

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E SOCIEDADE**

**Qualidade do sistema de transporte público: um modelo
interdisciplinar de avaliação multicritério aplicado em Itajubá,
MG**

Júlia Barros dos Santos

Itajubá, julho de 2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E SOCIEDADE**

Júlia Barros dos Santos

**Qualidade do sistema de transporte público: um modelo
interdisciplinar de avaliação multicritério aplicado em Itajubá,
MG**

**Trabalho submetido ao Programa de Pós-Graduação
em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade da
Universidade Federal de Itajubá, como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do título de
mestre em Desenvolvimento, Tecnologia e Sociedade**

Área de Concentração: Desenvolvimento e Tecnologia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Josiane Palma Lima

Julho de 2019

Itajubá

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO, TECNOLOGIAS E SOCIEDADE**

Julia Barros dos Santos

**Qualidade do sistema de transporte público: um modelo
interdisciplinar de avaliação multicritério aplicado em Itajubá,
MG**

Dissertação aprovada por banca
examinadora em 09 de julho de 2019,
conferindo à autora o título de *Mestre em
desenvolvimento, tecnologia e
sociedade.*

Banca examinadora:

Profa. Josiane Palma Lima, Dra. (Orientadora)

Profa. Daniele Ornaghi Sant'Anna, Dra.

Profa. Simone Becker Lopes, Dra.

Itajubá

2019

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu para sempre amado pai, Antônio Henrique, e à minha querida
mãe Margareth.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Deus por sempre ser presença em minha vida e por guiar os meus passos até aqui.

Agradeço à minha mãe, Margareth, por todo amor dedicado a mim e a nossa família, e ao meu pai, Antônio Henrique, que hoje intercede mais fortemente por mim junto à Deus.

Agradeço aos meus amados irmãos, Thais e Tales, por todo carinho, companheirismo e amizade. Agradeço também ao meu cunhado e novo irmão, Rodrigo, que entrou em nossa família trazendo alegria.

Agradecimento especial à minha sobrinha e afilhada, Laura, que é responsável pelos melhores momentos em minha família.

Também agradeço à Neuza, minha segunda mãe, que até hoje nos dedica tanto carinho.

Aos meus queridos amigos que fiz durante a graduação, Nathália, Lara, Vinícius, Gustavo, Rafaela, Afonso, Lorena, Michele, Guilherme e Alexandre. Além da amizade, com certeza tiveram grande contribuição acadêmica em meu trabalho.

Às minhas amigas de infância, Bianca e Camila, que apesar da distância física são presença na minha vida até hoje.

Agradeço à minha orientadora, Josiane Palma Lima, não só pela orientação, mas também por todo conhecimento compartilhado, incentivo e oportunidades que me proporcionou. No meu processo de tomada de decisão em relação à minha carreira profissional, certamente ela teve grande influência.

Aos amigos do GEPE LogTrans, Flávia, Marianna, Andrezza, Kaique, Kelly, Clara, Roberta, Alexandre e Harlen. Sou muito grata à Deus por ter colocado em minha vida pessoas tão especiais.

Aos amigos que pude fazer no programa DTecS. Em especial à Cenira, que foi companheira de estudos, seminários, trabalhos e risadas.

Aos professores que tive durante a graduação. Foram eles que fizeram crescer em mim a vontade de seguir a vida acadêmica. Tenho muita admiração e respeito a todos.

Agradeço aos professores do programa DTecS por terem me fornecido uma visão tão diferente do que tinha tido até aqui. Tenho certeza que todo o conhecimento compartilhado contribuiu não só para a minha vida profissional.

À esta instituição, UNIFEI, que me acolheu desde 2010. Sou muito grata a todos funcionários e servidores.

Por último, agradeço à CAPES e à FAPEMIG pelos incentivos financeiros.

RESUMO

O ambiente urbano é caracterizado por diversos problemas que tornam as cidades insustentáveis sob o ponto de vista social, ambiental e econômico. Muitos desses problemas estão relacionados ou são causados pelo sistema de transporte, evidenciando que o planejamento da mobilidade urbana possui potencial para a promoção do desenvolvimento sustentável. Dentre as medidas para se atingir uma mobilidade sustentável, tem-se a mudança nos hábitos de locomoção do modo privado para o público, por meio do fornecimento de um serviço de transporte público urbano (TPU) de qualidade. Assim, o trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo interdisciplinar de apoio a decisão, que integre fatores quantitativos e qualitativos, para a avaliação da qualidade do TPU. Busca-se também validar o modelo mediante sua aplicação em Itajubá, Minas Gerais. Foi utilizada a metodologia de análise multicritério, que é aplicada em processos de tomada de decisão de problemas complexos. A fase de estruturação do problema evidenciou que acessibilidade, disponibilidade de informação, pontualidade, segurança pública, frequência e tarifa são os indicadores mais utilizados para a avaliação da qualidade. Para a construção do modelo, utilizou-se uma estrutura hierárquica e os 25 indicadores considerados neste estudo foram agrupados em infraestrutura, operacional e comportamental. A atribuição de pesos aos elementos pertencentes à estrutura hierárquica foi feita por meio de dois métodos. O primeiro, método de importância declarada, foi utilizado para determinar os pesos dos indicadores e foram consultados usuários do TPU de Itajubá. O segundo, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), foi utilizado para obtenção dos pesos dos grupos e subgrupos da estrutura e foram consultados especialistas. Para os usuários de Itajubá, os indicadores mais importantes são habilidade de direção, adaptação dos veículos, pontualidade e segurança pública. Para os especialistas, os grupos infraestrutura e operacional possuem maior impacto na qualidade do TPU. O desempenho dos indicadores foi medido por meio do nível de satisfação dos usuários em relação aos indicadores. Assim, foram aplicados 220 questionários. A análise desagregada da qualidade evidenciou que os indicadores integração tarifária, tarifa, algumas características dos pontos, frequência e pontualidade são de alta prioridade. Ainda, por meio de uma função *fuzzy* decrescente e do método de combinação linear ponderada (WLC- *Weighted Linear Combination*), foram determinados os indicadores de maior prioridade por subgrupo. Destacase a disponibilidade de informação nos veículos, a adaptação dos pontos, a pavimentação, a frequência, a integração tarifária e a cordialidade dos funcionários. Na fase de análise agregada da qualidade, também foi utilizado o WLC para a obtenção do Índice de Qualidade para TPU em Itajubá. O valor obtido para o município foi de 0,472, reforçando a baixa qualidade do serviço. O poder público pode intervir oferecendo subsídios, reestruturando os pontos e fiscalizando requisitos previstos por Lei. A empresa pode contribuir fornecendo informações sobre o funcionamento do serviço e com um planejamento interno que assegure um serviço regular, contínuo e eficiente. Os resultados fornecem subsídios técnicos para a implementação de políticas públicas e medidas para melhorar a qualidade do TPU de Itajubá e uma ferramenta de auxílio a decisão para o monitoramento da qualidade do serviço.

Palavras-chaves: Mobilidade Urbana Sustentável, Qualidade para transporte público, Modelo multicritério de avaliação, Percepção dos usuários.

ABSTRACT

The urban environment is characterized by several problems that make cities unsustainable from a social, environmental and economic perspective. Many of these problems are related or caused by the transportation system, showing that urban mobility planning has the potential to promote sustainable development. One of the strategies to achieve sustainable mobility is the change in the habits of locomotion from the private to the public mode, through the provision of a quality urban public transport service. Thus, the objective of this work is to develop an interdisciplinary decision support model that integrates quantitative and qualitative factors to evaluate the quality of the public transport. It also seeks to validate the model through its application in Itajubá, Minas Gerais. It was used the methodology of multicriteria analysis, which is applied in decision processes of complex problems. The structuring phase of the problem showed that accessibility, availability of information, punctuality, public safety, frequency and price are the most used indicators for quality assessment. For the construction of the model, a hierarchical structure was used and the 25 indicators considered in this study were grouped into infrastructure, operational and behavioral. The attribution of weights to the elements belonging to the hierarchical structure was done through two methods. The first, method of stated importance, was used to determine the weights of the indicators and commuters of public transport from Itajubá were consulted. The second, Analytic Hierarchy Process (AHP), was used to obtain the weights of the groups and subgroups of the structure and specialists were consulted. For the commuters from Itajubá, the most important indicators are ability of direction, adaptation of the vehicles, punctuality and public safety. For the specialists, the infrastructure and operational groups have a greater impact on the quality of the public transport. The performance of the indicators was measured by the level of user satisfaction with the indicators. Thus, 220 questionnaires were applied. The disaggregated quality analysis showed that the following indicators are high priority: fare integration, fare, some characteristics of the bus stops, frequency and punctuality. Moreover, using a decreasing fuzzy function and the WLC (Weighted Linear Combination), it was determined the highest priority indicators by subgroup. The availability of information in the vehicles, the adaptation of the bus stop, the pavement, the frequency, the fare integration and the cordiality of the employees were emphasized. In the aggregated quality analysis phase, the WLC was also used to obtain the Quality Index for public transport in Itajubá. The value obtained for the city was 0.472, reinforcing the poor quality of the service. The government can intervene by offering subsidies, restructuring the bus stops and inspecting requirements demanded by the law. The company can contribute by providing information about the operation of the service and with an internal planning that ensures a regular, continuous and efficient service. The results provide technical support for the implementation of public policies and measures to improve the quality of Itajubá's public transport and a decision-making tool for monitoring the quality of service.

Key words: Sustainable Urban Mobility, Quality for public transport, Multicriteria evaluation model, Perception of users

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Importance-Performance Analysis	43
Figura 2- Etapas relacionadas ao processo de Análise Multicritério. Fonte: Adaptado de Brucker et al. (2004).....	48
Figura 3- Estrutura hierárquica. Fonte: Adaptado de Saaty (1990).....	51
Figura 4 - Matriz de comparação par a par.....	52
Figura 5- Escala de valores utilizada para determinação da importância entre dois elementos da estrutura hierárquica (SAATY, 1990)	52
Figura 6- Procedimento metodológico	57
Figura 7- Localização e mapa de Itajubá, MG	61
Figura 8- Cobertura do serviço de TPU por ônibus de Itajubá.....	62
Figura 9- Variação da demanda mensal por ônibus em Itajubá	63
Figura 10- Frequência em que os indicadores foram utilizados nos trabalhos analisados	66
Figura 11 - Estrutura hierárquica para a avaliação da qualidade do TPU	70
Figura 12- Caracterização da mostra quanto ao tipo de pagamento.....	74
Figura 13- Motivos pelos quais os usuários utilizam o TPU	75
Figura 14- Frequência na qual os usuários utilizam o TPU	75
Figura 15- Disponibilidade de outros modos de locomoção	76
Figura 16- Frequência que se utiliza outros modos de transporte	76
Figura 17- Fatores que influenciam na escolha pelo TPU	77
Figura 18- Distribuição percentual das avaliações qualitativas dos indicadores	78
Figura 19- Ponto de ônibus localizado na região central de Itajubá.....	80
Figura 20- Ponto de ônibus localizado em região afastada em Itajubá	80
Figura 21- IPA (Importance-Performance Analysis) para o TPU de Itajubá.....	87
Figura 22 - Teste alfa de conbrach para o nível de satisfação.....	89
Figura 23- Teste alfa de conbrach para importância	89
Figura 24- Teste alfa de conbrach para nível de satisfação e importância.....	89
Figura 25- Função <i>Fuzzy</i> decrescente. Adaptado de Ramos (2000)	93
Figura 26- Exemplo de uma matriz de comparação entre os subgrupos pertencentes ao grupo Infraestrutura	Erro! Indicador não definido.
Figura 27- Pesos dos subgrupos pertencentes ao grupo Infraestrutura.....	Erro! Indicador não definido.

Figura 28- Pesos para os subgrupos pertencentes ao grupo operacional **Erro! Indicador não definido.**

Figura 29- Pesos dos indicadores pertencentes ao grupo comportamental **Erro! Indicador não definido.**

Figura 30- Pesos dos grupos de critérios de qualidade..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 31- Pesos dos grupos e subgrupos..... 104

Figura 32- Modelo de avaliação da qualidade do sistema de TPU 106

Figura 33- Função *fuzzy* crescente. Adaptado de Ramos (2000) 108

Figura 34 Valores normalizados do nível de satisfação e IQTPU atual..... 117

Figura 35- Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 1. 118

Figura 36 - Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 2 118

Figura 37 - Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 3
..... 119

Figura 38- Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 4. 119

Figura 39 -Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 5. 120

Figura 40 - IQTPU por cenário 120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Estratégias que visam atingir uma MUS.....	26
Quadro 2- Critérios de Qualidade para TPU. Fonte: Adaptado de Redman (2013)	40
Quadro 3- Classificação dos métodos de análise multicritério	50
Quadro 4- Análise dos trabalhos sobre AMC aplicados na área de TPU. Fonte: Autora	55
Quadro 5- Análise dos artigos sobre qualidade para TPU. Fonte: Autora.....	64
Quadro 6 - Levantamento de indicadores de qualidade para TPU.....	66
Quadro 7- Indicadores utilizados para a construção do modelo	68
Quadro 8- Caracterização dos especialistas consultados quanto à experiência na área.....	99
Quadro 9- Descrição de cenários	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Índice de mortes por quilômetro e por habitante.....	16
Tabela 2 - Índice de Aleatoriedade (Saaty, 1990)	53
Tabela 3- Valor da frota de Itajubá, MG. Fonte Denatran (2018).....	62
Tabela 4- Caracterização da amostra.....	73
Tabela 5 – Nível de satisfação médio por indicador.....	78
Tabela 6- Valores de importância média por indicador.....	84
Tabela 7- Importância média, nível de satisfação médio, S_i , S_n e tamanho de amostra por indicador.....	86
Tabela 8- Peso dos indicadores	91
Tabela 9 - Desempenho (x_i), peso (w_i) e score por indicador e por grupo	94
Tabela 10- Valores normalizados dos níveis de satisfação para o cálculo do IQTPU	109
Tabela 11- Dados necessários para o cálculo do IQTPU	110
Tabela 12 - Índice de qualidade por grupo de indicadores.....	110

LISTA DE ABREVIACOES

ADMC	Apoio à decisão com múltiplos critérios
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMC	Análise multicritério
AMD	Apoio multicritério à decisão
ANP	<i>Analytic Network Process</i>
ANTP	Associao Nacional de Transporte Público
ARTISTS	<i>Arterial Streets Towards Sustainability</i>
COPRAS	<i>Complex Proportional Assessment of alternatives</i>
CSI	<i>Customer Satisfaction Index</i>
CSS	<i>Customer Survey Satisfaction</i>
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and Evaluation Laboratory</i>
ELECTRE	<i>Elimination and Choice Translating Algorithm</i>
FARE	<i>Factor Relationship</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICW	<i>Interval Criterion Weights</i>
IPA	<i>Importance-Performance Analysis</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econmica Aplicada
IQTPU	ndice de Qualidade para Transporte Público Urbano
LOS	<i>Level of Service</i>
MADM	<i>Multiple Attribute Decision Making</i>
MAUT	<i>Multiple Attribute Utility Function</i>
MCDA	<i>Multiple criteria Decision Aiding</i>
MCDM	<i>Multiple Criteria Decision Making</i>
MODA	<i>Multiple Objective Decision Aiding</i>
MODM	<i>Multiple Objective Decision Making</i>
MOST	<i>Moving on Sustainable Transportation</i>
MUS	Mobilidade Urbana Sustentável
NTU	Associao Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
ONU	Organizao das Nao Unidas
Prolcool	Programa brasileiro do lcool
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation</i>
Prospects	<i>Procedure for Recommending Optimal Sustainable Planning for European City Transport Systems</i>
Smile	<i>Sustainable Mobility Initiative for Local Environment</i>
SQI	<i>Service Quality Index</i>
STEM	<i>Step Method</i>
TEP	Toneladas equivalentes de petróleo
TOPSIS	<i>Technique for order preference by similarity to ideal solution</i>
TPU	Transporte Público Urbano
Transland	<i>Integration of Transport and Land-use Planning</i>

TRANSPLUS	<i>Transport Planning, Land Use and Sustainability</i>
TRIMAP	<i>Tricriterion Multiobjective Linear Programming</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
WLC	<i>Weight Linear Combination</i>
ZOGP	<i>Zero-one goal Programming</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Contextualização e problema de pesquisa	17
1.2	Objetivos.....	21
1.3	Estrutura do trabalho.....	22
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
2.1	Políticas públicas de mobilidade urbana.....	23
2.1.1	Mobilidade urbana como forma de promoção do desenvolvimento sustentável.....	23
2.1.2	Contextualização das políticas públicas de mobilidade no Brasil.....	26
2.1.3	Iniciativas governamentais na área de mobilidade urbana sustentável	32
2.1.4	Considerações finais sobre políticas públicas de mobilidade urbana.....	34
2.2	Qualidade de serviços aplicada ao transporte público	35
2.2.1	Indicadores de qualidade para transporte público	36
2.2.2	Métodos utilizados para avaliação da qualidade do sistema de TPU	40
2.2.3	Considerações finais sobre qualidade para transporte público.....	44
2.3	Tomada de Decisão multicritério em Transportes	45
2.3.1	Métodos multicritério	49
2.3.2	Análise multicritério aplicado na área de transporte público	54
3	METODOLOGIA.....	56
3.1	Classificação da pesquisa.....	56
3.2	Etapas do trabalho.....	56
4	Estruturação do problema e análise do perfil dos usuários	60
4.1	Caracterização do objeto de estudo.....	60
4.2	Determinação e hierarquização dos indicadores.....	63
4.3	Questionário.....	71
4.4	Análise do perfil dos usuários.....	72
5	Análise desagregada: Determinação do Índice de Prioridade de melhorias do TPU	77

5.1	Análise da satisfação dos usuários.....	77
5.1.1	Condição da Infraestrutura	79
5.1.2	Condições Operacionais	81
5.1.3	Condições Comportamentais.....	83
5.2	Grau de Importância dos indicadores	84
5.3	Relação Importância – Satisfação: Análise de Quadrantes.....	85
5.4	Priorização dos indicadores e dos subgrupos para intervenções de melhorias.....	89
5.4.1	Determinação dos pesos dos indicadores de acordo com cada subgrupo.....	90
5.4.2	Cálculo do índice de prioridade dos indicadores.....	92
6	Análise Agregada: Determinação do Índice de Qualidade para o TPU	97
6.1	Análise dos julgamentos dos especialistas e cálculo dos pesos.....	97
6.2	Índice de Qualidade do Transporte Público Urbano (IQTPU)	107
7	Discussão dos resultados	111
8	CONCLUSÃO.....	122
9	Apêndice.....	126
	Referências	128

1 INTRODUÇÃO

Transporte urbano é o termo utilizado para designar os deslocamentos de pessoas e de produtos que ocorrem no interior das cidades. Em relação aos deslocamentos de passageiros, estes podem ser motivados por diversas razões, tais como: trabalho, estudo, compras, lazer, saúde, atividades bancárias, entre outros. Neste sentido, Wee *et al.* (2014) destacam que a demanda por viagens é uma demanda derivada, dependente de outras atividades e, por isso, Mancini e Silva (2010) ressaltam a importância do planejamento de transporte, visto ser o responsável por proporcionar aos cidadãos o acesso aos bens e serviços.

Os transportes podem ser classificados em transportes motorizados e não motorizados, sendo que os motorizados podem ser subdivididos em individual e transporte público coletivo. Neste trabalho o termo transporte público será utilizado como sinônimo de transporte público coletivo. Para Ferraz e Torres (2004) o transporte público é fundamental para a economia, justiça social, qualidade de vida e eficiência das cidades. Rodrigues e Sarrantini (2008) acrescentam que o transporte coletivo é essencial para a população de baixa renda e, ao mesmo tempo, representa uma alternativa para a redução das viagens por automóvel, o que contribui para a redução dos congestionamentos, da poluição ambiental, dos acidentes de trânsito e do consumo de combustível.

Ferraz e Torres (2004) destacam diversas características positivas inerentes ao sistema de transporte público, sendo estas:

- Modo de transporte motorizado que possui segurança e comodidade com o menor custo unitário, caracterizando o modo de transporte mais acessível para a população de baixa renda;
- Contribui para a democratização da mobilidade, pois em algumas situações é a única forma de locomoção de pessoas que não tem condições de adquirir ou usar um automóvel, ou que não podem dirigir;
- Por constituir uma alternativa ao automóvel, diminui a necessidade de investimentos em ampliação do sistema viário, estacionamentos, sistemas de controle de tráfego, etc.;
- Proporciona uma ocupação mais racional (eficiente e humana) do solo nas cidades;
- Propicia segurança aos passageiros.

Tem-se também que um dos indicadores utilizados para medir a qualidade de vida de uma população é a quantidade e qualidade na oferta de equipamentos e serviços públicos, entre eles o serviço de transporte (BAVA, 1996). Para Gomide (2003) o transporte público constitui em um importante elemento dentro do meio urbano para o combate à pobreza. Para o autor, a oferta de um serviço de TPU de qualidade, acessível e eficiente aumenta a disponibilidade de renda e tempo dos mais pobres, por proporcionar o acesso aos serviços sociais básicos e às oportunidades de trabalho.

No contexto brasileiro, em 2016, 28% das viagens foram realizadas utilizando o transporte público urbano (TPU). Este número só foi menor para o modo de transporte a pé, que constituiu na principal forma de locomoção da população (41%). Dos 28% das viagens que foram realizadas pelo TPU, 24% foram realizadas pelo TPU por ônibus e apenas 4% por trilhos (ANTP, 2016). Estes dados mostram a importância do TPU para a população brasileira, em especial a importância do modo de transporte por ônibus.

