias podem receber rotas alimentadoras urbanas e ser pontos de parada dos serviços expressos. Por último, as estações terminais são os pontos de início e fim das rotas e, portanto, são comumente multimodais, porque recebem rotas de ônibus alimentadores municipais, intermunicipais, regionais e fazem conexão com outras modalidades (TRANSMILENIO S.A, 2014).

Os terminais são um elemento chave na intermodalidade dos sistemas BRT, pois neles as rotas alimentadoras conectam os passageiros a outros destinos fora da rede do BRT (DUARTE; ROJAS, 2012). Além disso, os terminais podem incrementar a conectividade com outros modos através de uma infraestrutura de qualidade e inclusiva (WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016).

2.1.2 Corredores viários

São as faixas usadas pelo ônibus, geralmente de forma exclusiva. Uma faixa exclusiva permite maior velocidade de operação, o que contribui para a pontualidade do sistema (CURRIE; DELBOSC, 2011).

O serviço oferecido pelo BRT pode ser de dois tipos: parador e expresso. Os veículos paradores circulam pelos corredores exclusivos, iniciando e concluindo suas rotas nos terminais, mas com paradas nas estações locais e intermediárias. Os expressos, por sua vez, são projetados para viagens com origem e destino pré-identificados, o que permite maior

velocidade; o serviço expresso não inclui paradas nas estações ao longo do trajeto, com exceção das estações intermediárias, identificadas antes do começo da viagem (IDP BRASIL2016). O Transmilenio oferece ainda um serviço super-expresso, que atende os pares origem-destino de maior demanda nas estações intermediárias (TRANSMILENIO S.A, 2014).

2.1.3 Veículos

Os ônibus do sistema BRT podem ser do tipo padrão ou articulado. Normalmente, eles são movidos a diesel, mas se tem buscado inovar nisso utilizando outras formas de propulsão, como veículos elétricos, a gás e híbridos (CURRIE; DELBOSC, 2011). Outras particularidades dos ônibus do sistema BRT incluem piso mais baixo e portas em maior número e de maior dimensão, tudo a fim de agilizar o embarque (ITDP, 2008).

Para se ter uma ideia da capacidade e do tamanho dos veículos, podem ser citados como exemplo os ônibus articulados do sistema BRT de Bogotá, o Transmilenio. Com 18 metros de comprimento e 2,60 metros de largura, eles possuem capacidade para 160 pessoas, quatro portas de 1,10 metros. Os ônibus biarticulados medem 27 metros de comprimento por 2,60 de largura e possuem sete portas, de modo que têm capacidade para 260 pessoas (Figura 4) (TRANSMILENIO S.A, 2014).

Figura 4 - Ônibus biarticulado do sistema BRT Transmilenio em Bogotá, Colômbia.



Fonte: TRANSMILENIO S.A (2014). Disponível em:
<http://www.transmilenio.gov.co>

2.2 Transporte cicloviário

O transporte cicloviário desempenha um papel importante na busca por um transporte mais sustentável. Os benefícios de optar pela bicicleta incluem: redução das emissões de carbono e de ruído, melhoramento da saúde pública através da redução de doenças respiratórias e do exercício físico requerido (OLAFSSON; NIELSEN; CARSTENSEN, 2016; PROVIDELO; SANCHES, 2011), baixo custo de aquisição e manutenção e, portanto, acessibilidade para todos os níveis de renda (BRASIL, 2007), baixo uso de espaço viário – se comparado a automóveis – considerando que a ocupação média de um automóvel é de 1,18 pessoas (PTP BARCELONA, 2016), o que faz com que o espaço viário seja usado de forma mais eficiente pelo modo cicloviário. Tudo isto faz do transporte cicloviário uma opção social, econômica e ambientalmente sustentável (PUCHER; BUEHLER, 2008).

Em uma pesquisa desenvolvida no contexto da Cidade Administrativa de Minas Gerais, que busca analisar os padrões de deslocamento dos trabalhadores e incentivar viagens em modos não motorizados e transporte coletivo, encontrou-se que os incentivos mais eficazes para o uso da bicicleta como modo de deslocamento casa-trabalho são: disponibilidade de rota ciclável conectada aos principais terminais e pontos de ônibus ligados ao local de trabalho, existência de chuveiros e armários no local de trabalho e bicicletários próximos aos acessos de cada prédio. Por outro lado, as respostas negativas quanto ao uso da bicicleta como meio de transporte mostraram que os principais empecilhos são distância, segurança e topografia. Aqueles que optam pelo transporte cicloviário são pessoas de classes média e alta que não estão obrigadas a usar a bicicleta como meio de transporte. A recomendação final dos autores para estimular o uso da bicicleta é potencializar a integração desta com o transporte coletivo (SANT'ANNA PETZOLD; LINDAU; ANDO HIRSCHMANN ALMEIDA, 2016).

Dentro do Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades (BRASIL, 2007), se estabelecem como fatores que influenciam a mobilidade ciclista: qualidade da infraestrutura, infraestrutura contínua, qualidade ambiental dos trajetos, facilidade e segurança para guardar as bicicletas e integração com outros modos de transporte.

Cock (2016) cita ainda os seguintes fatores com impactantes sobre o uso da bicicleta: a topografia, a presença de barreiras físicas na infraestrutura, a disponibilidade de estacionamento e a cultura de uso ou não do carro. Outro fator que influencia no uso da bicicleta é a temperatura; segundo os estudos feitos por Gebhart e Noland (2014), o

número de viagens em bicicleta diminui com as baixas temperaturas (menores que 10°C), mas também quando a temperatura supera os 32°C. As grandes distâncias de deslocamento também contribuem para a escolha de outros modos de transporte mais abrangentes (BRASIL, 2007), além das diferenças culturais dos países que têm levado ao uso ou não da bicicleta como meio de transporte (BACHAND-MARLEU; LARSEN; EL-GENEIDY, 2011). Por outro lado, Pucher e Buehler (2008) afirmam que embora cultura, topografia e clima sejam fatores importantes, eles não são necessariamente determinantes na escolha por essa modalidade, e que, políticas públicas incentivadoras chegam a ser tão importantes quanto os fatores anteriormente mencionados.

Na Europa ocidental, a integração de trajetos em bicicleta e outros modos está entre 5% e 10%, enquanto em países como Dinamarca, Alemanha e Holanda, 20% das viagens são feitas em bicicleta (BRASIL, 2007). No Brasil, 4% das viagens foram feitas em bicicleta no ano 2014 (ANTP, 2016). Nos Estados Unidos, Reino Unido e Austrália esse modo de transporte é usado aproximadamente em 1% das viagens. Nesses mesmos países, a bicicleta é principalmente usada com fins recreativos ou desportivos, mas não para o deslocamento diário casa-trabalho (PUCHER; BUEHLER, 2008). Entretanto, as distâncias toleráveis para andar de bicicleta e integrar com o transporte coletivo também mudam significativamente entre os diferentes países: nos EUA, a distância média tolerável é de 2,4 km; já na Índia, ela é de 2,7 km; na Holanda, chega a 3,7 km (BACHAND-MARLEU; LARSEN; EL-GENEIDY, 2011).

Há, portanto, certa dificuldade em determinar o perímetro de ação da bicicleta, visto que esse modo de transporte é influenciado por

fatores variáveis e subjetivos. Ainda assim, a priori, a distância na qual a bicicleta é um meio de transporte competitivo em relação aos outros modos pode ser estabelecida em 5 km (BRASIL, 2007). Isso deixa de ser desfavorável, no entanto, quando o transporte ciclovitário é usado de forma complementar a modos ferroviários ou rodoviários, o que reforça a importância da aliança entre a bicicleta e o transporte coletivo e, naturalmente, acompanhado de uma boa sinalização, implantação de *traffic calming*² em ruas de baixo tráfego, estacionamentos seguros, conexão com o transporte público, entre outros (LITMAN; BURWELL, 2006).

Para promover e incentivar o uso da bicicleta como modo de transporte, o Plano Estratégico de Ciclismo da cidade de Vancouver (2011), Canadá, recomenda a implementação de estratégias como:

- Implantação de zonas de velocidade controlada (30 km/h) em ruas locais;
- Melhoramento da segurança nos cruzamentos;
- Maior conectividade das ciclofaixas;
- Manter a infraestrutura em bom estado de conservação;
- Criação de mapas da infraestrutura (ciclo-rotas, estacionamentos) e informações para planejamento de viagens em bicicleta; e

² Em tradução literal, “tranquilização do tráfego”. Medidas urbanísticas que visam à redução dos efeitos negativos do tráfego motorizado para melhorar as condições de deslocamento dos modos não motorizados (LOCKWOOD, 1997).

- Integração tarifária dos estacionamentos com o cartão eletrônico do transporte coletivo.

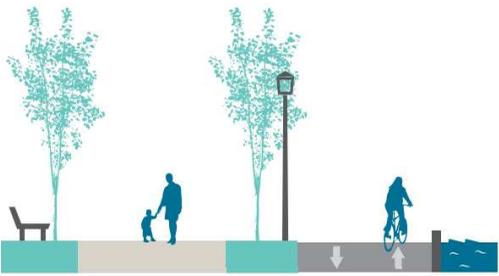
2.2.1 Rotas cicláveis

As rotas cicláveis são as superfícies de rolamento para as bicicletas que oferecem espaço para seu trânsito. Elas podem ser de diversos formatos, sendo ou não segregadas do tráfego motorizado e dos pedestres. Segundo Pucher e Buehler (2008), proporcionar rotas cicláveis segregadas do tráfego motorizado e dos pedestres é um incentivo para os ciclistas, especialmente em cidades que estão começando a estimular este modo e buscam passar confiabilidade e sensação de segurança aos novos usuários, o que é precisamente um dos objetivos das rotas cicláveis.

No contexto brasileiro de ciclo-infraestrutura, existe o Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta (2007), segundo o qual as tipologias da infraestrutura para ciclistas estão divididas como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação da ciclo-infraestrutura segundo os padrões brasileiros

Descrição	Imagem
-----------	--------

<p>Ciclovia segregada em terreno limpo: totalmente segregada da infraestrutura do tráfego motorizado.</p>	
<p>Ciclovia segregada junto à via: uso exclusivo para bicicletas e segregação física do tráfego motorizado.</p>	
<p>Ciclofaixa: segregação puramente visual, próxima do tráfego motorizado</p>	
<p>Ciclovia segregada em calçada: segregada do tráfego veicular, com nível na calçada pedestre e de pavimento diferente.</p>	

<p>Passeio separado com espaço para circulação de bicicletas: passeio separado dos pedestres por meio de marcação.</p>	
<p>Passeio compartilhado: passeio compartilhado para ciclistas e pedestres devidamente sinalizado.</p>	

Adaptado de (BRASIL, 2007) e (BID, 2015)

Na Colômbia, todas as cidades devem se adaptar aos padrões da Guia de Ciclo-infraestrutura (2016), onde está estabelecido que uma ciclovia é uma faixa segregada de uso exclusivo dos ciclistas; entretanto, as vias ciclo-adaptadas são ruas ou espaços públicos acondicionados para o uso de bicicletas, sem separação completa do tráfego misto e usadas para ruas de baixo trânsito e zonas 30. Dentro das rotas cicláveis, estão as ciclorrotas e as ciclofaixas, que se diferenciam pela forma de segregação,

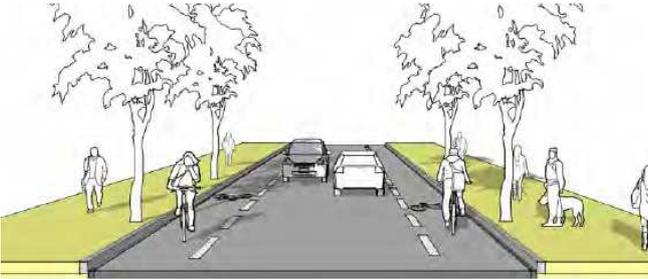
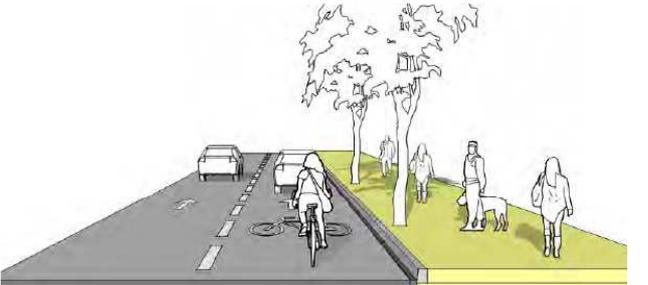
a saber: segregação física³ para a ciclorrota e segregação visual⁴ para as ciclofaixas. As vias ciclo-adaptadas têm cinco subtipos: faixa ciclo-preferente, pista ciclo-preferente, de uso compartilhado com os ônibus, zonas de *traffic calming* ou zonas 30, e em contrafluxo (COLÔMBIA, 2016). Finalmente, têm-se cinco tipos de infraestrutura para bicicletas como mostra, em resumo, o Quadro 2.

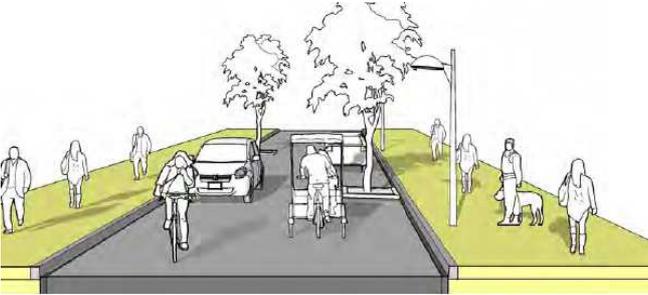
³ Segregação física é aquela composta por barreiras físicas que impedem ou dificultam entrar ou sair da via (COLÔMBIA, 2016).

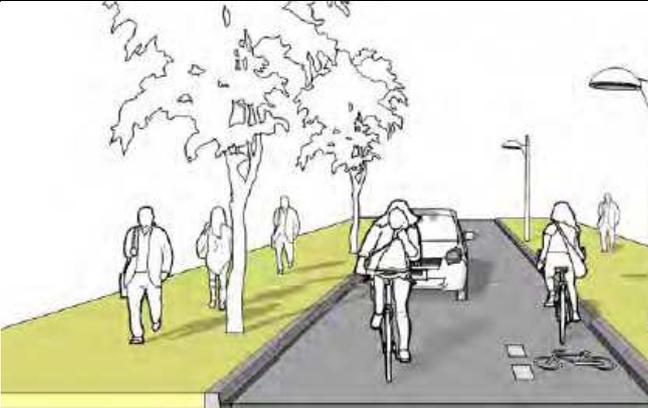
⁴ Segregação visual é aquela composta por elementos visuais tais como sinalizações, cores, pavimentos diferentes, que delimitam as vias segregadas (COLÔMBIA, 2016).

Quadro 2 - Classificação da ciclo-infraestrutura segundo os padrões da Colômbia.

Tipo	Subtipo	Características principais	Exemplificação
Vias ciclistas	Ciclorrota	Reservadas exclusivamente para a circulação de bicicletas, segregadas do tráfego motorizado e dos pedestres. Possuem segregação física. Podem ser uni ou bidirecionais.	
	Ciclofaixa	Reservadas para uso exclusivo das bicicletas. Estão segregadas visualmente do tráfego motorizado e dos pedestres. Podem ser uni ou bidirecionais.	

Tipo	Subtipo	Características principais	Exemplificação
Vias ciclo-adaptadas	Faixa ciclo-preferente	<p>Faixa de uso combinado para veículos motorizados e ciclistas. Os ciclistas podem circular no meio da pista e os outros veículos deverão se adaptar às velocidades dos ciclistas. Velocidade máxima de 30km/h.</p> <p>Também é o caso dos ônibus com faixa preferencial que compartilham a pista com os ciclistas.</p>	
	Pista ciclo-preferente	<p>Pista dedicada à circulação da bicicleta que pode ser eventualmente usada por outros veículos. Estão no mesmo nível da via e são unidirecionais.</p>	

Tipo	Subtipo	Características principais	Exemplificação
	Rua de <i>traffic calming</i>	Em ruas locais de tráfego calmo e velocidades baixas, as bicicletas circulam junto com os outros veículos nas mesmas condições de preferência, de forma segura e confortável. Essas ruas são chamadas de zonas 30, porque têm velocidade máxima de circulação de 30 km/h.	
	Faixa compartilhada para bicicleta e ônibus	Uso compartilhado da pista para os ônibus e as bicicletas. Essa opção não é recomendável para corredores de ônibus de alta velocidade, como é o caso do BRT.	

Tipo	Subtipo	Características principais	Exemplificação
	Circulação no contrafluxo	Com o objetivo de aumentar a rede cicloviária e evitar que os ciclistas devam percorrer distâncias mais longas, tem-se implantado a ciclofaixa em contrafluxo em vias unidirecionais.	

Fonte: Adaptado de COLÔMBIA (2016) – Elaboração própria

A largura das ciclofaixas pode variar dependendo da entidade regulamentadora e do tipo de infraestrutura cicloviária. O Guia de Ciclo-estrutura da Colômbia (2016) afirma que 1,4 metros é largura suficiente para ciclofaixas unidirecionais sem possibilidade de ultrapassagem, caso no qual é recomendada largura de 2 metros. O Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta (2007) estabelece que a largura mínima de uma ciclofaixa deve ser de 1,2 metros, mas recomenda adotar 1,5 metros de largura. Finalmente, Teramoto (2008) assegura que nas faixas compartilhadas para bicicletas e ônibus, a largura deve estar entre 3,7 e 4,6 metros.

A infraestrutura cicloviária deve ser segura, direta (oferecer o caminho mais curto possível), contínua (sem obstáculos desnecessários), confortável (infraestrutura em bom estado de manutenção), coerente (sinalização legível, intuitiva, consistente) e atrativa (ICE; GTZ, 2009).

O informe de Padrões de Projeção Ciclística de Londres (2014) especifica indicadores para cada uma dessas categorias com o objetivo de avaliar o nível de serviço da infraestrutura cicloviária, como mostra a Quadro 3.

Quadro 3 - Categorias do Nível do Serviço da infraestrutura cicloviária

Categoria	Indicador
Segurança	Risco de colisão
	Sensação de segurança
	Segurança pública
Percurso (Rotas diretas)	Tempo de viagem
	Valor do tempo em comparação com automóvel particular
	Atalhos
Coerência	Conexões

Categoria	Indicador
	Sinalização
Conforto	Qualidade da superfície
	Material da superfície
	Largura da ciclofaixa
	Inclinação
	Pontos de estreiteza
	Lombadas
Atratividade	Impacto nos pedestres
	Eco-sustentabilidade
	Qualidade do ar
	Poluição de ruído
	Malha viária e sinalização compreensível e clara
	Facilidade e segurança de estacionamento
Adaptabilidade	Integração com o transporte público
	Flexibilidade de expansão e mudanças
	Possibilidade de crescimento

Fonte: Adaptado de LONDRES, 2014

Os ciclistas devem ser tratados como veículos e não como pedestres, pois as diferenças entre ambos são significativas, principalmente na velocidade. Enquanto existir espaço suficiente, deve-se separar a infraestrutura de circulação de ambos; caso contrário, serão criados conflitos desnecessários, principalmente em cruzamentos e bifurcações (LONDRES, 2014). Em países onde se tem maior cultura de respeito ao ciclista, prefere-se a circulação de bicicletas pela via, junto com o transporte coletivo ou tráfego misto, em zonas *traffic calming*, à compartilhar a calçada com os pedestres (COLÔMBIA, 2016).

De acordo com Teramoto (2008), europeus e australianos têm maior tendência a separar o tráfego cicloviário conforme aumenta o fluxo e a velocidade dos veículos motorizados do que os norte-americanos. Mas, além do volume e da velocidade dos veículos motorizados, outros

fatores devem ser considerados na instalação da infraestrutura cicloviária, como permissão de estacionamento na via, variação temporal do fluxo, largura das faixas, entre outros. O estacionamento de veículos na rua pode dificultar a passagem da bicicleta e provocar acidentes com a abertura inesperada da porta do veículo (SILVA, 2014).

2.2.2 Estacionamentos para bicicletas

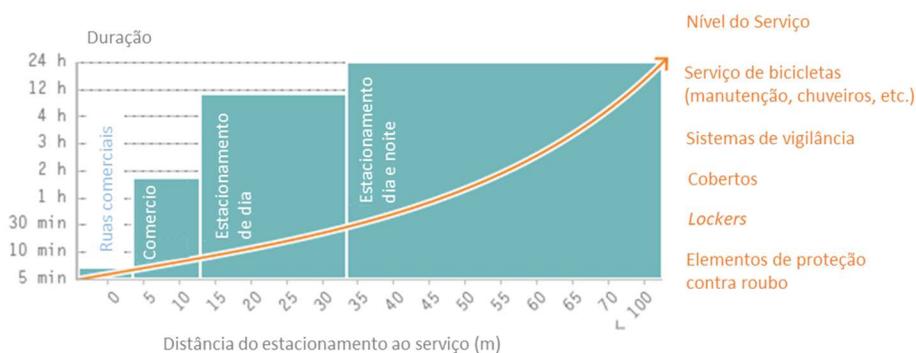
A segurança pública e física é um dos aspectos mais determinantes no uso da bicicleta. Por esse motivo é importante garantir não somente estacionamentos de fácil acesso, mas também seguros quanto à guarda efetiva da bicicleta e à integridade física dos ciclistas (BRASIL, 2007).

Os estacionamentos para bicicletas devem estar localizados convenientemente para os usuários, ser acessíveis desde a ciclovia e próximos das estações de transporte coletivo, ter vagas suficientes para satisfazer a demanda e serem seguros, preferivelmente sob vigilância ou com instalação de CFTV (*closed-circuit television*). Em alguns casos particulares, como terminais multimodais de maior demanda e capacidade, deve-se oferecer serviços adicionais, como proteção física, proteção climática e serviços de manutenção para as bicicletas (COLÔMBIA, 2016; LONDRES, 2014). Observa-se na Figura 5 o nível do serviço⁵ dos estacionamentos para bicicletas a partir da distância entre o estacionamento e o serviço destino, além do tempo de estadia da bicicleta no estacionamento. Por exemplo, em ruas comerciais, é

⁵ Com o termo “nível do serviço”, o autor citado faz referência à qualidade do serviço oferecido através de diversos atributos como manutenção da bicicleta, vigilância, proteção de chuva e sol, etc.

desejável que o estacionamento tenha proteção contra roubo e esteja próximo do comércio (máximo 5 metros entre paraciclo e comércio). Por outro lado, os estacionamentos de bicicletas de estadia longa (dia e noite) podem ser de maior dimensão e estar mais longe do destino do usuário (mais de 40 metros), mas devem contar com sistema de vigilância, ser cobertos, e oferecer serviço de manutenção para as bicicletas.

Figura 5 - Nível do serviço dos estacionamentos a partir da distância até o destino e duração.



Fonte: Adaptado de COLÔMBIA (2016).

Segundo o Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades, Brasil (2007), um tipo de estacionamento para bicicletas são os paraciclos, os quais se caracterizam por se localizarem no espaço público, terem aproximadamente 25 vagas, serem de fácil acesso, mas sem zeladoria. Normalmente, são usados por curta ou média duração (aproximadamente duas horas) e estão situados próximos ao destino do usuário, seguindo o princípio de disponibilizar vários pontos de paraciclos mais próximos aos prédios ao invés de um só estacionamento de maior capacidade, mas com maior distância dos destinos (PAIVA; CAMPOS, 2008). Os paraciclos

podem ser do tipo segurador da roda dianteira ou em “U” invertido (COLÔMBIA, 2016), como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Estacionamentos para bicicletas



Fonte: COLÔMBIA (2016)

Outro tipo de estacionamento de bicicletas são os bicicletários, que estão caracterizados como estacionamentos de longa duração, com maior capacidade e controle de acesso. São instalados em estações de transporte de grande porte e outros polos geradores de viagens (BRASIL, 2007).

Os bicicletários devem ser, preferivelmente, cobertos e vigiados ou podem ser em formato de *lockers* – principalmente usados nos EUA e Canadá – que são armários providos de chave (chave propriamente dita ou o mesmo cartão eletrônico de transporte) para guardar as bicicletas; neles, a cobrança é feita baseada no tempo de uso do equipamento, que pode ser desde uma hora até um dia inteiro (TUMLIN, 2012). Isso ajuda a garantir o abrigo da bicicleta de climas extremos, além de dar proteção

contra roubo (LONDRES, 2014). As Figura 7 e Figura 8 mostram ambos os tipos de estacionamento de bicicletas.

Figura 7 - Estacionamento do tipo *lockers*



Fonte: VANCOUVER (2011)

Figura 8 - Estacionamento de tipo bicicletário



Fonte: TRANSMILENIO S.A (2014). Disponível em
<http://www.transmilenio.gov.co>

Nas cidades alemãs e holandesas, os donos de grandes prédios e comércios, como estações de trem, *shopping centers*, bancos e prédios de escritórios são obrigados a instalar quantidade suficiente de estacionamentos de bicicleta no local (PUCHER; BUEHLER, 2008). No caso de Bogotá, Colômbia, os bicicletários para integração com o transporte coletivo estão dentro das estações de BRT, com controle de acesso, vigilância e tarifa integrada (BRASIL, 2007).