No que se refere aos impactos ocasionados pelo setor de transporte, verifica-se que, no mesmo ano, foram consumidos 11,4 milhões de TEP (toneladas equivalentes de petróleo) pelo setor de mobilidade. Conforme o mesmo relatório, o automóvel, que é responsável por apenas 25% do total de viagens, consumiu 63%. Em contrapartida, este valor foi de 33% para o transporte público (ANTP, 2016).

Em relação à segurança no trânsito, verifica-se pela Tabela 1 que, em 2015, o número de mortes por 100.000 habitantes ocasionado pelo uso da motocicleta foi 74 vezes maior do que o ocasionado pelo ônibus. Em comparação com o automóvel, este valor foi 42 vezes.

Modo	Mortes/milhão Km	Mortes/ 100.000 habitantes
A pé	0,15	5,4
Bicicleta	0,16	0,9
Motocicleta	0,5	7,4
Automóvel	0,07	4,2
Ônibus	0,02	0,1

Tabela 1- Índice de mortes por quilômetro e por habitante
Fonte: ANTP (2016)

Por último, o relatório mostra que, em 2016, os custos pessoais da mobilidade foram estimados em R\$ 328,9 bilhões, sendo que, desses, 82% ocorreram no uso dos modos individuais (automóvel e motocicleta). Já sobre os custos públicos destinados à mobilidade, o valor foi de R\$ 15,2 bilhões ao ano, sendo que 78% destes estiveram relacionados ao uso dos modos individuais para a manutenção das vias. Todos estes dados comprovam a importância

do transporte público para que as pessoas tenham acesso ao que o meio urbano oferece e, também, os benefícios provenientes do seu uso, por meio de um transporte mais seguro, econômico e menos poluente.

No entanto, apesar de todos os aspectos positivos relacionados ao TPU, percebe-se a supervalorização dos modos de transporte individuais em detrimento ao TPU, o que resulta em diversas externalidades que afetam a qualidade de vida das pessoas que residem no meio urbano. Dessa forma, o próximo item tem como objetivo realizar uma contextualização sobre o tema de pesquisa e apresentar os principais problemas que motivaram o seu desenvolvimento.

1.1 Contextualização e problema de pesquisa

A degradação e escassez dos recursos naturais, a pobreza e as desigualdades sociais estão intrinsecamente associadas ao crescimento populacional, industrialização, urbanização e tecnologia, que são algumas características que marcam o processo civilizatório das sociedades contemporâneas (KAULING *et al.*; 2014). Segundo o IBGE (Censo, 2010) o Brasil possui 84,4% da população residindo em áreas urbanas, e estima-se que até 2050 esta porcentagem deva ser de 93,6%. Weiss *et al.* (2013) citam que, conforme estudos da ONU em 2012, as populações urbanas crescerão em mais de 2 bilhões de pessoas nos próximos 40 anos e que, até este período, 70% da população mundial residirão nas cidades.

No Brasil, a urbanização ocorreu de forma rápida e com um planejamento urbano ineficiente, o que acarretou em sérios problemas para a população. O crescimento desta se deu sem o fornecimento devido de infraestrutura que atendesse as necessidades da população. Além disso, agravou o problema do trânsito devido, entre outras coisas, à falta de investimento em transportes coletivos (NEIROTTI *et al.*, 2014; ALVES, 2014; XAVIER, 2006). Costa (2008) também menciona a omissão do poder público frente aos serviços públicos de transporte e o aumento das políticas em prol do automóvel. Dentre os incentivos públicos para o uso do transporte individual, pode-se citar a construção de estacionamentos e de túneis, alargamentos das vias e, ainda, incentivos para a aquisição do bem (FREITAS *et al.*, 2018; BOARETO, 2008).

Dentre os problemas urbanos relacionados ao aumento do transporte individual, pode-se citar: acidentes de trânsito, ruídos, poluição do ar e restrições de mobilidade para certos grupos da população (SILVA *et al.*, 2015).

Outra consequência do aumento da frota dos veículos individuais é a diminuição da eficiência dos transportes coletivos, uma vez que o espaço urbano disponível para este tipo de transporte é reduzido, o que acarreta em perda de eficiência, de qualidade, aumento nos custos e, conseqüentemente, perda de demanda (MARTINS, 2015). A queda na demanda por TPU também pode ser justificada por outros fatores, como a questão cultural que induz a utilização de veículos individuais e, conseqüentemente, reduz o uso das modalidades coletivas (WRIGHT, 1999). Especificamente sobre o transporte público por ônibus, conforme dados da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos - NTU (2016), entre 2014 e 2015, o sistema de ônibus perdeu 3 milhões de passageiros, evidenciando a perda de competitividade deste modo de transporte frente aos demais disponíveis.

Para Dalkmann e Sakamoto (2011) o sistema de transporte está no centro do desenvolvimento humano e das atividades econômicas. No entanto, o atual padrão de transporte, baseado principalmente no transporte automotivo, gera vários problemas sociais, econômicos e ambientais e, portanto, não é sustentável. Birago *et al.* (2017) mencionam que as contribuições do setor de transportes para a sustentabilidade das cidades têm sido amplamente reconhecidas (HIDALGO E HUIZENGA, 2013; HAGHSHENAS *et al.*, 2015; GUERRA *et al.*, 2016), e Ekbatani e Vaziri (2012) apontam o setor de transporte público como sendo um dos mais significativos na busca por um ambiente urbano sustentável.

Assim, diversos autores destacam a emergência de haver mudança nos hábitos de locomoção do modo de transporte individual para o público, sendo que os mesmos acreditam que tal mudança é passível de ocorrer mediante melhoria na qualidade do serviço prestado (FATIMA E KUMAR, 2014; BATTY *et al.*, 2015; DIEZ-MESA *et al.*, 2016; GUIRAO *et al.*, 2016; ABENOZA *et al.*, 2017; BARCELOS *et al.*, 2017a).

Durante muito tempo a qualidade para transporte esteve associada aos níveis de serviço e às variáveis econômicas, não refletindo os desejos e necessidades dos usuários (DE ONÃ E DE ONÃ, 2013a; BARCELOS *et al.*, 2017a; FREITAS *et al.*, 2018). No entanto, conforme Barcelos *et al.* (2017b), a partir de 1990, o conceito de qualidade passou a ser utilizado de forma mais abrangente, incluindo a percepção do usuário. Hoje, a qualidade para transporte tem sido avaliada por meio de pesquisas de satisfação, que busca avaliar a satisfação dos usuários em relação a diversos indicadores de qualidade (ABENOZA *et al.*, 2017). Dentre os estudos que utilizaram pesquisa de satisfação pode-se citar Ngoc *et al.* (2017) no Vietnã, Diez-Mesa *et al.* (2016) na Espanha, Efthymiou *et al.* (2017) na Grécia, Abenoza *et al.* (2017) na Suécia, Mouwen (2015) na Holanda, entre outros.

Devido ao fato do processo de avaliação da qualidade para transporte envolver julgamentos subjetivos, De Onã e De Onã (2013a) declaram que tal processo resulta em dados de natureza qualitativa e imprecisa. A principal diferença encontrada nos trabalhos que se propuseram a avaliar a qualidade para transporte é o tratamento dado aos dados subjetivos.

Alguns trabalhos realizam análises das avaliações qualitativas obtidas por meio da pesquisa de satisfação. Esses trabalhos avaliam os indicadores de forma individual ou desagregada. Exemplos dessas análises são encontrados nos trabalhos de Freitas *et al.* (2018) e Antunes e Simões (2013). Outros trabalhos utilizam métodos e modelos estatísticos que buscam descrever a qualidade do transporte; determinar a importância derivada dos indicadores; e segmentar amostra, visando descobrir diferentes perfis de usuários. Dentre os métodos estatísticos verificados, pode-se citar: correlação de Pearson bivariada, análise fatorial, análise de regressão múltipla e modelagem em equações estruturais. Exemplos dessas aplicações podem ser verificadas nos trabalhos de Guirão *et al.* (2016), De Onã e De Onã (2013b), Barcelos *et al.* (2017a), Diez-Mesa *et al.* (2016), Efthymiou *et al.* (2017), entre outros.

Existem ainda trabalhos que avaliam a qualidade do serviço por meio da metodologia de análise multicritério, que consiste em uma metodologia aplicada em processos de tomada de decisão de problemas complexos (JANUZZI *et al.*, 2009; EKBATANI E CATS, 2015; NOSSAL E SOLECKA, 2014; ISHIZAKA E SIRAJ; 2018). O trabalho mais atual encontrado em que se utilizou tal metodologia foi o de Barbosa *et al.* (2017), que desenvolveu um modelo multicritério para avaliação da qualidade do sistema de transporte integrado em Florianópolis, SC (uma cidade de grande porte). Verificou-se que o modelo foi desenvolvido baseado no contexto local onde o sistema de transporte opera, considerando alguns critérios que não são aplicáveis para algumas cidades brasileiras, principalmente as de médio porte. Por exemplo, foi considerado o entretenimento dentro dos ônibus e algumas características relacionadas aos terminais de integração. Por outro lado, não se considerou alguns critérios relativamente importantes, como o tempo de viagem, a pontualidade do serviço e a segurança viária (DE ONÃ e DE ONÃ, 2013a; REDMAN, 2013).

Já o trabalho de Awasthi *et al.* (2011), que também utilizou a metodologia de análise multicritério para avaliação da qualidade do transporte público, foi desenvolvido para aplicação em serviços de metrô. Por último, os trabalhos de Yeh *et al.* (2000) e de Othnab e Ku-Mahamud (2010) utilizaram a metodologia para realizar um *ranking* entre 10 empresas de ônibus baseando em seus níveis de qualidade. Os dois trabalhos utilizaram os mesmos critérios e verificou-se que não foi considerada a acessibilidade para as pessoas que possuem algum tipo de necessidade

especial, critério assegurado pela Lei Nº 13.146 de julho de 2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência). Ressalta-se também que nenhum modelo citado considerou características relacionadas às vias públicas, que é considerada parte integrante do sistema de transporte e que possui influência na qualidade do serviço de transporte por ônibus. Por último, é válido destacar que todos os modelos destinados a avaliação do transporte público desenvolveram uma estrutura hierárquica como parte do desenvolvimento do modelo.

Avaliar a qualidade para transporte público pode ser considerado um problema complexo, primeiramente, devido à quantidade de indicadores, ou critérios, que são necessários serem avaliados para verificar a qualidade do serviço prestado. Ainda é válido ressaltar que alguns desses indicadores podem ser medidos quantitativamente. No entanto, indicadores como conforto, limpeza dos veículos, comportamento dos funcionários, só podem ser avaliados por meio de julgamentos subjetivos dos usuários do transporte público. Destaca-se também a heterogeneidade de opinião dos usuários, caracterizando os diferentes pontos de vista envolvidos no problema. Por último, ressalta-se a questão de restrição orçamentária, que impede que investimentos sejam feitos no sistema de transporte como um todo, exigindo que sejam determinados pontos críticos que merecem maior atenção. Dessa forma, a metodologia multicritério, que é utilizada em problemas complexos, é aplicável para a avaliação da qualidade do sistema de TPU.

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo interdisciplinar de apoio a decisão, que integre fatores quantitativos e qualitativos, para a avaliação da qualidade do transporte público. Como pergunta norteadora para o desenvolvimento da pesquisa, tem-se: quais são os critérios, ou indicadores, necessários para o município oferecer um transporte público de qualidade e que atenda às necessidades da população? Busca-se também validar tal modelo mediante sua aplicação no município de Itajubá, MG.

Como parte do procedimento metodológico, foi desenvolvida uma estrutura hierárquica que agrupou os principais indicadores de qualidade para transporte público em três grupos principais, sendo estes: infraestrutura, operacional e comportamental. A estrutura hierárquica facilita a comparação entre os elementos e também o direcionamento de ações a serem tomadas. A construção do modelo também exigiu a determinação da importância relativa, ou peso, de todos os elementos da estrutura. No presente estudo, optou-se por utilizar dois métodos de atribuição de pesos. O primeiro, método baseado em escala de pontos, foi aplicado com usuários do TPU de Itajubá e foi utilizado para determinar os pesos dos indicadores que compõem o

modelo. O segundo consistiu no método *Analytic Hierarchy Process* que requer a consulta de especialistas por meio do método de comparação par a par para a determinação dos pesos. Utilizou-se este método para determinar os pesos dos grupos e subgrupos da estrutura. Dessa forma, o modelo desenvolvido além de utilizar dois métodos distintos de atribuição de pesos, também agregou a visão e percepção de usuários do transporte público e de especialistas, o que torna o modelo mais robusto e interdisciplinar.

O desempenho dos indicadores também foi medido por meio do nível de satisfação dos usuários, que avaliaram cada indicador por meio de uma escala Likert variando de 1 a 5. Dessa forma, uma das etapas do trabalho consistiu na aplicação de questionários com usuários. Considera-se, nesse trabalho, que a sociedade tem um papel fundamental no estabelecimento de políticas públicas e por esse motivo, é a partir do seu julgamento que propostas de melhorias no sistema de transporte devem ser priorizadas.

Por fim, o desenvolvimento e aplicação do modelo proposto neste trabalho implica em realizar duas análises principais. A primeira é voltada para um planejamento à curto prazo e visa obter uma análise desagregada da qualidade do serviço prestado, fornecendo um diagnóstico da situação dos indicadores de qualidade de forma individual. A segunda é voltada para um planejamento a longo prazo e visa desenvolver o modelo final para avaliar a qualidade do sistema de TPU e obter um índice que represente a qualidade do sistema de TPU em Itajubá.

Espera-se que os resultados obtidos possam fornecer subsídios técnicos para a melhoria do sistema de transporte de Itajubá e que o modelo desenvolvido possa ser utilizado como ferramenta de monitoramento da qualidade do serviço e de auxílio para melhor direcionar investimentos para a melhoria da qualidade do TPU.

1.2 Objetivos

O objetivo geral do trabalho é desenvolver um modelo interdisciplinar de apoio a decisão, que integre fatores quantitativos e qualitativos, para a avaliação da qualidade do transporte público.

Ainda como objetivos específicos, tem-se:

- a) Identificar o conjunto de indicadores e estruturar o modelo de decisão de avaliação da qualidade do TPU
- b) Determinar os indicadores prioritários para melhorias do sistema de TPU de Itajubá;
- c) Validar o modelo de decisão por meio de estudo de caso em Itajubá, Minas Gerais.

1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho está estruturado em 6 capítulos, conforme explicado a seguir.

O primeiro capítulo configura a introdução do trabalho, em que é apresentada a importância do transporte público, bem como o problema de pesquisa e os objetivos do trabalho. Ainda neste capítulo é feita uma contextualização do tema que motivou o desenvolvimento da pesquisa.

O segundo capítulo constitui no referencial teórico, em que foram abordados 3 temas centrais, sendo estes: políticas públicas de mobilidade urbana, qualidade para transporte público e análise multicritério.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia de pesquisa adotada. Neste capítulo, primeiramente, é feita a classificação metodológica, seguida do detalhamento das etapas necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. Por último, é apresentado o local objeto de estudo onde o trabalho foi desenvolvido.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos. Neste capítulo, inicialmente, é explicado os indicadores de qualidade para transporte que foram utilizados no trabalho. Posteriormente, é apresentada a análise desagregada da qualidade do serviço de TPU de Itajubá, MG. Por último, apresenta-se a análise agregada da qualidade, em que é obtido o modelo final para a avaliação e também o Índice de Qualidade para Transporte Público para Itajubá.

O quinto capítulo consiste na discussão dos resultados. Neste capítulo são apresentadas as principais implicações provenientes dos resultados e suas relações com outros trabalhos desenvolvidos.

O último capítulo constitui na conclusão do trabalho. Neste item procurou-se reforçar a importância de se oferecer um TPU de qualidade, descrever os principais resultados e suas implicações políticas e econômicas, sugerir aplicações futuras e destacar as vantagens e limitações do método adotado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico deste trabalho é composto por três subcapítulos em que se pretende abordar os conceitos mais importantes para o desenvolvimento de um modelo para a avaliação da qualidade do sistema de transporte público visando o desenvolvimento sustentável. Assim, foram abordados 3 temas centrais para configurar o referencial teórico, sendo estes: políticas públicas de mobilidade urbana, qualidade para transporte público e análise multicritério.

O item 2.1 refere-se às políticas públicas de mobilidade urbana. Busca-se neste item demonstrar a importância do planejamento da mobilidade urbana como estratégia para contribuir com o desenvolvimento sustentável; definir políticas públicas e sua importância como meio de atender as demandas sociais; fazer uma contextualização histórica sobre as políticas referentes à mobilidade urbana implementadas no Brasil, principalmente relacionadas com o transporte coletivo; definir os indicadores de qualidade, previstos por Lei, para ser ter um serviço de transporte público adequado; e, por último, apresentar exemplos de iniciativas governamentais, no âmbito nacional e internacional, na área de mobilidade urbana sustentável.

O item 2.2 trata sobre qualidade para transporte público e possui o objetivo de destacar a importância de incorporar a opinião do usuário na avaliação do serviço; apresentar as particularidades do serviço de transporte; definir os indicadores mais utilizados para a avaliação da qualidade; e mostrar trabalhos correlatos.

Por último, o item 2.4 aborda a metodologia utilizada para o desenvolvimento do modelo para a avaliação da qualidade do serviço de transporte público, a metodologia de análise multicritério. O item tem como objetivo definir processos de tomada de decisão; contextualizar a metodologia de análise multicritério e mostrar sua aplicabilidade como ferramenta de tomada de decisão; verificar e descrever resumidamente alguns métodos multicritérios existentes; e verificar o uso de métodos multicritérios no setor de transporte público.

2.1 Políticas públicas de mobilidade urbana

2.1.1 Mobilidade urbana como forma de promoção do desenvolvimento sustentável

Seabra *et al.*(2013) declaram que a promoção do desenvolvimento sustentável consiste em um dos maiores desafios para todas as nações e que a gestão da mobilidade urbana possui potencial para gerar iniciativas que tendem aos novos modelos de desenvolvimento.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi apresentado pela primeira vez em 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento -*World Commission on Environment and Development* (WCED) - como sendo o desenvolvimento que atende às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades (WCED, 1987; SEABRA, 2013; LAU, 2013; EGILMEZ *et al.*, 2015, MAGAGNIN e SILVA, 2008).

No que se refere à mobilidade urbana, até o final dos anos 70, o conceito de mobilidade era predominantemente vinculado ao fornecimento de serviço de transporte. O principal problema enfrentado pelos planejadores era ofertar uma infraestrutura que estivesse de acordo com a demanda para o transporte de mercadorias e passageiros. As principais características do planejamento consistiam em: foco no planejamento rodoviário; prioridade ao transporte privado ao invés do transporte público; esforços limitados referentes à promoção dos modos não motorizados; e separação entre o planejamento urbano e o planejamento de transporte (SILVA *et al.*, 2008).

No entanto, os mesmos autores afirmam que, nas últimas décadas, houve uma mudança no planejamento do sistema de circulação no meio urbano. Tal mudança refere-se não só em estratégias de planejamento, como também no desenvolvimento de um novo conceito de mobilidade, baseado na hipótese que os problemas de mobilidade não são apenas consequências do acesso físico limitado dos modos de transporte. A nova abordagem assume que os problemas de mobilidade envolvem complexas questões ambientais, econômicas, sociais e comportamentais. Em outras palavras, o novo conceito foca na melhoria das condições de mobilidade e acessibilidade, com o objetivo de se obter uma melhor qualidade de vida para os cidadãos do meio urbano e, assim, buscar o que atualmente se chama de mobilidade urbana sustentável.

Mobilidade urbana sustentável pode ser definida como a satisfação das necessidades básicas dos indivíduos e a liberdade de movimentos para a sociedade como um todo, incluindo a livre escolha dos modos de transporte, de forma segura e sem comprometer a saúde humana e os ecossistemas. Também envolve o uso de energia renovável e o estabelecimento de limites para as emissões e resíduos compatíveis com a capacidade do planeta para absorvê-los (GUERRA *et al.*, 2016).

Para Faria e Lima (2016) a mobilidade urbana é tida como sustentável quando é capaz de garantir bons níveis de qualidade de vida e menor consumo e degradação dos recursos

naturais. As autoras ainda acrescentam que compreende-se por mobilidade urbana sustentável as condições para deslocamento de pessoas para suas diversas atividades no espaço urbano, apresentando o menor uso de recursos naturais e, também, uma configuração espacial que assegure segurança e conforto.

Assim, o setor de transporte se tornou um importante elemento na promoção de estratégias sustentáveis, pois fornece liberdade de movimentos, bem como permite uma gama de opções de mobilidade quando executado corretamente e possibilita o controle das emissões que contribuem para o aquecimento global. (GUERRA *et al.*, 2016; HAGHSHENAS *et al.* 2015; HIDALGO e HUIZENGA, 2013).

Um sistema de transporte sustentável se caracteriza pelo fornecimento de serviços e infraestrutura para a mobilidade de bens e pessoas necessários para o desenvolvimento econômico e social e para a melhoria da qualidade de vida e competitividade. Esses serviços e infraestrutura em transporte fornecem uma mobilidade segura, confiável, econômica, eficiente e equitativa, enquanto mitigam os impactos negativos na saúde e no meio ambiente local e global, a curto, médio e longo prazo, sem comprometer o desenvolvimento das gerações futuras (SILVA *et al.*, 2008; DALKMANN e HUIZENGA, 2010; HIDALGO e HUIZENGA, 2013; LAU, 2013).

Devido à importância do tema, diversos pesquisadores têm contribuído com ações a serem adotadas visando adquirir uma mobilidade sustentável para os municípios. Morais (2012) enfatiza a importância de se ter um Sistema de Transporte integrado, eficiente, ambientalmente mais “limpo” e que propicie conforto e regularidade aos que se utilizem do serviço.

Eryildiz e Xhexhi (2012) colocam que o transporte público e a bicicleta tem sido incentivados na Europa e exemplificam ações que promovem a redução na emissão de gases efeito estufa, a melhoria na qualidade do ar, a conservação energética e a redução do tráfego nas grandes áreas.

Ferraz e Torres (2004) destacam a importância do transporte público para a qualidade de vida da população, uma vez que certas atividades essenciais nos tempos atuais (comerciais, industriais, educacionais, recreativas, entre outras) somente são possíveis mediante ao deslocamento de pessoas e produtos. Ekbatani e Vaziri (2012) também destacam a importância do transporte público no dia a dia dos habitantes da cidade e dos passageiros em todo o mundo, e o apontam como um dos setores mais significativos na busca por um ambiente urbano sustentável.

Para Hidalgo e Huizenga (2013), o planejamento e o investimento em transportes exigem uma mudança de paradigma, focando no acesso, concentrando em meios mais eficientes de transporte e promovendo veículos e combustível de baixo carbono e limpos. Os autores apontam que essa mudança pode ser resumida em três ações, sendo estas: evitar viagens motorizadas longas e desnecessárias, mudar o movimento de bens e pessoas para modos mais eficientes e melhorar a tecnologia e o gerenciamento operacional dos serviços de transporte

Campos (2006) enumera 7 estratégias no contexto socioeconômico e 6 estratégias no contexto ambiental que visam atingir uma mobilidade sustentável. Estas estratégias são apresentadas no Quadro 1.

Contexto socioeconômico	Contexto ambiental
Desenvolvimento urbano orientado ao transporte Incentivo aos deslocamentos de curta distância	Investimento em TPU utilizando energia limpa Políticas de restrição de uso do transporte individual em áreas poluídas
Restrições ao uso do automóvel Oferta adequada de TPU	Aumento da qualidade do TPU Implementação de sistemas de controle de tráfego e de velocidade
Tarifa adequada à demanda e à oferta do TPU	Adequação de veículos de carga, vias e pontos de parada;
Segurança para a circulação de pedestres, ciclistas e pessoas de mobilidade reduzida Segurança no transporte público	Conforto urbano: calçadas adequadas, ciclovias, segurança em travessias e arborização das vias.

Quadro 1- Estratégias que visam atingir uma MUS

Conclui-se com as citações acima que a grande maioria das estratégias que buscam atingir mobilidade sustentável devem visar, entre outras coisas, a oferta adequada de transporte público. É válido ressaltar o papel do poder público na promoção da mobilidade urbana sustentável por meio da elaboração de políticas públicas. Desta forma, o próximo item tem como objetivo fazer uma contextualização sobre as políticas públicas de mobilidade urbana no Brasil.

2.1.2 Contextualização das políticas públicas de mobilidade no Brasil

Para Souza (2006) políticas públicas constituem no conjunto de ações, metas e planos que os governos (nacionais, estaduais ou municipais) traçam para produzir efeitos específicos, geralmente para o bem-estar da sociedade. Para Teixeira (2002) elas se caracterizam por diretrizes, princípios norteadores de ação do poder público; regras e procedimentos para as relações entre poder público e sociedade; mediações entre atores da sociedade e do Estado. O autor também resalta que elas possuem o objetivo de atender as demandas da sociedade, especialmente dos setores marginalizados; ampliar e efetivar direitos de cidadania; promover o desenvolvimento; e regular conflitos entre os atores sociais.

Kaya *et al.*(2012) definem o processo de elaboração de políticas públicas como o processo pelo qual os governantes traduzem suas visões políticas em programas e ações, com o objetivo de entregar resultados que reflitam em mudanças desejadas no mundo real.

Nota-se pelas definições apresentadas, que a elaboração de políticas públicas possui a função de intervir na sociedade, buscando soluções para os problemas enfrentados pela mesma, e, ainda, de ser mediadora entre a sociedade e o Estado.

No Brasil, constata-se que a preocupação com as questões relativa à mobilidade urbana, principalmente em tentar agregar conceitos de sustentabilidade aos deslocamentos, é algo relativamente novo. Os principais investimentos feitos pelos governos nesta área possuíam a finalidade de beneficiar o transporte individual, como exemplo tem-se obras para ampliar o sistema viário, construção de pontes, viadutos e túneis. Segundo Boareto (2008), no Brasil e na maioria dos países, a análise dos problemas relacionados aos deslocamentos dentro das cidades sempre foi feita de forma fragmentada, o que gera uma dissociação entre o sistema de transporte público, a circulação de veículos particulares e o uso do solo. O autor ainda afirma que os responsáveis pelos sistemas de trânsito se preocupam, predominantemente, em garantir a fluidez dos veículos, a segurança e a expansão do sistema viário.

Para Siqueira e Lima (2015), no Brasil, um importante marco em termos de desenvolvimento de soluções, na esfera política, para os problemas relacionados aos deslocamentos urbanos foi a elaboração do Estatuto da Cidade no ano de 2001, Lei nº 10.257/2001, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece as diretrizes gerais da política urbana (BRASIL, 2001).

Conforme a Constituição Federal, o Estatuto da Cidade “*determina as normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental*” (BRASIL,2001). Em seu Artigo 2º, a Lei estabelece que a política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, e possui, entre outras, as seguintes diretrizes:

- I- Garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
- II- Gestão democrática por meio da participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

- III- Cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em atendimento ao interesse social;
- IV- Planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;
- V- Oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população e às características locais (BRASIL, 2001).

Para o Ministério das Cidades (2015), o Estatuto possui o objetivo de garantir o direito à cidade como um dos direitos fundamentais das pessoas, para que todos tenham acesso às oportunidades que a vida urbana oferece. Ainda afirma que o principal instrumento instituído pelo Estatuto da Cidade é o Plano Diretor, que deve estabelecer como cada porção do território do município cumpre sua função social. Tal plano necessita ser revisto a cada dez anos e deve tratar do território municipal como um todo, incluindo, além do meio urbano, as áreas rurais, as florestas, as comunidades tradicionais, as áreas de preservação ambiental e os recursos híbridos.

Rubin e Leitão (2013) afirmam que o Estatuto da Cidade estabeleceu a obrigatoriedade da elaboração do Plano Diretor para todas as cidades com mais de 20 mil habitantes e a elaboração do Plano de transporte para as cidades com mais de 500 mil habitantes. No entanto, eles apontam que, até 2013, apenas 55,3% dos municípios com mais de 500 mil habitantes realmente haviam desenvolvido o Plano de Transporte e, do restante, apenas 28,9% estariam em processo de desenvolvimento, conforme dados do IBGE.

Em 2003 foi criado o Ministério das Cidades que foi estruturado com a criação de quatro secretarias nacionais envolvendo os principais setores relacionados ao desenvolvimento urbano, sendo esses: habitação, saneamento, programas urbanos e transportes urbanos. Nesta nova formulação, o Departamento Nacional de Trânsito (Denatran), a Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) e a Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (Trensurb) foram transferidas ao Ministério das Cidades (GOMIDE, 2008). Ainda para o mesmo autor, a Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana (SeMob) se caracterizou como um ponto centralizador para as demandas referentes ao setor.

A criação do Ministério das Cidades fez com que o tema política urbana e o futuro das cidades entrasse novamente nas discussões do governo federal. Um dos pontos positivos inerentes à sua criação está na tentativa de se elaborar uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano que estivesse em conformidade com os outros membros federativos,

poderes do Estado, além de proporcionar uma maior participação da sociedade (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Siqueira e Lima (2015) colocam que foi desde a criação do Ministério das Cidades que as ações do governo referentes ao planejamento urbano passaram a ser planejadas de forma integrada, com o objetivo de ser ter uma política de desenvolvimento urbano consistente e, assim, poder construir cidades democráticas e sustentáveis. As autoras ainda citam que houve a preocupação da elaboração de uma política de desenvolvimento urbano mediante à uma gestão democrática, por meio de Conferências municipais, estaduais e nacionais.

A primeira Conferência Nacional ocorreu no ano de 2003 e, nesta ocasião, determinou-se as diretrizes para a formulação da Política Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana, definiu-se o conceito de Mobilidade Urbana, e estabeleceu-se como prioridade o uso dos meios de transporte coletivos e os não motorizados. A segunda Conferência aconteceu no ano de 2005, onde se destacou a importância da intermodalidade, da integração e da revitalização do sistema viário. Em 2007, foi realizada a terceira Conferência Nacional em que, novamente, destacou-se a importância de promover o transporte público intermodal, integrado e com acesso universal, recomendou-se a política de integração de meios de transporte nas regiões metropolitanas, principalmente, o transporte sobre trilhos e, por último, enfatizou-se a necessidade do barateamento da tarifa do transporte público (MERINO, 2013).

No ano de 2003 também ocorreram mobilizações sociais em diversas cidades brasileiras em oposição aos aumentos das tarifas dos ônibus urbanos. Gomide (2008) afirma foram essas mobilizações as responsáveis por fazer com que o assunto ficasse em evidência dentro da esfera política, principalmente, dentro do poder municipal. No entanto, apesar do reconhecimento por parte do governo federal dos problemas relacionados ao transporte público e da necessidade de se ter uma integração entre o governo federal e os governos estaduais e municipais, nota-se que as medidas propostas, com a finalidade de tornar o serviço mais acessível à população, não foram atendidas.

Outro acontecimento relevante que Gomide (2008) cita foi a elaboração do documento “Proposta de barateamento das tarifas do transporte público urbano” pela SeMob em 2006. Tal documento forneceu um diagnóstico do problema, bem como apresentou as causas e alternativas para a solução do mesmo, tais como: incentivo econômico às tarifas com recursos oriundos da União; ações de consolidação da gestão pública local, investimentos em infraestrutura urbana de transporte; vantagens de crédito para modernização da frota de

veículos; e envio pelo Executivo do anteprojeto de lei da política de mobilidade urbana para iniciar uma reforma regulatória nos serviços.

O projeto de lei de mobilidade urbana, PL nº1687/2007, elaborado pela SeMob instituiu as diretrizes da política de mobilidade urbana. Conforme o Ministério das Cidades (2015), tal projeto foi resultado de um conjunto de projetos feitos anteriormente. O primeiro constituiu o PL nº694/1995, em que foram estabelecidas apenas as diretrizes para o transporte coletivo. O segundo foi o PL nº1994/1996, que tratava da prestação de serviços de transporte rodoviário e coletivo de passageiros sobre o regime de concessão ou permissão. Por último, o PL nº 2234/199 abordou o sistema integrado do transporte público. Ainda conforme o mesmo documento, em 2010, a Comissão Especial da Câmara realizou modificações no projeto e o mesmo prosseguiu ao Senado Federal sob a denominação de PLC nº166/2010.

Em janeiro de 2012, depois de 17 anos de trâmite, a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) foi sancionada e instituída pela Lei nº12.587/2012. A política estabelece as diretrizes que devem orientar o planejamento da mobilidade urbana nas cidades brasileiras (RUBIM e LEITÃO, 2013). Ainda conforme os mesmos autores, a Lei determina o incentivo do uso do transporte coletivo e os meios não motorizados para realizar os deslocamentos, bem como, estabelece a obrigatoriedade para que os municípios com mais de 20 mil habitantes elaborem um Plano de Mobilidade Urbana (PMU) até 2015.

Conforme Brasil (2012), a Lei nº12.587/2012, na seção II, traz os seus princípios (Artigo 5º), diretrizes (Artigo 6º) e objetivos (Artigos 7º). Tem-se que um de seus princípios constitui na equidade no acesso dos cidadãos ao transporte coletivo. Entre as diretrizes, tem-se: a prioridade dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados, e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado; a integração entre os modos e serviços de transporte urbano; e a priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado. Por último, a Lei apresenta cinco objetivos e, entre eles, o de promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais.

Percebe-se que a Política Nacional de Mobilidade Urbana enfatiza a importância do serviço de transporte público como meio de se atingir uma mobilidade sustentável. A Constituição Federal de 88 menciona o serviço de transporte público em seu Artigo 30 e inciso V. A emenda determina que *“compete aos municípios organizar e prestar, diretamente ou sob*

regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial” (BRASIL, 1988).

No Brasil, a maioria dos municípios optam por prestar o serviço sob o regime de concessão e, dessa forma, devem obedecer à Lei nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995, que “*dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências*” (BRASIL, 1995). No Capítulo II, Art. 6º, a Lei estabelece que toda a concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado para o atendimento dos usuários. Sendo assim, a empresa responsável por prestar o serviço deve atender aos critérios, previstos por Lei, que definem um serviço adequado. Este é definido como o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidades, generalidade, cortesia na sua prestação, e modicidade das tarifas.

Martins (2015) define os requisitos previstos por lei da seguinte forma: **regularidade** do serviço corresponde a prestação sem interrupção do serviço nas condições estabelecidas no contrato; **continuidade** refere-se à manutenção da oferta dos serviços sem interrupções injustificadas; **eficiência** pressupõe-se que o serviço atenda à necessidade do deslocamento do usuário otimizando os recursos; **segurança** corresponde ao nível de confiança do usuário em relação a acidentes de trânsito e a crimes; **atualidade** compreende a modernidade das técnicas, equipamentos e instalações; **generalidade** exige que o serviço possa ser utilizado por todos que dele necessitam, **cortesia** é o tratamento que o usuário recebe e o fácil acesso ao responsável pela prestação do serviço; **modicidade das tarifas** é quando seu valor permite que todas as pessoas que necessitam do serviço possam utilizá-lo.

Além dos requisitos citados anteriormente, o serviço de transporte coletivo também deve atender ao critério de acessibilidade para pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, estabelecido pela Lei Nº 13.146 de julho de 2015 (Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência). Em seu capítulo X, a Lei trata do direito ao transporte e à mobilidade, determinando que estes devem ser assegurados por meio de identificação e de eliminação de todos os obstáculos e barreiras ao seu acesso. No Art. 46, a Lei considera como integrantes do serviço de transporte público os veículos, os terminais, as estações, os pontos de parada, o sistema viário e a prestação do serviço. O Art. 48 dispõe que os veículos de transporte coletivo, as instalações, as estações, os portos e os terminais em operação devem ser acessíveis, de modo a garantir o seu uso por todas as pessoas e, ainda, que as pessoas com deficiência devem ter prioridade e segurança no embarque e desembarque nos veículos de transporte coletivo, respeitando as normas técnicas (BRASIL,2015). Nota-se que o critério de acessibilidade para

pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida é de responsabilidade tanto da empresa prestadora do serviço quanto do poder público, uma vez que se considera como parte constituinte do serviço os veículos, os pontos de parada, terminais e vias.

Nota-se que o poder público (municipal, estadual e nacional) possui um importante papel na promoção da mobilidade urbana sustentável. Assim, o próximo item tem como objetivo descrever algumas iniciativas governamentais que tiveram como objetivo contribuir com a sustentabilidade da mobilidade urbana.

2.1.3 Iniciativas governamentais na área de mobilidade urbana sustentável

Seabra *et al.*(2013) realizaram um levantamento de programas e projetos governamentais que tiveram como objetivo promover um transporte sustentável e, assim, contribuir para mobilidade urbana. Abaixo, segue exemplos de tais projetos citados pelos autores:

1. Proálcool - programa brasileiro do álcool: implementado em 1975 até o ano de 2000, o programa buscou estimular a produção do álcool, visando o atendimento das necessidades do mercado interno e externo, visando diminuir a emissão de CO₂ e a importação do petróleo;
2. MOST – *Moving on Sustainable Transportation* – o programa foi implementado em 1999 e teve duração até o ano de 2007, no Canadá. Com um total de 97 projetos, o programa teve como princípio promover educação e conscientização dos indivíduos a respeito das opções de transportes e de comportamento de viagens. Foram testadas várias abordagens e tecnologias para melhorar a sustentabilidade dos sistemas de transporte no país;
3. TRANSPLUS – *Transport Planning, Land Use and Sustainability*: efetivado no ano 2000, e com duração de 3 anos, o Transplus teve como objetivo identificar as melhores práticas na gestão, a partir das medidas de uso do solo e transporte, a fim de reduzir a dependência do carro nas cidades europeias;
4. ARTISTS - *Arterial Streets Towards Sustainability*: o programa teve início no ano de 2001 e permaneceu até o ano de 2004. Constituiu de um projeto elaborado pela Comissão Europeia que buscou definir uma abordagem para a concepção e gestão de ruas arteriais a partir de uma perspectiva orientada para as pessoas visando melhorar o ambiente físico dos corredores, contribuir na implementação de sistemas mais sustentáveis de transporte urbano.

Além desses programas os autores também citaram: *Prospects (Procedure for Recommending Optimal Sustainable Planning for European City Transport Systems)*, *Smile (Sustainable Mobility Initiative for Local Environment)* e *Transland (Integration of Transport and Land-use Planning)*, entre outros.

Boareto (2008) relata que na Califórnia, EUA, foi aprovada uma Lei para diminuir o ritmo das emissões de gases estufa, estimulando um novo planejamento urbano e o uso do transporte público. Dentre as ações citadas pelo autor, tem-se a destinação de recursos para subsidiar o TPU e a construção de moradias perto de áreas de expansão econômica, visando diminuir a necessidade de viagens para o local de trabalho.

No Brasil, o Ministério das Cidades (2015) destaca a adoção de faixas exclusivas para ônibus, BRS – *bus rapid service*, visando priorizar o transporte coletivo, aumentando a velocidade do mesmo para reduzir o tempo de viagem para os usuários. A prioridade ao transporte coletivo no sistema viário é garantida mediante à um conjunto de atributos, tais como: sinalização vertical e horizontal, comunicação com os usuários e fiscalização. Observa-se a adoção de tal medida no Rio de Janeiro, que apresentou como resultado viagens mais rápidas, racionalização e melhor aproveitamento da frota de ônibus e o aumento da produtividade do sistema devido ao crescimento da demanda. Além do Rio de Janeiro, outras cidades brasileiras como Joinville, Belo Horizonte, Fortaleza, Manaus, Niterói e Aracaju também estão implementando o BRS. Outras cidades, porém, optam por dedicar alguns corredores com faixas segregadas para os ônibus. O sistema de corredores apresenta uma boa solução para as cidades que não existe demanda para um BRT (*Bus Rapid Transit*). São Paulo, Campinas, Juiz de Fora são exemplo de cidades que possuem esses corredores.

Conforme o documento “Tarifação e financiamento do transporte público urbano”, do IPEA (2013), muitos países europeus e norte-americanos utilizam de recursos extratarifários para auxiliar no custeio do transporte público, evitando que todos os custos sejam arcados exclusivamente pelos usuários. Um dos exemplos refere-se ao sistema de TPU francês, que conta com fontes de financiamento que asseguram que a tarifa tenha que cobrir menos de 40% do custo total do sistema. Isto é feito por intermédio da Taxa de Contribuição para o Transporte, *Taux du Versement*. Esta taxa constitui em um imposto pago pelas empresas, privadas ou públicas, e varia de acordo com o número de funcionários que elas possuem.

Além das cidades francesas, o documento mostra outras cidades onde parte dos custos do TPU é financiado por fontes externas, principalmente por subsídios públicos. Entre essas

idades, pode-se citar Praga, que tem 74% dos custos pagos por subsídios do governo, Turim, que possui 68% dos custos arcados com dinheiro público e Varsovia, cujo valor é de 60%. No Brasil, o documento traz as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Goiânia e Brasília, que possuem cobertura externa destinada à auxiliar nos custos das gratuidades. Em São Paulo, o governo contribui com 20% dos custos.

É válido ressaltar que, apesar dos exemplos apresentados acima, é de suma importância entender as particularidades locais em que as iniciativas foram implementadas, bem como o sistema de transporte vigente de cada local.

Gomide (2003) conclui que, em geral, no Brasil, a formulação de políticas públicas em transporte deve focar em: subsídios às tarifas, regulação e gestão do sistema, apoio aos segmentos sociais vulneráveis, prioridade para o transporte coletivo e não motorizado, fontes alternativas de financiamento, integração de políticas e informações e participação popular no planejamento.

2.1.4 Considerações finais sobre políticas públicas de mobilidade urbana

Conclui-se com este item que o planejamento da mobilidade urbana deve ser integrado ao planejamento urbano e, também, deve agregar os conceitos de sustentabilidade, visando reduzir os efeitos ambientais, sociais e econômicos ocasionados pelo sistema de transporte. O planejamento da mobilidade deve focar na satisfação das necessidades de locomoção da sociedade como um todo e de forma segura, tanto para as pessoas quanto para o meio ambiente.

Neste sentido, o poder público possui um importante papel no planejamento da mobilidade por meio da elaboração de políticas públicas. Verificou-se exemplos de iniciativas governamentais, no âmbito nacional e internacional, que buscam contribuir com a mobilidade urbana sustentável. Destaca-se o fornecimento de subsídios públicos, principalmente em países Europeus, para tornar o serviço de transporte público mais acessível. Tem-se também a melhoria da qualidade do sistema de transporte público, visando provocar mudanças nos hábitos de locomoção. Hoje, no Brasil, a Política Nacional de Mobilidade Urbana constitui na diretriz para o planejamento da mobilidade e, pela Lei, observa-se a necessidade de priorizar o transporte coletivo.