Dentro do Plano Estratégico de Ciclismo de Vancouver (2011), recomendam-se ações como instalar quantidade suficiente dos tipos adequados de estacionamento, monitorar constantemente a utilização deles e prover facilidades de pagamento eletrônico e integração com outros modos de transporte. Colômbia (2016) recomenda, para as

estações de transporte público, uma vaga de estacionamento de longa duração para cada 50 usuários diários.

2.3 Integração do transporte ciclovitário e do BRT

Havendo infraestrutura adequada para a integração, o transporte coletivo e as bicicletas são modos de transporte altamente compatíveis. Rotas diretas e seguras para entrada e saída das estações, faixas exclusivas para as bicicletas, estacionamento, possibilidade de levar as bicicletas no veículo e sistema público de bicicletas compartilhadas são todos incentivos para o incremento de usuários desse modo integrado de transporte (BACHAND-MARLEU; LARSEN; EL-GENEIDY, 2011; WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016; NELSON\NYGAARD CONSULTING ASSOCIATES, 2009).

Na integração específica do transporte ciclovitário com o BRT, um dos benefícios é a ampliação da área de abrangência tanto do sistema BRT, como dos ciclistas. Por um lado, as ciclovias viram tentáculos do sistema BRT, alimentando-o e escoando-o. E, por outro lado, o BRT aumenta a área de abrangência das bicicletas ao percorrer maiores distâncias em um menor tempo (DA SILVEIRA; ANDRADE, 2016).

É também essencial que as agências que oferecem os serviços de transporte público se interessem por oferecer uma boa integração com o transporte ciclovitário, principalmente para aumentar a lotação (WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016; SCHNEIDER, 2005), pois ele flexibiliza e aumenta as formas de se chegar às estações e pontos e de se deslocar até os destinos depois do uso do transporte coletivo, favorecendo

a continuidade no deslocamento e a satisfação das necessidades dos usuários (SCHNEIDER, 2005).

Segundo o Informe do ITDP (2014a), Padrão de Qualidade de BRT, quando um sistema de BRT começa a operar numa cidade, é comum que já existam outros modos de transporte cujas malhas e linhas devam ser integradas ao BRT para proporcionar aos usuários uma experiência de alta qualidade, economizando tempo, dinheiro e deslocamentos difíceis. No Informe, são mencionados dois componentes para a integração do BRT aos outros modos de transporte público:

- Pontos de transferência física: procura-se que sejam caminhos diretos e amplos, minimizando o tempo da caminhada entre os modos, isto é, que os passageiros não devam sair de um sistema para se deslocar até outra estação e entrar em outro sistema.
- Tarifa integrada: para que com uma única passagem os usuários possam acessar todos os modos de transporte público.

No Plano Estratégico de Ciclismo da cidade de Vancouver, são mencionadas algumas estratégias para integração entre transporte coletivo e bicicleta, como: garantir que a infraestrutura cicloviária seja segura e conveniente para a conexão com os modos de transporte coletivo e as estações, oferecer número suficiente de vagas de estacionamento seguras e dentro das estações, instalar portabicicletas em todos os veículos de transporte coletivo para levar as bicicletas e oferecer um sistema público de bicicletas compartilhadas com integração tarifária com o transporte coletivo (VANCOUVER, 2011).

Segundo Schneider (2005), outras razões mencionadas pelas entidades encarregadas do transporte público nos Estados Unidos para incentivar a integração da bicicleta ao transporte coletivo são: diminuir o uso de veículos motorizados e estacionamentos – o que traz melhor qualidade do ar e espaço público disponível para outras atividades – e fornecer alternativas aos ciclistas para atravessar barreiras físicas nas vias como pontes, túneis, morros, alto tráfego ou condições climáticas extremas. Além disso, essas iniciativas de integração aumentam o número de viagens multimodais na cidade, o que colabora com seus indicadores de transporte sustentável.

Segundo Litman (2015), a integração multimodal deve cumprir quatro tipos de integração: física, tarifária, institucional e de informações. As cidades líderes nesses níveis de integração são Londres, Hong Kong e Singapura. Nesse contexto, construiu-se um esquema de fatores relevantes na integração entre BRT e transporte cicloviário, baseado no referencial teórico encontrado, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Esquema de formas de integração e fatores relevantes na integração BRT-TC



Fonte: Elaboração própria

2.3.1 Integração física

Composta por três aspectos que consideram elementos físicos para a integração entre ambos os sistemas de transporte: acessibilidade dos ciclistas às estações e à plataforma, segurança pública e viária e infraestrutura necessária para oferecer um serviço integrado de BRT e bicicleta.

2.3.1.1 Acessibilidade às estações

Os corredores de BRT operam em vias urbanas arteriais extensas, com fluxos altos e multifuncionais: ônibus de diferentes operadores e municípios, caminhões, automóveis, motos, bicicletas e pedestres, principalmente em países em desenvolvimento. Isso faz com que o acesso

ao sistema BRT seja complicado, pois a mesma via é uma barreira física difícil de atravessar para os ciclistas (ITDP, 2008).

Para assegurar integração entre bicicletas e BRT, deve-se garantir o acesso fácil, seguro e confortável dos ciclistas às estações, através de rotas cicláveis. Um método para analisar a qualidade do ambiente oferecido aos ciclistas nas zonas próximas às estações é partir de um raio de dois quilômetros ao redor da estação: ciclistas preferem pavimento liso, caminhos diretos e curtos; é preciso identificar locais perigosos para a passagem de ciclistas, mapear os pares OD mais populares entre os ciclistas, identificar problemas de isolamento e pontos de maior risco de acidente (WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016). Deve-se identificar esses elementos para priorizar as intervenções. O ideal é que as rotas cicláveis e o sistema BRT sejam planejados conjuntamente (ITDP, 2008).

O acesso de pedestres e ciclistas a um sistema de transporte público em geral, considera três fatores principais: a vizinhança até o corredor, o cruzamento do corredor e o movimento dentro da estação. Não garantir um desses fatores pode significar que o sistema seja inacessível para uma porcentagem significativa dos usuários (ITDP, 2008).

O embarque a partir de uma plataforma no mesmo nível do veículo facilita a entrada e a saída dos passageiros – principalmente daqueles com dificuldades de locomoção – e facilita aos ciclistas a entrada e saída com bicicleta, dando também segurança e conforto (PUCHER; BUEHLER, 2009). Por ser um transporte de superfície, o BRT tem uma vantagem física de acessibilidade, facilitando as

transferências deste para outros modos de transporte, incluindo os não motorizados como ciclovário e pedestre (US GAO, 2001).

2.3.1.2 Infraestrutura e serviços de integração

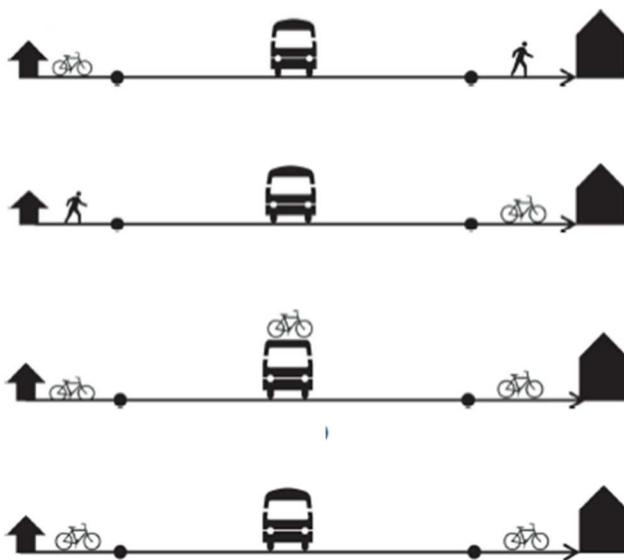
No Plano de Mobilidade da cidade de São Paulo, uma das diretrizes da rede cicloviária é a intermodalidade, de modo a promover a conexão da rede com os terminais e estações de transporte coletivo, seja através de estacionamentos próximos ou possibilitando a entrada das bicicletas nos veículos do transporte (SÃO PAULO, 2015). Esta intermodalidade nem sempre é acompanhada de incentivos. Segundo Pucher e Buehler (2008), a maioria dos sistemas de transporte coletivo na América do Norte cobra uma tarifa adicional para levar as bicicletas nos veículos e países com altos índices de ciclismo como Dinamarca, Alemanha e Holanda têm proibido a entrada de bicicletas nos ônibus.

A opção padrão de localização de ciclovias é entre as faixas de tráfego misto e a calçada, isso permite aos ciclistas entrar e sair da via arterial com maior facilidade e segurança; normalmente, esse modelo é preferido por ciclistas que percorrem distâncias curtas no corredor. Para que os usuários do BRT tenham acesso às estações, deve-se prover infraestrutura adequada para o cruzamento da via, de forma fácil, rápida e segura para evitar que os ciclistas atravessem imprudentemente por locais proibidos (ITDP, 2008). Outra localização de ciclovias é a adjacente ao corredor BRT, no canteiro central entre a via de BRT e as faixas de tráfego misto. Essa configuração permite aos ciclistas atingirem velocidades maiores pela falta de obstruções e conflitos com os carros. É ideal para ciclistas que percorrem grandes distâncias nas vias arteriais ou

ciclistas usuários do BRT, já que o acesso às estações é fácil e rápido (ITDP, 2008).

Em relação aos serviços de integração, as três formas de integração entre a bicicleta e o BRT são (ver Figura 10) : (i) o usuário deixa a bicicleta estacionada antes de começar a viagem em BRT, (ii) o usuário leva a bicicleta no veículo utilizando os portabicicletas dentro dos ônibus, e (iii) os sistemas de bicicletas públicas compartilhadas que permitem aos usuários alugar uma bicicleta entre estações destinadas a esse serviço (PAIVA; CAMPOS, 2008).

Figura 10 - Formas de integração entre BRT e transporte ciclovitário



i. Estacionamentos.

Os diferentes tipos de estacionamentos de bicicleta, suas conveniências e formas de avaliação como atributo de integração multimodal já foram apresentados no item 2.2.2 *Estacionamentos para bicicleta* e 2.3.1 *Metodologias de avaliação da multimodalidade*.

ii. Sistemas públicos de bicicleta compartilhada

O funcionamento deste modo de transporte consiste na distribuição de estações com um espaçamento médio de 300 metros, que contam com um número determinado de bicicletas em função da demanda, estacionadas com um sistema de travamento automático que permite aos usuários retirarem e devolverem as bicicletas facilmente (ITDP, 2014b). Os usuários, através do seu registro, recebem um cartão, que pode ou não ser o mesmo de outros sistemas de transporte público, com o qual poderão usar as bicicletas em qualquer estação, sendo a tarifa de uso debitada diretamente do mesmo (MARTENS, 2007).

O estudo feito em Montreal por Bachand-Marleu, Larsen e El-Geneidy (2011) mostrou que 37% dos entrevistados são usuários do sistema de bicicletas compartilhadas de Montreal, conhecido como Bixi, com uso médio de 12 vezes por mês. As principais razões para usar bicicletas compartilhadas é a praticidade para viagens só de ida ou só de volta e como complemento do transporte público, já que estações de metrô e ônibus possuem também pontos de Bixi. Cock (2016) cita como fatores chaves para o sucesso de sistemas de bicicletas compartilhadas a densidade residencial, demografia, presença de universidades e escolas, infraestrutura adequada presente, tamanho e uso de transporte público.

Estações de bicicletas compartilhadas nas proximidades das estações BRT melhoram a qualidade do serviço e economizam tempo dos usuários, além de aumentarem a demanda por diversificar as opções de rotas das viagens (ITDP, 2016b). Para o ITDP (2014a), a integração do BRT com esses sistemas é avaliada da forma mostrada no Quadro 4.

Quadro 4 - Avaliação da integração entre BRT e bicicletas públicas compartilhadas

Integração com Bicicletas Públicas	Pontos
Existe um sistema de bicicletas públicas em pelo menos 50% das estações do corredor	1
O sistema de bicicletas públicas cobre menos de 50% das estações do corredor	0

Fonte: (ITDP, 2014a) – Elaboração própria

iii. Levar a bicicleta no BRT

A permissão de bicicletas a bordo do veículo é uma vantagem significativa para o ciclista que pode continuar seu trajeto em bicicleta uma vez finalizada a viagem no BRT. Porém, nos sistemas de transporte coletivo que permitem essa opção, ela está restrita aos horários fora do pico. Comumente, no entanto, levar a bicicleta a bordo é proibido pela alta demanda com capacidade limitada, motivo pelo qual também é importante ter opções alternativas, como os estacionamentos de bicicletas (ITDP, 2008 e BACHAND-MARLEU, LARSEN e EL-GENEIDY, 2011). A opção mais viável para levar a bicicleta no ônibus do BRT é através do embarque em nível e de portabicicletas dentro ou na frente dos veículos, como mostra a Figura 11.

Figura 11 - Portabicicletas dentro do veículo (esquerda) e no exterior do veículo (direita).



Fonte: UC Berkeley College Of Environmental Design, 2013 e SCHNEIDER, 2005

No Canadá e nos EUA, a forma de integração melhor aceita é a de levar as bicicletas no veículo de transporte coletivo, o que é evidenciado pelo fato de que, em pesquisas desenvolvidas nesses países, 60% dos entrevistados responderam que têm interesse por essa forma de integração, uma vez instalados os equipamentos e com infraestrutura adequada (BACHAND-MARLEU; LARSEN; EL-GENEIDY, 2011).

Uma dos motivos pelos quais os usuários a preferem levar as bicicletas no transporte público é a segurança, já que – ao deixá-la num

bicicletário próximo das estações ou paradas – a responsabilidade por eventual perda é dos próprios donos (BACHAND-MARLEU; LARSEN; EL-GENEIDY, 2011).

2.3.1.3 Segurança pública e viária

A infraestrutura de integração deve ser segura tanto em termos da parte viária quanto da parte pública (bem-estar dos usuários), caso contrário o serviço carecerá de qualidade e não terá demandas significativas (WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016).

Na pesquisa desenvolvida por Iseki et al. (2007) sobre conectividade multimodal no transporte coletivo, um dos fatores considerados de alta relevância na qualidade do serviço a partir da perspectiva dos passageiros é a segurança, avaliada através de critérios como presença de pessoal de segurança e vídeo vigilância, área de visibilidade e iluminação, meios de comunicação em caso de emergência e existência de quiosques ou subestações da polícia ou de guardas, juntamente com atributos de segurança viária, como bom estado das superfícies de deslocamento e ações de prevenção de acidentes de tráfego.

Chowdhury, Ceder e Veltly (2014) também consideram a segurança como um fator relevante na avaliação do conforto e facilidade de transferência entre modos de transporte. Os mesmos autores ainda adotam o fator da segurança para a avaliação da qualidade da integração multimodal, porém eles não direcionaram a pesquisa no caso específico da integração entre BRT e bicicletas, o que, ainda assim, não significa que essa forma de integração esteja fora do campo de aplicação.

O ITDP (2014a) adota como critério o monitoramento através de câmeras ou pessoal de segurança na avaliação dos estacionamentos das bicicletas nas estações de BRT. Geralmente, nas estações de BRT tipo terminais, tem-se um serviço de estacionamento de bicicletas com maior qualidade de segurança. Londres (2014) afirma que nas passagens elevadas ou subterrâneas para conectar a ciclovias com as estações, deve-se instalar boa iluminação, evitar caminhos sem saída, e implantar de CFTV ou alocar pessoal de vigilância.

Segundo o ITDP (2008), a segurança dos ciclistas depende da superfície da ciclofaixa, sendo mais seguras as superfícies lisas, livres de obstáculos, em excelente estado de conservação. Os ciclistas são utilitários e querem chegar a seu destino de forma fácil e rápida, então é importante implantar o caminho mais curto possível. Caso contrário, é muito provável que os usuários prefiram ganhar tempo cruzando pelo corredor de BRT ou por pontos não indicados para a passagem de bicicletas, atentando contra a sua segurança e a de outros. Na falta de rotas cicláveis nos corredores de BRT, os ciclistas ficam obrigados a transitar pela via com tráfego motorizado e, normalmente, escolhem a pista do BRT, o que pode resultar em sérios acidentes, pois o sistema não está projetado para o trânsito de ambos, uma vez que isso afetaria significativamente a rapidez e a eficiência do BRT. Portanto, recomenda-se implementar uma infraestrutura exclusiva para os ciclistas (DUDUTA *et al.*, 2012).

2.3.2 Integração tarifária dos serviços e formas de pagamento

A integração física dos modos de transporte presentes numa cidade precisa ser complementada com uma integração tarifária para simplificar os procedimentos de pagamento dos usuários, tornar a conectividade entre modos economicamente acessível e, conseqüentemente, oferecer um serviço de maior qualidade. Existem diversas combinações de pagamento pré-pago ou pós-pago que os usuários podem escolher em função das suas necessidades. A integração tarifária consiste na implantação de um pacote de preços que possibilita ao usuário acessar todo o sistema pelo pagamento de uma única tarifa, que pode ser a mesma para qualquer deslocamento ou ter um valor adicional em função do deslocamento e dos modos usados (OLIVEIRA, 2013).

O pagamento pré-embarque é considerado como um dos fatores que mais contribuem para a redução dos tempos de viagem. O processo pode se dar pela verificação do comprovante de pagamento a bordo ou por ponto de controle de catraca na estação. Segundo o ITDP (2014a), a segunda opção é melhor porque minimiza o risco de evasões de pagamento, além de reduzir o tempo de parada do ônibus pela ausência de necessidade de mostrar o comprovante a bordo; ademais, os dados coletados pelo sistema de catraca podem ser úteis para estudos de planejamento do transporte.

A integração tarifária entre o modo ciclovitário e o BRT pode ser implantada das seguintes formas: (i) pagamento de tarifa única por uso de

estacionamento vigiado dentro da estação de entrada do BRT, (ii) tarifa única para uso de bicicleta pública compartilhada e BRT.

Segundo Deloitte (2015), a questão tarifária é essencial para uma ótima integração dos modos de transporte, do mesmo modo que a forma de pagamento, a qual pode agilizar o acesso às estações de BRT e contribuir para a boa conectividade intermodal. É melhor, então, optar pelo uso de elementos como cartões de transporte ou bancários e de aplicativos em *smartphones* que permitam debitar diretamente o preço da passagem, ao invés da aquisição de um ticket que obriga ao usuário ir a uma fila de atendimento. Assim, seja em bicicleta, BRT, metrô, ônibus, trem ou qualquer outro modo de transporte regional, os usuários terão a facilidade de usar um mesmo cartão para se deslocar.

Segundo (UITP, 2017; WALLISCHECK, 2015), algumas vantagens do pagamento eletrônico são:

- Maior flexibilidade nas opções tarifárias oferecidas, o que contribui para aumentar a demanda.
- Melhoramento da segurança ao se obter um registro das transações de pagamento.
- Diminuição de revendedores ou venda ilegal de passagens.
- Maior exatidão nos dados de usuários, que, de outro modo, seriam obtidos somente através de pesquisa.
- Maior conveniência e facilidade para os usuários.
- Oportunidade de integração tarifária com diversos modos de transporte urbanos e regionais, mesmo se operados por empresas diferentes.

2.3.3 Integração das informações

Com o avanço da tecnologia e da facilidade de acesso a ela, a mobilidade urbana deixa de estar apenas num plano físico para entrar num plano digital também, onde ter as informações em tempo real da disposição dos usuários é um requisito para a satisfação das suas necessidades e prioridades (UITP, 2017).

A integração das informações pode se dar com a implantação de tecnologias que permitam a um dispositivo móvel identificar a localização de um usuário que, ao inserir o seu destino no aplicativo, obtém imediatamente todas as opções de rotas que incluem combinações de todos os modos de transporte, baseado em informações em tempo real: quais são as condições do tráfego, a quantidade de vagas no estacionamento de bicicletas, problemas ou atrasos nos sistemas de transporte público, qual a estação de bicicletas compartilhadas mais próxima e a disponibilidade, entre outros. Com essas informações nas mãos do usuário, ele poderá escolher a opção dependendo das suas necessidades e prioridades e ficará mais satisfeito com o serviço (DELOITTE, 2015).

Um estudo feito no sistema de ônibus de Chicago, EUA, apontou que o acesso a informações em tempo real aumentou a demanda em 2% (TANG; THAKURIAH, 2012). Graças aos sistemas de informações em tempo real, os passageiros contam com estimativas de tempo mais precisas para planejar sua viagem e intercâmbios modais, o que aumenta a satisfação (PULIDO; CANALES, 2015). Na medida em que as pessoas se familiarizam com as informações em tempo real, crescem as

expectativas sobre os operadores de transporte para entregar informação precisa e atual de forma consistente. Do contrário, os usuários ficam frustrados e insatisfeitos com o serviço (DELOITTE, 2015).

Para que haja impacto significativo e diferencial sobre a eficiência das viagens dos usuários e na satisfação das suas necessidades, a interoperabilidade é essencial. Isto é, é necessário que os diferentes sistemas de transporte se comuniquem efetivamente uns com os outros, com o objetivo de trocar informações em tempo real de todos os modos de transporte, de forma coerente e integrada (PULIDO; CANALES, 2015).

Segundo IBM (2009), identificam-se cinco níveis de integração do transporte com as tecnologias usadas em cada nível para o pagamento e para o serviço de informações ao passageiro, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5 - Tecnologias de pagamento e informações para cada nível de integração.

Nível de integração	Tecnologias de pagamento	Tecnologias de informações
Nível 1: Monomodal	Pagamento em dinheiro	Informação ao passageiro limitada e estática
Nível 2: Modos coordenados	Conta de usuário para cada modalidade ou pagamento em dinheiro	Informações estáticas de horários e rotas
Nível 3: Integração parcial	Pagamento eletrônico	Planejamento da viagem e possibilidade de alertas para cada modalidade por separado
Nível 4: Integração multimodal	Cartão de transporte multimodal integrado	Informações multimodais em tempo real

Nível 5: Otimização multimodal	Conta de usuário para todas as modalidades de transporte	Informações e recomendações proativas da viagem segundo a localização do usuário
-----------------------------------	--	--

Fonte: Adaptado de: (IBM, 2009)

2.3.4 Integração institucional: políticas públicas e coordenação entre as partes

Os planos de mobilidade – que são comumente usados em países europeus e em desenvolvimento (HOOK, 2003) – regulamentam o transporte, o seu desenvolvimento na cidade e definem políticas públicas de incentivo para o uso do transporte coletivo e modos não motorizados, sendo uma das prioridades públicas dos planos atualmente (CONSÓRCIO LOGIT ENGENHARIA CONSULTIVA, STRATEGY & E MACHADO MEYER SENDACZ OPICE ADVOGADOS, 2015).

As políticas públicas que incentivam à integração do modo cicloviário ao BRT ou outros modos coletivos são muito importantes. Sua ausência dificulta a integração, já que nenhuma autoridade, agência de trânsito ou empresa de transporte considera que a saída e chegada de ciclistas nas estações seja sua responsabilidade (MARTENS, 2007). As políticas públicas que promovem o uso da bicicleta e a multimodalidade devem estar baseadas numa melhor compreensão da inter-relação entre os modos de transporte sustentável visando a criar melhores opções de intercâmbios modais (OLAFSSON; NIELSEN; CARSTENSEN, 2016).

Os avanços na implantação de estratégias de integração bicicleta-transporte coletivo na Holanda foram graças à elaboração de programas de políticas públicas que incentivaram o melhoramento da infraestrutura

ciclística como a diversidade nos tipos de estacionamentos próximos às estações de transporte coletivo, implantação de rotas cicláveis e instalação de pontos de bicicleta compartilhada. Atualmente o país é reconhecido mundialmente pelos altos índices de ciclismo (MARTENS, 2007).

Ortegon-Sanchez e Tyler (2016) identificaram elementos físicos e abstratos envolvidos na integração multimodal. Dentro dos elementos abstratos estão o marco legal e institucional, a comunicação e os stakeholders⁶, o modelo de financiamento e negócios e o planejamento territorial e da mobilidade. No marco institucional, uma das principais dificuldades comumente encontrada é que o gerenciamento dos modos de transporte público das cidades depende de várias entidades governamentais, em diferentes níveis (local, municipal, departamental e nacional). As competências de cada uma destas entidades podem estar definidas na legislação, mas na prática a distinção não é clara. Isso mostra os efeitos diretos do marco institucional e legislativo na qualidade da integração multimodal. Recomenda-se, por exemplo, a implantação de um só plano de mobilidade para toda uma região metropolitana, mesmo se ela estiver conformada por vários municípios, pois isso facilita a integração do planejamento e a implementação das políticas públicas. Um exemplo disso é o Plano de Mobilidade Regional da AMFRI (Associação dos Municípios da Região da Foz do Rio Itajaí), no qual está incluído o Plano de Transporte Coletivo Intermunicipal que tem por objetivo

⁶ Refere-se a pessoas, instituições ou empresas afetadas pelas atividades de outras empresas, isto é, partes interessadas que devem ser considerados como elemento significativo na planificação de projetos e negócios (FREEMAN, 1984 apud ARGANDOÑA, 1998).

elaborar um plano de transporte que permita aos cidadãos se deslocar com eficiência, segurança e qualidade em todo o território da região da AMFRI, integrando, assim, o transporte no território (IDP BRASIL, 2016).