Por último, ressalta-se que, apesar da extensão de iniciativas que contribuem para uma mobilidade urbana sustentável, percebe-se que muitas dessas convergem para a necessidade da

oferta de um transporte público de qualidade. Por este motivo, o próximo item abordará o tema qualidade para transporte público.

2.2 Qualidade de serviços aplicada ao transporte público

O significado da palavra qualidade está associada à valorização da visão do usuário na gestão dos processos e à motivação das pessoas para melhoria contínua e busca da excelência. Constata-se que, na área de transporte, o foco da qualidade esteve atrelado ao processo de produção dos serviços, com pouca ênfase na satisfação do usuário (LIMA JR.,1995),

Ainda neste sentido, Barcelos *et al.*(2017b) declaram que o conceito de qualidade só passou a ser utilizado mais amplamente, agregando as visões dos usuários e incluindo seus desejos e necessidades, a partir da década de 1990, e destacam a importância de se introduzir a percepção do usuário nos processos de gestão. Os autores definem a qualidade na área de transporte coletivo como a qualidade pelo ponto de vista do passageiro, uma vez ela deve ser entendida como instrumento para atrair novos usuários e manter os que já utilizam.

A qualidade de serviços de transportes pode ser definida como aquela percebida pelos usuários e demais interessados de forma comparativa com as demais alternativas disponíveis, resultante da diferença entre as expectativas e percepções do serviço realizado (RODRIGUES E SORRANTINI; 2008).

Em relação a percepção do usuário, Lübeck *et al.*(2012) destacam que, no setor de serviços, a satisfação do usuário é algo que merece uma maior atenção devido à subjetividade percebida na qualidade dos serviços prestados, considerando até mesmo os aspectos da intangibilidade.

Ainda para os mesmos autores, o serviço de transporte público urbano possui características distintas que o difere dos demais serviços, tais como: intangibilidade de resultados, participação do passageiro no serviço, heterogeneidade dos processos e resultados, e alta variabilidade ocasionada por fatores de difícil controle, principalmente os que estão associados ao usuário.

Bubicz e Sellito (2009) e Freitas e Reis (2013) também apontam tais características peculiares aos serviços, e em particular ao serviço de transporte. Para os primeiros, a intangibilidade está presente pois o serviço não pode ser visto, provado, e não resulta na propriedade de um bem. No que se refere à participação do passageiro, Bubicz e Sellito (2009)

também mencionam que os serviços são produzidos e consumidos ao mesmo tempo, tendo, portanto, a participação do usuário no processo de produção. Os autores chamam esta característica de inseparabilidade. A variabilidade também constitui em uma característica, pois os serviços dependem de quem os fornece e de quem os recebe, apresentando características pessoais e subjetivas. Ambas citações acrescentam a perecibilidade como uma característica devido ao fato de os serviços não poderem ser estocados. Sendo assim, se os passageiros não embarcam em um determinado horário, nem sempre é possível acomodá-los em outro, e o serviço não é prestado em sua totalidade. Freitas e Reis (2013) ainda apontam a heterogeneidade do serviço, visto que cada viagem pode ser considerada como um serviço específico, dado que é influenciada por diversos aspectos (condições climáticas, de tráfego, do veículo, quantidade de passageiros, diferentes cobradores e motoristas). Esta característica faz com que seja difícil detectar e corrigir falhas e problemas antes que eles ocorram e afetem os usuários. Ambos destacam o fato do pagamento ser realizado antes da prestação do serviço, o que normalmente não possibilita o usuário desistir do serviço. Por último, Freitas e Reis (2013) apontam a dispersão espacial e temporal em que a prestação do serviço ocorre, o que dificulta a padronização das atividades, a supervisão e o controle de pessoal.

As citações apresentadas acima concordam que tais características particulares ao serviço de transporte tornam este setor um objeto de estudo desafiador, principalmente, no que se refere à avaliação de sua qualidade.

2.2.1 Indicadores de qualidade para transporte público

A avaliação da qualidade do sistema de transporte público tem sido objeto de estudo de diversos pesquisadores. Estes justificam seus esforços pelo fato de que a oferta de um serviço de transporte público de qualidade é essencial para o aumento da satisfação do usuário e, conseqüentemente, pela sua retenção e para o incentivo da utilização deste serviço por outros potenciais usuários (DE ONÃO e DE ONÃ, 2013a). Por sua vez, o aumento de usuários do transporte público leva a uma diminuição do uso do transporte individual e, como resultado, tem-se a redução das externalidades causadas por este último, tais como: poluição atmosféricas e sonora, congestionamento, acidentes de trânsito, segregação espacial, entre outras (FATIMA e KUMAR, 2014; BATTY *et al.*, 2015; DIEZ-MESA *et al.*, 2016; GUIRAO *et al.*, 2016; ABENOZA *et al.*, 2017;).

Specht *et al.*(2009) realizaram um estudo para a avaliação do sistema de transporte público por ônibus que atende o campus universitário da Universidade Regional do Noroeste

do Estado do Rio Grande do Sul, em Ijuí. Os autores destacam a cultura de consumo vigente no Brasil que faz aumentar a taxa de veículo/habitante e provocar diversos problemas ambientais, sociais e econômicos. Assim, os autores defendem que o serviço de transporte público deve ter uma condição satisfatória como uma forma de amenizar os problemas gerados pelo uso do transporte individual e, também, pela influência que ele exerce em toda a vida universitária. Como resultado os autores apontam que, em geral, o critério acessibilidade é o mais importante no ponto de vista dos usuários, seguido da frequência, segurança e custo.

De Oña e De Oña (2013b) procuraram identificar a evolução da percepção dos usuários referente aos principais critérios que influenciam na qualidade do serviço. Para tal, os autores utilizaram os dados de três pesquisas de satisfação realizadas pelo serviço de trânsito da região metropolitana de Granada, na Espanha. De Oña e De Oña (2013b) ressaltam a importância de um serviço de qualidade para aumentar a satisfação dos usuários. Também mencionam a importância da percepção dos usuários em relação aos critérios como uma forma confiável de se medir a qualidade do serviço ofertado. Além disso, eles apontam a necessidade de se considerar a heterogeneidade de opinião, ou seja, como diferentes grupos percebem e avaliam cada atributo. No geral, os critérios que apresentaram maior nível de satisfação foram cortesia, segurança, limpeza, temperatura e acessibilidade, enquanto os que tiveram menor nível foram tarifa, frequência e horários.

Yaliniz *et al.* (2011) avaliaram o sistema de transporte público por ônibus da cidade de Kutahya, na Turquia, a partir de vários aspectos como a disponibilidade do serviço, a conveniência e o conforto. Os indicadores usados para avaliar tais aspectos foram: frequência, hora de serviço, cobertura do serviço, lotação, pontualidade e o tempo de viagem total (comparado com o tempo total do mesmo percurso com o automóvel). Os autores descrevem que foi a partir da revolução industrial que aumentou a necessidade de transporte de mercadorias, bens e pessoas nos centros urbanos. Como resultado, muitas cidades tiveram que lidar com congestionamentos e seus efeitos negativos. Afim de minimizar tais problemas, os autores apontam como solução o uso do transporte público que tem perdido espaço para o transporte individual. Outro ponto levantado pelos autores é que os investimentos no sistema de transporte possuem alto custo, efeitos a longo prazo e recursos limitados. Por esta razão é necessário que haja uma priorização precisa em relação aos pontos a serem melhorados. Assim, justifica-se a necessidade de se realizar uma avaliação da qualidade do sistema de transporte com a finalidade de fornecer um transporte adequado e, assim, mitigar os efeitos do uso do transporte individual e, também, para verificar quais pontos necessitam de uma maior atenção

e recurso. Como resultado, eles apontam que o tempo gasto pelo transporte público, em alguns casos, é de 2 a 3 vezes maior do que o tempo gasto pelas viagens por automóvel. Também mencionam que as rotas dos ônibus são mais longas do que é necessário, apesar de apresentar um bom nível de serviço no que se refere à sua rede de cobertura. Por último, também apontam que os tempos de espera para transferência são considerados longos, devido à falta de coordenação entre as linhas.

Efthymiou *et al.*(2017) procuraram verificar o impacto da crise econômica na percepção do usuário em relação à qualidade do serviço de transporte público por ônibus em Atenas. Os critérios limpeza dos veículos, acessibilidade, existência de linhas de ônibus, frequência, condição dos pontos, e tempo de espera apresentaram queda em sua satisfação no ano de 2017 se comparados com os anos de 2008 e 2013. Por outro lado, os critérios segurança, fornecimento de informação, bilhete, cobertura de rede, pontualidade, e distância a ser caminhada e entre os pontos, foram melhores avaliados se comparados com os mesmos anos anteriores.

Diez-Mesa *et al.*(2016) investigaram o perfil dos usuários do serviço de veículo leve sobre trilhos em Seville, na Espanha, e avaliaram a qualidade dos critérios utilizando a técnica de segmentação. Como resultado, os autores não apresentaram os critérios que foram melhores ou piores avaliados. Porém, foi possível determinar os grupos que estão mais ou menos satisfeitos com o serviço e entender os motivos pelos quais os grupos optam por utilizar tal modo de transporte. Antunes e Simões (2013) avaliaram o nível de satisfação dos usuários de transporte público dos municípios brasileiros de Londrina, Ponta Grossa, e Cascavel. De uma forma geral, acessibilidade, comportamento dos operadores, tempo de viagem e pontualidade apresentaram bons níveis de satisfação. Por outro lado, em todos os municípios, os usuários se mostraram insatisfeitos com o serviço nos horários de pico e com o sistema de informação.

As citações acima mostram que, em diferentes locais, pesquisadores tem se dedicado à avaliação da qualidade do transporte público visando contribuir com o desenvolvimento sustentável. A grande maioria desses estudos utilizam de pesquisa juntamente aos usuários para determinar o seu nível de satisfação. Neste sentido, o nível de satisfação do usuário pode ser entendido como uma medida de avaliação do usuário em relação aos indicadores de qualidade do serviço (ABENOZA *et al.*,2017; GRISÉ e El-GENEIDY, 2017). Para Mouwen (2015), a satisfação geral é uma resposta à uma discrepância percebida entre expectativas e percepções.

Assim, uma grande quantidade de indicadores, ou critérios, tem sido proposta na tentativa de definir a qualidade do transporte público. Tais critérios podem ser categorizados

em físicos e percebidos. Os físicos são medidos sem o envolvimento do usuário e se faz suposições sobre o impacto destes no usuário. Em contrapartida, para se medir os indicadores percebidos, deve-se observar a resposta do usuário de forma direta ou indireta (FRIMAN *et al.*, 2001; REDMAN *et al.*, 2013).

Ferraz e Torres (2004) enumeraram 12 critérios que influenciam na qualidade do transporte público, sendo estes:

- **Acessibilidade:** associada à facilidade de chegar ao local de embarque no transporte coletivo e de sair do local de desembarque e alcançar o destino final;
- **Frequência de atendimento:** relacionado ao intervalo de tempo de passagem dos veículos de transporte público;
- **Tempo de viagem:** tempo gasto no interior dos veículos;
- **Lotação:** quantidade de passageiros no interior dos veículos;
- **Confiabilidade:** grau de certeza dos usuários de que o veículo de transporte público passar na origem e chegar ao destino no horário previsto;
- **Segurança:** relaciona-se com os acidentes envolvendo os veículos e com os atos de violência;
- **Características dos veículos:** refere-se à tecnologia e ao estado de conservação do veículo;
- **Característica dos locais de parada:** sinalização adequada, existência de bancos e cobertura;
- **Sistema de informação:** disponibilidade de folhetos com horários, itinerário das linhas, e indicação de estações;
- **Conectividade:** facilidade de deslocamento dos usuários de transporte público entre dois locais quaisquer da cidade;
- **Comportamento dos operadores:** postura dos motoristas e cobradores durante o desempenho de suas atividades;
- **Estados das vias:** a qualidade da superfície de rolamento.

Redman *et al.*(2013) realizaram uma revisão sistemática qualitativa com o objetivo de fazer um levantamento dos principais critérios de qualidade que são atrativos aos usuários e que são responsáveis por fazer com que o usuário de transporte individual mude para o modo de transporte público. Uma das justificativas dos autores para o trabalho é que o transporte público,

juntamente com a bicicleta e o modo de transporte a pé, constitui uma alternativa sustentável ao uso do carro são responsáveis por fazer com que o usuário de transporte individual mude para o modo de transporte público. O Quadro 2 apresenta os critérios apontados pelos autores com suas respectivas definições.

Critério	Definição
Confiabilidade	Quão rigorosamente o serviço cumpre os horários pré-estabelecidos
Frequência	Com que frequência que um serviço opera
Velocidade	O tempo gasto na viagem entre pontos específicos
Acessibilidade	O grau no qual o transporte público está disponível para o máximo de pessoas possível
Preço	O custo monetário da viagem
Fornecimento de informação	O quanto de informação está disponível sobre as rotas
Facilidade de transferência	Quão simples são as conexões, incluindo o tempo de espera
Condições do veículo	As condições físicas e mecânicas dos veículos, incluindo a frequência em que as falhas ocorrem
Conforto	Qual confortável é a viagem em relação ao assento, nível de barulho, direção, ar condicionado.
Segurança	Quão seguro o passageiro se sente em relação a acidentes e a própria segurança
Conveniência	Quão simples é para usar o serviço de TP e quão fácil ele torna a mobilidade da pessoa
Estética	Aparência do veículo, estação e área de espera para o usuário

Quadro 2- Critérios de Qualidade para TPU. Fonte: Adaptado de Redman (2013)

Nota-se que diversos trabalhos que se propõem a avaliar a qualidade do transporte público utilizam diferentes indicadores para tal propósito. A escolha dos critérios, ou indicadores, é feita levando em consideração a realidade local de onde o sistema de transporte opera e, também, a disponibilidade de dados. Guirao *et al.*(2016) evidenciam a grande quantidade de indicadores de qualidade para transporte encontrados na literatura e mencionam a importância da escolha destes indicadores a serem utilizados para a avaliação.

De Onã e De Onã (2013a) mencionam que não existe um consenso sobre os indicadores que devem ser utilizados para a avaliação da qualidade e ressaltam que essa escolha é fortemente dependente do contexto. No entanto, os autores apontam que, devido à importância, os indicadores frequência, pontualidade, conforto, limpeza, segurança, disponibilidade de informação, cortesia da equipe e tarifa são os mais utilizados.

2.2.2 Métodos utilizados para avaliação da qualidade do sistema de TPU

Observa-se pelo item anterior a importância de se considerar a opinião dos usuários na avaliação da qualidade do sistema de transporte público. Muitos trabalhos utilizam de pesquisa

de satisfação junto ao usuário (CSS – *customer satisfaction survey*) como forma de obtenção de dados para realizar a avaliação. Entre os trabalhos, pode-se citar: Mouwen (2015), Maraglino *et al.* (2014), Grisé e El-Geneidy (2017), Diana *et al.* (2016), Diez-Mesa *et al.* (2016), Efthymiou *et al.* (2017) e Guirão *et al.* (2016). De Onã e De Onã (2013a) afirmam que a pesquisa de satisfação é uma ferramenta essencial e também largamente utilizada para tal propósito. Apesar da maior parte dos estudos utilizarem de pesquisa de satisfação, observa-se diferenças no que se refere à coleta e ao tratamento dos dados.

A primeira diferença verificada diz respeito à forma com que se atribui a importância à cada critério. De maneira geral, existem duas maneiras de se determinar a importância: de forma direta e de forma indireta. A primeira, também chamada de importância declarada, o entrevistado deve avaliar ou atribuir a importância para cada critério de forma direta, utilizando uma escala Likert ou métrica. Já a segunda, importância derivada, a importância dos critérios é obtida a partir das avaliações de satisfação dos usuários em relação aos critérios. Para tal, utiliza-se técnicas estatísticas, tais como: correlação de Pearson bivariada, análise fatorial, análise de regressão múltipla e modelagem em equações estruturais (ABALO *et al.*, 2007; GUIRÃO *et al.*, 2016; DE ONÃ e DE ONÃ, 2013b; BARCELOS *et al.*, 2017a).

Os autores acima apontam a importância declarada como o método mais simples e intuitivo. No entanto, De Onã e De Onã (2013a) mencionam que sua utilização também apresenta algumas desvantagens, tais como: aumenta o tempo da pesquisa, o que pode comprometer a precisão dos dados; produz uma diferenciação insuficiente entre as classificações de importância, pois os entrevistados classificam quase todas as medidas próximas ao topo da escala; alguns indicadores podem ser classificados como importantes, embora tenham pouca influência na satisfação. Souza e Michel (2007) também acrescentam que as pessoas podem apresentar dificuldades em distinguir importância e satisfação. Dentre os trabalhos que utilizaram a importância declarada, pode-se citar Tsami e Nathanail (2017), Barcelos *et al.* (2017a) e Guirao *et al.* (2016), que propuseram uma forma diferente de aplicação da pesquisa para a obtenção da importância declarada. Já a importância derivada pode ser verificada nos trabalhos de Noor *et al.* (2014), Diana *et al.* (2016), Mouwen (2016) e Barcelos *et al.* (2017a).

Em relação à abordagem metodológica, existem os métodos por agregação e os métodos por desagregação. O objetivo dos métodos de agregação é obter um índice geral que represente a avaliação da qualidade por meio da análise agregada dos critérios. Este índice permite que o serviço seja analisado ao longo do tempo e, também, a comparação entre diferentes serviços.

Tem-se como exemplo o SQI – *Service Quality Index* e o CSI – *Customer Satisfaction Index*, representado pela equação 1. Verifica-se neste grupo a metodologia de análise multicritério que permite, além da priorização dos indicadores, obter um índice geral que representa a qualidade do serviço ou o nível de satisfação dos usuários (DE ONÃO e DE ONÃ, 2013a).

$$CSI = \sum_{k=1}^N [\bar{S}_k \cdot W_k] \quad (1)$$

Em que:

- S_k = taxa média de satisfação expressa pelos usuários;
- W_k = peso do atributo k, calculado baseado na importância atribuída pelo usuário. Especificamente é a razão entre a importância média do critério k expressa pelos usuários e a soma das importâncias médias de todos os critérios de qualidade.

Dentre os trabalhos que utilizaram a metodologia multicritério para avaliar a qualidade do sistema de transporte, pode-se citar Barbosa *et al.* (2017) que teve como objetivo desenvolver um modelo multicritério para avaliar o transporte público urbano, com uma abordagem centrada na percepção do usuário. O modelo foi aplicado para a avaliação do sistema de transporte integrado da cidade de Florianópolis, Brasil. Para tal, foram considerados 30 indicadores agrupados em: conforto, veículo, serviço ao cliente, informação, confiabilidade, segurança, pagamento, entretenimento, acessibilidade e terminais. Destaca-se também o trabalho Yeh *et al.* (2000) que utilizou a análise multicritério integrada à função *fuzzy* para avaliar o desempenho e ranquear 10 empresas de ônibus em Taipei, Taiwan. Os 18 indicadores utilizados foram agrupados em: segurança, conforto, conveniência, operacional e dever social. Othnab e Kumahamud (2010) utilizaram os dados do trabalho citado anteriormente para propor um novo modelo *fuzzy* usando linguagem de programação C++. Os dados obtidos são comparados com aqueles obtidos por Yeh *et al.* (2000). Awasthi *et al.* (2011) utilizaram o método multicritério TOPSIS, juntamente com a função *fuzzy* e o método SERVQUAL, para propor uma metodologia para avaliar a qualidade do sistema de transporte urbano. Foram utilizados 14 indicadores divididos em capacidade de resposta, confiabilidade, aspectos tangíveis, garantia e empatia. Os autores aplicaram o método para avaliar 4 linhas do metro de Montreal. Além dos trabalhos citados, foram verificadas aplicações na área de qualidade para serviços de empresas aéreas. Como exemplos, tem-se Tsaur *et al.* (2002), Chang e Yeh (2002) e Tsai *et al.* (2011).

Já os métodos por desagregação, os critérios são analisados individualmente e são utilizados para auxiliar a estabelecer prioridades entre uma lista de critérios quando se pretende realizar melhorias no serviço. Dentre os métodos por desagregação, tem-se o método IPA (*Importance-Performance Analysis*), que constitui em uma análise de quadrantes de um gráfico de dispersão que relaciona Importância (eixo das coordenadas) e Performance (eixo das abcissas) de cada um dos critérios (ABALO *et al.*, 2007; CHEN E CHANG, 2005; SHEN *et al.*, 2016; BARCELOS *et al.*, 2017a). Por meio de duas linhas de referência, obtém-se quatro quadrantes, sendo estes:

- Quadrante (1) – critérios de alta prioridade: alta importância e baixo desempenho ou nível de satisfação;
- Quadrante (2) – critérios com desempenho adequado: alta importância e alta satisfação;
- Quadrante (3) – critérios de vantagem competitiva: baixa importância e alta satisfação;
- Quadrante (4) – critérios de baixa prioridade: baixa importância e baixa satisfação.

A Figura 1 representa o gráfico *Importance-Performance Analysis*.



Figura 1- *Importance-Performance Analysis*

Ainda no que se refere ao tratamento dos dados, observou-se que alguns trabalhos utilizaram técnicas de segmentação, visando verificar como diferentes grupos avaliam e percebem cada critério considerado. Diez-Mesa *et al.*(2016) e Abenoza *et al.*(2017) relatam que a utilização da segmentação permite que os operadores do serviço foquem seus investimentos e estratégias de mercado em certos aspectos para atrair potenciais usuários com um perfil específico ou melhorar sua satisfação. De Onã e De Onã (2013b) descrevem que a

opinião dos usuários é heterogênea e dependente de diversos fatores. Sendo assim, estratificar a amostra constitui em uma boa estratégia para reduzir a heterogeneidade e para identificar quais são os fatores que realmente influenciam na percepção da qualidade. Para os autores, normalmente a segmentação é feita baseada em características demográficas. Como exemplo, tem-se o trabalho de Grisé e El-Generidy (2017) que verificou a diferença na avaliação da qualidade do serviço de ônibus de Londres entre pessoas pertencentes a bairros com diferentes *status* socioeconômicos. De Onã e De Onã (2013b) usou a técnica de segmentação para verificar a diferença de avaliação entre homens e mulheres. Diez-Mesa *et al.* (2016) utilizou a análise de cluster para determinar o nível de satisfação de diferentes grupos. A separação dos grupos foi feita baseada no nível de renda dos entrevistados, ocupação e pré disposição em utilizar o TPU. Abenoza *et al.* (2017) identificou 5 diferentes grupos de usuários do TPU e buscou verificar os aspectos do transporte público que são mais importantes para cada grupo.

Por último, nota-se também que alguns autores optam por avaliar os critérios de qualidade de forma mais objetiva e quantitativa, não inserindo a opinião subjetiva dos usuários. Para tal, utiliza-se de valores padrão para cada indicador, que deve ser medido e comparado com tais valores. Ngoc *et al.* (2016) desenvolveram um conjunto de padrões de qualidade para servir de referência ao medir os indicadores segurança pública, segurança viária, disponibilidade do serviço, conforto nos pontos, pontualidade, frequência, conforto no ônibus e limpeza. Os autores propuseram a utilização do método LOS (*level of service*), que atribui uma pontuação (A, B, C, D e E) para o critério por meio da comparação entre seu desempenho e o padrão pré-estabelecido. Ferraz e Torres (2004) também estabeleceram valores padrão para 12 critérios de qualidade para transporte público. Freitas *et al.* (2018), além de avaliarem a qualidade do sistema de transporte público por ônibus de João Pessoa de acordo com a percepção dos usuários, também a avaliaram de acordo com as características técnico-operacionais. Os autores utilizaram os critérios pospostos por Ferraz e Torres (2004).

2.2.3 Considerações finais sobre qualidade para transporte público

Verificou-se com o item 2.2 que, no setor de serviços e, em especial no setor de serviços para transporte, o foco do planejamento deve ser a satisfação dos usuários. Assim, a qualidade para transporte deve ser avaliada por meio de consulta aos que fazem uso do serviço. Também verificou-se que a pesquisa de satisfação é a forma mais usual para a coleta de dados, em que, além de se buscar informações sobre o perfil dos usuários, busca-se também obter o nível de satisfação dos usuários em relação aos indicadores, ou critérios, de qualidade para transporte.

De forma geral, a principal diferença encontrada refere-se ao tratamento dado aos dados coletados. Existem os métodos que visam obter um diagnóstico da atual situação do sistema de transporte por meio de uma análise desagregada dos indicadores, ou seja, de forma individual. Estes métodos focam em um planejamento à curto prazo.

Existem também os métodos de avaliação por agregação, em que, por meio da avaliação, é gerado um índice geral que retrata a realidade do sistema de transporte público do local. Este índice pode ser obtido ao longo do tempo e ser utilizado como forma de monitorar a qualidade. Assim, tais métodos são utilizados para um planejamento à longo prazo.

Dentre as principais características de qualidade para transporte, ressalta-se o fato da necessidade de se avaliar diversos indicadores simultaneamente, a subjetividade presente no processo de avaliação, a divergência de opinião entre os usuários e as questões de restrição orçamentária, que impedem que sejam feitos investimentos no sistema de transporte como um todo. Essas características são importantes pois tornam a avaliação da qualidade para transporte público um problema complexo e, portanto, passível de ser abordado pela metodologia de análise multicritério (abordada no próximo item).

2.3 Tomada de Decisão multicritério em Transportes

Uma decisão necessita ser tomada sempre que estamos diante de um problema que possui mais de uma alternativa para a sua solução. Assim, o processo de tomada de decisão consiste no processo de eleger, por parte de um centro decisor, a melhor alternativa entre as possíveis (GOMES e GOMES, 2012). Tem-se um problema de decisão quando um indivíduo possui disponíveis cursos alternativos de ação e deve escolher um entre eles, sem se ter, a priori, conhecimento de qual é o melhor (PAVAN e TODESCHINI, 2010).

Tomar decisões é uma parte importante na maioria das atividades humanas, independentemente se são atividades diárias, profissionais ou políticas. Algumas decisões podem ser relativamente simples, principalmente quando suas consequências não são expressivas. Outras, no entanto, podem ser complexas e gerar efeitos significativos. No geral, os problemas de decisões reais envolvem diversos critérios, ou pontos de vista, conflitantes que devem ser levados em consideração conjuntamente afim de se chegar em uma decisão razoável (GOVINDAN e JEPSEN, 2016).

Neste sentido, Apoio Multicritério à Decisão (AMD) ou Análise Multicritério (AMC) refere-se à um grupo de técnicas utilizadas para apoiar um agente decisor a tomar decisões com

relação à um problema complexo, avaliando e escolhendo alternativas para solucioná-lo, considerando diversos critérios e diferentes pontos de vista (JANUZZI *et al.*, 2009). Para os mesmos autores, a Análise Multicritério tem como objetivo contribuir com pessoas e/ou organizações em ocasiões que se faz necessário determinar prioridades por meio da ponderação simultânea de vários aspectos. Ekbatani e Cats (2015) mencionam que as tomadas de decisão multicritério referem-se às decisões feitas na presença de diversos critérios geralmente conflitantes entre si. Segundo os autores, os modelos de tomada de decisão multicritério são utilizados para avaliar um conjunto finito de alternativas em relação a múltiplos critérios. Nosal e Solecka (2014) e Ishizaka e Siraj (2017) definem a análise multicritério como sendo um ramo derivado da Pesquisa Operacional que fornece aos decisores as ferramentas e métodos que ajudam a resolver problemas complexos de decisão multicritérios.

Na literatura, encontra-se vários termos empregados para designar este campo de pesquisa. Em português, os principais termos são: Análise de Decisão com Múltiplos Critérios (ADMC) e Apoio Multicritério à Decisão (AMD). Já no inglês, comumente, encontra-se as seguintes expressões: *Multiple Attribute Decision Making* (MADM), *Multiple Criteria Decision Making*, (MCDM), *Multiple Objective Decision Making* (MODM), *Multiple Objective Decision Aiding* (MODA), *Multiple criteria Decision Aiding* (MCDA) (GOMES e GOMES, 2012).

As metodologias multicritério surgiram como uma disciplina da Pesquisa Operacional, com o objetivo de apoiar a tomada de decisão em situações complexas. (BELL *et al.*, 1988; BANA *et al.*, 1999; BARBOSA *et al.*, 2017). Cavassin (2004) relata que a Pesquisa Operacional surgiu durante a Segunda Guerra Mundial para auxiliar nos problemas logísticos-militares. Com o fim da Guerra, os pesquisadores desta área adaptaram seus esforços para resolução de problemas de diversas áreas, como: engenharia, administração pública e empresarial, economia, ciências sociais e ambientais, entre outras. Normalmente, as ferramentas utilizadas dentro desta área, como por exemplo a programação linear, têm como objetivo alocar recursos limitados a diferentes atividades e possuem como característica a formulação de uma função objetivo, que deve ser maximizada ou minimizada, sujeita a restrições. No entanto, Barborsa *et al.* (2017) mencionam que tais técnicas podem ser limitadas quando aplicadas em situações complexas que envolvem várias variáveis e que, portanto, não são ideais para tal aplicação.

Nesta perspectiva, Kavran *et al.* (2007) ressaltam que os métodos de tomada decisão multicritério surgiram como uma resposta à necessidade de se resolver problemas que possuem

múltiplos critérios ou objetivos. Os autores apontam que, nos modelos matemáticos clássicos, geralmente, se considera um critério ou uma função objetivo. No entanto, na prática, as decisões importantes raramente possuem essas características e, por isso, necessitam de modelos que englobem vários critérios ao mesmo tempo. Dessa forma, a aplicação dos modelos multicritério se mostra eficiente, pois o seu principal objetivo consiste na busca pela melhor solução possível que esteja consoante com diversos critérios que muitas vezes são conflitantes entre si.

É válido ressaltar que como parte da pesquisa operacional, o ADMC também resulta de uma base interdisciplinar, combinando diferentes áreas como a engenharia, economia, psicologia, informática e matemática (ZARDARI *et al.*, 2013).

Conforme citado anteriormente, a análise multicritério é apta a ser utilizada quando se deve tomar uma decisão complexa. Gomes e Gomes (2012) colocam que decisões complexas possuem pelo menos algumas das características a seguir:

- a) Os critérios de resolução do problema são em número de, pelo menos, dois e conflitantes entre si;
- b) Tanto os critérios como as alternativas de solução não são claramente definidos e as consequências da escolha de dada alternativa com relação a pelo menos um critério não são claramente compreendidas;
- c) Os critérios e as alternativas podem estar interligados, de tal forma que um critério parece refletir parcialmente outro critério, ao passo que a eficácia da escolha de uma alternativa depende de outra alternativa ter sido ou não também escolhida, no caso em que as alternativas não são mutuamente exclusivas;
- d) A solução de um problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma das quais tem seu próprio ponto de vista, muitas vezes conflitantes com os demais;
- e) As restrições do problema não são bem definidas, podendo mesmo haver alguma dúvida a respeito do que é critério e do que é restrição;
- f) Alguns dos critérios são quantificáveis, ao passo que outros só o são por meio de julgamentos de valor efetuados sobre uma escala;
- g) A escala para dado critério pode ser cardinal, verbal, ou ordinal, dependendo dos dados disponíveis e da própria natureza dos critérios (GOMES; GOMES, 2012, p. 63).

Outro ponto que deve ser destacado em relação à análise multicritério é que ela permite incorporar os valores do decisor nos modelos de avaliação, pois entende-se que a subjetividade está presente nos processos de decisão. A incorporação dos aspectos subjetivos no processo de tomada de decisão obteve maior importância durante os anos de 1980 e 1990, devido à necessidade de se quantificar fatores sociais e ambientais (BELTON E STEWART, 2002; BARBOSA *et al.*, 2017).

Barbieri *et al.* (2016) afirmam que as técnicas AMD permitem a tomada de decisão quando os problemas possuem aspectos que vão além da tangibilidade, e que tais técnicas tornam o processo de decisão mais racional e robusto por incorporar à análise informações qualitativas relevantes. Januzzi *et al.* (2009) relatam que a análise multicritério possui uma

abordagem quali-quantitativa, não sendo unicamente exploratória e pouco estrutura de tomada de decisão, nem rigidamente estruturada que constitui os modelos quantitativos da Pesquisa Operacional. Para os autores, o AMD não visa encontrar uma única solução ótima para um objetivo específico, mas sim uma solução compromisso, negociada frente aos objetivos que deve atender.

Existem diversos métodos de análise multicritério, porém Brucker *et al.*(2004) citam que, em geral, tais métodos consistem na sequência das seguintes etapas apresentadas na Figura 2.

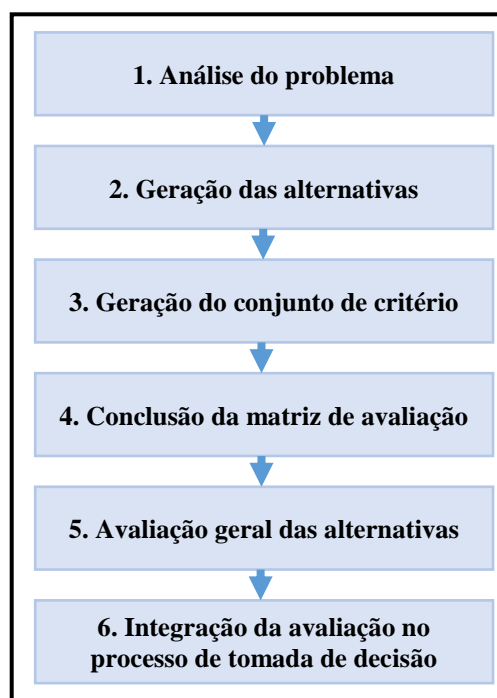


Figura 2- Etapas relacionadas ao processo de Análise Multicritério. Fonte: Adaptado de Brucker *et al.* (2004)

De acordo com Brucker (2004), a primeira etapa do processo é a identificação e análise da natureza do problema. Tendo como base esta análise, formula-se ações ou alternativas que podem solucionar o problema (2ª etapa). Posteriormente, na terceira etapa, é feito o levantamento dos critérios que são relevantes para a avaliação das ações e alternativas a serem estudadas, sendo que um critério é uma função que permite fornecer uma pontuação (quantitativa ou qualitativa) para cada ação, medindo a contribuição dessa ação para um objetivo específico. A partir da pontuação dada, é possível obter uma avaliação parcial para um ou mais critérios. A próxima etapa consiste na elaboração e conclusão da matriz de avaliação, em que todas as ações são avaliadas em relação a todos os critérios. Na quinta etapa, agrega-se as informações obtidas na matriz de avaliação para obter uma avaliação geral das alternativas.

Por último, o resultado final dessa avaliação é integrado ao processo de tomada de decisão mais amplo.

Já para Ishizaka e Labib (2011) todos os métodos de análise multicritério devem seguir quatro etapas, sendo essas: modelagem do problema, avaliação dos pesos, agregação dos pesos, e análise de sensibilidade.

Apesar das etapas gerais apresentadas acima, cada método possui suas particularidades. Dessa forma, o próximo item tem como objetivo apresentar brevemente alguns métodos de análise multicritério encontrados na literatura.

2.3.1 Métodos multicritério

Pérez *et al.*(2014) realizaram uma revisão sistemática sobre a aplicação da metodologia de análise multicritério na área de transporte, considerando o período entre 1982 e maio de 2014. Dos trabalhos analisados, os autores observaram um total de aproximadamente 58 diferentes técnicas de análise multicritério. Hüller *et al.*(2011) realizaram uma análise bibliométrica visando verificar o uso da análise multicritério na área de contabilidade gerencial e controle entre os anos de 1980 e 2009. Tendo como base a análise dos trabalhos, os autores identificaram 17 técnicas diferentes aplicadas nesta área. Longaray *et al.*(2016) apresentaram uma revisão sistemática sobre o uso da análise multicritério em processos decisórios na área da saúde, entre 1990 e 2015. Como um dos resultados, os autores encontraram a aplicação de 8 diferentes métodos e incluíram uma classificação de “outros métodos”, na qual não ficou evidenciado o nome dos métodos considerados nesta classificação. É válido ressaltar que todos os trabalhos citados anteriormente concluíram que o método AHP, *Analytical Hierarchy Process*, foi o método mais utilizado nas respectivas áreas.

As três citações acima evidenciam a quantidade considerável de métodos de análise multicritério que foram desenvolvidos desde o surgimento deste campo de pesquisa. Assim, diversos autores propõem classificações para os métodos de análise multicritério com a finalidade de agrupá-los considerando alguns aspectos comuns entre os mesmos. A classificação de Schärli (1985) denomina as categorias de acordo com o método de agregação que utilizam, tendo as seguintes denominações: agregação completa, parcial e local. Tal classificação também foi citada por Cavassin (2004) e Moufad e Jawab (2017).

Outro tipo de classificação foi proposto por Vincke (1992), e posteriormente citada por Gaurneri (2015), Barbieri *et al.*(2016) e Ishizaka e Siraj (2017). A classificação pode ser melhor visualizada no Quadro 3.

Classificação	Explicação	Principais métodos
Teoria da Utilidade Multiatributo	Os tomadores de decisão fazem um <i>trade-off</i> entre alternativas após compara-las a indicadores retornando um <i>score</i> para cada uma delas, a que obtiver maior pontuação é escolhida (Barbieri <i>et al.</i> , 2016)	MAUT, SMART, TOPSIS, AHP
Métodos de priorização/sobreclassificação	O principal objetivo é a construção de relações binárias que representem as preferências do decisor com base na informação disponível (sem <i>trade-offs</i>) entre critérios, neste caso, não se obtém um score das alternativas mediante seu desempenho em cada critério (GUARNIERI, 2015)	ELECTRE, PROMETHÉE
Métodos interativos	Desenvolvidos em ambiente computacional, em especial através de programação linear multiobjectivo (MOLP), esses métodos possibilitam encontrar a dominância de uma alternativa quando posicionada frente a todos os objetivos estabelecidos, incluindo preferências dos “decisores” após avaliações sucessivas, interativas e lançando mão de cálculos matemáticos (BARBIERI <i>et al.</i> ,2016)	STEM, ICW PARETO RACE e TRIMAP

Quadro 3- Classificação dos métodos de análise multicritério

Os métodos ainda podem ser classificados como os pertencentes à escola Francesa, também denominados MCDA e os pertencentes à Escola Norte-Americana (MCDM) (RIVAS, 2016). Diante do exposto, optou-se por utilizar o método AHP no desenvolvimento desse trabalho.

2.3.1.1 AHP – Analytic Hierarchy Process

Jain *et al.*(2014) declaram que o *Analytical Hierarchy Process*, AHP, é um método de análise multicritério desenvolvido por Thomas Saaty em 1980 e que fornece um ordenamento geral das opções. Conforme De Lucca (2014), o AHP é um método matemático não fundamentado em uma base teórica específica, mas consiste em uma teoria geral da medição de escala de razão baseado em fundamentos matemáticos e psicológicos. Ainda afirma que o

método tem sido largamente utilizado em diversos campos com o objetivo de avaliar, comparar e classificar diferentes opções de planejamento.

Moufad e Jawab (2017) definem o AHP como um método utilizado para representar o problema de decisão por meio de uma estrutura hierárquica que mostra as interações entre os vários elementos que compõe o problema. Após o desenvolvimento de tal estrutura, os autores mencionam que se deve realizar a comparação par a par dos elementos da hierarquia, para então, determinar as ações de prioridades. Em relação à estrutura hierárquica, Barbosa *et al.*(2017) colocam que a hierarquia do problema de decisão é construída por meio da definição do objetivo geral, avaliação dos critérios e subcritérios e, finalmente, das variantes. Saaty (1990) destaca que a construção da estrutura hierárquica possui dois objetivos, sendo estes: fornecer uma visão geral das interações complexas inerentes à situação, e auxiliar o tomador de decisão avaliar se os critérios em cada nível são da mesma ordem de magnitude, assim pode-se comparar tais elementos homogêneos precisamente. A estrutura hierárquica pode ser visualizada na Figura 3.

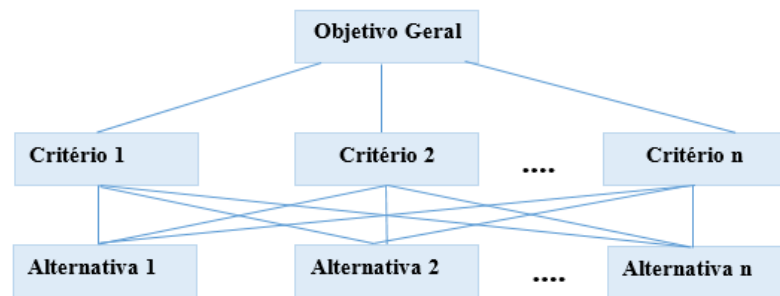


Figura 3- Estrutura hierárquica. Fonte: Adaptado de Saaty (1990)

O AHP fundamenta-se na facilidade que a mente humana possui em realizar comparações entre dois objetos dentro de uma mesma classe, o que é chamado de comparações pareadas, ou do inglês, *pairwise comparisons* (BANDEIRA *et al.*, 2010; BANDEIRA *et al.*, 2013). Este tipo de comparação busca não somente responder quem dos dois elementos é o mais importante, mas também, o quão mais importante um elemento é se comparado com outro (BANDEIRA *et al.*, 2014). A Figura 4 apresenta um exemplo de uma matriz de comparação par a par e a Figura 5 apresenta a escala de valores utilizadas para realizar a comparação entre dois elementos. O valor a_{ij} se refere à importância do critério da linha i em relação ao critério da coluna j , conforme apresentado na Equação 2 (SAATY, 1990).

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \text{ para } i \neq j \text{ e } \quad a_{ij} = 1 \text{ para } i = j \quad (2)$$

	Critério 1	Critério 2	Critério 3
Critério 1	1	a_{12}	a_{13}
Critério 2	$1/a_{12}$	1	a_{23}
Critério 3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1

Figura 4 - Matriz de comparação par a par

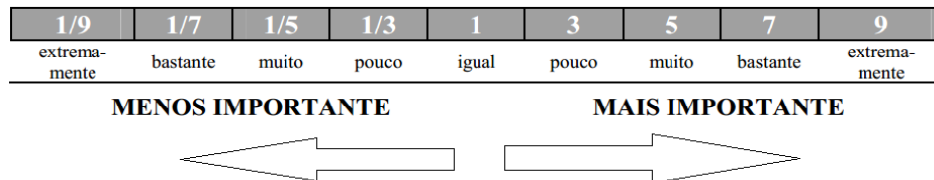


Figura 5- Escala de valores utilizada para determinação da importância entre dois elementos da estrutura hierárquica (SAATY, 1990)

Por meio da matriz de comparação (A), é calculada a matriz de comparação normalizada (A'). Os valores que compõem a matriz normalizada (a'_{ij}) são calculados dividindo cada valor da matriz A pelo somatório dos valores da coluna ao qual ele pertence, conforme a equação (3).