Embora ambas modalidades, BRT e transporte cicloviário, tenham sido objeto de pesquisa recorrente na literatura, as formas de integração entre elas e os métodos de medição do nível de integração não têm sido tão exploradas, reduzindo a revisão bibliográfica aos estudos com semelhanças na integração da bicicleta com outros modos, como ônibus e metrô.

2.4 O TOD como integrador da gestão do território e o transporte

O TOD (Transit Oriented Development) consiste em uma metodologia, usada pelos planejadores urbanos, que busca integrar os espaços urbanos para facilitar a mobilidade sustentável nas cidades. O TOD recomenda o adensamento e a diversificação no uso do solo na área do entorno das estações de transporte coletivo, procurando interligar os pontos de interesse nesse entorno com calçadas e rotas cicláveis coerentes e atrativas. A conectividade intermodal, a caminhabilidade e ciclabilidade são características essenciais para uma cidade sustentável e, no caso do TOD, usadas para atrair pessoas para morar nas proximidades das instalações de transporte e fazer uso dele (SOUZA et al., 2015).

Segundo Cervero e Dai (2014), o sucesso em cidades como Curitiba e Ottawa com projetos de integração de sistemas BRT e planejamento urbano não só melhorou a acessibilidade ao transporte, mas também foi reconhecido como uma forma de moderar o câmbio climático.

O TOD busca principalmente atingir dois objetivos com os projetos implantados segundo seu conceito: orientar as intervenções urbanas de modo a dar uma melhor ocupação à região e atrair novos usuários ao transporte público (SOUZA et al., 2015). Segundo Escobar e Serna (2015) a implantação do TOD pode ser avaliada através de uma metodologia baseada nos seguintes princípios:

- Caminhar: a rede pedestre é segura e completa, ativa e vibrante, com boa temperatura e conforto.
- Pedalar: a rede ciclista é segura, completa e com estacionamentos.
- Misturar: os trajetos são mais curtos pelo uso misturado do solo, o que também faz com que o lugar seja mais atrativo.
- Densificar: as zonas próximas ao transporte massivo são as mais densas.
- Transportar: o transporte público é acessível a pé.
- Conectar: as rotas pedestres e ciclistas são curtas, diretas e variadas, sendo priorizadas sobre as rotas dos veículos motorizados.
- Compactar: o desenvolvimento está na área urbana, as distâncias de deslocamento são menores.
- Mudar: o uso dos veículos motorizados é reduzido ao mínimo.

2.5 Métodos multicritério aplicados ao transporte

A análise multicritério permite solucionar problemas com variáveis qualitativas e quantitativas e, ao mesmo tempo, torna possível a inserção de percepções de grupos de interesse, como é o caso do presente trabalho. Na literatura, têm sido usadas diferentes abordagens de técnicas multicritério, podendo ser de natureza simples ou combinada (BARBIERI; INÁCIO; LIMA, 2016).

Dentro dos modelos simples, Barbieri, Inácio e Lima (2016) classificam comumente os métodos em três grupos: (1) Métodos de valor multiatributo ou teoria da utilidade, que são chamadas de escola americana, nos quais os tomadores de decisão fazem um intercâmbio entre alternativas após compará-las a indicadores, obtendo uma pontuação para cada uma delas. Dentro dessa técnica podem ser mencionadas: MAUT/MAVT (*multiple-attribute utility theory/multiple-attribute value theory*), AHP (*analytic hierarchy process*), SMART (*simple multiattribute rating technique*), TOPSIS (*technique for order preference by similarity to ideal solution*). (2) Métodos de priorização: provenientes da escola europeia, o objetivo principal é representar as preferências dos tomadores de decisão por meio de relações binárias. Encontram-se nesse grupo as metodologias da família ELECTRE (*elimination and choice expressing reality*) e família Promethee (*preference ranking organization method for enrichment evaluation*). (3) Métodos interativos: precisam de constante informação sobre o tomador de decisão para identificar a alternativa que mais o satisfaz, após várias avaliações sucessivas. Os métodos STEM (*step method*), ICW (*interval criterion weights*), PARETO RACE e TRIMAP

(método de aprendizagem em programação linear tricritério) pertencem a essa categoria.

Na área de transportes, as técnicas multicritério mais utilizadas são a AHP, ANP, Regime, família ELECTRE e MAUT; são também encontradas técnicas combinadas com SIG e programação linear e não-linear (TSAMBOULAS et al. (1999) apud BARBIERI; INÁCIO; LIMA, 2016). Embora os métodos multicritério tenham sido usados extensamente no contexto de transportes, encontram-se poucas aplicações nas pesquisas do modo ciclovitário (MILAKIS; ATHANASOPOULOS, 2014).

A metodologia MAUT é usada principalmente para tomada de decisão sobre preferência de riscos e gestão de emergências, sendo sua principal vantagem o fato de que leva em conta as incertezas. Esse método tem tido um ótimo desempenho em combinação com outros métodos multicritério, tendo já sido usados na literatura, principalmente com as metodologias AHP e SMART. Porém, por causa da exatidão que oferece, ele também requer muitos dados de entrada, que, muitas vezes, não estão disponíveis. As suas principais aplicações estão nas áreas de finanças, economia, recursos hídricos, energia e agricultura (VELASQUEZ; HESTER, 2013).

A principal característica da AHP é a comparação de pares de critérios para a sua ponderação e para a avaliação de alternativas. Isso permite aos tomadores de decisão ponderar os critérios e comparar as alternativas com facilidade. O método não permite, porém, a qualificação de um critério de forma isolada, sem ser comparado a outros critérios;

isso impede a identificação de seus pontos fortes e fracos (KONIDARI AND MAVRAKIS, 2007, p. 6238 apud VELASQUEZ; HESTER, 2013). O método AHP foi usado com sucesso na literatura em combinação com o *Balanced Scorecard* (BSC) e com o método de custo-benefício aplicado especificamente à infraestrutura de transportes. Por outro lado, o método ANP é essencialmente uma extensão do AHP, embora não seja linear, como é o caso da AHP (SAATY, 2006 apud VELASQUEZ; HESTER, 2013). O AHP é principalmente usado em problemas de desempenho, gestão de recursos, políticas públicas e estratégias de planejamento. Hotta (2007) aplicou o método AHP para a seleção e avaliação de novas tecnologias de transporte público urbano.

O método SMART é considerado o mais simples do MAUT, proposto por Edwards em 1977. É usado principalmente pela sua eficiência em tratar incertezas em situações de alto e médio risco, permitindo tomar decisões de forma rápida e precisa, mesmo com informações incompletas (MORGAN, 2015). O valor final de uma alternativa é obtido através da média harmônica ponderada dos valores de utilidade associados a esta. Essa técnica é composta por dez etapas (ROMERO; SANABRIA, 2018):

Etapa 1: identificar a pessoa ou organização cuja necessidade precisa ser maximizada.

Etapa 2: identificar as questões a serem resolvidas.

Etapa 3: identificar as alternativas a serem avaliadas.

Etapa 4: identificar os critérios mais relevantes para a avaliação das alternativas.

Etapa 5: ordenar os critérios em ordem de importância.

Etapa 6: atribuir peso aos critérios.

Etapa 7: somar todos os pesos e dividir cada critério por essa soma.

Etapa 8: atribuir peso (0-100) para cada alternativa

Etapa 9: calcular o valor de cada alternativa

Etapa 10: tomar a decisão.

É comum ver aplicações de dois métodos multicritério combinados. Ambrasaite, Barfod, e Salling (2011) usaram a análise multicritério e custo-benefício na análise de riscos em infraestruturas de transportes.

Finalmente, outro método multicritério comumente usado na área de transportes é o ELECTRE. Sua principal vantagem é o fato de levar em conta a incerteza, sendo usado para resolver problemas nas áreas de energia, meio ambiente, recursos hídricos e transporte (VELASQUEZ; HESTER, 2013).

3. REVISÃO DA LITERATURA: AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO MULTIMODAL NA LITERATURA

Este capítulo apresenta uma revisão sistemática da literatura focada na multimodalidade no transporte de passageiros, metodologias de avaliação da multimodalidade e, finalizando, alguns métodos multicritério usados no planejamento de transportes.

3.1 Revisão sistemática da literatura

Inicialmente, realizou-se uma revisão sistemática com o objetivo de fazer uma avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas sobre BRT e transporte ciclovitário. A revisão sistemática se caracteriza por usar um processo de revisão formal, que permite verificar e replicar os procedimentos adotados, e aumenta a objetividade das conclusões obtidas pelo pesquisador (LOUREIRO et al., 2016).

Soni e Kodali (2011) apud Loureiro et al. (2016) sugerem seis passos para a execução da revisão sistemática:

- Passo 1: Definição do problema de pesquisa de forma clara, objetiva e concisa.

Para isto, o ideal é deixar o problema em forma de pergunta, a qual seria, para o caso desse trabalho: Como mensurar o nível de integração existente entre um sistema BRT e o transporte ciclovitário?

- Passo 2: Definição da estratégia de pesquisa, mediante a escolha das bases de dados, do período de pesquisa, dos termos de busca e dos idiomas (ver Tabela 2).

Tabela 2 - Estratégia de pesquisa

Bases de dados de pesquisa	Portal da CAPES, Science Direct
Períodos de pesquisa	01/01/2000 – 31/12/2017
Idiomas	Inglês, espanhol, português
Palavras chave	Bus Rapid Transit, BRT, bicicleta, transporte ciclo integração, multimodalidade.

Os resultados encontrados fazem parte de jornais e revistas como: Transport Policy, Transport Reviews, Journal of Transport Geography, Journal of the Transportation Research Forum, Research in Transportation Economics, Transport Policy, ANTP (Associação Nacional de Transportes Públicos).

Passo 3: Definição dos critérios para seleção de trabalhos.

Os trabalhos devem ser selecionados com base nos objetivos deste trabalho. Pode-se considerar o conceito de multimodalidade como um requisito de seleção, pois buscamos na literatura metodologias existentes de avaliação de integração multimodal em transporte de passageiros. Outro requisito é a inclusão no trabalho selecionado dos conceitos de BRT ou bicicleta, idealmente ambos (VELÁSQUEZ, 2015).

Passo 4: Pesquisa dos trabalhos, conforme a estratégia definida no segundo passo e escolha dos trabalhos segundo os critérios decididos no item 3.

Como os resultados podem ser vastos, mas o pesquisador possui uma limitação de assimilação da informação e de tempo, é preciso escolher dentre os resultados da consulta, os trabalhos considerados de maior relevância com o tema de pesquisa.

Num primeiro momento, utilizou-se a base de dados de Science Direct e diversas combinações das palavras chaves apresentadas no Passo 2. A Tabela 3 mostra os resultados obtidos.

Tabela 3 - Resultados na base de dados Science Direct.

Idioma	Inglês	Idioma	Inglês	Idioma	Inglês
Base de dados	Science Direct	Base de dados	Science Direct	Base de dados	Science Direct
Palavras chaves	“BRT” and “cycling” and “multimodal” and “integration”	Palavras chaves	“BRT” and “multimodal” and “integration”	Palavras chaves	“Cycling” and “multimodal” and “integration”
Resultados	45	Resultados	64	Resultados	3437
Ano	Resultados	Ano	Resultados	Ano	Resultados
2017	5	2017	8	2017	450
2016	11	2016	13	2016	421
2015	5	2015	6	2015	342
2014	9	2014	13	2014	352
2013	11	2013	13	2013	267
2012	1	2012	2	2012	232
2011	2	2011	2	2011	227
2010	1	2010	1	2010	171

Idioma	Inglês	Idioma	Inglês	Idioma	Inglês
Base de dados	Science Direct	Base de dados	Science Direct	Base de dados	Science Direct
Palavras chaves	“BRT” and “cycling” and “multimodal” and “integration”	Palavras chaves	“BRT” and “multimodal” and “integration”	Palavras chaves	“Cycling” and “multimodal” and “integration”
Resultados	45	Resultados	64	Resultados	3437
Ano	Resultados	Ano	Resultados	Ano	Resultados
		2008	4	2009	156
		2002	1	2008	131
		2001	1	2007	110
				2006	115
				2005	91
				2004	106
				2003	81
				2002	62
				2001	67

Idioma	Inglês	Idioma	Inglês	Idioma	Inglês
Base de dados	Science Direct	Base de dados	Science Direct	Base de dados	Science Direct
Palavras chaves	“BRT” and “cycling” and “multimodal” and “integration”	Palavras chaves	“BRT” and “multimodal” and “integration”	Palavras chaves	“Cycling” and “multimodal” and “integration”
Resultados	45	Resultados	64	Resultados	3437
Ano	Resultados	Ano	Resultados	Ano	Resultados
				2000	56

Evidencia-se com estes resultados que as pesquisas realizadas em temas de ciclismo, bicicleta e transporte ciclovitário são maiores que as de BRT e as de ambas as modalidades. Este resultado é esperado, pois o BRT é uma modalidade que nasceu mais recentemente e a versatilidade e constante inovação no transporte ciclovitário faz com que a literatura seja constantemente renovada neste tema.

Foi aplicada a mesma metodologia no portal da CAPES, filtrado com combinações de palavras chaves semelhantes. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados obtidos do portal CAPES

Idioma	Português e Espanhol	Idioma	Português e Espanhol	Idioma	Português e Espanhol
Base de dados	Portal CAPES	Base de dados	Portal CAPES	Base de dados	Portal CAPES
Palavras chaves	“Bicicleta” and “Integração multimodal”	Palavras chaves	“BRT” and “Integração multimodal”	Palavras chaves	“BRT” and “bicicleta”
Resultados	1 (Ano 2017)	Resultados	2 (Ano 2014 e 2017)	Resultados	12
				Ano	Resultados
				2017	4
				2016	1
				2014	1
				2013	2
				2012	1
				2010	1
				2009	1
				2007	1

No portal da CAPES os resultados são menores se comparados aos obtidos na base de dados da Science Direct. O fato das consultas serem em português e em espanhol também afeta a quantidade de resultados, pois a literatura nestes temas está principalmente em inglês.

Finalmente, foram explorados os artigos publicados na Biblioteca da Associação Nacional de Transportes Públicos (ver Tabela 5). Esta pesquisa não permitiu a busca avançada com várias palavras chaves, o que afeta a realização de uma revisão sistemática, cujo procedimento está baseado no filtro dos trabalhos através da combinação de diversas palavras chaves. Também, os resultados obtidos mostraram uma baixa resposta a temas de integração multimodal, integração da bicicleta, e integração do BRT, em comparação ao número de resultados destes modos sem abordar o tema de integração, que é de vital importância no presente trabalho. Por estes motivos, descartaram-se os resultados obtidos na ANTP.

Tabela 5 - Resultados da biblioteca da ANTP

Idioma	Português	Idioma	Português
Base de dados	ANTP	Base de dados	ANTP
Palavras chaves	BRT	Palavras chaves	Integração multimodal
Resultados	91	Resultados	4
Idioma	Português	Idioma	Português
Base de dados	ANTP	Base de dados	ANTP
Palavras chaves	Bicicleta	Palavras chaves	Integração bicicleta
Resultados	168	Resultados	2
Idioma	Português	Idioma	Português
Base de dados	ANTP	Base de dados	ANTP
Palavras chaves	Transporte cicloviário	Palavras chaves	Integração BRT/Bus Rapid Transit
Resultados	32	Resultados	0

- Passo 5: Análise dos trabalhos selecionados.

Nesta etapa, é necessária uma revisão profunda dos trabalhos selecionados. Alguns métodos empregados para este fim são a Metassíntese e a Meta-análise. A Metassíntese analisa e compila os resultados da revisão sistemática de forma qualitativa, com o objetivo de obter conclusões gerais do tema de estudo. A Meta-análise é utilizada para resultados quantitativos, que pode ser uma análise estatística, sobre um tema específico (BELTRÁN, 2005).

Schwingel (2017) recomenda que nesta etapa seja dedicado um espaço de leitura de pelo menos dois artigos para verificar a adequabilidade das palavras chaves com os resultados que o pesquisador busca obter. Uma forma de filtragem, a qual foi usada no presente trabalho, é a partir da leitura dos títulos dos artigos, o que permitiu excluir vários trabalhos e obter um portfólio mais reduzido. Isto é argumentado pelo fato de que as bases de dados buscam as palavras chaves não só nos títulos dos trabalhos disponíveis, mas também nos resumos. Assim, procedeu-se à leitura dos títulos dos resultados encontrados em Science Direct, e da CAPES. Após a primeira filtragem, foi realizada uma leitura dos resumos, com o qual foi possível reduzir ainda mais o portfólio de trabalhos, finalizando com a leitura completa dos artigos finais, a partir dos quais foram escolhidos aqueles que apresentaram estudos de avaliação da integração multimodal, priorizando os modos ciclovitário e BRT.

- Passo 6: Apresentação dos resultados.

Pode-se concluir com a identificação dos principais autores, periódicos e bases de dados encontrados e que aportaram à construção do referencial teórico de pesquisa. Finalmente, os trabalhos escolhidos foram aqueles com conteúdo de integração do transporte cicloviário com BRT ou ônibus, e os que proporcionaram um método de avaliação da integração multimodal. Os trabalhos escolhidos da Science Direct são apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 - Trabalhos escolhidos da Science Direct

Palavras	Título do trabalho	Autor
<i>BRT + cycling + multimodal + integration</i>	<i>Evaluating how cycle-bus integration could contribute to “sustainable” transport</i>	L Sagaris
	<i>BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding</i>	D Hidalgo
	<i>Modelling the potential for cycling in access trips to bus, train and metro in Rio de Janeiro</i>	F de Souza
	<i>Performance Evaluation of Multimodal Transportation Systems</i>	PP Kumar
	<i>Towards multi-modal integrated mobility systems: Views from Panama City and Barranquilla</i>	A Ortegon-Sanchez

Palavras	Título do trabalho	Autor
	<i>Innovative Public Transport in Europe, Asia and Latin America: A Survey of Recent Implementations</i>	G Di Pasquale
	<i>The spatial characteristics and influencing factors of modal accessibility gaps: A case study for Guangzhou, China</i>	W Yang
<i>BRT + multimodal + integration</i>	<i>Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America</i>	S Mejía-Dugand
	<i>Policy packaging in BRT projects: A methodology for case study analysis</i>	LN Filipe
	<i>Implementing bus rapid transit: A tale of two Indian cities</i>	A Rizvi

Palavras	Título do trabalho	Autor
	<i>Transit and job accessibility: an empirical study of access to competitive clusters and regional growth strategies for enhancing transit accessibility</i>	N Tilahun
	<i>Assessing public transport systems connectivity based on Google Transit data</i>	Y Hadas
	<i>Bus Rapid Transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts</i>	T Deng
	<i>Intermodal Connectivity to BRT: A Comparative Analysis of Bogotá and Curitiba.</i>	Duarte, F ; Rojas, F

Palavras	Título do trabalho	Autor
<i>Cycling + multimodal + integration</i>	<i>Cycling in multimodal transport behaviours: Exploring modality styles in the Danish population</i>	AS Olafsson
	<i>Promoting bike-and-ride: The Dutch experience</i>	K Martens

Observa-se uma diferença considerável entre os resultados de trabalhos sobre bicicletas e ciclismo, e trabalhos sobre BRT. A bicicleta é uma modalidade altamente pesquisada e presente na literatura. O BRT, pelo contrário, por ser uma modalidade mais recente, obtém menos resultados nas consultas feitas.

Também, obtém-se mais resultados em inglês do que em português e em espanhol, sendo que a base de dados Science Direct está dentro dos resultados do portal CAPES, além de outras bases de dados. Outra fonte de trabalhos sobre o tema pesquisado foi através da consulta das referências bibliográficas citadas nos artigos encontrados nesta revisão sistemática.

3.2 Integração multimodal no transporte urbano de passageiros

Segundo Oliveira (2013), a integração modal beneficia não só os usuários, mas também a rede de transporte da cidade com a racionalização do uso do sistema viário, redução da frota de veículos sendo substituídos por outros de maior capacidade e redução da ociosidade da frota, o que leva a custos operacionais menores. Em quanto aos benefícios diretos para os usuários, podem ser mencionados a redução do congestionamento e dos tempos de viagem, um melhor entendimento e aproveitamento da rede de transporte, mais possibilidades de deslocamento oferecidas aos usuários e maior acessibilidade. Assim, a satisfação dos usuários aumenta e, por tanto, aumenta a demanda do transporte coletivo e diminui o uso de veículos

motorizados individuais, que traz como consequência a redução de emissões poluentes.

Um sistema de transporte bem integrado é aquele que permite abordar não apenas uma linha ou rota, mas sim um sistema completo e diverso (CHOWDHURY; CEDER; VELTY, 2014). Litman (2017) cita como uma potencial estratégia de melhoramento da acessibilidade, a boa integração entre os diferentes modos de transporte, o que inclui informações de horários e tarifas, caminhabilidade⁷, estacionamento de carros e bicicletas, integração tarifária, acessibilidade universal, informações em tempo real, infraestrutura para pedestres e cicloviária, dentre outras.

O tempo e facilidade de transferência entre os modos, a qualidade das estações e terminais e a conveniência dos estacionamentos de veículos e bicicletas afetam a qualidade da integração (CHOWDHURY; CEDER; VELTY, 2014; LITMAN, 2017). As estações de BRT, sejam simples, intermediárias ou terminais, servem como infraestrutura de transferência e devem oferecer as instalações e serviços necessários para o transbordo rápido, fácil e confortável dos passageiros, tendo em vista que isso afeta diretamente os tempos de viagem e, portanto, a satisfação do usuário, pois a integração multimodal não se resume a implantação do sistema BRT, que deverá estar enfocada em tomar ações para garantir o acesso desde outras modalidades (IDP BRASIL, 2016). Ortegón-Sánchez e Tyler

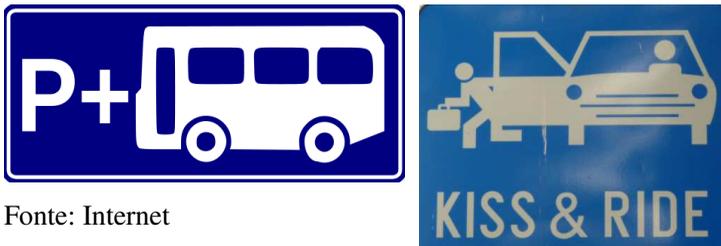
⁷ Do inglês *walkability*, pode ser definido como “a medida em que as características do ambiente urbano favorecem a sua utilização para deslocamentos a pé” (ITDP, 2016a).

(2016) identificaram melhoras significativas no tempo de viagem com a implantação de sistemas de transporte integrados, como é o caso de Panamá, onde a integração física e das passagens entre o sistema de metrô e Metrobus (BRT) nas estações, reduziu o tempo de viagens de 1h30 a 20 minutos.

Existem várias formas de conectividade multimodal, por exemplo, a linha Metro Orange Line, do sistema BRT de Los Angeles, permite aos usuários o acesso às estações fazendo transferência desde o trem suburbano, metrô, ônibus, bicicleta ou a pé, veículo particular fazendo uso dos estacionamentos das estações (“*park and ride*”) e outros modos como carona, taxi, “*kiss and ride*”⁸ (ver Figura 12) (WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016). As integrações de tipo “*park and ride*” e “*kiss and ride*” são importantes em contextos geográficos onde o fator climático é decisivo na hora de escolher entre um modo ou outro. Assim, em climas extremos, se um sistema de transporte público não disponibiliza a integração física com os outros modos, os usuários estão obrigados a se expor a essas condições climáticas, o que reduzirá a escolha pelo transporte público (ORTEGON-SANCHEZ; TYLER, 2016).

⁸ Facilidade destinada a deixar uma pessoa de carro na estação para que completem o seu trajeto em transporte coletivo (ENGLISH OXFORD DICTIONARIES, 2017).

Figura 12 - Sinalizações de “park and ride” (esquerda) e “kiss and ride” (direita).



Fonte: Internet

Disponível em:

<http://lancsbus.blogspot.com.br/2016/10/park-and-ride-set-to-fail.html>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bruxelles-Kiss_and_Ride-001.jpg

3.2.1 Estudos de avaliação da multimodalidade

A seguir, serão apresentadas as metodologias de avaliação de diversas formas de integração multimodal, algumas delas, baseadas em estudos de caso.

3.2.1.1 Metodologia de Chowdhury, Ceder e Velty (2014)

Chowdhury, Ceder e Velty (2014) consideram, na sua análise de conectividade multimodal do transporte coletivo nas cidades de Auckland, Londres e Paris, atributos qualitativos e quantitativos (ver Quadro 7), aos quais são associados fatores de importância adotados pelos autores. Porém, as variáveis qualitativas não possuem peso designado, pois elas são consideradas da mesma importância pelos autores.