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3)$$

Os pesos dos critérios são obtidos por meio do cálculo do autovetor, ou vetor prioridade, que é resultado da divisão entre o somatório dos valores da linha da matriz normalizada pela quantidade de critérios, conforme equação 4.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n a'_{ij}}{n} \quad (4)$$

O próximo passo consiste na verificação da consistência dos dados, que visa verificar se os tomadores de decisão foram consistentes nas suas opiniões para a tomada de decisão (VARGAS, 2010). A verificação da inconsistência é realizada por meio do cálculo da Razão de Consistência- RC (*Consistency Ratio*), que é apresentado pela equação (5). Uma resposta é tida consistente quando o valor RC é menor que 0,1.

$$RC = \frac{IC}{RI} \quad (5)$$

Em que:

- IC = Índice de Consistência;
- RI= Índice de Aleatoriedade – Random Index.

O Índice de Aleatoriedade (RI) é um valor tabelado e dependente do número de critérios comparados (Tabela 2). O cálculo do Índice de Consistência (IC) é feito por meio da equação (6).

Número de Critérios N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabela 2 - Índice de Aleatoriedade (Saaty, 1990)

$$IC = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (6)$$

Em que:

- n = número de elementos a serem comparados;
- λ_{max} = autovalor de A.

Para a obtenção do autovalor de A (λ_{max}) é utilizada a equação 7.

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \left(\frac{w'_1}{w_1} + \frac{w'_2}{w_2} + \dots + \frac{w'_n}{w_n} \right) \quad (7)$$

Em que:

- w' = Multiplicação da matriz A_{ij} pelo vetor prioridade w , ou seja, $A_{ij} \times w$;
- w = vetor prioridade (equação 4).

A última fase consiste na agregação dos valores dos pesos (obtidos pelos cálculos acima) e dos valores normalizados dos critérios. Agregando os valores, é obtido um *score* S que fornece um ordenamento das opções. Dentre os métodos de agregação tem-se o método de combinação linear ponderada (WLC – *Weighted Linear Combination*), apresentado pela equação 8 (LIMA, 2009).

$$S = \sum_i w_i x_i \quad (8)$$

Em que:

- S = valor final do *score*;
- w_i = peso do indicador i;
- x_i = valor normalizado ou desempenho do critério i.

2.3.2 Análise multicritério aplicado na área de transporte público

Neste item verifica-se algumas aplicações dos modelos multicritério na área de transporte público, visando identificar quais são os modelos mais utilizados neste setor e seus respectivos objetivos.

Para tal, foi escolhida a base de dados *Science Direct* e utilizou-se a opção de pesquisa avançada, que permite a busca combinada de diferentes assuntos. Primeiramente, determinou-se o conjunto de termos a serem buscados no título, no resumo ou nas palavras-chave de cada trabalho. Para a busca referente à transporte público, utilizou-se os seguintes termos: *urban public transportation, urban public transport, public transportation system, public transport system, public transportation service, public transport service, public transportation, public transport, system of urban public transport, system of urban public transportation, collective transport, collective urban transport, collective transportation, collective urban transportation*. Já para a busca sobre modelo multicritério, os termos utilizados foram: *multi-criteria decision making, multi-attribute decision making, multicriteria analysis, multi-criteria analysis, multi-criteria model*. Optou-se por utilizar o filtro referente ao ano de publicação com a intenção de analisar as publicações mais recentes. Dessa forma, a pesquisa refere-se aos trabalhos de 2010 até setembro de 2017, totalizando 18 trabalhos. Posteriormente, analisou-se o título, resumo e as palavras chaves de cada um desses trabalhos, visando verificar se os mesmos realmente referiam-se à uma aplicação na área de transporte público. Percebeu-se que alguns artigos possuíam apenas o termo transporte público no resumo, mas não referiam à uma aplicação na área, portanto tais artigos não foram utilizados. O Quadro 4 representa uma síntese dos artigos, apresentando os autores, o país onde ocorreu a aplicação, o método utilizado e o objetivo de cada trabalho.

Nota-se que a metodologia de análise multicritério tem sido utilizada na área de transporte público em diferentes países, evidenciando a aceitação da metodologia em questão. Observa-se também que ela é utilizada para diversos objetivos tais como: avaliação da qualidade do sistema de transporte, avaliação da melhor rota de ciclismo integrada ao transporte público, seleção de linhas prioritárias para a rede de transporte público, entre outros. Esta análise ressalta a aplicabilidade da metodologia multicritério na área de transporte público, bem como sua diversidade no que se refere às aplicações. Isto é justificado pelo fato dos problemas de transporte, normalmente, serem considerados complexos, envolvendo diferentes atores (usuário, empresa prestadora e poder público) e vários critérios. Em relação aos métodos

adotados, percebe-se que o AHP e o TOPSIS foram os métodos mais utilizados nos trabalhos analisados. No entanto, deve-se destacar o uso de modelos híbridos, que agregam conceitos e etapas de mais de um método multicritério. Além disso, alguns trabalhos optaram por combinar os métodos com outras análises e técnicas, tais como análise estatística e função *fuzzy*.

Autores	País	Método	Objetivo
Barbosa <i>et al.</i> (2017)	Brasil	MCDM/A	Avaliar a qualidade do Sistema Integrado de transporte público em Florianópolis.
Moussa <i>et al.</i> (2013)	Tunisia	ELECTRE I	Desenvolver um modelo multicritério para personalizar sistemas, aplicando-o no campo de transporte inteligente.
Aydin (2017)	Turquia	TOPSIS agregado com análise estatística e função <i>fuzzy</i>	Avaliar a qualidade do serviço do transporte ferroviário para várias linhas e vários períodos.
Jain <i>et al.</i> (2014)	India	AHP	Priorizar critérios de qualidade responsáveis por fazer com que os usuários do transporte individual optem por utilizar o transporte público.
Ana <i>et al.</i> (2014)	Brasil	AHP	Desenvolver um método para auxiliar na avaliação da melhor rota de ciclismo integrada ao transporte público em Salvador.
Yang <i>et al.</i> (2016)	Taiwan	Híbrido (DEMATEL, ANP, ZOGP)	Avaliar o desenvolvimento sustentável de projetos de infraestrutura de transporte levando em consideração os critérios relacionados aos aspectos sociais, ambientais e financeiros.
Pitchipoo <i>et al.</i> (2014)	Índia	COPRAS, AHP, FARE, Entropy Measurement	Reduzir a área do ponto cego através da otimização dos parâmetros de projeto utilizados na concepção do espelho retrovisor em veículos pesados, tendo como estudo de caso a aplicação em uma empresa de transporte público
Hadas e Nahum (2016)	Israel	AHP, TOPSIS e uma combinação dos dois métodos	Selecionar linhas prioritárias para a rede de transporte público considerando vários objetivos e utilizando a análise multicritério para classificar as soluções de cada decisor; e selecionar uma solução de compromisso aceitável para um grupo dos decisores.
Hawas <i>et al.</i> (2016)	Emirados Árabes Unidos	TOPSIS	Avaliar a acessibilidade no trânsito usando diferentes critérios e indicadores.
Chen <i>et al.</i> (2014)	Austrália	WLC (<i>weighted linear combination</i>) combinado com a função <i>fuzzy</i>	Utilizar a metodologia de análise multicritério para desenvolver um serviço baseado em localização que indica a melhor estação de trem para o usuário embarcar considerando a disponibilidade de vagas em estacionamentos próximo à estação, o tempo de viagem para chegar ao destino, a frequência das linhas do trem e o nível de qualidade das estações.

Quadro 4- Análise dos trabalhos sobre AMC aplicados na área de TPU. Fonte: Autora

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto à natureza, a pesquisa pode ser classificada como aplicada, visto que possui o objetivo de desenvolver um modelo para avaliar a qualidade do transporte público e, também, aplicar o modelo em Itajubá, MG. Para MIGUEL *et al.* (2010), pesquisas com esta natureza possuem interesse prático e visam gerar resultados que sejam aplicados para solução de problemas que ocorrem na realidade.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como descritiva, visto que um de seus objetivos é conhecer as características de uma determinada população e, ao aplicar o modelo, é possível interpretar a realidade da atual situação do serviço de transporte público oferecido no município (GIL, 1999; VIEIRA, 2002; MIGUEL *et al.*, 2010).

Quanto ao método é utilizada a modelagem e, para o desenvolvimento do modelo, foi utilizada a metodologia de análise multicritério, aplicada em processos de tomada de decisão de problemas complexos.

O trabalho possui uma abordagem quali-quantitativa, uma vez que, além das análises quantitativas que fornecem uma ordenação dos indicadores e calcula o índice de qualidade para transporte público, também permite inserir opiniões e julgamentos subjetivos, que refletem em um cunho qualitativo da pesquisa. Miguel *et al.* (2010) defendem que a utilização da abordagem combinada (quali-quantitativa) possibilita um melhor entendimento dos problemas de pesquisa do que cada uma das abordagens permitiria isoladamente.

3.2 Etapas do trabalho

O trabalho foi dividido em três fases principais, sendo estas: estruturação do problema e análise do perfil dos usuários, análise desagregada e análise agregada da qualidade do serviço. A Figura 6 apresenta as etapas seguidas em cada uma das fases.

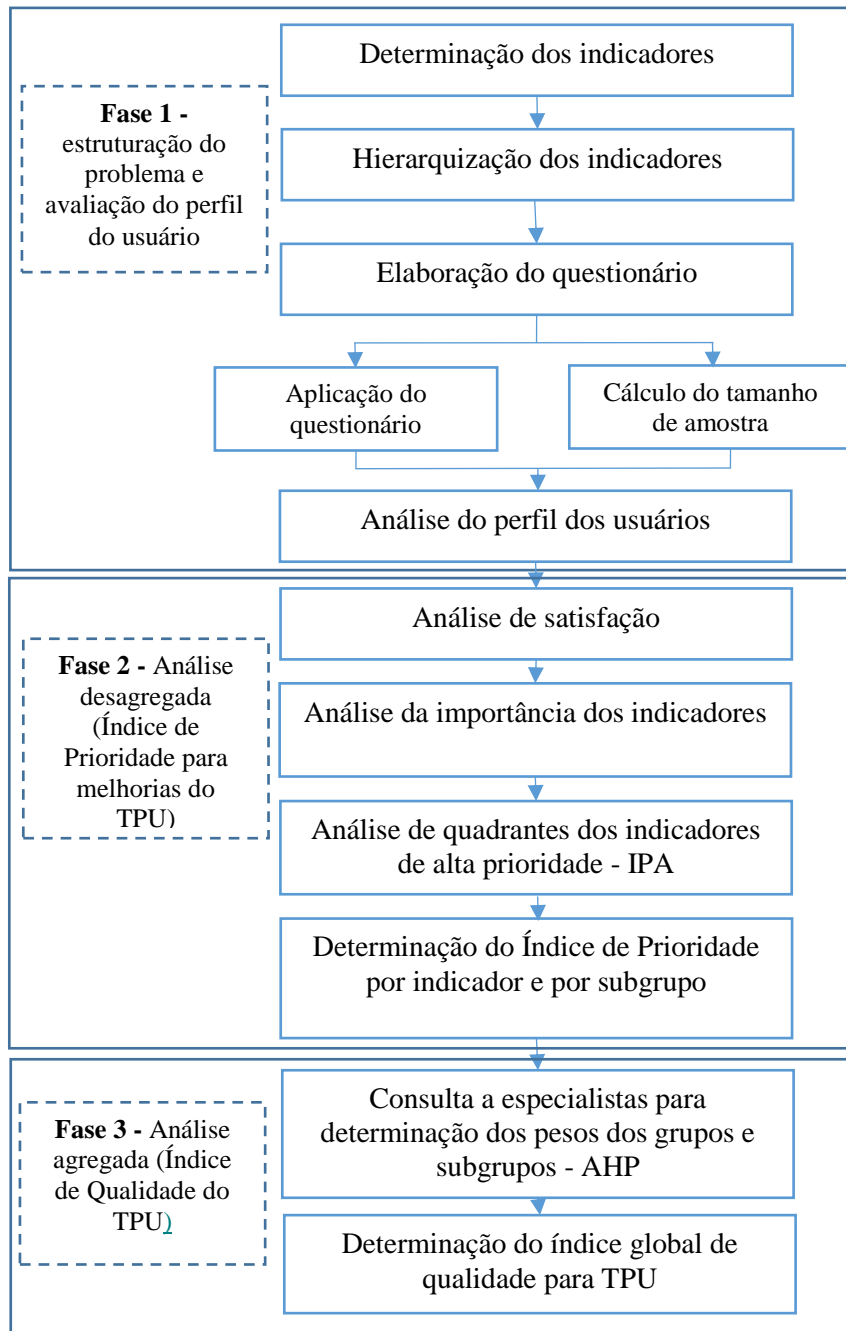


Figura 6- Procedimento metodológico

A **primeira fase** constituiu na estruturação do problema e na análise do perfil dos usuários e está relacionada com o primeiro objetivo específico do trabalho, sendo este: identificar o conjunto de indicadores e estruturar o modelo de decisão de avaliação da qualidade do TPU. Primeiramente foram determinados os indicadores para a composição do modelo de avaliação da qualidade. A determinação dos indicadores foi feita por meio de revisão bibliográfica de trabalhos, das bases de dados *Science Direct* e *Scopus*, que se propuseram avaliar a qualidade do transporte público e, também, por meio de consulta eletrônica às Leis nº 8.987 de 13 de fevereiro de 1995 e nº13.146 de julho de 2015. Ainda foi considerada a realidade

do local objeto de estudo. Dessa forma, foram definidos 25 indicadores de qualidade que são apresentados no item 4.2.

Uma vez definidos os indicadores, estes foram agrupados em uma estrutura hierárquica de acordo com semelhanças entre os mesmos. Para Saaty (2008), a estrutura hierárquica possui dois objetivos, sendo estes: fornecer uma visão geral das interações complexas inerentes à situação e auxiliar o tomador de decisão a avaliar se os critérios, em cada nível, são da mesma ordem de magnitude e, assim, poder comparar tais elementos homogêneos precisamente. Neste trabalho, a utilização da estrutura hierárquica também facilitou o direcionamento de ações a serem tomadas por permitir identificar os responsáveis pela melhoria dos indicadores (poder público ou empresa prestadora do serviço).

Posteriormente, foi elaborado um questionário estruturado (Apêndice A) dividido em três partes principais para ser aplicado juntamente aos usuários do transporte público de Itajubá. A primeira parte do questionário visa obter dados socioeconômicos dos usuários do TPU de Itajubá, além de alguns dados de origem e destino. A segunda parte busca entender os motivos pelos quais os usuários dependem do TPU no município. Por último, a terceira parte do questionário consiste em uma avaliação do usuário quanto à importância e o seu nível de satisfação em relação aos 25 indicadores definidos.

Como o objetivo principal do questionário é obter um nível de satisfação médio e uma importância média para cada indicador, utilizou-se a equação (9) para dimensionar o tamanho da amostra necessária. A equação é utilizada em situações em que se faz necessário estimar um valor médio populacional, com um desvio padrão populacional (σ) desconhecido e tem-se o tamanho da população conhecido e finito (PINHEIRO *et al.*, 2012).

$$n = \left(\frac{\left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot S}{d} \right)^2}{1 + \left(\frac{\left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot S}{d} \right)^2}{N} \right)} \right) \quad (9)$$

Em que:

- n = tamanho da amostra;
- $Z_{\alpha/2}$ = valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado;
- S = desvio padrão;

- N = tamanho da população;
- d = distância máxima considerada tolerável entre a estimativa e o parâmetro.

Foi adotado um grau de confiança de 95%, que corresponde a um valor de $Z_{\alpha/2}$ de 1,96. Adotou-se que o valor máximo tolerável entre estimativa e parâmetro (d) é 0,2. O valor de S corresponde ao desvio padrão de cada valor médio. Foi considerado o maior desvio, pois é o que resulta no maior tamanho de amostra. Para o cálculo do tamanho da população (N), foi utilizada a demanda diária média utilizando os dados de demanda diária fornecido pela empresa de um período de 16 meses.

A **segunda fase** consistiu na fase de análise desagregada dos indicadores de qualidade do serviço de transporte público. Esta etapa é direcionada para um planejamento à curto prazo e tem como finalidade analisar a situação atual dos indicadores de forma individual e determinar os indicadores e os subgrupos de indicadores que devem ser priorizados ao implementar melhorias. Portanto, esta fase está relacionada com o segundo objetivo específico do trabalho. Inicialmente, foi feita uma análise do nível de satisfação dos usuários quanto aos indicadores do modelo de decisão e também da importância atribuída aos indicadores.

Com os dados do nível de satisfação e importância foi possível plotar um gráfico de dispersão e, por meio da análise de quadrantes (*IPA- importance-performance analysis*), foram determinados os indicadores de alta prioridade. Com os dados de importância média e nível de satisfação médio também foi possível medir a confiabilidade interna do questionário, utilizando o teste do coeficiente Alfa de Cronbach (α).

A última etapa desta fase consistiu na priorização dos indicadores e dos subgrupos em uma análise de decisão multicritério. Para tal, foi utilizada a Combinação Linear Ponderada (*WLC - Weighted Linear Combination* – Voogd 1983). O WLC combina os fatores por meio de uma média ponderada que considera a importância relativa de cada indicador e, também, o nível de satisfação dos indicadores, gerando um índice de prioridade por indicador e por subgrupo.

A **última fase** do trabalho consistiu na análise agregada da qualidade do serviço de TPU. Esta fase tem como finalidade gerar o modelo final para a avaliação da qualidade do serviço e obter um índice global que represente a qualidade do sistema de transporte público, pensando em um planejamento à longo prazo. Esta fase está relacionada ao objetivo geral do trabalho e, também, com o terceiro objetivo específico.

Para a finalização do modelo foi aplicado o método AHP visando obter a importância relativa, ou peso, de cada grupo e subgrupo que compõem a estrutura hierárquica, ou seja, dos níveis superiores da estrutura hierárquica. Assim, foram consultados 15 especialistas da área acadêmica, do poder público e da empresa operadora para determinar a importância relativa dos grupos e subgrupos por meio de matrizes de comparação par a par. Os cálculos dos pesos foram realizados utilizando as equações de 2 a 7 apresentadas no referencial teórico no Item 2.3.1.

Por fim, foi determinado o índice de qualidade (IQTPU) que é um valor que incorpora as diferentes opiniões de satisfação dos usuários e também a importância dos indicadores, pela opinião dos usuários, e dos grupos, subgrupos, pela opinião de especialistas.

4 Estruturação do problema e análise do perfil dos usuários

Este item tem como objetivo estruturar o modelo de avaliação da qualidade do sistema de transporte público e avaliar o perfil dos usuários do transporte público de Itajubá, MG. Inicialmente, foi definido o local objeto de estudo, bem como algumas características do sistema de transporte público de Itajubá. Posteriormente, foram determinados os indicadores de qualidade para TPU consultando a literatura existente e as Leis de Concessão e de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Os indicadores definidos foram, então, agrupados em uma estrutura hierárquica, considerando semelhanças entre os mesmos. Ainda neste item, buscou-se detalhar algumas características referentes à elaboração do questionário e sua aplicação. Por último, foram apresentados os resultados obtidos com a aplicação do questionário quanto ao perfil dos usuários do TPU por ônibus de Itajubá.

4.1 Caracterização do objeto de estudo

O trabalho foi realizado no município de Itajubá, localizado no sul de Minas Gerais. Conforme dados do IBGE (2018), o município possui uma população estimada de 96.389 habitantes, uma densidade demográfica de 307.49 hab/km² e uma área de unidade territorial de 294.835 km². A Figura 7 apresenta a localização e o mapa de Itajubá.

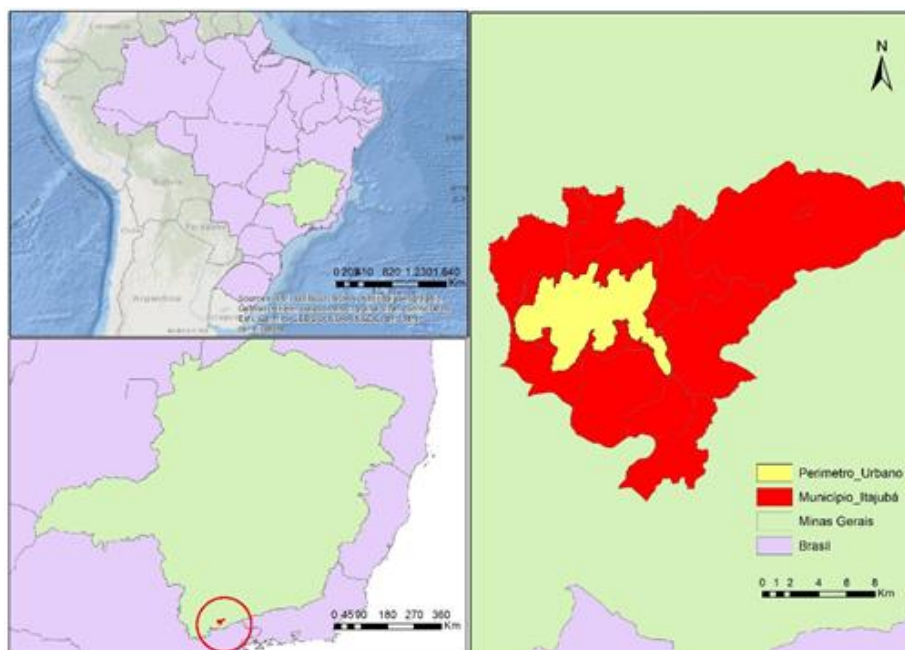


Figura 7- Localização e mapa de Itajubá, MG

No que se refere a alguns dados socioeconômicos, no ano de 2015, o PIB do município foi de 28.270,24 R\$ e, em 2010, o índice de desenvolvimento humano municipal foi de 0.787. Tem-se também que, em 2016, o salário médio mensal dos trabalhadores formais foi de 2,7 salários mínimos.