Quadro 7 - Atributos quantitativos e qualitativos considerados por Chowdhury, Ceder e Velty (2014)

Atributos quantitativos		
Notação	Medida	Peso
e_1	➤ Tempo médio da viagem	$\alpha_1 = 3.9$
e_2	➤ Variância do tempo de viagem	$\alpha_2 = 4.6$
e_3	➤ Tempo de espera médio	$\alpha_3 = 4.0$
e_4	➤ Variância do tempo de espera	$\alpha_4 = 4.9$
e_5	➤ Tempo médio de caminhada	$\alpha_5 = 3.6$
Atributos qualitativos		
e_6	➤ Conforto e facilidade da transferência	N/A ⁹
e_7	➤ Disponibilidade de informações	N/A

Fonte: Adaptado de CHOWDHURY; CEDER; VELTY, (2014)

Para calcular a avaliação dos atributos quantitativos, ponderam-se as medidas de tempo e variância com seus respectivos pesos e faz-se uma somatória do produto, para cada trajeto avaliado, conforme a equação (1), onde C é o índice de não conectividade para as variáveis quantitativas, já que quanto maior for o valor do resultado, pior será o nível de integração.

$$C = \sum_{t=1}^n \sum_{i=1}^5 \alpha_i * e_i^t \quad (1)$$

Onde t é o trajeto e $n = n^\circ$ de trajetos entre um par OD (origem/destino) avaliado.

⁹ N/A: Não se aplica. Do inglês “*Not Applicable*”. A informação pedida neste espaço não se aplica para as variáveis qualitativas, como será explicado mais adiante no tópico.

Dentro do atributo de conforto e facilidade de transferência, são avaliados diversos elementos dentro de categorias como transferência a pé, conforto, método de pagamento e segurança (ver Quadro 8). Por serem variáveis qualitativas, são avaliadas como “sim” ou “não”, sendo que, quando possuem o elemento de referência (“sim”), é atribuído uma avaliação de 1 ponto e quando não está presente (“não”) é atribuído uma avaliação de 0 pontos.

Quadro 8 - Avaliação do conforto e facilidade de transferência na análise de Chowdhury, Ceder e Velty (2014)

Categoria	Elemento	Avaliação
Transferência entre modos	Escadas	sim/não
	No mesmo nível	sim/não
	Cruzamento	sim/não
Conforto	Abrigo e proteção contra sol/chuva	sim/não
	Assento	sim/não
Método de pagamento	Smart card	sim/não
	Ticket integrado	sim/não
Segurança	CFTV e pessoal de segurança	sim/não
	Desenho da estação e vizinhança	sim/não

Adaptado de: CHOWDHURY; CEDER; VELTY (2014)

Para avaliar a disponibilidade de informações, foram considerados 10 elementos como mostrado no Quadro 9.

Quadro 9 - Avaliação da disponibilidade de informações na análise de Chowdhury, Ceder e Velty (2014)

Categoria	Elemento	Avaliação
Integração	Completa	1
	Parcial	0.5
	Sem integração	0
Informação antes da viagem	Planejador de viagens	sim/não
Informação em terminais e plataformas	Horários e mapas com rotas	sim/não
	Serviço aos usuários	sim/não
	Informações em tempo real	sim/não
	Informação sobre atrasos	sim/não
	Sinalização	sim/não
Informação a bordo	Mapa da rota	sim/não
	Avisos importantes (próxima parada, serviço expresso, etc.)	sim/não
Assistência extra	Informações personalizadas através de aplicativos móveis	sim/não

Adaptado de: CHOWDHURY; CEDER; VELTY, (2014)

Para calcular o índice de avaliação das variáveis qualitativas utilizou-se a equação (2), onde $i \in [6,7]$ são os elementos qualitativos “conforto e facilidade de transferência” [e_6] e “disponibilidade de informações” [e_7], que podem ser avaliados como 1 (sim) ou 0 (não) para cada trajeto entre um par origem-destino (OD). Então, um maior valor indica uma melhor avaliação da integração.

$$QI = \sum_{t=1}^n \sum_{i=6}^7 e_i^t \quad (2)$$

Onde t é o trajeto e $n = n^\circ$ de trajetos entre um par OD (origem/destino) avaliado

Após o cálculo dos índices qualitativo e quantitativo, eles não são combinados, pois como visto anteriormente, a magnitude do valor do resultado possui significados diferentes para cada caso.

3.2.1.2 Metodologia do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento ITDP.

A metodologia usada pelo ITDP consiste numa pontuação dada a cada corredor BRT, que é verificado pelo menos por um membro do Comité Técnico, o que quer dizer que está baseada em métodos de experiência. Para designar a pontuação, visitas aos corredores são realizadas em horários de pico e são visitadas as três estações mais movimentadas, sendo que, se algum corredor precisa de informações de mais de 10 estações, uma amostra aleatória de pelo menos 5 estações será feita (ITDP, 2016b). O ITDP avalia diversas categorias de um sistema BRT, mas só algumas delas afetam a integração multimodal. Dentre as

categorias avaliadas, encontram-se: cobrança de tarifa fora do ônibus, emissões dos ônibus, prioridade nas interseções, segurança e conforto, entre outros. Como o objetivo do guia do ITDP é avaliar o conjunto do sistema BRT, no final, faz-se a somatória dos pontos acumulados na avaliação e este será o indicador final, onde um valor maior significa um melhor resultado.

No Informe do ITDP (2014a) existe uma seção para a pontuação da integração de um sistema BRT com outros modos de transporte coletivo como são o LRT e o metrô, considerando três opções, como mostra o Quadro 10.

Quadro 10 - Avaliação da integração do BRT com outras modalidades de transporte coletivo.

Integração com outros modos de transporte	Pontos
Integração física e tarifaria	3
Integração física ou tarifaria	2
Nenhum tipo de integração	0

Fonte: (ITDP, 2014a) – Elaboração própria

O ITDP (2014a) também considera que o fornecimento de estacionamento para bicicletas, próximos às estações é um fator relevante na avaliação da integração entre BRT e transporte ciclovitário e pontua segundo o tipo de estacionamento e a segurança (por câmeras ou pessoal de vigilância) oferecida nos diferentes tipos de estações (terminais ou intermediárias), como mostra o Quadro 11.

Quadro 11 - Avaliação de estacionamentos de bicicletas no sistema BRT

Estacionamento de Bicicletas	Pontos
Estacionamento seguro de bicicletas pelo menos nas estações terminais e paraciclos em outros locais	2
Paraciclos comuns na maioria das estações	1
Pouco o nenhum espaço para estacionar bicicletas	0

Fonte: (ITDP, 2014a) – Elaboração própria

O pagamento pré-embarque é considerado como um fator essencial na denominação de um corredor BRT, e ao mesmo tempo, um fator de relevância na qualidade da integração multimodal (verQuadro 12) ao reduzir os tempos de viagem e facilitar a conectividade com os outros modos. A designação de pontos foi dada empiricamente pelo Comitê Técnico.

Quadro 12 - Avaliação da cobrança da tarifa em sistemas BRT segundo o ITDP (2014)

Cobrança da Tarifa Fora do Ônibus	Pontos
100% das estações no corredor têm cobrança de tarifa controlada por catraca, fora do ônibus	8
100% das linhas que passam pelo corredor têm cobrança de tarifa com prova de pagamento	7
80% das estações no corredor têm cobrança de tarifa controlada por catraca, fora do ônibus	7
80% das linhas que passam pelo corredor têm cobrança de tarifa com prova de pagamento	6
60% das estações no corredor têm cobrança de tarifa controlada por catraca, fora do ônibus	6
60% das linhas que passam pelo corredor têm cobrança de tarifa com prova de pagamento	5
40% das estações no corredor têm cobrança de tarifa controlada por catraca, fora do ônibus	5

Cobrança da Tarifa Fora do Ônibus	Pontos
40% das linhas que passam pelo corredor têm cobrança de tarifa com prova de pagamento	4
20% das estações no corredor têm cobrança de tarifa controlada por catraca, fora do ônibus	3
20% das linhas que passam pelo corredor têm cobrança de tarifa com prova de pagamento	2
< 20% das estações no corredor têm cobrança de tarifa controlada por catraca, fora do ônibus < 20% das linhas que passam pelo corredor têm cobrança de tarifa com prova de pagamento	0

Fonte: (ITDP, 2014a) – Elaboração própria

Estas pontuações fazem parte de uma “ferramenta de avaliação dos sistemas BRT com base nas melhores práticas internacionais” (ITDP, 2014a). Esta metodologia tem sido aplicada em diversas cidades com BRT, e a soma total de pontos pode levar um sistema a classificar como: bronze (55-69 pontos), prata (70-84 pontos), e ouro (85-100 pontos). Vale a pena salientar que esta metodologia está focada no BRT e seu planejamento, e não na integração multimodal, nem na integração BRT-bicicleta.

3.2.1.3 Metodologia de Filipe e Macário (2014)

Filipe e Macário, (2014) consideram um pacote de medidas públicas a implementar para a avaliação de um sistema de BRT, composto por sete categorias: serviço de integração do BRT, políticas públicas de integração, financiamento, envolvimento dos investidores, modelo de negócio, infraestrutura e finalmente, tecnologia. Cada aspecto tem vários componentes a considerar, os quais buscam medir os objetivos das políticas públicas.

A respeito do serviço de integração do BRT, são consideradas a integração física, lógica e tarifária (ver Figura 13). A integração lógica mede se as políticas públicas buscam ou não o fornecimento da informação, desde o sistema operativo dos diversos transportes coletivos presentes na cidade, para os passageiros. A integração física considera o espaço para as conexões, estações, terminais e tecnologia e o tempo de integração entre o BRT e os outros modais. Finalmente, a integração tarifária ocupa-se de medir os incentivos e políticas públicas implantadas

para facilitar os modos de pagamento e embarque de vários modos de transporte (FILIPE; MACÁRIO, 2014).

Figura 13 - Níveis de integração do BRT segundo Filipe e Macário (2014)



Adaptado de (FILIPE; MACÁRIO, 2014)

Nesta análise têm-se presentes quatro contextos possíveis do BRT: (i) corredor único com possibilidade de expansão futura, (ii) modo de transporte coletivo complementar a outro de maior porte, (iii) principal modo de transporte da cidade, (iv) o BRT como uma intervenção perturbadora. Dependendo do contexto da cidade cujo sistema BRT seja avaliado, consideraram-se diferentes ponderações dos componentes (FILIPE; MACÁRIO, 2014).

Os autores criaram uma matriz de avaliação para as 7 categorias (serviço de integração do BRT, políticas públicas de integração, financiamento, envolvimento das partes interessadas, modelo de negócio, infraestrutura e tecnologia), com diferentes pesos de importância em função dos cenários apresentados no parágrafo anterior. Para a categoria de interesse deste trabalho, que é o serviço de integração, as pontuações

máximas são apresentadas no Quadro 13. A pontuação de cada subcategoria foi dada empiricamente. Filipe e Macário aplicaram esta avaliação para os sistemas BRT de Santiago (Chile) e Bogotá (Colômbia).

Quadro 13 - Matriz de avaliação para os quatro cenários.

Categoria	Cenário			
	<i>i</i>	<i>ii</i>	<i>iii</i>	<i>iv</i>
Serviço de integração do BRT	200	200	175	125
Integração lógica	60	60	52,5	37,5
Integração física	80	80	70	50
Integração tarifária	60	60	52,5	37,5

Adaptado de (FILIPE; MACÁRIO, 2014) – Elaboração própria.

3.2.1.4 Metodologia de Woldeamanuel e Olwert (2016)

Com o objetivo de criar um Índice de Multimodalidade (IM) que medisse o nível de conectividade nas estações de BRT através dos elementos que facilitam o acesso desde outras modalidades, incluindo a bicicleta, Woldeamanuel e Olwert (2016) observaram as 18 estações da Orange Line, em Los Angeles, num raio de 30,5 metros (100 pés).

Para pontuar a ciclovias, eles tomaram como base a classificação do The Los Angeles Metropolitan Transportation Authority, que define três tipos de ciclofaixas, dependendo das suas características. As rotas cicláveis num raio de 30,5 metros (100 pés) das estações foram classificadas, obtendo uma pontuação para cada estação conforme a equação (3)

$$\text{Pontuação de qualidade da ciclofaixa} = \frac{3l_1 + 2l_2 + l_3}{\sum_{i=1}^3 l_i} \quad (3)$$

Onde l é a extensão da ciclofaixa do tipo i , sendo que podem ser de classe I, II ou III, como mostra o Quadro 14.

.

Quadro 14 - Classificação de rotas cicláveis segundo Los Angeles Metropolitan Transportation Authority

Classe	Descrição	Representação ilustrativa
I	Completamente separada do tráfego motorizado. Encontram-se comumente ao longo dos sistemas de transporte coletivo, parques, ou corredores de trem.	

II	Com segregação visual (sinalização) do tráfego motorizado.	
III	Não corresponde a uma ciclofaixa como tal, mas as sinalizações necessárias lembram aos automóveis da presença de ciclistas na via.	

Fonte: Woldeamanuel e Olwert (2016) – Tradução e elaboração própria

Além do tipo de ciclofaixa, outras duas variáveis foram consideradas para a construção do índice de multimodalidade: o número de vagas de *lockers* para as bicicletas, e presença de portabicicletas nos ônibus. A metodologia inclui um passo de normalização da nota de cada atributo pontuado, por meio da equação (4):

$$NS_j = \frac{x_j - \bar{x}_j}{s_j} \quad (4)$$

Onde j é cada atributo avaliado, NS_j é a nota normalizada, x_j é a nota calculada para o atributo j , \bar{x}_j é a média e s_j o desvio padrão.

E finalmente, o IM é calculado como a soma das notas normalizadas dos atributos, multiplicado pelo peso correspondente w_j , como na equação (5).

$$IM = \sum_j w_j NS_j \quad (5)$$

Os pesos de todos os atributos foram inicialmente fixados como sendo 1 (um). Porém, os autores consideraram que as calçadas e a conexão com outros transportes coletivos foram pobremente representadas na análise, pelo qual atribuíram um peso de 2 nesses casos. Os três atributos avaliados para as bicicletas: quantidade de portabicicletas, de *lockers*, e tipo de ciclovia, tiveram atribuído 1 como peso. Finalmente, a presença de armários para as bicicletas nas estações, a conectividade com outros sistemas de transporte coletivo e o IM (que integra todos os atributos) são os de maior correlação com o incremento da demanda do BRT de Los Angeles (WOLDEAMANUEL; OLWERT, 2016).

3.2.1.5 Estudo de caso de Duarte e Rojas (2012)

Duarte e Rojas (2012) fizeram uma análise dos terminais multimodais dos sistemas BRT de Bogotá e Curitiba. Para isso consideraram os seguintes fatores: acessibilidade para os pedestres, incluindo aqueles com mobilidade reduzida, acessibilidade para taxis, estacionamento para carros, existência de ciclofaixas e bicicletários. Os autores analisaram esses fatores tendo como respostas possíveis “sim” ou “não”, como indicado no Quadro 15, que mostra o formulário usado em ambas as cidades.

Quadro 15 - Formulário de avaliação da integração multimodal Duarte e Rojas (2012)

TERMINAL: Nome				
PEDESTRES			TAXI	
Passagens pedestres próximos as entradas das estações?			Não	Sim
Não	Sim	Distancia	BICICLETAS	
Condições da calçada (considerar estado da superfície e largo da calçada):			Ciclovias ou ciclofaixas?	
			Não	Sim
PESSOAS COM DIFICULDADES DE LOCOMOÇÃO			Distância até ciclovias mais próximas:	
Acesso ao terminal?			Estacionamento de bicicletas?	
Não	Sim		Não	Sim
Acesso a plataforma?			CARROS-ESTACIONAMENTOS	
Não	Sim		Não	Sim
Notas:			Preço por hora:	

Fonte: (DUARTE; ROJAS, 2012)

Considerou-se uma largura mínima de 1,2 metros para determinar se uma calçada era boa e a presença delas num raio de 100 metros desde o terminal. Esta metodologia não tem um índice final que resuma o resultado da pesquisa, mas os autores fazem uma análise dos resultados por categoria. Concluiu-se finalmente que os terminais de Bogotá são, na sua maioria acessíveis a pé e de bicicleta, e, pelo contrário, os taxis e carros particulares não podem ser considerados como modos complementares pela falta de acessibilidade. Por outro lado, em Curitiba o acesso de carros particulares e taxis é melhor que em Bogotá, mas o acesso para pedestres e bicicletas é pobre (DUARTE; ROJAS, 2012).

3.2.1.6 Metodologia de Fujiwara (2017)

Esta metodologia foi aplicada nos terminais de integração de Florianópolis (Brasil) com o objetivo de avaliar se a infraestrutura existente possibilita a integração entre a bicicleta e o transporte coletivo. Para isso, é usada uma lista de verificação em cada terminal com os atributos considerados relevantes para a integração, e sua avaliação consistiu em responder se aquele atributo existe ou não no terminal. Os atributos avaliados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Atributos avaliados nos terminais de Florianópolis

Estacionamento de bicicletas	Terminais
Existência de bicicletário próximo ao terminal	Existência de bicicletário ou paraciclo dentro do terminal
Existência de controle de acesso	Possibilidade de transportar a bicicleta dentro do ônibus
Existência de vestiário dentro do bicicletário	Plataformas planas e acessíveis para bicicletas

Estacionamento de bicicletas	Terminais
Número de vagas de bicicletário e de paraciclos	Existência de catracas adaptadas para bicicleta ou cadeirante
Existência de paraciclos próximos ao terminal	Existência de vestiários
Vigilância passiva no local de instalação	Se houver escadas no terminal, possuem canaletas ou elevadores para acesso de bicicletas?
Existência de sinalização da localização de bicicletários e paraciclos	
Conexão dos estacionamentos às ciclofaixas	

Fonte: FUJIWARA (2017)

Finalmente, toma-se o total de respostas positivas (“sim”) sobre o total de respostas, e o percentual calculado é usado para classificar o nível de integração, como indica a Tabela 7.

Tabela 7 - Classificação dos terminais em função da integração

Não é possível integrar	0% a 20%
Consegue integrar, porém de maneira precária	21% a 45%
Consegue integrar, com certo conforto	46% a 75%
Consegue integrar, confortavelmente	75% a 100%

Fonte: FUJIWARA (2017)

4. MÉTODO PROPOSTO PARA A AVALIAÇÃO DA INTEGRAÇÃO ENTRE BRT E TRANSPORTE CICLOVIÁRIO

Numa primeira etapa, a metodologia de pesquisa consistiu em realizar uma revisão bibliográfica com o objetivo de conhecer e apresentar o estado da arte sobre o BRT, o modo cicloviário e a integração multimodal, tanto no Brasil e quanto no mundo. Também foram estudados trabalhos sobre avaliação da integração modal. As informações apresentadas nessa etapa foram obtidas através de livros, artigos científicos, anais de congressos, dissertações e teses, manuais e guias de planejamento de diversas cidades. Esse tipo de pesquisa classifica-se como exploratória, porque visa conhecer com maior profundidade o tema a trabalhar, familiarizando o autor com as questões importantes (RAUPP; BEUREN, 2006) e ajuda a proporcionar uma visão geral das problemáticas no planejamento da mobilidade urbana e da integração multimodal, o que permitiu a orientação do trabalho.

Numa segunda etapa, foram realizadas pesquisas pela internet para a coleta de dados, através de questionários aplicados aos usuários e potenciais integradores. Para essas pesquisas, foi necessária a elaboração de questionários com explicações correspondentes para uma melhor compreensão dos entrevistados sobre como responder. Tais pesquisas se classificam como descritivas (RAUPP; BEUREN, 2006), já que buscam registrar as opiniões de usuários e descrever as características de um sistema de transporte urbano, identificando fatores que influenciam neles e seus respectivos pesos de importância.

Tradicionalmente, na mobilidade urbana e transportes, tem-se usado diferentes metodologias para diagnosticar os padrões de viagem dos usuários (demanda) e para avaliar os efeitos das intervenções dos projetos (oferta), como foi visto na revisão bibliográfica. Porém, a grande quantidade de variáveis que intervêm no processo de decisão do usuário, somada a um entorno que se transforma constantemente, limitam a pertinência do planejamento da mobilidade. Por um lado, os usuários decidem não só com base nas suas limitações físicas e econômicas, mas também com base nas alternativas que eles conhecem (acessibilidade cognitiva do sistema) e, por outro lado, os prestadores do serviço ofertam de acordo com a segmentação do consumidor, desconhecendo fatores que podem ser relevantes na tomada de decisão (VELÁSQUEZ, 2019).

Obtém-se, assim, um sistema ineficiente no qual os usuários não optam pelas opções mais apropriadas e com serviços prestados divergentes das expectativas dos usuários, o que poderá ser corroborado através da aplicação deste método. O desafio está em inovar cada vez mais na forma de caracterizar as prioridades e necessidades dos usuários, para oferecer os serviços que melhor se ajustem.

Tendo isso em vista, o presente capítulo apresenta o método proposto para este trabalho, que visa calcular um índice para avaliar a integração entre BRT e o transporte cicloviário, a partir da visão do usuário, para assim reduzir a assimetria da informação – anteriormente explicada – para cada um dos atores envolvidos. O método se divide nas seguintes etapas:



O método proposto é uma adaptação da essência do SMART, considerando que, o objetivo não é a escolha de uma alternativa, que é o principal objetivo dos métodos multicritério, pois o método proposto avalia uma única alternativa. Ele consiste inicialmente em identificar os critérios que afetam a integração do BRT com o transporte cicloviário. Uma vez pronta a lista de critérios, procede-se à designação de pesos desses critérios, usando o ponto de vista dos usuários e potenciais usuários, com o objetivo de conhecer as prioridades deles. Com a ponderação finalizada, são escolhidos os critérios de maior importância para proceder a sua respectiva avaliação (pontuação dos critérios), a qual é feita pelos mesmos usuários integradores de ambos os modos de transporte. Tendo o peso de importância e a avaliação de cada critério, completa-se o método com o cálculo do índice de integração. A descrição de cada etapa é apresentada a seguir.

4.1 Identificação dos critérios de avaliação.

Conforme apresentado na revisão bibliográfica, existem fatores que influenciam a decisão do usuário em realizar a integração bicicleta-BRT e que, portanto, devem ser considerados como critérios para medir a qualidade da integração.

Para uma melhor organização e entendimento do método, os critérios devem ser agrupados em categorias, conforme observado nos

trabalhos anteriormente apresentados. Inicialmente, propõem-se as seguintes categorias:

- **Acessibilidade às estações:** tudo o que possibilita a acessibilidade física às estações de BRT desde o transporte cicloviário.
- **Segurança pública e viária:** esta categoria abarca os critérios para garantir a segurança pública dos ciclistas e das bicicletas, bem como a segurança deles na via no momento de integrar.
- **Infraestrutura e serviços de integração:** serviços complementares de infraestrutura física que facilitam a integração entre BRT e transporte cicloviário.
- **Integração das informações:** serviços de integração das informações de operação e novidades em tempo real sobre as modalidades a avaliar.
- **Integração tarifária:** integração das tarifas e facilidades no pagamento das modalidades, as quais incentivam à integração.

Além de promover organização e entendimento do método, a divisão por categorias busca orientá-lo para obter resultados das condições da integração em todos os aspectos representados pelas diversas categorias, os quais serão usadas posteriormente para a escolha dos critérios a serem avaliados.

A Tabela 8 apresenta os critérios identificados em cada uma das categorias. Para aplicação do método numa cidade ou região, outras

categorias e/ou critérios podem ser acrescentados na lista após uma análise da situação e do contexto local.

Tabela 8 - Critérios identificados por categoria

Categoria	Critério
Acessibilidade às estações	Infraestrutura de conexão da ciclovia com a estação
Acessibilidade às estações	Continuidade da conexão sem presença de obstáculos ou barreiras físicas
Acessibilidade às estações	Sinalização do corredor e das estações
Acessibilidade às estações	Acesso de bicicletas a estacionamento e plataformas (rampas, elevadores)
Acessibilidade às estações	Proximidade da ciclovia à estação de BRT
Segurança pública e viária	CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas
Segurança pública e viária	Boa iluminação noturna em plataforma, bicicletários e paraciclos e na conexão ciclovia-estação
Segurança pública e viária	Qualidade da superfície
Segurança pública e viária	Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento
Infraestrutura e serviços de integração	Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma
Infraestrutura e serviços de integração	Vagas suficientes no estacionamento
Infraestrutura e serviços de integração	Embarque em nível
Infraestrutura e serviços de integração	Portabicicletas nos ônibus ou possibilidade de levar as bicicletas nos ônibus

Categoria	Critério
Infraestrutura e serviços de integração	Abriço e proteção contra sol/chuva (estacionamento)
Infraestrutura e serviços de integração	Disponibilidade de bicicletas compartilhadas
Integração de informações	Informações em tempo real em aplicativo
Integração de informações	Informações em tempo real em telas na plataforma
Integração de informações	Horários e mapas com rotas
Integração de informações	Planejador de viagens multimodais
Integração tarifária	Custo adicional por levar a bicicleta no veículo, uso de bicicleta compartilhada ou uso de estacionamento com vigilância
Integração tarifária	Passagem integrada (estacionamento-BRT)
Integração tarifária	Passagem integrada (BICI compartilhada-BRT)
Integração tarifária	Pagamento com cartão eletrônico/app celular

No caso de haver na lista um critério de importância para usuários e potenciais usuários, mas que não está implantado na cidade, ele deverá ser mantido dentro da lista de avaliação, optando-se por qualificá-lo com a nota mínima na etapa de pontuação dos critérios, pois sua ausência refletirá negativamente no índice final, chamando atenção para intervenções futuras. Um exemplo na cidade de Medellín é o critério que avalia a suficiência das vagas no estacionamento de bicicletas, mas nas estações de BRT da cidade não existem bicicletários nem paraciclos.