Em relação ao valor da frota do município, a Tabela 3 apresenta a evolução da quantidade de alguns modos de transporte em Itajubá entre os anos de 2014 e 2018. Estes dados foram obtidos pelos relatórios estatísticos disponibilizados pelo site do DENATRAN (2018). Observa-se que, considerando os modos de transportes apresentados na tabela, o aumento da frota de Itajubá entre 2014 e 2018 foi de 10%. Destaca-se o aumento de utilitários, camioneta, caminhonete, ônibus e motocicletas, que apresentaram o maior crescimento no período considerado.

Os dados apresentados referentes à frota evidenciam a importância de se ofertar um transporte público eficiente visando reduzir os impactos causados pelo crescimento e uso do transporte individual. Em Itajubá, o transporte público é prestado por uma única empresa, que oferece um total de 19 linhas. O valor tarifário para as linhas urbanas é de R\$ 3,75, enquanto o das rurais é de R\$ 4,20. Destaca-se que, no município, não existe a integração tarifária e o modo de transporte por ônibus é o único modo de transporte público.

Tipo da frota	Ano					%
	2014	2015	2016	2017	2018	
Automóvel	26169	26993	27393	27921	28181	108%
Caminhão	845	841	850	867	878	104%
Caminhão trator	82	77	87	86	95	116%
Caminhonete	2982	3154	3306	3439	3453	116%
Camioneta	1420	1492	1579	1722	1838	129%
Micro-ônibus	115	117	113	115	117	102%
Motocicleta	9318	9611	9811	10112	10307	111%
Motoneta	832	859	857	892	894	107%
Ônibus	116	123	136	148	137	118%
Utilitário	313	370	396	477	505	161%
Total	42192	43637	44528	45779	46405	110%

Tabela 3- Valor da frota de Itajubá, MG. Fonte Denatran (2018)

A Figura 8 representa a cobertura do serviço de ônibus em Itajubá, apresentando as linhas de ônibus oferecidas e a localização dos pontos de ônibus.

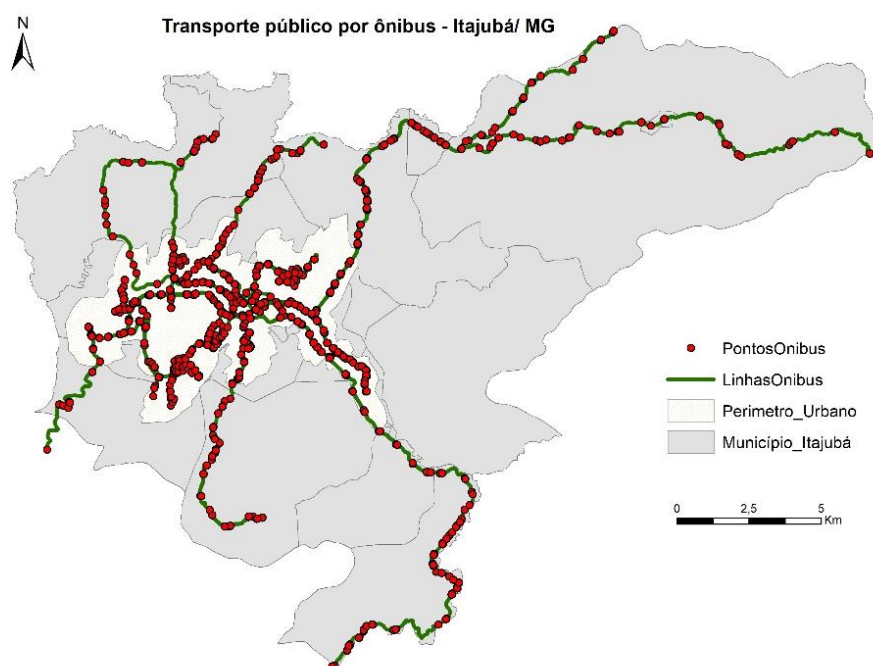


Figura 8- Cobertura do serviço de TPU por ônibus de Itajubá

Analisando os dados de demanda diária entre janeiro de 2017 e abril de 2018 (16 meses), tem-se que a empresa possui uma demanda média mensal de 285.265 usuários e uma demanda média diária de 9411 usuários. Ressalta-se que os dados fornecidos pela empresa não diferem os usuários que usam o ônibus mais de uma vez ao dia. Portanto, o valor de demanda média pode ser menor do que o calculado. No entanto, para efeito de cálculo de tamanho de amostra,

optou-se por usar o valor calculado. A Figura 9 apresenta como se deu a variação da demanda mensal do período de janeiro de 2017 e abril de 2018.

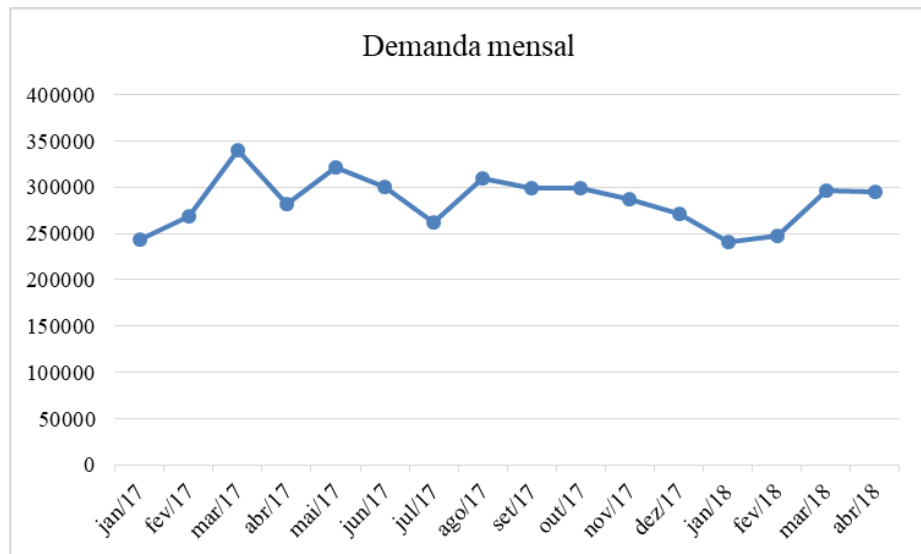


Figura 9- Variação da demanda mensal por ônibus em Itajubá

4.2 Determinação e hierarquização dos indicadores

A determinação dos indicadores foi feita baseado na revisão de literatura e na consulta à Lei de concessão e à Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência.

A revisão da literatura foi feita por meio de artigos que propuseram avaliar a qualidade do TPU usando indicadores e percepção dos usuários. Para a seleção dos artigos, foram utilizadas as bases de dados *Science Direct* e *Scopus*. Inicialmente foram determinados dois grupos de palavras para serem buscadas nos títulos, resumos e palavras-chaves, sendo estes: transporte público e indicadores de qualidade. As palavras relacionadas a transporte público foram: *urban public transportation, collective transport, urban public transport, collective urban transport, public transportation system, collective transportation, public transport system, collective urban transportation, public transportation service, public transport service, system of urban public transport, public transportation, public transport, system of urban public transportation*. Já para a busca referente aos indicadores de qualidade, utilizou-se os seguintes termos: *quality indicators, criteria of quality, indicators of quality, elements of quality, quality parameters, quality elements, parameters of quality, quality features, quality factors, quality aspects, factors of quality, aspects of quality, quality attributes, indicators of quality, attributes of quality, quality standards, service attributes, standards of quality, quality criteria*.

O Quadro 5 representa uma síntese dos artigos avaliados, apresentando os autores, os países em que as pesquisas ocorreram e os modos de transporte que foram abordados nos artigos.

Autores	País	Modo de transporte
Ngoc <i>et al.</i> (2017)	Vietnam	Ônibus
Diez-Mesa <i>et al.</i> (2016)	Espanha	Veículo leve sobre trilhos
Efthymiou <i>et al.</i> (2017)	Grécia	Ônibus
Guirao <i>et al.</i> (2016)	Espanha	Ônibus
Abenoza <i>et al.</i> (2017)	Suécia	Transporte público em geral
Diana <i>et al.</i> (2016)	Romênia, Reino Unido, Irlanda, Grécia, Itália, Espanha, Lituânia e Suécia	Trem, Metro, Bonde, Ônibus
El-geneidy e Grisé (2017)	Reino Unido	Ônibus
Mouwen (2015)	Holanda	Ônibus, bonde elétrico, metrô, trem
Maraglino <i>et al.</i> (2014)	Espanha	Ônibus
Noor <i>et al.</i> (2014)	Malásia	Ônibus e micro-ônibus
Tsami e Nathanail (2017)	Grécia	Ônibus urbano, metrô, ferroviário e bonde
Birago <i>et al.</i> (2017)	Gana	Ônibus
Suman <i>et al.</i> (2017)	Índia	Ônibus
Barcelos <i>et al.</i> (2017)	Brasil	Ônibus
Antunes e Simões (2013)	Brasil	Ônibus
De Oña e De Oña (2013)	Espanha	Ônibus
Maha <i>et al.</i> (2014)	Romênia	Ônibus
Azmi <i>et al.</i> (2018)	Malásia	Trem
Bajčetić <i>et al.</i> (2018)	Sérvia	Ônibus, ônibus elétrico, bonde elétrico, trem
De Onã <i>et al.</i> (2018)	Espanha	Ônibus
Güner (2018)	Turquia	Ônibus
Lombardo <i>et al.</i> (2018)	Itália	Ônibus
Silver (2018)	Alemanha	Veículos leve sobre trilho e ônibus
Aquino <i>et al.</i> (2018)	Brasil	BRT
Leitão <i>et al.</i> (2018)	Brasil	Ônibus
Freitas <i>et al.</i> (2018)	Brasil	Ônibus

Quadro 5- Análise dos artigos sobre qualidade para TPU. Fonte: Autora

A pesquisa foi realizada na base de dados *Science Direct* com artigos publicados entre 2013 e 2017. Para complementar a análise, também realizou-se uma busca na base *Scopus*, porém para o ano de 2018. Além destes, também foram inseridos nas análises alguns trabalhos nacionais que trataram do tema e que foram publicados no período pré-estabelecido. Dessa forma, foram obtidos 45 artigos. Posteriormente, foi feita uma revisão em pares de todos os

títulos, resumos e palavras-chaves dos artigos para determinar quais poderiam ser considerados. A partir desta análise preliminar, foram descartados 9 artigos, visto que os mesmos não tratavam diretamente de qualidade para transporte público. Todos os demais artigos foram lidos completamente e decidiu-se selecionar os artigos que avaliaram a qualidade do TPU por meio da avaliação de indicadores e também com a opinião dos usuários, o que totalizou 26 artigos. Por último, foi feito o levantamento dos indicadores utilizados nestes artigos.

A maioria dos trabalhos foi aplicado em países europeus, correspondendo a 62% dos artigos analisados, com destaque para a Espanha, Reino Unido e Suécia. Esta constatação pode ser explicada pelo estudo de Buehler e Pucher (2012), que afirma que os países europeus estimulam o uso do transporte público por meio de políticas de apoio que visam melhorar a qualidade do serviço prestado, fornecer tarifas mais atrativas, desenvolver transportes integrados e multimodais e aplicar altas taxas e restrições para o uso do carro. Em relação aos modos de transporte que foram objeto de estudo, 88% dos artigos analisados abordaram o transporte público por ônibus, mostrando a importância deste modo de transporte.

O Quadro 6 apresenta os indicadores identificados nos artigos e os autores que os utilizaram. Para a construção do Quadro 6, foi necessário avaliar a definição de cada indicador, visto que muitos trabalhos não os abordam de forma direta. Alguns autores abordam, por exemplo, a acessibilidade como a quantidade de pontos de ônibus, facilidade de embarque e desembarque e distância para se ter acesso ao ponto. A informação é um indicador que pode representar o fornecimento de informação aos passageiros nos pontos, em escritórios, no próprio veículo, por e-mail e em sites, a existência de tecnologias de informação e comunicação e, informações sobre transferências, mudanças planejadas e não planejadas. Para a tarifa, foram considerados os trabalhos que avaliaram o valor da tarifa, tipos de bilhetes e rede de venda. Já em características dos pontos e terminais, considerou-se os trabalhos que avaliaram a condição em geral, ou foram mais específicos analisando a existência de bancos, abrigos e a limpeza dos mesmos. Quanto ao tempo de viagem, os trabalhos citados abordaram o tempo gasto para chegar ao destino final e a velocidade do veículo. As características dos veículos referem-se aos seus equipamentos tangíveis, características dos assentos, janelas e instalações para carregar diversos itens como bagagens. O conforto pode ser avaliado em função da temperatura, nível de ruídos, poluição sonora, e sensação de suavidade durante a viagem. Para abordar o indicador conectividade, alguns autores consideraram a distância entre os pontos de transferência, tempo de espera para fazer integração e sobre a facilidade trocar de veículo. Os demais

indicadores foram abordados de maneira direta. A Figura 10 apresenta a frequência com que cada indicador foi utilizado para a avaliação da qualidade considerando os artigos selecionados.

	Ngoc <i>et al.</i> (2017)	Diez-Mesa <i>et al.</i> (2016)	Efthymiou <i>et al.</i> (2017)	Guirao <i>et al.</i> (2016)	Abenzoar <i>et al.</i> (2017)	Diana <i>et al.</i> (2016)	Grisé e El-geneidy (2017)	Mouwen (2015)	Maraginoer <i>et al.</i> (2014)	Noor <i>et al.</i> (2014)	Tsami e Nathanael (2017)	Birago <i>et al.</i> (2017)	Suman <i>et al.</i> (2017)	Barcelos <i>et al.</i> (2017a)	Antunes e Simões (2013)	De Oña e De Oña (2013b)	Maha <i>et al.</i> (2014)	Azmi <i>et al.</i> (2018)	Bajčetić <i>et al.</i> (2018)	De Oñá <i>et al.</i> (2018)	Güner (2018)	Lombardo <i>et al.</i> (2018)	Silver (2018)	Aquino <i>et al.</i> (2018)	Leitão <i>et al.</i> (2018)	Freitas <i>et al.</i> (2018)	
Acessibilidade	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	
Informação	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Pontualidade	x		x	x	x	x	x	x				x	x	x	x	x	x						x		x	x	x
Segurança pública	x	x	x				x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x			x		x	x	x
Frequência	x		x		x		x	x	x	x	x	x					x	x	x	x	x	x	x			x	x
Tarifa	x		x		x	x		x	x	x	x	x	x	x			x	x		x	x			x			x
Tempo de viagem	x			x	x		x	x	x			x	x	x	x	x				x	x	x		x		x	x
Lotação		x		x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x		x		x	x
Característica dos pontos	x		x	x	x	x	x			x	x	x		x	x								x		x	x	x
Comportamento dos funcionários			x		x	x		x	x		x				x	x	x	x		x	x		x		x	x	x
Conforto				x	x		x	x	x	x		x			x		x	x	x		x		x		x	x	x
Limpeza dos veículos	x		x	x			x		x	x	x	x				x	x		x	x			x		x	x	x
Segurança viária	x			x	x				x	x		x	x	x	x			x	x				x		x	x	x
Conectividade			x	x	x	x			x	x	x	x			x			x		x			x		x	x	x
Características dos veículos	x	x			x		x	x	x	x	x	x			x			x		x				x		x	x
Comportamento do motorista	x		x	x			x	x	x	x	x	x						x		x						x	
Cobertura da rede	x		x	x	x				x	x	x									x							
Disponibilidade do Serviço	x	x	x						x		x								x	x	x	x					
Dispositivo para pessoas com necessidades especiais	x		x						x	x														x		x	x
Interface com o cliente		x			x				x		x								x				x		x		
Aspectos ambientais		x	x						x						x								x				

Quadro 6 - Levantamento de indicadores de qualidade para TPU

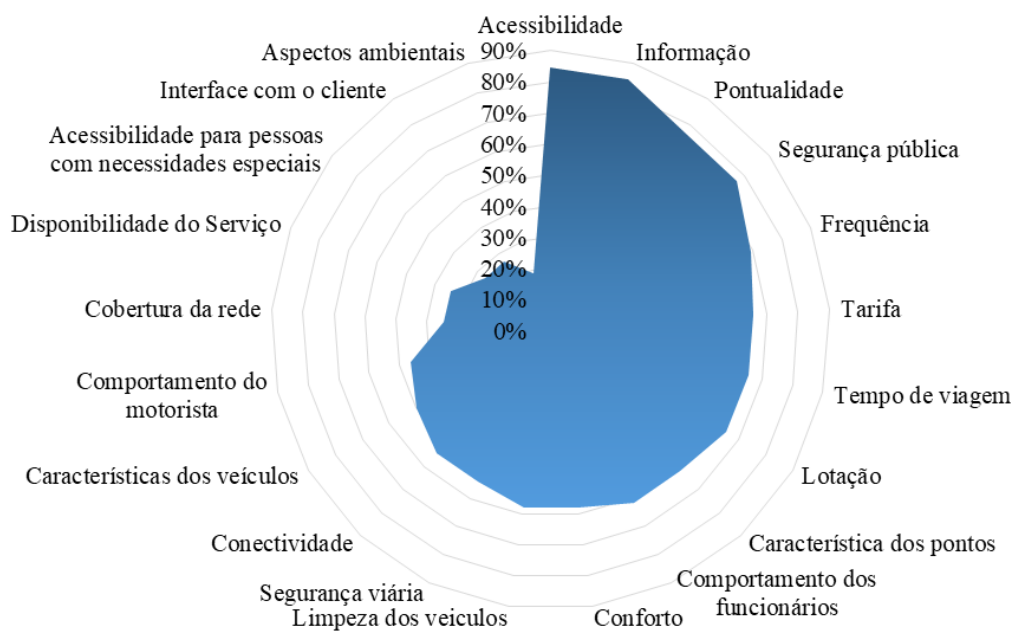


Figura 10- Frequência em que os indicadores foram utilizados nos trabalhos analisados

Percebe-se pelo Quadro 6 e pela Figura 10, que a maioria dos indicadores teve alta taxa de citação, sendo que apenas 5 foram avaliados em menos de 40% dos artigos, sendo estes: cobertura da rede; disponibilidade do serviço; acessibilidade para pessoas com deficiência, mobilidade reduzida ou idosas; interface com o cliente e aspectos ambientais. Vale destacar os indicadores acessibilidade, informação, pontualidade, segurança pública, e frequência, que foram avaliados em, respectivamente, 85%, 85%, 77%, 77% e 69% dos artigos. Além destes, os indicadores tarifa, tempo de viagem, lotação, características dos pontos/terminais, comportamento dos funcionários e conforto também foram bastante utilizados, todos sendo avaliados em mais de 60% dos artigos. Estas constatações estão de acordo com De Onã e De Onã (2013a) que alega que, apesar de não haver um consenso sobre os indicadores que devem ser utilizados para avaliar a qualidade, a frequência, pontualidade, conforto, limpeza, segurança, disponibilidade de informação, cortesia da equipe e tarifa são os mais utilizados.

Nota-se que a acessibilidade para as pessoas que possuem algum tipo de necessidade especial teve baixa taxa de utilização, sendo avaliado em apenas 27% dos artigos. No entanto, destaca-se que, no Brasil, a adaptação do sistema de transporte público para pessoas com deficiência é um direito assegurado pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Lei Nº 13.146 de Julho de 2015, (BRASIL, 2015). Dessa forma, avaliar este fator e fiscalizar o seu cumprimento é essencial para que todos tenham acesso ao serviço de transporte e as oportunidades que o meio urbano oferece.

Definiu-se que todos os indicadores que foram citados em mais de 40% dos trabalhos analisados seriam considerados no estudo, sendo estes: acessibilidade, informação, segurança pública, pontualidade, tarifa, lotação, frequência, características dos veículos, tempo de viagem, segurança viária, limpeza, características dos pontos, comportamento do motorista e cobrador, conectividade e conforto.

Somado a isto, tem-se que, por lei, um serviço para ser considerado adequado deve satisfazer as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidades, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas. Isto implica que o serviço deve ser ofertado sem interrupções injustificadas, atender as necessidades de deslocamentos daqueles que necessitam do serviço, ser seguro em relação a crimes e acidentes, ser atual no que se refere aos equipamentos e instalações, apresentar um bom tratamento dos funcionários com os usuários e possuir um valor tarifário que permita que todos que necessitam possa utilizá-lo.

Assim, foram definidos 25 indicadores para configurar o modelo. Os indicadores podem ser visualizados no Quadro 7, juntamente com suas definições adotadas.