Uma vez definida a lista com os critérios que devem ser avaliados, procede-se a etapa de ponderação dos mesmos.

4.2 Designação de pesos de importância dos critérios de avaliação

É essencial conhecer a relevância de cada um dos critérios identificados na etapa anterior, pelos seguintes motivos:

- Os usuários e potenciais usuários nem sempre percebem ou valorizam critérios da mesma forma. Quantificar essa diferença de importância permite focar as análises e decisões no que realmente interessa ao público-alvo.
- A quantidade de critérios pode ser grande e pode não haver recursos financeiros, humanos ou tempo disponíveis para analisar todos. Devem ser descartados os critérios de menor importância.
- É possível que na lista estejam identificados critérios que, mesmo que para os especialistas e pesquisadores tenham relevância, a recíproca não é verdadeira para os usuários.

Com o intuito de quantificar essa importância, propõe-se a aplicação de um questionário com os usuários e potenciais usuários. No Apêndice A, apresenta-se uma sugestão de modelo de questionário, o mesmo que foi utilizado no estudo de caso.

Para conhecer o tamanho necessário da amostra para que a aplicação do questionário tenha validade científica, aplica-se a equação (6) tomada de (SPIEGEL; STEPHENS, 2009).

$$n = \frac{N * z^2 * p(1-p)}{e^2 * (N-1) + z^2 * p(1-p)} \quad (6)$$

Onde,

N = tamanho da população

e = margem de erro

z = desvio padrão

p = proporção esperada. A presença de p na equação deve-se ao fato de que, quando uma população é mais uniforme, é possível reduzir o tamanho da amostra. Se esta proporção é desconhecida, sugere-se utilizar um valor de 50%.

n = tamanho da amostra

Por exemplo, para um tamanho da população de 100.000 pessoas, uma margem de erro do 5%, um nível de confiança de 95% (para o qual o desvio padrão é de 1,96) e sendo a proporção esperada desconhecida, o tamanho da amostra deve ser de 383 pessoas, como mostra o seguinte cálculo:

$$n = \frac{100.000 * 1,96^2 * 0,5(1 - 0,5)}{0,05^2 * (100.000 - 1) + 1,96^2 * 0,5(1 - 0,5)}$$

$$n = 383$$

Após o cálculo do tamanho da amostra, procede-se a aplicação do questionário. Nesse método, foi considerada a opinião dos usuários na avaliação do grau de importância dos atributos selecionados. Dessa

forma, foi possível entender as necessidades e prioridades de quem se vê diante do uso do BRT e da bicicleta no dia a dia.

Inicialmente, tinha-se pensado em usar o método AHP para esta etapa, porém, na prova piloto dos questionários (feita em Medellín), identificou-se grande dificuldade por parte dos entrevistados para entender o método e dar as respostas de forma oportuna. O AHP é usado na literatura por pesquisadores, especialistas ou tomadores de decisão que já estão familiarizados com ele e que têm um nível de formação que facilita o entendimento das perguntas. Por esse motivo, decidiu-se que seria melhor usar um método mais simples e rápido, para garantir a confiabilidade dos resultados obtidos por parte dos usuários. Foi escolhido o método SMART, que é considerado um dos métodos multicritério mais simples. A pesquisa será do tipo matriz de única opção com escala quantitativa e descrição semântica segundo o grau de importância (ROLDAN; FACHELLI, 2015).

Nas etapas do SMART apresentadas por Edwards (1977), essa etapa corresponde à sexta: atribuição dos pesos aos critérios. O SMART usa uma escala de 0-100 para dar um peso de importância a cada critério. Com o objetivo de manter as perguntas o mais simples possível, nesse trabalho é adaptada uma escala de 1 a 5, sendo 1 o menor nível de importância e 5 o maior nível de importância, os quais serão, posteriormente, transformados na escala de 0-1 (ou 0%-100%). Para tanto, o peso dos critérios deverá ser dado pelos usuários e potenciais usuários, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 - Qualificação de pontuação dos critérios

Descrição semântica	Pontuação quantitativa
Irrelevante: Não importa em absoluto. Exista ou não, não mudarei meus hábitos de transporte	1
Pouco importante	2
Moderadamente importante	3
Importante	4
Essencial: Absolutamente importante, seu impacto é tão alto que mudaria meus hábitos de transporte	5

As entrevistas podem ser realizadas em campo, preferivelmente em estações de BRT e locais próximos às rotas cicláveis, ou pela internet, realizando um filtro no questionário para que seja aplicado a usuários de pelo menos um dos modos de transporte avaliados.

O número de respostas obtido na aplicação do questionário para cada uma das notas é multiplicado pela pontuação quantitativa e a somatória total de pontos por critério é transformada no peso de importância que estará entre 0 (zero) e 1 (um) (poderá ser dado de forma percentual também). O valor de ponderação de cada critério está dado pela equação (7) e o peso final normalizado de cada critério pela equação (8), segundo o método SMART (MORGAN, 2015). As respostas finais com a opção “Não sabe/Não responde” devem ser retiradas da amostra.

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^5 R.V}{m} \quad (7)$$

Onde,

Q = Ponderação do critério j

j = Cada um dos critérios avaliados

i = Cada grau de importância desde 1 (irrelevante) até 5 (essencial)

R = Número de respostas em cada grau de importância

V = Valor de importância em cada grau (1, 2, 3, 4 ou 5)

m = Tamanho da amostra final, descartando respostas “Não sabe/Não responde”

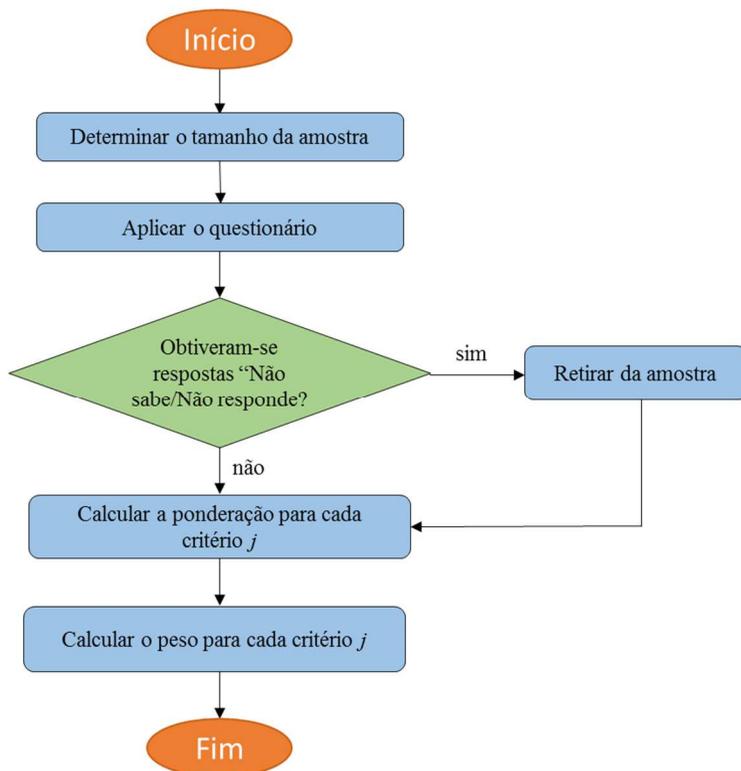
$$PF_j = \frac{Q_j}{\sum Q} \quad (8)$$

Onde,

PF = Peso final de cada critério j

A Figura 14 apresenta o diagrama de fluxo desta etapa.

Figura 14 - Diagrama de fluxo da ponderação dos critérios



Para exemplificar cada passo, cria-se uma lista fictícia de critérios A, B, C, D e E, onde os critérios A, B e C pertencem à categoria 1 e os critérios D e E pertencem à categoria 2. Para esse exemplo, tem-se uma amostra de entrevistados de 5 pessoas. O Quadro 16 apresenta o consolidado das respostas obtidas para todos os critérios.

Quadro 16 - Respostas sobre importância de critérios (exemplo)

Importância do critério	A	B	C	D	E
5 – Essencial	2	-	3	-	-
4 – Importante	1	1	1	3	1
3 - Moderadamente importante	1	2	-	1	2
2 - Pouco importante	-	2	-	1	2
1 – Irrelevante	-	-	-	-	-
Não sabe/Não responde	1	-	1	-	-

Com os resultados prontos, procede-se a calcular a ponderação dos critérios, aplicando a equação (7) anteriormente mencionada. Importante lembrar que as respostas “Não sabe/Não responde” ficam fora da amostra.

$$Q_A = \frac{\sum_{i=1}^5 R.V}{m} = \frac{2 * 5 + 1 * 4 + 1 * 3}{4} = 4,25$$

$$Q_B = \frac{\sum_{i=1}^5 R.V}{m} = \frac{1 * 4 + 2 * 3 + 2 * 2}{5} = 2,80$$

$$Q_C = \frac{\sum_{i=1}^5 R.V}{m} = \frac{3 * 5 + 1 * 4}{4} = 4,75$$

$$Q_D = \frac{\sum_{i=1}^5 R.V}{m} = \frac{3 * 4 + 1 * 3 + 1 * 2}{5} = 3,40$$

$$Q_E = \frac{\sum_{i=1}^5 R.V}{m} = \frac{1 * 4 + 2 * 3 + 2 * 2}{5} = 2,80$$

Uma vez calculada a ponderação de cada critério, que acaba sendo o equivalente ao peso de importância no SMART, procede-se a calcular o peso normalizado de cada um deles com ajuda da equação (8), proposta por Edwards (1977).

$$PF_A = \frac{4,25}{18} = 0,24$$

$$PF_B = \frac{2,80}{18} = 0,16$$

$$PF_C = \frac{4,75}{18} = 0,26$$

$$PF_D = \frac{3,40}{18} = 0,19$$

$$PF_E = \frac{2,80}{18} = 0,15$$

Finalmente, obtém-se como produto um vetor de pesos para os critérios, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 - Exemplo de vetor de pesos.

Critérios (<i>j</i>)	Pesos (PF)
Critério A	0,24
Critério B	0,16
Critério C	0,26
Critério D	0,19
Critério E	0,15

4.3 Escolha de critérios

Após o cálculo de pesos dos critérios, deve-se proceder com a seleção dos mais importantes, aqueles que serão utilizados para determinação do índice. Para fins de escolha dos critérios mais importantes e para garantir a representatividade em cada categoria, os critérios devem ser ordenados de maior importância a menor importância, em cada categoria. Cabe esclarecer que os procedimentos dessa etapa não correspondem ao método SMART.

Uma vez ordenados, a ponderação calculada para cada critério na etapa anterior é usada para calcular um novo peso de importância (PK), dessa vez normalizado por categoria, conforme descrito a seguir:

Passo 1: Para cada categoria C , calcula-se a Ponderação Total PT_C pela equação (9):

$$PT_C = \sum_{j \in C} Q_j \quad (9)$$

Passo 2: Para cada critério j de cada Categoria C , o peso normalizado PK_j é calculado pela equação (10):

$$PK_j = \frac{Q_j}{PT_{C \ni j}} \quad (10)$$

Assim, para o exemplo trabalhado, teríamos os resultados de PK na Tabela 11, aplicando as equações (9) e (10) para cada critério e ordenados de acordo com sua importância. A modo de exemplo, o cálculo do PK para o critério C é apresentado na equação (11), e da mesma forma, poderiam ser calculados os valores de PK dos critérios restantes.

$$PK_C = \frac{4,75}{11,8} = 0,40 \quad (11)$$

Tabela 11 - Pesos de importância dos critérios normalizados para a categoria 1

Crítérios (j)	Ponderação	Pesos (PK)
Crítério C	4,75	0,40
Crítério A	4,25	0,36
Crítério B	2,8	0,24

Somatória	11,8	1,00
------------------	------	------

Após o cálculo dos valores de PK para cada categoria C , procede-se ao cálculo do peso acumulado para cada critério, conforme descrito a seguir:

Passo 1: $PA_1 = PK_1$

Passo 2: $PA_j = PK_j + PK_{j-1}$, para $j \geq 2$

Onde,

PA_j = Peso acumulado do critério j

PK_j = Peso do critério j normalizado para a categoria C

Os resultados do cálculo de PA_j para os critérios da categoria 1 do exemplo são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Pesos acumulados dos critérios da categoria 1

Critérios (j)	Pesos (PK)	PA_j
Critério C	0,40	0,40
Critério A	0,36	0,76
Critério B	0,24	1,00

Uma vez calculados os pesos acumulados dos critérios, eles são selecionados um por um, até que o peso acumulado seja maior ou igual a 0,75 (este valor é arbitrário e foi definido pela autora). Assim, os critérios são escolhidos na sua respectiva ordem de importância, até

cumprir com a equação (12). O critério que cumpra a equação (12) será o último em entrar na lista.

$$PA_j \geq 0,75 \quad (12)$$

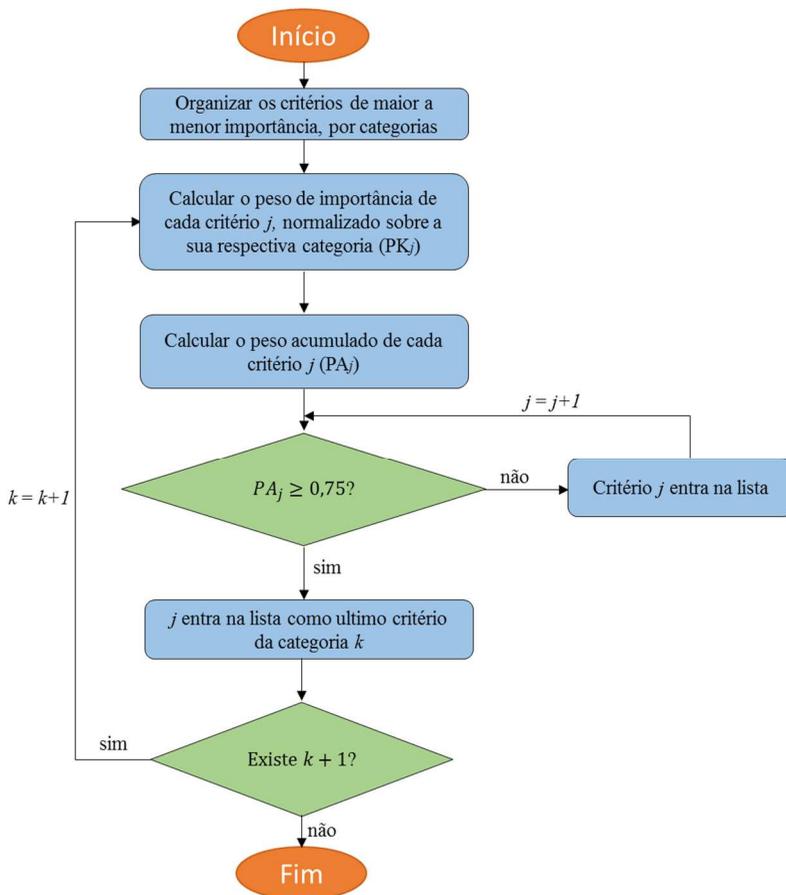
Para o caso dos critérios da categoria 1 do exemplo, tem-se que os escolhidos são os critérios C e A, como mostra o Quadro 17.

Quadro 17- Escolha de critérios da categoria 1

Critérios (j)	Pesos (PK)	PAj	Escolha	
Critério C	0,40	0,40	0,40 >= 0,75? Não	Escolhido
Critério A	0,36	0,76	0,76 >= 0,75 ? Sim	Último escolhido
Critério B	0,24	1,00	---	Não escolhido

Este procedimento é descrito através de um diagrama de fluxo na Figura 15.

Figura 15 - Diagrama de fluxo da escolha dos critérios



Para completar a exemplificação dessa etapa, apresentam-se a seguir – na Tabela 13 e no Quadro 18– os resultados dos passos anteriormente descritos para a categoria 2 do exemplo trabalhado.

Tabela 13 - Pesos de importância dos critérios normalizados para a categoria 2

Crítérios (j)	Ponderação	Pesos (PK)
Crítério D	3,40	0,55
Crítério E	2,80	0,45
Somatória	6,20	1,00

Quadro 18- Escolha de critérios da categoria 2

Crítérios (j)	Ponderação	Pesos (PK)	PAj	Crítério de escolha	Escolha
Crítério D	3,40	0,55	0,55	$0,55 \geq 0,75$? Não	Escolhido
Crítério E	2,80	0,45	1,00	$1,00 \geq 0,75$? Sim	Último escolhido

No caso da categoria 2 do exemplo fictício trabalhado, ambos os critérios que compõem a categoria foram escolhidos, por serem necessários para ajustar um mínimo de 75% de importância, visto que se trata de uma amostra pequena de critérios. Porém, em casos reais, é pouco provável que todos os critérios de uma categoria sejam escolhidos.

Assim, o vetor com a lista final de critérios é apresentado na Tabela 14, retomando os respectivos pesos calculados no capítulo 4.2 (ver tabela 14).

Tabela 14 - Vetor com pesos finais dos critérios escolhidos

Crítérios (<i>j</i>)	Pesos (PF)
Crítério A	0,24
Crítério C	0,26
Crítério D	0,19
Crítério E	0,15

Uma vez escolhidos os critérios que serão avaliados, os pesos de cada um deles devem ser normalizados ao novo total de critérios. Esse passo é necessário, pois é preciso escalar os pesos dos critérios finalmente escolhidos a uma base percentual, isto é, de forma que a somatória dos critérios escolhidos seja 1,00 (100%). Para isso, utiliza-se a equação (13) e obtém-se os resultados mostrados na Tabela 15.

$$PN_j = \frac{PF_j}{\sum PF} \quad (13)$$

Onde,

PN = Peso normalizado

PF = Peso final de cada critério j

Tabela 15 - Pesos normalizados dos critérios escolhidos

Critérios (j)	Pesos (PF)	Peso normalizado
Critério A	0,24	0,28
Critério C	0,26	0,31
Critério D	0,19	0,23
Critério E	0,15	0,18
Somatória	0,84	1,00

4.4 Pontuação dos critérios

Nesta etapa, é dada uma pontuação a cada critério avaliado em função das respostas dos próprios usuários. Para isso, uma pesquisa presencial de satisfação deve ser feita no local de avaliação ou pela internet. A pesquisa conterá perguntas sobre a satisfação dos usuários com cada um dos critérios. Nesse caso, será usado um intervalo entre 0-1 para as pontuações dos critérios, visando a simplificar o processo de pontuação e reduzir o intervalo de alternativas, que pode confundir aos usuários em questão. No Apêndice B, apresenta-se uma sugestão de modelo de questionário a ser aplicado, o mesmo que foi utilizado no estudo de caso. O tamanho da amostra para esse questionário é calculado também a partir da equação (6) apresentada no capítulo 4.2.

A fim de verificar a existência ou inexistência dos critérios escolhidos, recomenda-se realizar uma visita de campo ao corredor de BRT a ser avaliado, aos estacionamentos e conexões com as rotas cicláveis antes de realizar a pesquisa de pontuação dos critérios. Também é recomendável realizar essa entrevista posteriormente à pesquisa de levantamento de pesos de importância, pelos seguintes motivos:

- Na pesquisa para a ponderação dos critérios, tem-se uma lista de critérios maior, e, a partir desses resultados, obtém-se uma nova lista de critérios para realizar a segunda pesquisa de levantamento de pontuação dos critérios.
- A pesquisa para a ponderação dos critérios vai dirigida tanto para integradores como para potenciais integradores (usuários de BRT ou ciclistas) porque quem não integra, mas usa BRT ou bicicleta, já pode ser um potencial integrador que não integra de fato por algum motivo desconhecido. Esse potencial integrador pode dar informação sobre quais são as prioridades e necessidades para ele integrar. Porém, na pontuação dos critérios dados, onde cada critério é avaliado, um potencial integrador pode não saber responder pois não necessariamente sabe qual é o estado da infraestrutura (quais os horários, recursos, etc.) de integração, já que pode não usar um dos modos.
- Na segunda pesquisa, os entrevistados aptos para responder (integradores de BRT e transporte cicloviário) são mais escassos, motivo pelo qual a realização das entrevistas de forma presencial é sugerida. Porém, no estudo de caso, comprovou-se que os

entrevistados não aceitam responder um formulário longo, sendo preferível ter os critérios de menor importância já descartados, a partir da ponderação dos critérios.

O Quadro 19 mostra uma sugestão de formulário para a pesquisa. Novamente, as respostas de “Não sabe/Não responde” são retiradas da amostra.

Quadro 19- Sugestão de formulário da pesquisa.

P: Se sente satisfeito com...	Sim	Não	Mais ou menos	Não sabe / não responde
1) Critério j_1 da categoria k_1				
2) Critério j_2 da categoria k_1				
2) Critério j_3 da categoria k_1				

A avaliação dos critérios busca conhecer o uso e a percepção dos usuários sobre cada critério. As perguntas estarão formuladas de forma que a resposta do usuário seja: “sim” (1), “não” (0) ou um nível intermédio (0,5) que pode ser “mais ou menos”, “às vezes sim, às vezes não”, etc.

Essa etapa é também adaptada do método SMART, no qual cada um dos critérios tem um “valor” que pode ser utilidade, custo, quantidade, ou simplesmente avaliações, que devem ser transformadas a uma escala entre 0-100 (ROMERO; SANABRIA, 2018). No presente trabalho, adapta-se uma escala de 0-1, proporcional à sugerida por Edwards no SMART.

Para obter o vetor de pontuação final dos critérios, aplica-se a equação (13).

$$P_j = \frac{(1*X)+(0,5*Z)}{X+Y+Z} \quad (13)$$

Onde,

P_j = Pontuação para cada critério j

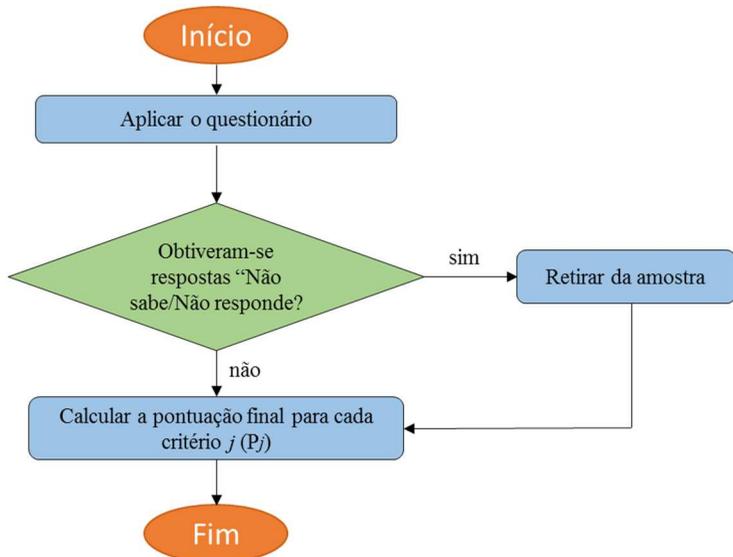
X = Número de respostas “sim”

Y = Número de respostas “não”

Z = Número de respostas de término médio “mais ou menos”

O diagrama de fluxo desta etapa é apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Diagrama de fluxo da pontuação dos critérios



Voltando ao exemplo fictício, para esta etapa, realiza-se uma pesquisa de avaliação com os critérios escolhidos na etapa anterior: A, C, D e E. O Quadro 20 apresenta as respostas do questionário, onde a amostra de entrevistados foi de três pessoas.

Quadro 20 - Respostas de avaliação dos critérios (exemplo)

P: Se sente satisfeito com o critério...?	A	C	D	E
Sim	2	-	1	2
Não	-	1	-	-
Mais ou menos	1	2	2	1
Não sabe/ Não responde	-	-	-	-

Com o consolidado de respostas, procede-se ao cálculo da pontuação de cada critério, com ajuda da equação (13), anteriormente mostrada.

$$P_A = \frac{(1*2)+(0,5*1)}{3} = 0,83$$

$$P_C = \frac{(0,5*2)}{3} = 0,33$$

$$P_D = \frac{(1*1)+(0,5*2)}{3} = 0,67$$

$$P_E = \frac{(1*2)+(0,5*1)}{3} = 0,83$$

Dessa forma, e finalizando a etapa, obtém-se o vetor de pontuação correspondente aos critérios avaliados, como mostra no exemplo a Tabela 16.

Tabela 16 - Exemplo de vetor de pontuações dos critérios.

Crítérios (<i>j</i>)	Pontuação (<i>P</i>)
Crítério A	0,83
Crítério C	0,33
Crítério D	0,67
Crítério E	0,83

4.5 Cálculo do Índice de Integração

Com os valores de ambos os vetores definidos (pesos e pontuações), obtém-se uma matriz, como indica o método SMART, com a qual é possível calcular o valor de cada alternativa (ROMERO; SANABRIA, 2018). Visto que no presente trabalho há apenas uma alternativa, o valor dessa alternativa equivale ao Índice de Integração. Calcula-se inicialmente o índice para cada critério, a partir da equação (14).

$$I_j = PN_j * P_j \quad (14)$$

(EDWARDS, 1977 apud MORGAN, 2015).

Finalmente, com o valor do índice de cada critério, obtém-se o índice de integração, calculado a partir da equação (15).

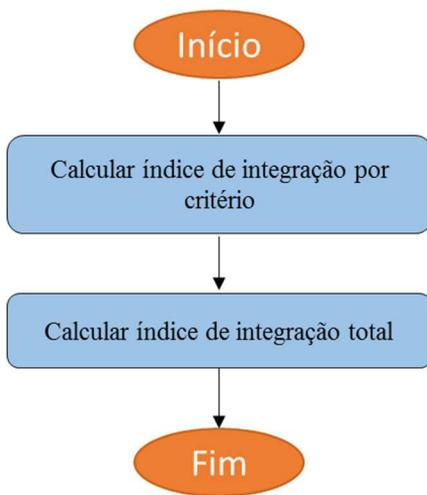
$$I = \sum_{j=1}^n I_j \quad (15)$$

(EDWARDS, 1977 apud MORGAN, 2015).

Onde I é o Índice de Integração entre o BRT e as bicicletas, PN_j é o peso normalizado atribuído a cada critério j , P_j é a pontuação dada a cada critério j , n é o número total de critérios avaliados.

Assim, o índice poderá variar entre um valor de 0 e 1, onde zero (0) será o menor valor, indicando uma integração deficiente entre o BRT e o transporte cicloviário, e um (1) indicará uma excelente integração entre esses modos. A Figura 17 apresenta o diagrama de fluxo para essa etapa final.

Figura 17 - Diagrama de fluxo do cálculo do Índice de Integração



Para calcular o índice de integração para os critérios A, C, D e E do exemplo, iniciamos, como indica o fluxograma, calculando o índice para cada critério, com ajuda da equação (14). Os resultados são mostrados na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados do índice de integração (exemplo)

Critérios (<i>j</i>)	Peso normalizado	Pontuação (<i>P</i>)	Índice de integração critério (<i>I_j</i>)
Critério A	0,28	0,83	0,23
Critério C	0,31	0,33	0,10
Critério D	0,23	0,67	0,15
Critério E	0,18	0,83	0,15

Finalmente, procede-se a calcular o índice de integração final com ajuda da equação (15).

$$I = \sum_{j=1}^n I_j = 0,24 + 0,10 + 0,15 + 0,15 = 0,64$$

$$I = 0,64 = 64\%$$

Baseado nos valores sugeridos por Fujiwara (2017), adaptam-se as interpretações indicadas na Tabela 18. Para um índice menor que 25%, pode-se concluir que a integração entre BRT e transporte ciclovitário é ruim; índices maiores que 75% indicam boa integração entre ambos os modos (ver Figura 18). Porém, no meio desses intervalos, a interpretação do índice deve ser dada de forma personalizada, com uma análise mais profunda para cada critério, para observar como cada critério contribuiu para o índice.

Tabela 18 - Interpretação para valores do índice de integração

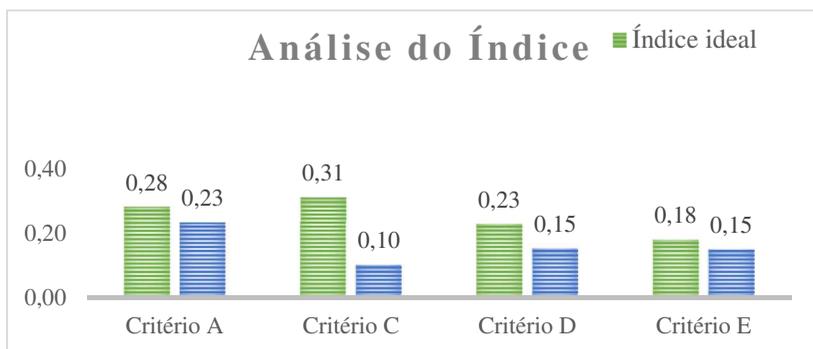
Integração precária entre o BRT e o transporte ciclovitário	0% a 25%
É preciso fazer uma análise mais profunda do índice, analisando critérios e categorias	26% a 74%
Boa integração entre o BRT e o transporte ciclovitário	75% a 100%

Figura 18 - Intervalos de interpretação do índice



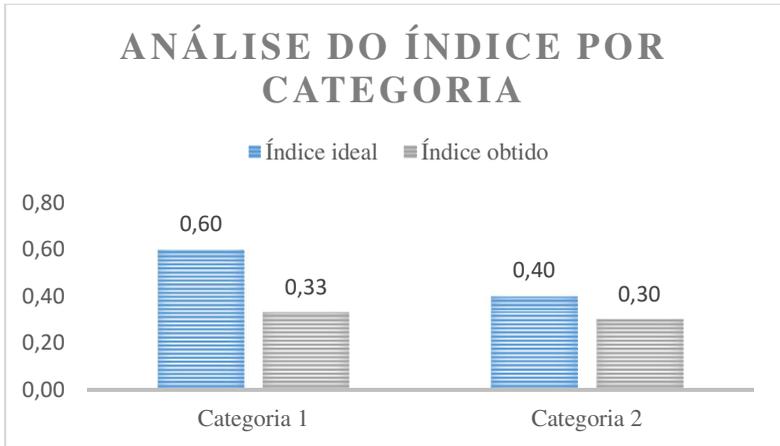
Para o índice de integração resultante no exemplo fictício (64%), é preciso fazer uma análise mais detalhada para tirar conclusões sobre a integração. Nesses casos, recomenda-se a criação de um gráfico de colunas do índice de integração máximo que cada critério poderia alcançar (índice ideal) versus o índice obtido (ver Figura 19), onde o índice ideal equivale ao peso normalizado, já que, para um caso ideal com índice de 100%, a pontuação de cada critério seria 1, o que resultaria num índice do critério igual ao peso normalizado.

Figura 19 - Análise do índice por critério



Da mesma forma, a Figura 20 - Análise do índice por categoria mostra que, embora a categoria 1 contribua com o índice total muito mais do que a categoria 2, ela acaba por contribuir quase na mesma proporção, já que os critérios da categoria 1 tiveram uma pontuação mais baixa, porém, uma importância maior.

Figura 20 - Análise do índice por categoria



5. APLICAÇÃO PRÁTICA EM MEDELLÍN, COLÔMBIA

Este capítulo busca validar o método proposto de avaliação da integração entre um sistema BRT e o modo cicloviário, através de uma aplicação na cidade de Medellín, Colômbia. Esta cidade foi escolhida como local de aplicação por ser a cidade natal da autora, o que permite dispor dos recursos necessários para realizar as pesquisas. Também porque na cidade existe um sistema de BRT e um sistema de bicicletas compartilhadas junto com infraestrutura ciclística que permite a realização da avaliação desenvolvida no presente trabalho.

Medellín possui um sistema de BRT chamado de Metroplús, que integra com outras modalidades: metrô, Metrocable (teleférico), bonde (Tranvía de Ayacucho) e rotas alimentadoras de ônibus. Este sistema BRT está formado por dois corredores, a linha 1 (um) conta com 21 estações e tem uma extensão de 13,6 km. A linha 2 (dois) inicia e termina nas mesmas estações da linha 1 e faz um trajeto parecido, com 5,5 km de diferença no meio do percurso (METROPLUS, 2011). Não é permitida a entrada de bicicletas convencionais no Metroplús. As bicicletas dobráveis são admitidas, sem custo adicional. As estações de Metroplús convencionais não possuem bicicletário nem paraciclos. A estação “*Industriales*” que conecta a ciclovía com o Metroplús e metrô, é o único ponto próximo de uma estação de Metroplús que possui um paraciclo, como mostra a

Figura 21. Porém, este é de uso baixo, sendo usado principalmente pelos empregados do comércio próximo do metrô.

Figura 21 - Paraciclo na estação *Industriales* próximo do Metroplús e metrô



Fonte: tomada pelo autor (2018)

O sistema de bicicletas públicas compartilhadas “Encicla” é gratuito, mas precisa de inscrição previa através de internet, e possuir o cartão “Cívica” que é o método de pagamento de vários modos de transporte da cidade. É possível consultar a disponibilidade de bicicletas e estacionamento através do site de internet de Encicla, como mostra a Figura 22. Existem aproximadamente 11 pontos de bicicleta compartilhada próximos de estações de Metroplús. A cidade contava com 21 km de ciclovias até o ano 2015 (MEDELLÍN, 2015).

Figura 22 - Localização de estações de bicicletas compartilhadas Encicla em Medellín.



Fonte: Adaptado de <http://www.encicla.gov.co/estaciones/>
(2018)

As estações Encicla podem ser manuais (ver Figura 23), onde tem pessoal contratado para prover e receber as bicicletas aos usuários, ou automáticas, onde cada usuário pega e deixa as bicicletas através do sistema automático com a tela que indica onde deixar ou pegar a bicicleta.

Figura 23 - Estação Encicla manual



Fonte: tomada pelo autor (2018)

Nas estações de maior demanda para pegar bicicletas, o sistema é realimentado com mais bicicletas distribuídas num caminhão como mostra a Figura 24 para satisfazer a demanda.

Figura 24 - Caminhão distribuidor de bicicletas.



Fonte: tomada pelo autor (2018)

5.1 Identificação dos critérios de avaliação.

Para o caso de Medellín, os critérios avaliados são apresentados no Quadro 21 por categorias, definido após a revisão bibliográfica. Os critérios poderão ser reformulados para ter presentes o contexto da cidade.

Quadro 21 - Critérios selecionados para avaliação

Categoria	Critério
Acessibilidade às estações	Infraestrutura de conexão da ciclovia com a estação (interseções para ciclistas, pontes, rampas, etc.)
	Continuidade da conexão sem presença de obstáculos, barreiras físicas ou desvios
	Sinalização do corredor e das estações
	Acesso de bicicletas à estacionamento e plataformas (rampas, elevadores, catracas adaptadas)
	Proximidade da ciclovia a estação de Metroplús
Segurança pública e viária	CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas
	Boa iluminação noturna em plataforma, bicicletários e paraciclos, e na conexão ciclovia-estação
	Superfície em bom estado de manutenção
	Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento

Categoria	Critério
Infraestrutura e serviços de integração	Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma
	Vagas suficientes no estacionamento
	Embarque em nível
	Portabicicletas nos ônibus ou possibilidade de levar as bicicletas nos ônibus
	Abrigo e proteção contra sol/chuva (estacionamento)
	Disponibilidade bicicletas compartilhadas
Integração de informações	Informações de horários e rotas em tempo real em aplicativo
	Informações de horários e rotas em tempo real em telas na plataforma
	Disponibilidade de horários e mapas nas estações
	Planejador de viagens multimodais
Integração tarifária	Custo adicional por levar a bicicleta no veículo ou uso de estacionamento com vigilância
	Passagem integrada (estacionamento-BRT)

Categoria	Critério
	Passagem integrada (BICI compartilhada-BRT)
	Pagamento com cartão eletrônico/aplicativo de celular

Com esta lista de critérios, procede-se a etapa seguinte para a designação de pesos de importância e escolha dos critérios mais importantes a considerar na avaliação.

5.2 Ponderação dos critérios de avaliação

O peso dos critérios foi dado pelos usuários e potenciais usuários, através de uma pesquisa de avaliação quantitativa com apoio semântico. Foram obtidas 182 respostas positivas. Considera-se uma resposta positiva aquela que foi dada por parte de um usuário do Metroplús, um ciclista, ou inclusive, de ambos. Uma resposta negativa é aquela dada por alguém que não é nem usuário do Metroplús, nem ciclista, e portanto, não apto para ponderar a importância dos critérios selecionados.

Medellín possui aproximadamente 2'500.000 habitantes, dos quais 3% usaram o Metroplús (BRT) e 1% a bicicleta no ano 2017, segundo o informe de Medellín Como Vamos (2017). Assim, a população alvo é o 4% de 2'500.000 habitantes, que resulta em 100.000 pessoas. A amostra total de entrevistados consistiu em 261 pessoas, que superou a amostra necessária de 96 pessoas, calculada para uma população de 100.000, um erro amostral de 10% e um nível de confiança de 95%. O cálculo se apresenta na equação (16).

$$n = \frac{N * z^2 * p(1-p)}{e^2 * (N-1) + z^2 * p(1-p)} = \frac{100000 * 1,96^2 * 0,5(1-0,5)}{0,1^2 * (100000-1) + 1,96^2 * 0,5(1-0,5)} = 96 \quad (16)$$

Neste questionário foram entrevistados usuários dos modos BRT e cicloviário, mesmo se não são integradores, pois eles são potenciais integradores e seu ponto de vista é válido para melhorar o sistema de integração.

O questionário foi feito *online*, com a ferramenta gratuita de Google Forms e distribuída através de grupos de ciclistas, em universidades próximas do corredor de Metroplús, e por redes sociais. O questionário foi feito em espanhol, mas é apresentada uma tradução ao português no Apêndice A.

Cerca de 61% dos entrevistados usaram o Metroplús nos últimos três anos. Dentre eles, 63% usam o Metroplús ocasionalmente no longo do ano, 16% o usam entre 1 e 3 vezes ao mês, 9% o usam entre 1 e 4 vezes por semana e 12% fazem 5 ou mais trajetos por semana no Metroplús. No questionário, entende-se o uso ocasional de um modo de transporte como menos de uma vez por mês. A Figura 25 e Figura 26 apresentam os resultados descritos.

Figura 25 - Usuários do Metroplús

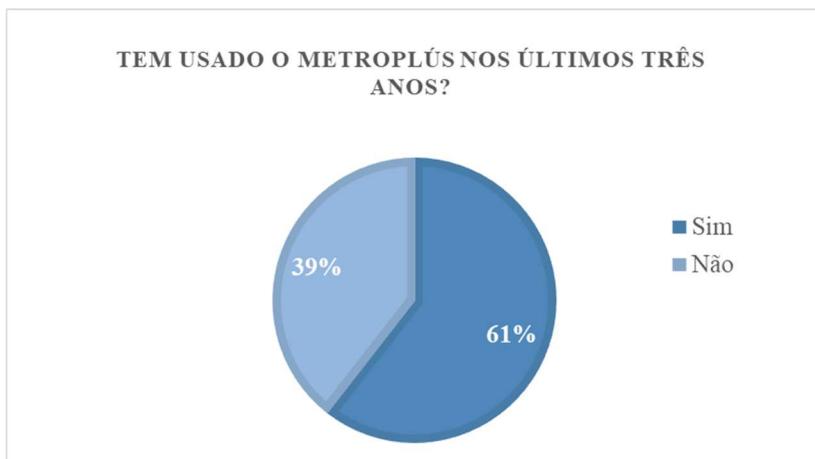
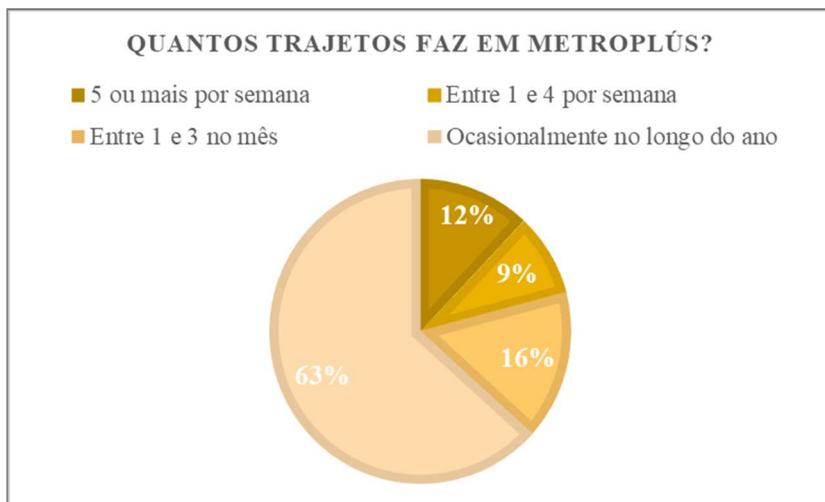
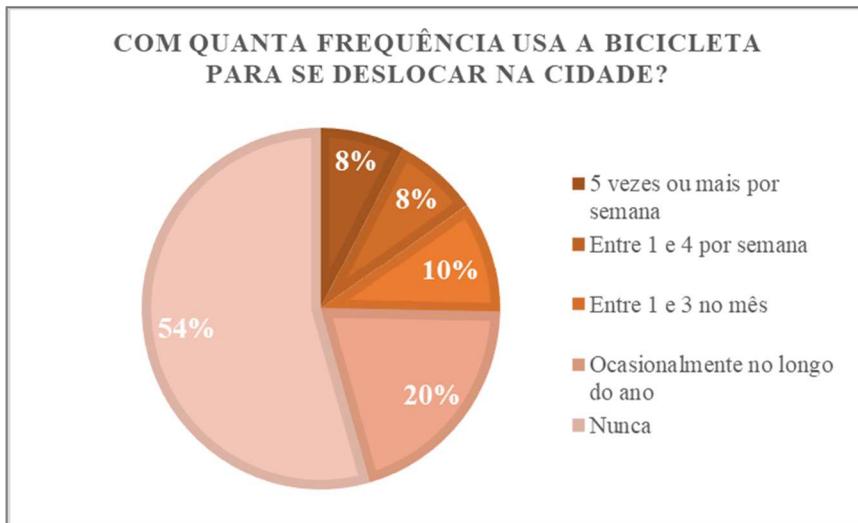


Figura 26 - Frequência de uso do Metroplús



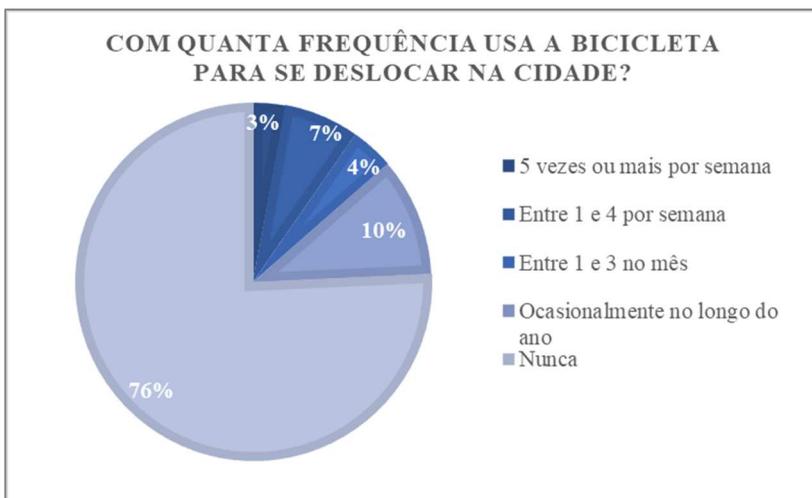
Como mostra a Figura 27, dos entrevistados que usam o Metroplús, 46% usa a bicicleta para se deslocar na cidade. Desses, 44,5% usam a bicicleta de forma ocasional, 22,1% usam ela entre uma e três vezes por mês, 16,7% entre uma e quatro vezes por semana e outro 16,7% cinco ou mais vezes por semana. Aproximadamente 54% dos usuários do Metroplús não usam a bicicleta como modo de transporte.

Figura 27- Frequência de uso da bicicleta em usuários do Metroplús



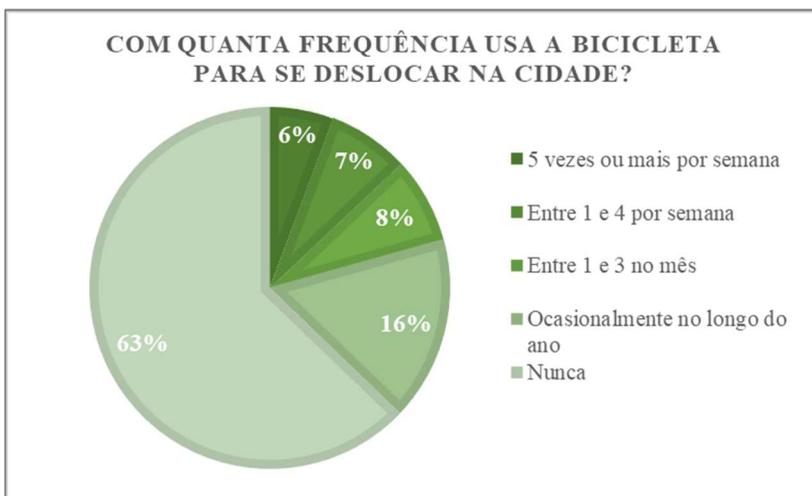
Dentre a amostra que não usou o Metroplús nos últimos três anos e por tanto, considerada como não usuária do Metroplús, 76% não usa a bicicleta para se deslocar na cidade (ver Figura 28). Do 24% restante que usa a bicicleta, 44% usam a bicicleta de forma ocasional, 16% usam ela entre uma e três vezes por mês, 28% entre uma e quatro vezes por semana e 12% usam cinco ou mais vezes por semana.

Figura 28 - Frequência de uso da bicicleta dos não usuários do Metroplús



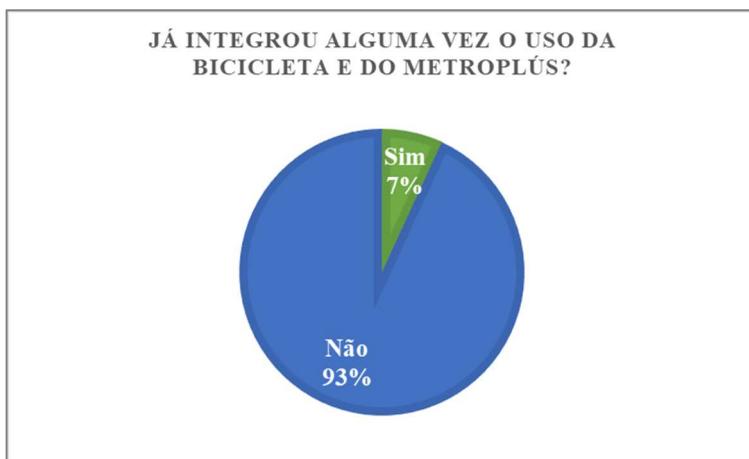
De todos os entrevistados, a repartição de uso de bicicleta está dada na Figura 29.

Figura 29 - Uso da bicicleta da totalidade de entrevistados



Dos 261 entrevistados, 72 usam ambos modos de transporte para se deslocar. Isto é, um 27,6% da amostra. Dentre eles, 25% (18 entrevistados) já integraram a bicicleta e o Metroplús, que resulta sendo um 7% da amostra total (ver Figura 30). Isto indica uma baixa taxa de integração entre BRT e transporte ciclovitário, se comparado ao uso de bicicleta ou BRT sem integrar.

Figura 30 - Integração entre bicicleta e Metroplús.



Com o objetivo de melhorar a precisão nas respostas dos entrevistados, os critérios foram apresentados de forma tabular, reunidos por categoria, para que os entrevistados pudessem comparar um critério com o outro e assim, mesurar melhor as suas respostas em quanto à importância dos critérios. A importância foi medida em função de quanto cada critério afeta os hábitos de deslocamento dos entrevistados, se a presença ou ausência de um deles faria com que buscassem usar e integrar estes modos.

Os critérios são apresentados no Quadro 22 com as suas respectivas ponderações e pesos, em ordem de maior a menor peso final.

Quadro 22 - Respostas de peso dos critérios e cálculo da ponderação e peso.

Critérios	5 - Essencial	4 - Importante	3 - Moderadamente importante	2 - Muito pouco importante	1 - Irrelevante	Não sabe / Não Responde	Ponderação	Peso
Infraestrutura de Conexão da ciclovia com a estação (cruzes para ciclistas, pontes, rampas, etc.)	119	45	7	2	9	1	4,445	0,047
Continuidade da conexão sem presença de obstáculos, barreiras físicas ou desvios	88	73	7	2	10	3	4,261	0,045
Proximidade da ciclovia a estação de Metroplús	98	57	12	5	10	1	4,253	0,045
Sinalização do corredor e das estações	96	55	18	6	7	1	4,247	0,045
Acesso de bicicletas à estacionamento e plataformas (rampas, elevadores, catracas adaptadas)	102	44	15	6	12	4	4,218	0,044
Boa iluminação noturna em plataforma, bicicletários e paraciclos, e na conexão ciclovia-estação	110	51	8	2	8	4	4,413	0,046
Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento	95	52	17	8	9	2	4,193	0,044
CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas	94	48	27	6	8	0	4,169	0,044
Superfície em bom estado de manutenção	87	59	20	6	9	2	4,155	0,044
Vagas suficientes no estacionamento	83	74	16	3	7	0	4,219	0,044

Crítérios	5 - Essencial	4 - Importante	3 - Moderadamente importante	2 - Muito pouco importante	1 - Irrelevante	Não sabe / Não Responde	Ponderação	Peso
Disponibilidade bicicletas compartilhadas	92	52	21	6	10	2	4,160	0,044
Portabicicletas nos ônibus ou possibilidade de levar as bicicletas nos ônibus	57	65	30	11	14	6	3,791	0,040
Abrigo e proteção contra sol/chuva (estacionamento)	53	64	46	9	10	1	3,775	0,040
Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma	44	72	45	9	7	6	3,774	0,040
Embarque em nível	48	64	41	13	11	6	3,706	0,039
Disponibilidade de horários e mapas nas estações	105	51	13	7	6	1	4,330	0,046
Planejador de viagens multimodais	88	61	23	4	6	1	4,214	0,044
Informações de horários e rotas em tempo real em telas na plataforma	77	71	20	9	5	1	4,132	0,044
Informações de horários e rotas em tempo real em aplicativo	78	67	22	10	5	1	4,115	0,043
Passagem integrada (estacionamento-BRT)	85	57	17	8	9	7	4,142	0,044
Pagamento com cartão eletrônico/app celular	85	57	20	11	8	2	4,105	0,043
Passagem integrada (BICI compartilhada-BRT)	81	59	25	8	9	1	4,071	0,043

Cr�terios	5 - Essencial	4 - Importante	3 - Moderadamente importante	2 - Muito pouco importante	1 - Irrelevante	N�o sabe / N�o Responde	Pondera�o	Peso
Custo adicional por levar a bicicleta no ve�culo ou uso de estacionamento com vigil�ncia	86	48	22	12	10	5	4,056	0,043
						Som�t�ria	94,945	1,000

5.3 Escolha de critérios

Como foi explicado no capítulo 4, por cada categoria são escolhidos os critérios de maior importância. O número de critérios a escolher dependerá do necessário para ajustar como mínimo o 75% de importância em cada categoria. No Quadro 23 são apresentados todos os critérios, divididos por categoria, e ordenados de maior a menor importância, com as suas respectivas ponderações, com as quais foram calculados os novos pesos de importância (*PK*), normalizados por categoria, como foi indicado no método. A partir dos pesos *PK* são calculados os pesos acumulados, também apresentados no Quadro 23.

Aqueles ressaltados em cor cinza correspondem aos critérios que ajustaram o 75% mínimo do peso total da categoria. Por exemplo, na acessibilidade às estações, o peso acumulado do critério “Proximidade da ciclovia a estação de Metroplús” ainda não é maior do que 0,75, mas o peso acumulado do próximo critério “Sinalização do corredor e das estações” cumpre com essa regra (ser maior do que 0,75), pelo qual os critérios anteriores a ele (e mais importantes) junto com ele, são selecionados na lista de critérios a serem avaliados. Por tanto, o critério de acesso de bicicletas à estacionamentos e plataformas fica por fora da lista de critérios a avaliar.

Quadro 23 - Critérios escolhidos por categoria para serem avaliados na próxima etapa

Acessibilidade às estações	Ponderação	PK	Peso Acumulado
Infraestrutura de Conexão da ciclovia com a estação (cruzes para ciclistas, pontes, rampas, etc.)	4,445	0,2075	0,2075
Continuidade da conexão sem presença de obstáculos, barreiras físicas ou desvios	4,261	0,1989	0,4064
Proximidade da ciclovia a estação de Metroplús	4,253	0,1985	0,6049
Sinalização do corredor e das estações	4,247	0,1982	0,8031
Acesso de bicicletas à estacionamento e plataformas (rampas, elevadores, catracas adaptadas)	4,218	0,1969	1,0000
Somatória	21,424	1,0000	

Segurança pública e viária	Ponderação	PK	Peso Acumulado
Boa iluminação noturna em plataforma, bicicletários e paraciclos, e na conexão ciclovia-estação	4,413	0,2607	0,2607
Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento	4,193	0,2477	0,5083
CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas	4,169	0,2463	0,7546
Superfície em bom estado de manutenção	4,155	0,2454	1,0000
Somatória	16,931	1,0000	

Infraestrutura e serviços de integração	Ponderação	PK	Peso Acumulado
Vagas suficientes no estacionamento	4,219	0,1801	0,1801
Disponibilidade bicicletas compartilhadas	4,160	0,1776	0,3577
Portabicicletas nos ônibus ou possibilidade de levar as bicicletas nos ônibus	3,791	0,1618	0,5195
Abriço e proteção contra sol/chuva (estacionamento)	3,775	0,1611	0,6807

Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma	3,774	0,1611	0,8418
Embarque em nível	3,706	0,1582	1,0000
Somatória	23,425	1,0000	

Integração de informações	Ponderação	PK	Peso Acumulado
Disponibilidade de horários e mapas nas estações	4,330	0,2579	0,2579
Planejador de viagens multimodais	4,214	0,2510	0,5088
Informações de horários e rotas em tempo real em telas na plataforma	4,132	0,2461	0,7549
Informações de horários e rotas em tempo real em aplicativo	4,115	0,2451	1,0000
Somatória	16,791	1,0000	

Integração tarifária	Ponderação	PK	Peso Acumulado
Passagem integrada (estacionamento-BRT)	4,142	0,2530	0,2530
Pagamento com cartão eletrônico/app celular	4,105	0,2507	0,5036
Passagem integrada (BICI compartilhada-BRT)	4,071	0,2486	0,7523
Custo adicional por levar a bicicleta no veículo ou uso de estacionamento com vigilância	4,056	0,2477	1,0000
Somatória	16,375	1,0000	

Após a escolha dos critérios, os pesos daqueles escolhidos devem ser normalizados ao novo número de critérios, usando a equação (12) do capítulo 4.3. A somatória dos pesos normalizados deve ajustar em 1,00 (100%). O Quadro 24 apresenta os pesos normalizados para cada critério, a partir dos pesos calculados no capítulo 5.2 (*PF*).

Quadro 24 - Normalização de pesos

Crítérios (j)	Pesos (PF)	Peso normalizado
Infraestrutura de Conexão da ciclovia com a estação (cruzes para ciclistas, pontes, rampas, etc.)	0,047	0,060
Continuidade da conexão sem presença de obstáculos, barreiras físicas ou desvios	0,045	0,057
Proximidade da ciclovia a estação de Metroplús	0,045	0,057
Sinalização do corredor e das estações	0,045	0,057
Boa iluminação noturna em plataforma, bicicletários e paraciclos, e na conexão ciclovia-estação	0,046	0,059
Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento	0,044	0,056
CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas	0,044	0,056
Vagas suficientes no estacionamento	0,044	0,056
Disponibilidade bicicletas compartilhadas	0,044	0,056
Portabicicletas nos ônibus ou possibilidade de levar as bicicletas nos ônibus	0,040	0,051
Abrigo e proteção contra sol/chuva (estacionamento)	0,040	0,051
Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma	0,040	0,051
Disponibilidade de horários e mapas nas estações	0,046	0,058
Planejador de viagens multimodais	0,044	0,056
Informações de horários e rotas em tempo real em telas na plataforma	0,044	0,055
Passagem integrada (estacionamento-BRT)	0,044	0,055
Pagamento com cartão eletrônico/app celular	0,043	0,055
Passagem integrada (BICI compartilhada-BRT)	0,043	0,055
Somatória	0,787	1,000

5.4 Pontuação dos critérios

Realizou-se outro questionário com o objetivo de que os usuários avaliem cada um dos critérios selecionados na etapa anterior, em função da satisfação que eles considerem coerente com a situação presente no Metroplús, Encicla e ciclorotas da cidade de Medellín. Para responder este questionário, os entrevistados devem cumprir o requisito de serem usuários integradores de ambos modos de transporte: bicicleta e Metroplús, sendo que a bicicleta pode ser própria ou do sistema de bicicletas compartilhadas Encicla.

Vários critérios foram avaliados automaticamente com 0 pontos, pela inexistência do critério no sistema de transportes da cidade. Estes critérios são:

1. CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas: não existem bicicletários nas estações de Metroplús nem nas proximidades. Isto invalida a presença de vigilância nos estacionamentos de bicicletas. Atribui-se um 0 ao critério mesmo se não é a falta do próprio critério, mas a presença de bicicletários é de tal importância que afeta a pontuação de todos os critérios relacionados a este.
2. Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento: Assim como o critério anterior, também da categoria de segurança, a própria falta de bicicletários faz com que todos os critérios relacionados a este estejam automaticamente

- avaliados com 0 pontos. Os mesmos usuários e potenciais usuários deram esta importância ao critério.
3. Vagas suficientes no estacionamento de bicicletas: pela não existência de bicicletários ou paraciclos.
 4. Abrigo e proteção contra sol/chuva (estacionamento): pela não existência de bicicletários ou paraciclos.
 5. Planejador de viagens multimodais: O sistema de Metroplús não conta com planejador de viagens de acesso através de um website ou aplicativo para dispositivos móveis. Nenhum modo de transporte da cidade conta com um planejador de viagens.
 6. Passagem integrada (estacionamento-BRT): pela não existência de bicicletários nem nas estações de Metroplús nem nas proximidades, este critério é avaliado automaticamente com 0 pontos.
 7. Passagem integrada (bicicleta compartilhada-BRT): Este é o único critério avaliado automaticamente com 1 ponto, já que o uso de bicicleta compartilhada é gratuito, e podem ser usadas fazendo um cadastro antes de uso, com o cartão eletrônico “Cívica” usada também para o pagamento do Metroplús.

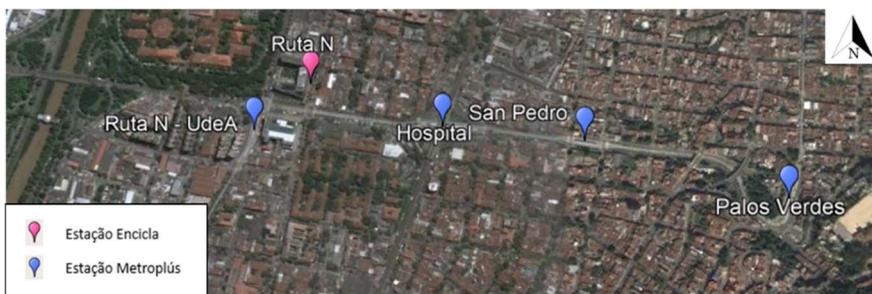
O questionário foi aplicado pela internet, distribuído através de redes sociais, e de forma presencial nas principais estações de Metroplús e Encicla. Os pontos de entrevista presencial são apresentados na Figura 31 e Figura 32.

Figura 31 - Estações visitadas para entrevistas, zona leste.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 32 - Localização da estação Ruta N, visitada para entrevistas.



Fonte: Elaboração própria.

Nas estações: Ruta N e Nutibara não foram obtidas respostas nas ocasiões em que o lugar foi visitado com este objetivo.

Na entrevista inicial, obteve-se que o 7% das pessoas integraram Metroplús e bicicleta, e eles serão a nova população alvo da entrevista de pontuação dos critérios. Assim, para uma população de sete mil, um erro amostral de 10% e um nível de confiança de 95%, obtém-se que a amostra necessária é de 96. O cálculo se apresenta na equação (17).

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p(1-p)}{e^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p(1-p)} = \frac{7000 \cdot 1,96^2 \cdot 0,5(1-0,5)}{0,1^2 \cdot (7000-1) + 1,96^2 \cdot 0,5(1-0,5)} = 96 \quad (17)$$

Porém, não foi possível obter essa quantidade de respostas, que no total, foram 48, motivo pelo qual a margem de erro amostral vê-se aumentada a 15%. Para essa mudança, comprova-se que o total de entrevistas obtido cumpre com a amostra necessária, para uma população de 7.000, um erro amostral de 15% e um nível de confiança de 95%, na equação (18).

$$n = \frac{N * z^2 * p(1-p)}{e^2 * (N-1) + z^2 * p(1-p)} = \frac{7000 * 1,96^2 * 0,5(1-0,5)}{0,15^2 * (7000-1) + 1,96^2 * 0,5(1-0,5)} = 43 \quad (18)$$

A baixa integração entre estes modos de transporte se deve em parte a que o corredor principal de BRT tem ciclorota (ver Figura 33), então quem chega até uma estação de BRT em bicicleta e vai na mesma direção em que vai o BRT, pode terminar o trajeto em bicicleta, de forma grátis e mais confortável porque, segundo os mesmos usuários, o Metroplús tem alta demanda e pouca capacidade de atender ela. Sendo assim, um trajeto em BRT e perfeitamente substituível por um trajeto em bicicleta. Não acontece o mesmo com o metrô, além de transportar muitas mais pessoas que o Metroplús e percorrer distâncias maiores. Por isto, é mais provável que se de uma integração bicicleta-metrô, do que bicicleta-BRT.

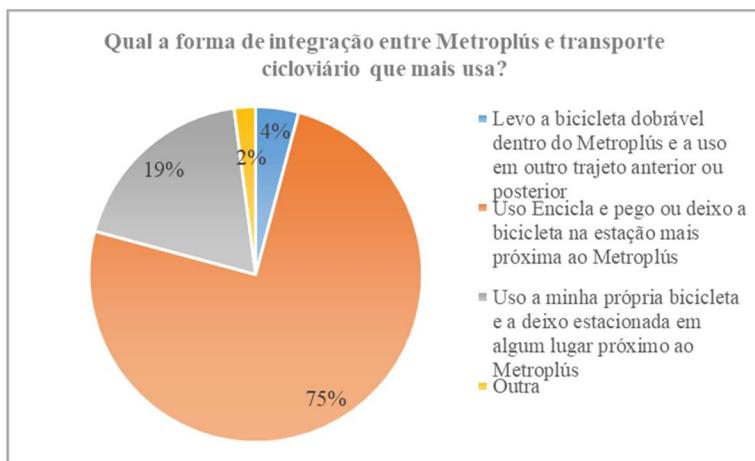
Figura 33 - Trajeto do Metroplús e ciclorota.



Fonte: Elaboração própria

O questionário feito nessa etapa encontra-se no Apêndice B. Os entrevistados responderam sobre a forma de integração entre o Metroplús e o transporte cicloviário que mais usam, sendo 75% usuários do sistema de bicicletas compartilhadas Encicla, 19% usa bicicleta própria e a deixa estacionada em algum lugar próximo, e 4% leva a bicicleta dobrável, como mostra a Figura 34.

Figura 34 - Formas de integração Metroplús – transporte cicloviário



O cálculo da pontuação por critério está dado pela equação (13) mostrada no capítulo 4.4. Os resultados obtidos para cada critério, agrupados por categoria, estão apresentados nos quadros Quadro 25, Quadro 26, Quadro 27, Quadro 28, Quadro 29.

Quadro 25 - Resultados da pontuação da categoria “Acessibilidade às estações”

Acessibilidade às estações	Sim (1 ponto)	Não (0 pontos)	Mais ou menos (0,5 pontos)	Não sabe/ Não responde	Cálculo pontuação
Infraestrutura de conexão	25	7	16	0	0,688
Sinalização da localização das ciclorotas e das estações	30	8	10	0	0,729
Proximidade das ciclorotas às estações do Metroplús	30	7	11	0	0,740
Continuidade da infraestrutura (que não tenha obstáculos ou desvios)	12	19	16	1	0,426

Quadro 26 - Resultados da pontuação da categoria “Segurança pública e viária”

Segurança pública e viária	Sim (1 ponto)	Não (0 pontos)	Mais ou menos (0,5 pontos)	Não sabe/ Não responde	Cálculo pontuação
Qualidade da iluminação noturna	15	20	10	3	0,444

Quadro 27 - Resultados da pontuação da categoria “Infraestrutura e serviços de integração”

Infraestrutura e serviços de integração	Sim (1 ponto)	Não (0 pontos)	Mais ou menos (0,5 pontos)	Não sabe/ Não responde	Cálculo pontuação
Encicla: a disponibilidade de bicicletas e vagas	17	11	15	5	0,570
Possibilidade de levar bicicleta dobrável no Metroplús	24	23	1	0	0,510
Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma	30	5	10	3	0,778

Quadro 28 - Resultados da pontuação da categoria “Integração das informações”

Integração de informações	Sim (1 ponto)	Não (0 pontos)	Mais ou menos (0,5 pontos)	Não sabe/ Não responde	Cálculo pontuação
Horários de chegada dos ônibus em telas na plataforma	22	13	13	0	0,594
Disponibilidade de mapas e rotas nas estações	35	9	4	0	0,771
Informação sobre disponibilidade de bicicletas compartilhadas	26	9	7	6	0,702

Quadro 29 - Resultados da pontuação da categoria “Integração tarifária”

Integração tarifária	Sim (1 ponto)	Não (0 pontos)	Mais ou menos (0,5 pontos)	Não sabe/ Não responde	Cálculo pontuação
Forma de pagamento através do cartão eletrônico Cívica?	45	2	1	0	0,948
As formas e pontos de recarga do cartão Cívica?	39	5	4	0	0,854

O critério com melhor pontuação foi a forma de pagamento através de cartão eletrônico, seguido das formas e pontos de recarga do mesmo cartão. Este nível de satisfação neste critério é esperado, pois a cada vez o cartão Cívica tem-se consolidado como forma de pagamento de diversos modos de transporte na cidade, incluindo metrô, BRT, bonde, teleférico e rotas de ônibus alimentadoras. Pode ser recargado em todas as estações destes modos de transporte, em pontos de loteria e pela internet. Pelo contrário, o critério

com menor pontuação, além dos estabelecidos em zero pela ausência da infraestrutura, foram a continuidade da infraestrutura cicloviária e a qualidade da iluminação noturna. No caso da qualidade da iluminação, a baixa pontuação terá consequências graves para a categoria de segurança viária e pública, pois era o único critério que representava a categoria nas entrevistas realizadas, já que os critérios de pessoal de vigilância nos estacionamentos e bicicletários pós-pagamento não existem neste caso.

5.5 Cálculo do Índice de Integração

Através das equações apresentadas no capítulo 4.5, são calculados os índices de integração para cada critério. Inicialmente, com o objetivo de analisar os resultados de cada critério, são apresentados os pesos normalizados, a pontuação obtida, e o índice de integração por critério, no Quadro 30.

Quadro 30 - Cálculo do índice de integração

No. Critério	Critérios (j)	Peso normalizado	Pontuação	Índice
1	Infraestrutura de Conexão da ciclovia com a estação (cruzes para ciclistas, pontes, rampas, etc.)	0,060	0,688	0,041
2	Continuidade da conexão sem presença de obstáculos, barreiras físicas ou desvios	0,057	0,426	0,024
3	Proximidade da ciclovia a estação de Metroplús	0,057	0,740	0,042
4	Sinalização do corredor e das estações	0,057	0,729	0,041
5	Boa iluminação noturna em plataforma, bicicletários e paraciclos, e na conexão ciclovia-estação	0,059	0,444	0,026
6	Nos terminais, estacionamento de bicicletas pós-pagamento	0,056	0,000	0,000

No. Critério	Crítérios (j)	Peso normalizado	Pontuação	Índice
7	CFTV ou pessoal de vigilância no estacionamento de bicicletas	0,056	0,000	0,000
8	Vagas suficientes no estacionamento	0,056	0,000	0,000
9	Disponibilidade bicicletas compartilhadas	0,056	0,570	0,032
10	Portabicicletas nos ônibus ou possibilidade de levar as bicicletas nos ônibus	0,051	0,510	0,026
11	Abrigo e proteção contra sol/chuva (estacionamento)	0,051	0,000	0,000
12	Tempo de deslocamento desde o estacionamento até a plataforma	0,051	0,778	0,039
13	Disponibilidade de horários e mapas nas estações	0,058	0,771	0,045
14	Planejador de viagens multimodais	0,056	0,000	0,000
15	Informações de horários e rotas em tempo real em telas na plataforma	0,055	0,594	0,033
16	Passagem integrada (estacionamento-BRT)	0,055	0,000	0,000

No. Critério	Critérios (j)	Peso normalizado	Pontuação	Índice
17	Pagamento com cartão eletrônico/app celular	0,055	0,901	0,050
18	Passagem integrada (BICI compartilhada-BRT)	0,055	1,000	0,055

Finalmente, aplicando a equação (15) do capítulo 4.5, calcula-se o índice de integração geral.

$$I = \sum_{j=1}^n I_j$$

$$I = 0,041 + 0,024 + 0,042 + 0,041 + 0,026 + 0,032 + 0,026 + 0,039 + 0,045 \\ + 0,033 + 0,05 + 0,55$$

$$I = 0,454 = 45,4\%$$

5.6 Análise de resultados

Com este resultado, que não foi menor a 25% nem maior a 75%, como foi explicado na seção 4.5, é preciso fazer uma análise mais profunda do índice, analisando critérios e categorias. Para isto, cria-se a Figura 35 que mostra as diferenças entre o índice máximo que cada critério podia ter obtido (critério ideal), versus o critério obtido. O índice ideal é o nível exigido pelo usuário, e equivale ao peso normalizado do critério, pois o máximo índice possível para cada critério é quando a satisfação do usuário é absoluta (1 ponto). O fato de 6 critérios ter um índice de zero, afeta significativamente o índice geral.

Também é possível fazer o mesmo exercício de análise por categoria, para ver quais categorias estão melhor implantadas e quais devem ser atendidas prioritariamente. Na Figura 36 se observa que a categoria de infraestrutura e serviços de integração é a que mais pode aportar ao índice, porém, aportaram mais as categorias de acessibilidade às estações e integração tarifária. Outras categorias como a acessibilidade às estações e a integração tarifária estão mais próximas ao índice máximo que poderiam alcançar, do que o resto das categorias.

Assim, pode-se interpretar o índice de integração como bom para as categorias de acessibilidade às estações e a integração tarifária, e ruim para os critérios 6, 7, 8, 11, 14 e 16, que estão pontuados com zero, pela sua ausência de implantação, dos quais cinco deles estão nessa situação pela falta de estacionamento de bicicletas em estações ou proximidades das estações de Metroplús.

Figura 35 - Análise do índice por critério

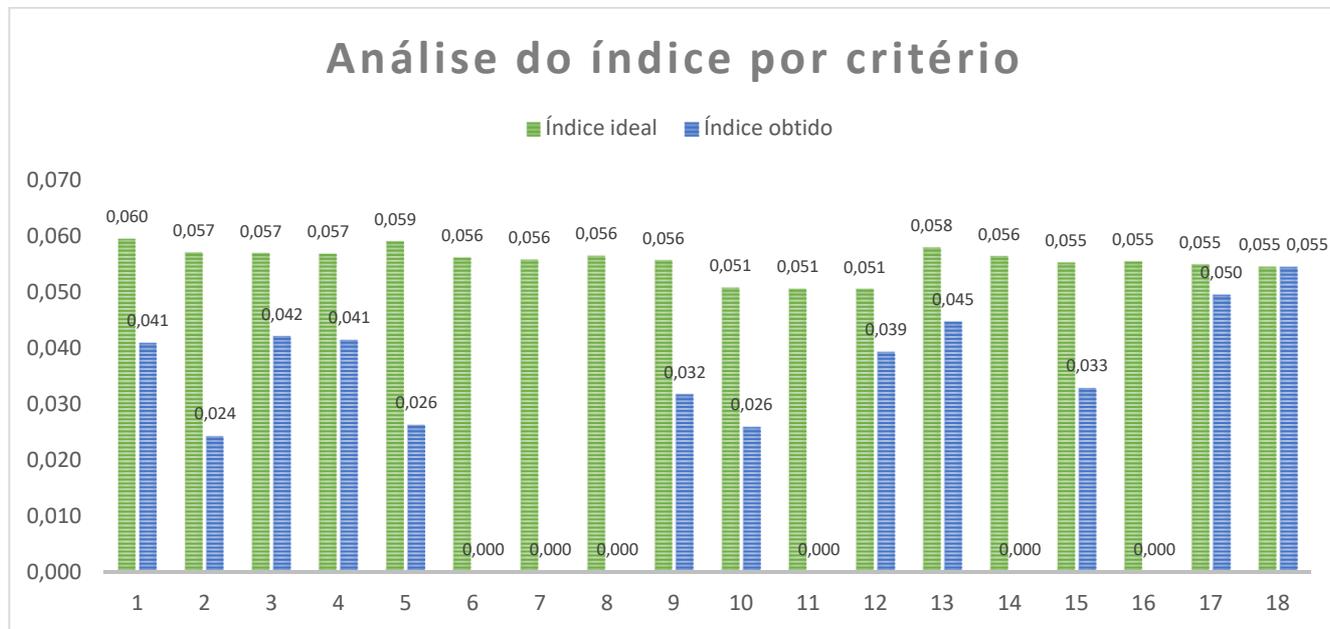
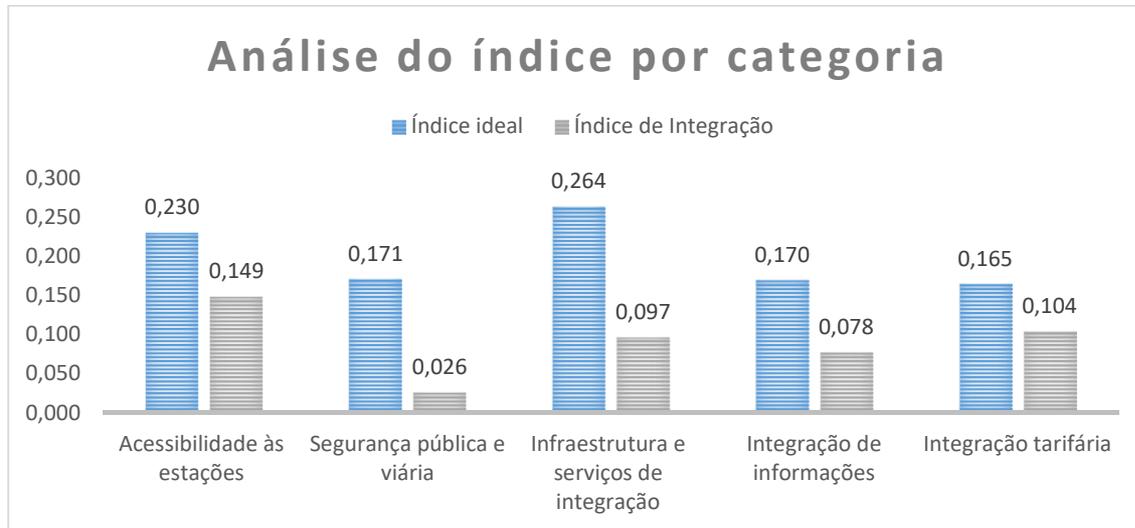


Figura 36 - Análise do índice por categoria



Dos resultados obtidos, podem ser extraídas algumas conclusões como:

1. Os entrevistados não estão interessados em levar a sua bicicleta própria dentro do BRT, seja porque não buscam ter uma bicicleta própria, porque sabem que a demanda do BRT é alta e a capacidade de espaço não permite a entrada de bicicletas, ou porque se sentem satisfeitos com o uso da bicicleta compartilhada, que é de uso gratuito.
2. Os integradores se sentem satisfeitos com o método de pagamento e uso das bicicletas através de cartão eletrônico, e com as formas e pontos de recarga, o que se traduz numa boa integração tarifária, principalmente pelo fato da bicicleta compartilhada ser de uso gratuito.
3. Dentre os comentários feitos pelos ciclistas, muitos estavam dirigidos à falta de continuidade das rotas cicláveis, alegando que os trechos de infraestrutura não estão conectados e os ciclistas acabam sendo obrigados a entrar na rua junto com os veículos motorizados, o que causa inconformidade nos usuários.
4. Outros comentários dos ciclistas estiveram dirigidos à baixa disponibilidade de bicicletas em horas pico da manhã em certas estações de Encicla, e ao loteamento dos ônibus do Metroplús, que desmotiva aos integradores.
5. Os resultados do caso de aplicação mostram que o serviço de bicicletas compartilhadas de Medellín é bem avaliado pelos usuários. Porém, a falta de bicicletários e paraciclos deixa insatisfação em potenciais usuários, o que leva a um índice de

integração menor, já que estes critérios foram considerados de importância para eles, mas não é um serviço proporcionado. A vigilância dos estacionamentos é também de importância considerável para que os ciclistas estejam dispostos a deixar as bicicletas estacionadas. A descontinuidade da infraestrutura cicloviária ainda deixa os usuários insatisfeitos e não atrai novos usuários.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões da pesquisa realizada, as principais dificuldades e limitações e as recomendações para futuros estudos no contexto da integração multimodal.

6.1 Conclusões

Este trabalho cumpriu seu objetivo principal de criar um método de avaliação da integração entre o BRT e o transporte cicloviário com ênfase na visão dos usuários e, como resultado da aplicação desse método, obteve-se um Índice de Integração. A revisão bibliográfica de diversos métodos de avaliação de integração multimodal permitiu o entendimento e seleção dos critérios agrupados por categorias para a criação do Índice de Integração.

De forma geral, para esse trabalho, pode-se concluir que:

- Especificamente na integração entre transporte cicloviário e BRT, a bicicleta contribui com flexibilidade e acessibilidade, enquanto o BRT contribui com maiores distâncias de abrangência. Porém, as condições de prestação do serviço de BRT, bicicletas compartilhadas, paraciclos e bicicletários, informações disponíveis e tarifas, impactam direta e indiretamente a demanda de integração.
- Pode acontecer que um critério esteja muito bem implantado nos serviços de integração, mas não ser de tanta importância para os usuários, como pode acontecer que um critério de alta importância não esteja bem implantado ou nem esteja implantado em absoluto, como aconteceu com os bicicletários em Medellín. Observa-se daí a

importância de ponderar os critérios a partir da perspectiva dos usuários.

- Além da ênfase nos usuários, esta pesquisa adicionou critérios sobre a integração tarifária e de informações aos comumente encontrados na literatura (infraestrutura física de integração). Eles se revelaram critérios importantes para usuários e potenciais usuários, porém, no caso de Medellín, alguns são inexistentes, como é o caso do planejador de viagens multimodais.
- A metodologia de ênfase nos usuários e potenciais usuários permitiu conhecer diretamente as prioridades e necessidades deles, o que eles consideram importante, os atributos que promovem qualidade no deslocamento e na integração e os fatores que fazem com que eles integrem ou deixem de integrar. Esses resultados podem ser de utilidade para os órgãos municipais e regionais encarregados da mobilidade, como respaldo para investir e incentivar a integração multimodal.
- A metodologia de entrevista é também relevante. A realização de uma prova piloto antes de iniciar formalmente as entrevistas ajudou a identificar que o método multicritério AHP não era o adequado para o contexto de Medellín.
- A principal dificuldade do presente trabalho foi a pesquisa, a aplicação dos questionários em campo e a escolha do método mais adequado para a pesquisa.
- A análise final do índice através de um gráfico de colunas permitiu analisar como cada critério e categoria contribuiu com o índice de

integração e quais as diferenças entre as expectativas dos usuários e o que realmente é oferecido.

- O método leva em consideração critérios que não estejam implantados com o objetivo de fazer com que sua ausência seja refletida no índice e atraia a atenção necessária para se tomar as medidas de melhoria.
- Com os resultados deste trabalho espera-se contribuir à literatura com a identificação dos atributos mais importantes para o crescimento da demanda na integração do BRT e o transporte cicloviário, tendo como estratégia a consideração das opiniões dos usuários e potenciais usuários. Também se espera validar um novo método de medição do grau de integração através da aplicação num corredor BRT, obtendo como produto final um Índice de Integração.
- Finalmente, esta pesquisa poderá ser utilizada por planejadores urbanos e de transportes, empresas de transporte e órgãos governamentais de mobilidade para mensurar a integração multimodal na sua respectiva cidade de modo a priorizar e orientar melhor os investimentos, incentivos e implantações de serviços, infraestrutura e programas de fortalecimento da integração multimodal. Também poderá ser usada por pesquisadores que busquem se apropriar mais do tema, conhecer diversas fontes bibliográficas e os resultados obtidos no caso de aplicação.

6.2 Recomendações para trabalhos futuros

Sugere-se a aplicação da metodologia proposta na avaliação da integração de outros pares de modo de transporte como cicloviário, pedestres,

táxi, carona, com metrô, ônibus, bonde, teleférico e VLT, a fim de verificar a aplicabilidade do método nessas outras modalidades. Ao mesmo tempo, isso implicaria em um novo processo de seleção de critérios a avaliar, de acordo com uma revisão bibliográfica orientada às modalidades de trabalho.

É recomendável realizar novamente o mesmo estudo aplicado em Medellín em 5, 10 e 20 anos junto com a lista de alterações e medidas implantadas no sistema e serviço de integração como, por exemplo, a presença de bicicletários dentro ou fora das estações de BRT, para, assim, identificar o efeito de tais medidas sobre a qualidade da integração em curto e longo prazo.

Sugere-se também a aplicação do método com a diferença de que os pesos dos critérios sejam dados por outros grupos de interesse, como operadores e gestores do transporte, planejadores e urbanistas e pesquisadores do tema, de modo a comparar os resultados obtidos pelos diferentes grupos, incluindo os usuários, apresentados no presente trabalho.

7. REFERÊNCIAS

ANTP. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2014**. ANTP. [S.l.], p. 96. 2016.

ARGANDOÑA, Antonio. **La teoría de los stakeholders y el bien común**. Barcelona: División de Investigación Universidad de Navarra, 1998. 15 p.

ASSUNÇÃO, Miriellen Augusta da. **Indicadores de mobilidade urbana sustentável para a cidade de Uberlândia, MG**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012. Cap. 2.

BACHAND-MARLEAU, Julie; LARSEN, Jacob; EL-GENEIDY, Ahmed. Much-Anticipated Marriage of Cycling and Transit. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [s.l.], v. 2247, p.109-117, dez. 2011. Transportation Research Board. <http://dx.doi.org/10.3141/2247-13>.

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. **Ciclo-inclusión en América Latina y Caribe**. [s.i], 2015.

BARBIERI, Ana Clara; INÁCIO, Patrícia Pereira Arantes; LIMA, Josiane Palma. Métodos de análise multicritério aplicados a transportes: uma revisão sistemática. **Anpet**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 30, p.2516-2527, 16 nov. 2016.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1997. 292 p.

BRASIL. SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTE E DA MOBILIDADE URBANA. **Coleção Bicicleta Brasil: Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta**. Brasília: Ministério das Cidades, 2007. 232 p.

CERVERO, Robert; DAI, Danielle. BRT TOD: Leveraging transit oriented development with bus rapid transit investments. **Transport Policy**, [s.l.], v. 36, p.127-138, nov. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.08.001>.

CHOWDHURY, Subeh; CEDER, Avishai; VELTY, Bruno. Measuring Public-Transport Network Connectivity Using Google Transit with Comparison across Cities. **Journal Of Public Transportation**. Auckland, p. 76-92. 2014.

COCK, John. **Bike Share in Small and Medium-Sized Cities.**: Nova York: Trb Tools Of The Trade, 2016. 30 slides, color. Disponível em: <<http://www.trbtoolsofthetrade.org/files/theme/B6-3-presentation.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

COLÔMBIA. MEDELLÍN CÓMO VAMOS. . Informe: Encuesta de percepción ciudadana Medellín 2017. Medellín: Medellín Cómo Vamos, 2017.

COLÔMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLÔMBIA. **Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas**. Bogotá, 2016. 234 p.

CONSÓRCIO LOGIT ENGENHARIA CONSULTIVA, STRATEGY&E MACHADO MEYER SENDACZ OPICE ADVOGADOS. **Plano de Mobilidade Urbana Sustentável da Grande Florianópolis – PLAMUS**. Florianópolis, p. 263. 2015.

CURRIE, Graham; DELBOSC, Alexa. Understanding bus rapid transit route ridership drivers: An empirical study of Australian BRT systems. **Transport Policy**, [s.l.], v. 18, n. 5, p.755-764, set. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.03.003>.

DELOITTE. **Transport in the Digital Age: Disruptive Trends for Smart Mobility**. Deloitte. Londres, p. 24. 2015.

DENG, Taotao; NELSON, John D.. Bus Rapid Transit implementation in Beijing: An evaluation of performance and impacts. **Research In Transportation Economics**, [s.l.], v. 39, n. 1, p.108-113, mar. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.002>.

DUARTE, F.; ROJAS, F. Intermodal Connectivity to BRT: A Comparative Analysis of Bogotá and Curitiba. **Journal of Public Transportation**, v. 15, n. 2, p. 1-18, 2012.

DUDUTA, Nicolae et al. **Segurança Viária em Corredores de Ônibus**: Diretrizes para integrar segurança viária ao planejamento, projeto e operação de sistemas BRT, corredores e faixas de ônibus. [s.i]: Embarq, 2012. 84 p.

EMBARQ; BRT COE. Global BRT Data. **Global BRT Data**, 2017. Disponível em: <<http://brtdata.org/>>. Acesso em: Julho 2017.

ESCOBAR, César Augusto Camelo; SERNA, Laura Estefany Restrepo. **Desarrollo urbano de Medellín alrededor del sistema de transporte masivo Metro**. 2015. 98 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidad Eia, Envigado, 2015.

FILIFE, L. N.; MACÁRIO, R. Policy packaging in BRT projects: A methodology for case study analysis. **Research in Transportation Economics**, Lisboa, n. 48, p. 152-158, 2014.

FUJIWARA, Melina Yumi. **MOBILIDADE URBANA POR MEIO DA INTEGRAÇÃO ENTRE TRANSPORTE COLETIVO E CICLOVIÁRIO**. 113 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GEBHART, Kyle; NOLAND, Robert B.. The impact of weather conditions on bikeshare trips in Washington, DC. **Transportation**, [s.l.], v. 41, n. 6, p.1205-1225, 6 ago. 2014. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11116-014-9540-7>.

GUARNIERI, Patricia et al. The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: a Brazilian case. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 96, p.209-219, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.040>.

HENSHER, David A.; GOLOB, Thomas F.. Bus rapid transit systems: a comparative assessment. **Transportation**, [s.l.], v. 35, n. 4, p.501-518, 12 mar. 2008. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11116-008-9163-y>.

HENSHER, D. Frequency and Connectivity: Key Drivers of Reform in Urban Public Transport Provision. **Institute of Transport and Logistics Studies (ITLS)**, Sydney, v. 1, n. 1, p. 25-33, Março 2008.

HIDALGO, D.; GUTIÉRREZ,. BRT and BHLS around the world: Explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding. **Research in Transportation Economics**, Washington, n. 39, p. 8-13, 2013.

HOOK, W. **Preserving and Expanding the Role of Non-motorised Transport**. GTZ Transport and Mobility Group. [S.l.], p. 33. 2003.

IBM. **Transporte Inteligente: cómo mejorar la movilidad de las ciudades**. Somers: Ibm Corporation, 2009. 24 p.

ICE; GTZ. **Cycling Inclusive Policy Development: A Handbook**. Utrecht: Ice, Gtz, 2009.

IDP BRASIL (Florianópolis). **Plano de Transporte Coletivo Intermunicipal AMFRI**. Florianópolis: Idp Brasil, 2016.

INTERNATIONAL TUNNELLING ASSOCIATION (ITA). Underground or aboveground? Making the choice for urban mass transit systems. **Pergamon**, Lausana, n. 19, p. 3-28, 2004.

ISEKI, Hiroyuki et al. **Evaluating Connectivity Performance at Transit Transfer Facilities**. Los Angeles: University Of California, 2007. 56 p.

ITDP (Brasil). **Manual de BRT: Guia de Planejamento**. Rio de Janeiro, 2008. 883 p.

ITDP (Estados Unidos de América). **Bus Rapid Transit Planning Guide**. Nova York, 2007. 824 p.

ITDP. **Padrão de Qualidade de BRT**. Rio de Janeiro, 2014. 58 p.

ITDP. **Guia de Planejamento de Sistemas de Bicicletas Compartilhadas**. Rio de Janeiro, 2014. 156 p.

ITDP. **Índice de Caminhabilidade: Ferramenta**. Rio de Janeiro, 2016. 48 p.

ITDP. **The BRT Standard**. [s.l.], 2016. 40 p.

KOH, P. P.; WONG, Y. D.. Walking and cycling as an urban transport option in Singapore. **Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers - Municipal Engineer**, [s.l.], v. 168, n. 2, p.106-114, jun. 2015. Thomas Telford Ltd.. <http://dx.doi.org/10.1680/muen.13.00033>.

LI, J.-Q. et al. **Evaluation of Cost-Effective Planning and Design Options for Bus Rapid Transit in Dedicated Bus Lanes**. California Path Program Institute of Transportation Studies. California, p. 1-67. 2009.

LITMAN, Todd. **Evaluating Accessibility for Transportation Planning: Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities**. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2015. 57 p.

LITMAN, Todd; BURWELL, David. Issues in sustainable transportation. **Int. J. Global Environmental Issues**, [s.i.], v. 6, n. 4, p.331-347, 2006.

LITMAN, Todd. **Evaluating Public Transit Benefits and Costs: Best Practices Guidebook**. Victoria: Victoria Transport Policy Institute, 2017. 144 p.

LOCKWOOD, Ian. ITE Traffic Calming Definition. **It Journal**, [s.i.], p.1-22, jul. 1997.

LONDRES. TRANSPORT FOR LONDON. . **London Cycling Design Standards**. Londres, 2014. 358 p.

LONDRES. TRANSPORT FOR LONDON. . **Strategic Cycling Analysis**. Londres, 2017. 53 p.

LÜBECK, Rafael Mendes et al. Inovação em serviços de transporte público. **Organizações em Contexto**, São Bernardo do Campo, v. 8, n. 15, p.65-86, jan. 2012.

MARTENS, Karel. Promoting bike-and-ride: The Dutch experience. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s.l.], v. 41, n. 4, p.326-338, maio 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tra.2006.09.010>.

MEJÍA-DUGAND, S. et al. Lessons from the spread of Bus Rapid Transit in Latin America. **Journal of Cleaner Production**, n. 50, p. 82-90, 2013.

MILAKIS, Dimitris; ATHANASOPOULOS, Konstantinos. What about people in cycle network planning? applying participative multicriteria GIS analysis in the case of the Athens metropolitan cycle network. **Journal Of Transport Geography**, [s.l.], v. 35, p.120-129, fev. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.01.009>.

MORGAN, Alexandre Secolo. **Abordagem multicritério para apoio à decisão de investimentos em áreas de serviços do Instituto SENAI de tecnologia**. 2015. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Produção, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Sao José dos Campos, 2015

NELSONNYGAARD CONSULTING ASSOCIATES. **Maximizing Mobility in Los Angeles: First & Last Mile**. Southern California Association of Governments. [S.l.]. 2009.

NTU; JAIME LERNER ARQUITETOS ASSOCIADOS. **Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano**. Curitiba, p. 7-87. 2009.

OLAFSSON, Anton Stahl; NIELSEN, Thomas Sick; CARSTENSEN, Trine Agervig. Cycling in multimodal transport behaviours: Exploring modality styles in the Danish population. **Journal Of Transport Geography**, [s.l.], v. 52, p.123-130, abr. 2016. Elsevier

OLIVEIRA, Gilmar Silva de. **INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA TEMPORAL NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS**. 2013. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-

graduação em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

ORTEGON-SANCHEZ, Adriana; TYLER, Nick. Towards multi-modal integrated mobility systems: Views from Panama City and Barranquilla. **Research In Transportation Economics**, [s.l.], v. 59, p.204-217, nov. 2016. Elsevier BV.

PAIVA, Mariana de; CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. Critérios de análise e medidas visando a integração de sistemas de transporte público coletivo e bicicletas. **Revista dos Transportes Público**, São Paulo, v. 117, p.57-68, 2008. Trimestral.

PROVIDELO, Janice Kirner; SANCHES, Suely da Penha. Roadway and traffic characteristics for bicycling. **Transportation**, [s.l.], v. 38, n. 5, p.765-777, 19 jun. 2011. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s11116-011-9353-x>.

PTP BARCELONA (Espanha). Divulgación PTP: ¿Cómo calculamos la ocupación en el transporte público? 2016. Disponível em: <<https://transportpublic.org/es/divulgacio-ntp-com-calculam-locupacio-al-transport-public/>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Integrating Bicycling and Public Transport in North America. **Journal Of Public Transportation**, [s.i.], v. 12, n. 3, p.79-104, 2009.

PUCHER, John; BUEHLER, Ralph. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. **Transport Reviews**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.495-528, jul. 2008. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01441640701806612>.

PULIDO, Daniel; CANALES, Diego. Real-Time Passenger Information: Getting It Right. **Connections Transport & Itc**, [s.i.], v. 27, n. 1, p.1-2, nov. 2015. Semanal.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. **Metodologia da Pesquisa Aplicável às Ciências**. São Paulo: Atlas, 2006.

ROLDAN, Pedro Lopez; FACHELLI, Sandra. **Metodología de la investigación social cuantitativa**. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, 2015. 41 p.

ROMERO, Sergio Bernal; SANABRIA, Daniel Felipe Niño. **Modelo multicriterio aplicado a la toma de decisiones representables en diagramas de ishikawa**. 2018. 137 f. TCC (Graduação) - Curso de Ingeniería Industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2018.

SAATY, Thomas L.. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Services Sciences**, Pittsburgh, v. 1, n. 1, p.83-98, 2008.

SANT'ANNA PETZOLD , G.; LINDAU , ; ANDO HIRSCHMANN ALMEIDA , B. M. Mobilidade corporativa: análise dos deslocamentos dos funcionários de uma organização e proposição de medidas para um padrão mais sustentável de transporte. **ANPET**, Rio de Janeiro, 2016.

SÃO PAULO. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Plano de Mobilidade de São Paulo**. São Paulo, 2015. 201 p.

SARTORI, Juan José Pompilio. Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros. **Reunión Anual de La Asociación Argentina de Economía Política**. Córdoba, p. 1-31. nov. 2006.

SCHNEIDER, Robert. **Integration of Bicycles and Transit**. Washington Dc: Transportation Research Board, 2005. 78 p.

SILVA, Ana Lúcia Bezerra da. **Análise Multicritério para a Avaliação de Rotas Cicláveis Integradas ao Transporte Público**. 2014. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

SILVEIRA, Letícia Quintanilha da; ANDRADE, Vítor. A Integração bicicleta-metrô no Rio de Janeiro: características socioespaciais. **21º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito**, Rio de Janeiro, p.1-9, set. 2016.

SINGAPURA. **Infocomm Media Development Authority**. Infocomm Media Development Authority, 2016. Disponível em: <<https://www.imda.gov.sg/industry-development/infrastructure/ict-standards-and-frameworks/specification-for-contactless-e-purse-application-cepas>>. Acesso em: 24 Julho 2017.

SOUZA, Izabel .cristina Gonçalves de et al. Metodologia para intervenções em estações focada em TOD. **Anpet**. Ouro Preto, p. 2954-2957. nov. 2015.

SPIEGEL, Murray R.; STEPHENS, Larry J. **Estadística**. 4. ed. Mexico Df: Mc Graw-hill, 2009.

TANG, Lei; THAKURIAH, Piyushimita (vonu). Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the City of Chicago. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [s.l.], v. 22, p.146-161, jun. 2012. Elsevier BV.

TERAMOTO, Telmo Terumi. **Planejamento de transporte cicloviário urbano: organização da circulação**. 2008. 261 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

TRANSMILENIO S.A (Bogotá). **Transmilenio**. 2014. Disponível em:
<http://www.transmilenio.gov.co/Publicaciones/nuestro_sistema/Componentes/Infraestructura>. Acesso em: 12 ago. 2017.

TUMLIN, Jeffrey. **Sustainable Transportation Planning: Tools for Creating Vibrant, Healthy, and Resilient Communities**. Haboken: John Wiley & Sons, Inc., 2012.

UC BERKELEY COLLEGE OF ENVIRONMENTAL DESIGN. **How Will the BRT Plan Impact Cyclists and Pedestrians?** UC Berkeley College. [S.l.], p. 8. 2013.

UITP. Executive summary. In: **UITP. Public Transport Trends**. [s.l.]. 2017. p. 2-3.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S/A. URBS (Curitiba). **URBS**. 2017. Disponível em: <https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/guia_servico/70>. Acesso em: 20 set. 2017.

US GAO (United States General Accounting Office). **Bus Rapid Transit Shows Promise**. Washington, 2001.

VANCOUVER. Translink. Translink. **Cycling for Everyone: A Regional Cycling Strategy for Metro Vancouver**. Vancouver, 2011. 47 p.

VELASQUEZ, Mark; HESTER, Patrick T.. An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. **International Journal Of Operations Research**, Virginia Beach, v. 10, n. 2, p.56-66, maio 2013.

VELÁSQUEZ, Sebastián. **La movilidad basada en datos**. 2019. Disponível em: <<https://www.sebastianvelasquezg.com/02-la-movilidad-basada-en-datos/>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

WALLISCHECK, Eric York. **Preliminary Strategic Analysis of Next Generation Fare Payment Systems for Public Transportation**. Washington: Transportation Research Board, 2015.

WOLDEAMANUEL, Mintesnot; OLWERT, Craig. The Multimodal Connectivity at Bus Rapid Transit (BRT) Stations and the Impact on Ridership. **Journal Of The Transportation Research Forum**, [s.i.], v. 55