Grupo	Subgrupo	Indicador	Definição
Infraestrutura	Veículos	Idade	Idade da frota veicular
		Limpeza	Nível de limpeza dos veículos
		Adaptação para pessoas com necessidades especiais	Existência de dispositivos para cadeirantes e assentos prioritários para pessoas com necessidades especiais
		Conforto	Nível de conforto dos veículos
		Informação	Disponibilidade de informação dentro dos veículos
	Pontos de ônibus	Acessibilidade	Facilidade de se ter acesso ao serviço
		Existência de bancos	Disponibilidade de assentos nos pontos de ônibus
		Existência de cobertura	Disponibilidade de cobertura nos pontos de ônibus
		Sinalização	Disponibilidade de placas de indicação dos pontos de ônibus
		Informação	Disponibilidade de informação nos pontos de ônibus
Vias	Adaptação para pessoas com necessidades especiais	Existência de assentos prioritários para pessoas com necessidades especiais	
	Pavimentação	Qualidade da superfície de rolamento	
	Sinalização	Disponibilidade de sinalização (vertical e horizontal) das vias	
Operacional	Confiabilidade	Congestionamento	Nível de engarrafamento das vias do município
		Tempo de viagem	Tempo gasto para chegar ao destino final
		Frequência	Intervalo de tempo entre dois ônibus
	Conveniência	Pontualidade	Cumprimento dos horários pré estabelecidos
		Lotação	Quantidade de passageiros no interior dos veículos
		Segurança pública	Nível de segurança quanto a crimes durante a viagem
		Segurança viária	Nível de segurança quanto a acidentes de trânsito
Tarifa	Valor monetário da viagem		
Integração tarifária	Possibilidade de pagar apenas um valor tarifário para mais de uma viagem dentro de um período de tempo pré estabelecido		
Intermodalidade	Possibilidade de integração entre dois ou mais modos de transporte		
Comportamental		Cordialidade dos funcionários	Postura dos funcionários durante o serviço
		Habilidade de direção dos motoristas	Desempenho dos motoristas na direção

Quadro 7- Indicadores utilizados para a construção do modelo

Como no município de Itajubá o único modo de transporte público oferecido é o transporte por ônibus, a intermodalidade foi abordada como a possibilidade de integrar a bicicleta e o ônibus, dois modos de transporte tidos como sustentáveis.

Para a construção da estrutura hierárquica, os indicadores foram agrupados em três grupos principais, sendo estas: infraestrutura (relacionados aos equipamentos e instalações), operacional (indicadores relacionados com a viagem) e comportamental (indicadores relacionados com os funcionários da operadora).

Em relação aos indicadores operacionais, todos os que tornam a escolha pelo modo de transporte público oportuna foram agrupados no subgrupo conveniência, sendo estes: lotação, segurança pública e viária, tarifa e conectividade, em que se considera a integração tarifária e a intermodalidade. Já os indicadores frequência, pontualidade e tempo de viagem foram agrupados no subgrupo confiabilidade, pois são esses que asseguram ao usuário que ele chegará ao destino requerido no horário desejado, bem como, assegura que o serviço está disponível quando necessário, ou seja, tornam o serviço confiável.

O indicador informação não foi tratado de forma separada, estando presente dentro de veículos e pontos de ônibus, pois são os locais em que se deve fornecer informações sobre o serviço prestado. O mesmo acontece com a acessibilidade para pessoas com necessidade especial. Sobre a acessibilidade, esta está relacionada com a facilidade de se ter acesso ao serviço, ou seja, de encontrar um ponto para utilizar o transporte público. Por este motivo, ela está alocada dentro de pontos e refere-se à quantidade de pontos de ônibus. A Figura 11 apresenta a estrutura hierárquica, ou seja, o modelo de avaliação da qualidade do transporte público.

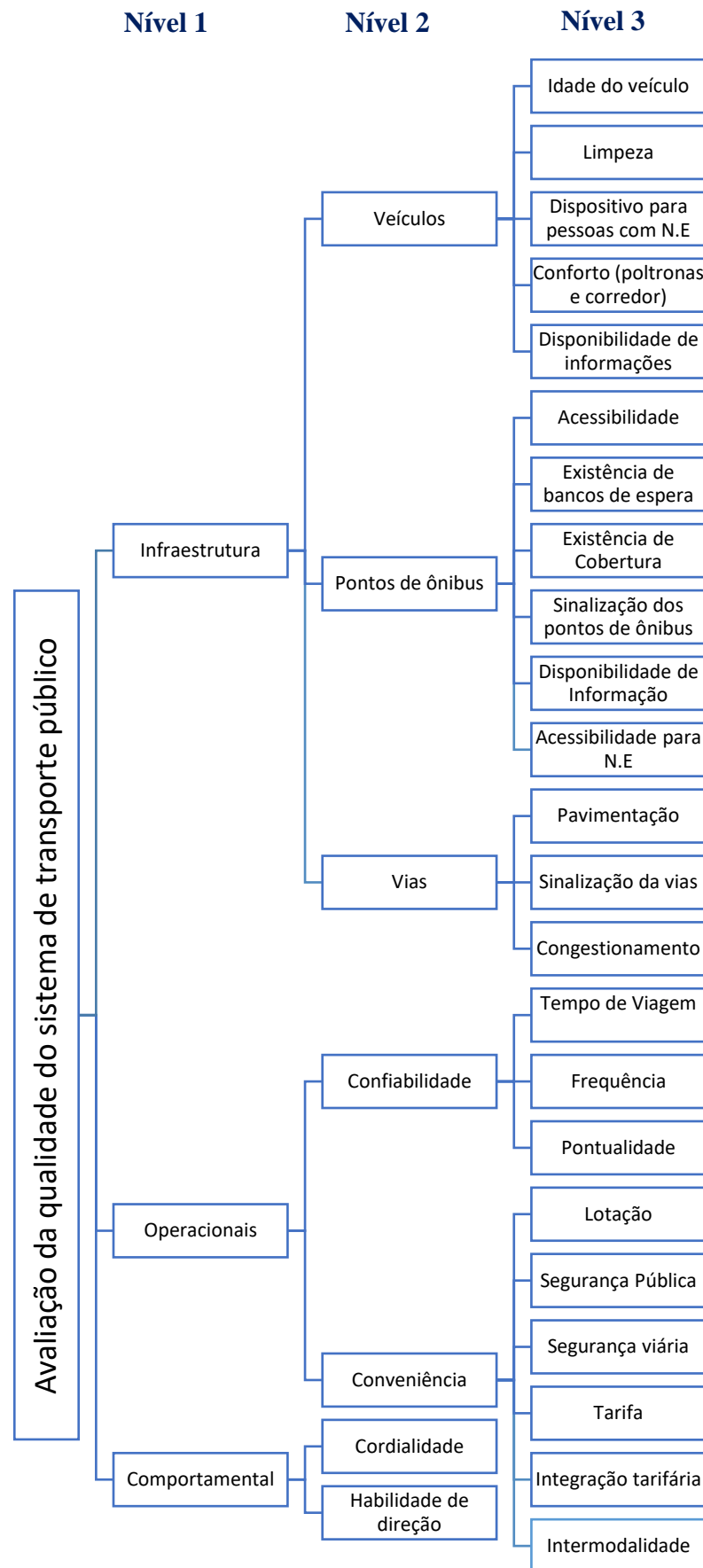


Figura 11 - Estrutura hierárquica para a avaliação da qualidade do TPU

4.3 Questionário

A coleta de dados ocorreu por meio de consulta aos usuários do TPU de Itajubá. Assim, foi necessário elaborar um questionário (Apêndice A) para ser aplicado com os usuários. O questionário foi dividido em três fases principais. A primeira parte é composta por perguntas que caracterizam os usuários quanto ao gênero, idade, escolaridade, ocupação, forma de pagamento e renda domiciliar. Ainda na primeira parte, foram elaboradas questões de origem-destino e sobre os modos de transporte utilizados para cada viagem. As questões referentes à origem e destino não foram analisadas neste trabalho, sendo objeto de estudo de uma outra pesquisadora membro do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá.

A segunda parte visa buscar informações sobre os motivos pelos quais os usuários utilizam o transporte público (estudo, trabalho, lazer, atividades rotineiras), a frequência na qual os mesmos utilizam o serviço, a disponibilidade de outros modos de locomoção e, também, os fatores que influenciam na escolha pelo transporte coletivo.

A terceira parte do questionário busca avaliar a importância de cada indicador de acordo com a opinião de cada entrevistado e, também, determinar o quão satisfeito ele está com o desempenho atual de cada indicador, o que determina o nível de satisfação do usuário em relação a cada indicador. Sendo assim, para a obtenção da importância, foi utilizada uma escala Likert variando de 1 a 5, sendo: 1- Nada importante, 2- Pouco importante, 3- Importância média, 4- Importante, 5- Muito importante. Analogamente, para a obtenção do nível de satisfação, os entrevistados avaliaram cada indicador por meio de uma escala variando de 1 a 5, sendo: 1- Péssimo, 2- Ruim, 3- Razoável, 4- Bom e 5- Excelente. Guirao *et al.* (2016) relatam que a escala Likert de 5 pontos é a mais adotada em pesquisas de satisfação para avaliar a qualidade do serviço de transporte público e foi utilizada nos trabalhos de Tsami e Nathanail (2017), Bajčetić *et al.* (2018), Antunes e Simões (2013), Aquino *et al.* (2018), Guirao *et al.* (2016), Abenoza *et al.* (2017), Birago *et al.* (2017), Barcelos *et al.* (2017), De Onã *et al.* (2018) e Freitas *et al.* (2018).

É válido ressaltar que em 2017 foi realizado um pré-teste do questionário visando identificar potenciais falhas e problemas de entendimento referente à linguagem utilizada. Nesta etapa do trabalho foi utilizada uma amostra de 56 pessoas. Concluiu-se que o questionário estava relativamente extenso para ser aplicado em pontos de ônibus, visto que o tempo que o passageiro espera pelo ônibus é inferior ao tempo necessário para se responder o questionário.

Observou-se também que, quando aplicado em pontos de ônibus, o entrevistado tem menos predisposição em responder, o que pode influenciar na precisão dos dados. Dessa forma, optou-se por não aplicar o questionário em pontos de ônibus. No que se refere à linguagem, foram feitas algumas alterações visando melhorar o entendimento do questionário.

A aplicação dos questionários foi realizada por duas pesquisadoras, em diferentes horários e dias da semana e, também, em diferentes locais da cidade, visando obter uma amostra heterogênea de usuários e, assim, dados mais confiáveis. Dentre os locais em que os questionários foram aplicados tem-se escolas municipais, universidades, supermercados, lojas, na região central, em alguns bairros mais afastados, na prefeitura, na secretaria de educação e em um conjunto habitacional.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado pela equação 9, apresentada no item 3.2. Pela equação, o tamanho da amostra é dependente do desvio padrão de um valor médio, do nível de confiança desejável, do tamanho da população e da distância máxima aceitável entre estimativa e parâmetro. Para o cálculo do tamanho da amostra deste trabalho, foram utilizados os desvios padrão dos valores médio de importância e nível de satisfação. Adotou-se o maior valor para o tamanho da amostra.

Os valores de importância e nível de satisfação também foram utilizados para testar a confiabilidade interna do questionário por meio do teste do coeficiente alfa de Cronbach. O teste verifica se existe uma lógica na variação das respostas e também mede a relação interna baseado na correlação média de cada item (MAROCO e GARCIA-MARQUES, 2006; CRONBACH e SHAVELSON, 2004). O alfa de Cronbach é um valor entre 0 e 1, sendo que o valor mínimo aceitável para o alfa é 0,70, enquanto o valor mais alto é de 0,90 (STREINER, 2003).

4.4 Análise do perfil dos usuários

Inicialmente foi realizada uma análise quanto aos dados socioeconômicos dos usuários de Itajubá, MG. A amostra foi composta por 220 entrevistados e a Tabela 4 apresenta as características quanto ao gênero, faixa etária, nível de escolaridade, ocupação e renda domiciliar. Observa-se que 80% da amostra é composta por pessoas do gênero feminino. A maioria das pessoas do gênero masculino que foram abordadas disseram nunca utilizar o TPU por ônibus devido preferirem realizar seus deslocamentos a pé ou de bicicleta. Ainda destacaram preferirem estes outros modos de transporte devido à má qualidade do serviço de

TPU do município. Muitas mulheres disseram não possuir outra opção e, por se sentirem mais seguras, utilizam o serviço. Também observou-se nos pontos de ônibus que a maioria dos usuários são pessoas do gênero feminino. No que se refere à faixa etária, 27% dos entrevistados possuem entre 15 e 20 anos, 18% entre 20 e 30 anos, 15% entre 30 e 40 anos, 18% entre 40 e 50 anos, 16% entre 50 e 60 anos e 6% possuem mais que 60 anos.

Quanto ao nível de escolaridade, a Tabela 4 mostra que a maior parte dos entrevistados possuem ensino médio completo (25%), seguido de ensino médio incompleto (24%). Em relação à ocupação, 33% trabalham com carteira assinada e 25% são estudantes. Destaca-se também que 56% dos entrevistados possuem uma renda domiciliar entre 1 e 3 salários mínimos e 20% disseram possuir renda domiciliar de até 1 salário mínimo. Isto reforça a importância do transporte público para a população de baixa renda e da necessidade de subsídios por parte dos órgãos competentes visando tornar este serviço mais acessível para estas pessoas.

Gênero		Ocupação	
Feminino	80%	Carteira assinada	33%
Masculino	20%	Sem carteira assinada	2%
Faixa etária		Servidor público	16%
De 15 a 20 anos	27%	Estudante	25%
De 20 a 30 anos	18%	Autônomo	8%
De 30 a 40 anos	15%	Aposentado	5%
De 40 a 50 anos	18%	Desempregado	9%
De 50 a 60 anos	16%	Estudante e empregado	2%
Acima de 60 anos	6%	Renda domiciliar	
Nível de escolaridade		Até 1 salário mínimo	20%
Ensino básico	9%	De 1 a 3 salários	56%
Fundamental Incompleto	5%	De 3 a 6 salários	19%
Fundamental Completo	9%	Acima de 6 salários	5%
Médio Incompleto	24%		
Médio Completo	25%		
Superior Incompleto	15%		
Superior Completo	10%		
Pós graduação	4%		

Tabela 4- Caracterização da amostra

A Figura 12 caracteriza a amostra quanto ao tipo de pagamento ao utilizar o TPU. Nota-se que 32% dos entrevistados estão na categoria comum, o que significa que pagam o valor integral da passagem. Os que possuem vale transporte representaram 41% e os que pagam como estudante, usuários que pagam metade do valor tarifário, corresponderam à 20% da amostra. O vale-transporte consiste em um benefício para o empregado assegurado pela Lei nº 7.619 de 1987. Se for desejo da pessoa empregada, o empregador é obrigado a custear o seu transporte (BRASIL, 1987), sendo que é descontada uma porcentagem no valor do salário do empregado.

Estes dados reafirmam a importância do transporte público, uma vez que muitos usuários o utilizam para realizar atividades essenciais como estudo e trabalho.

Ressalta-se também que o poder público pode fornecer subsídios para custear as gratuidades. No município de Itajubá, pessoas acima de 65 anos não precisam pagar para usar o serviço e estudantes pagam metade do valor. Caso o município não custeie parte destas gratuidades, o valor é repassado para os usuários que pagam o valor integral, o que pode fazer com que a tarifa tenha um alto valor.

Forma de pagamento

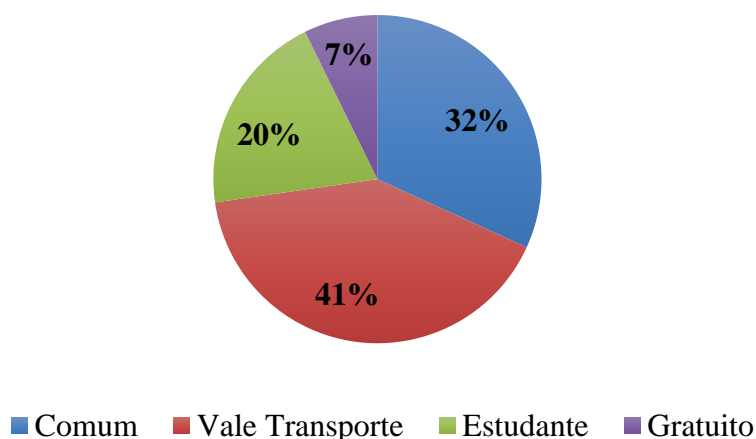


Figura 12- Caracterização da mostra quanto ao tipo de pagamento

A Figura 13 apresenta os principais motivos pelos quais os usuários dependem do serviço de transporte público. Ressalta-se que a categoria atividades rotineiras engloba respostas como necessidade de ir ao banco, médico, igreja, fazer compras, visitar familiares e lazer. Nota-se que 56% da amostra disseram que utilizam o transporte público para trabalho. Desses, 24% utilizam o transporte para o trabalho e outras atividades, como estudo e atividades rotineiras. Destaca-se também que 22% da amostra utilizam o transporte público para estudo e, desses, 15% utilizam também para outros motivos como trabalho e demais atividades. Estes dados ratificam o que foi mencionado na análise da Figura 9 sobre os usuários utilizarem o serviço de transporte público para realizar atividades importantes, como estudo e trabalho, e vai ao encontro do que foi apresentado no referencial teórico sobre a demanda do transporte público ser derivada de outras atividades, destacando a importância do planejamento deste serviço público (WEE *et al.*, 2014).

A Figura 14 mostra a frequência na qual os entrevistados utilizam o transporte público por ônibus em Itajubá. Verifica-se que 33% responderam que utilizam o TPU de segunda à sexta, 18% disseram utilizar o serviço todos os dias e 14% utilizam o TPU de segunda sábado. Estes dados mostram que a maior parte dos usuários em Itajubá dependem deste serviço e que o transporte público por ônibus constitui no principal modo de locomoção para estas pessoas.

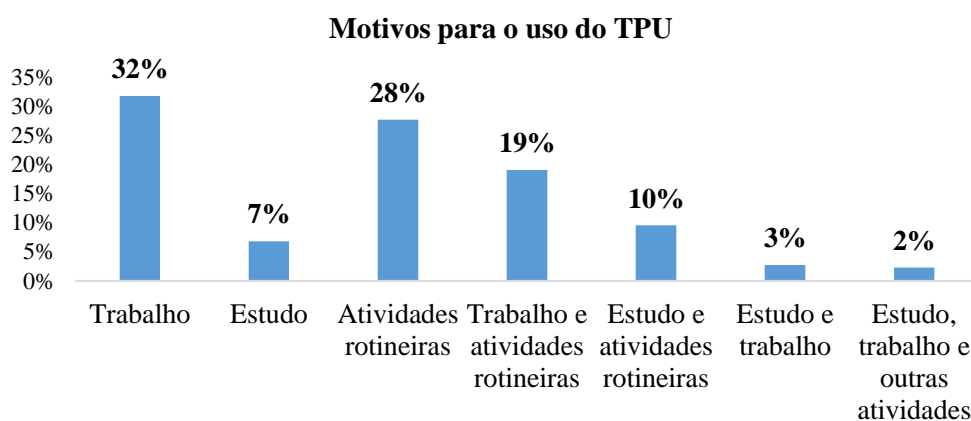


Figura 13- Motivos pelos quais os usuários utilizam o TPU

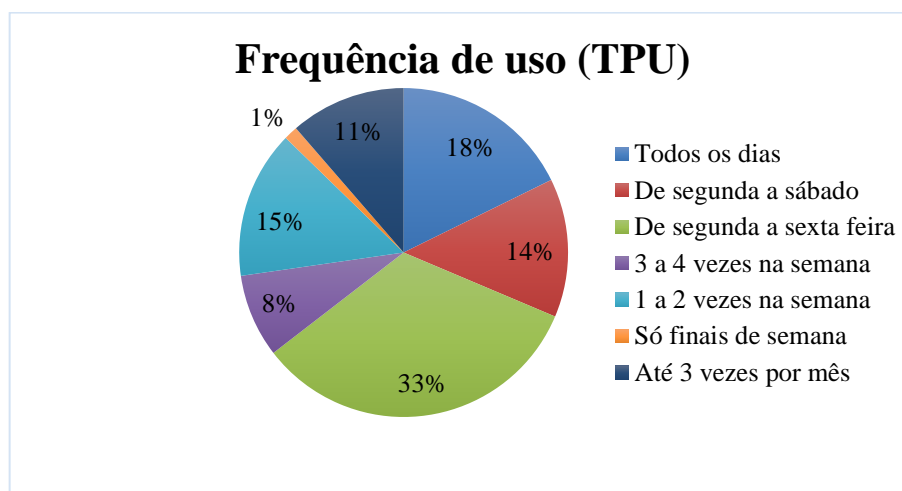


Figura 14- Frequência na qual os usuários utilizam o TPU

Em relação à disponibilidade de outros modos de locomoção na família, a Figura 15 mostra que 20% das pessoas entrevistadas disseram possuir somente carro, 6 % disseram possuir moto, 20% possuem bicicleta, 6% possuem carro e moto, 16% tem carro e bicicleta, 2% possuem moto e bicicleta, 11% possuem carro, moto e bicicleta, e 18% não possuem nenhum dos modos de transporte citados anteriormente. A Figura 16 apresenta a frequência na qual se utiliza estes outros modos de locomoção na família do entrevistado. Observa-se que 52% disseram que, em suas famílias, utiliza-se estes outros modos de locomoção diariamente e 12% disseram utilizá-los de segunda a sexta feira. Estes dados comprovam a tendência de

aquisição de veículos particulares apresentada no referencial teórico e reforça a necessidade de se ofertar um transporte público de qualidade, visando não permitir que seus usuários optem pelo uso transporte individual. O fato de 49% dos usuários do TPU entrevistados possuírem bicicleta, também evidencia a possibilidade de integração entre a bicicleta e o ônibus. Por último, o fato de uma parcela dos entrevistados (18%) não possuir veículo, moto ou bicicleta, mostra que algumas pessoas são totalmente dependentes do TPU para realizar seus deslocamentos diários.

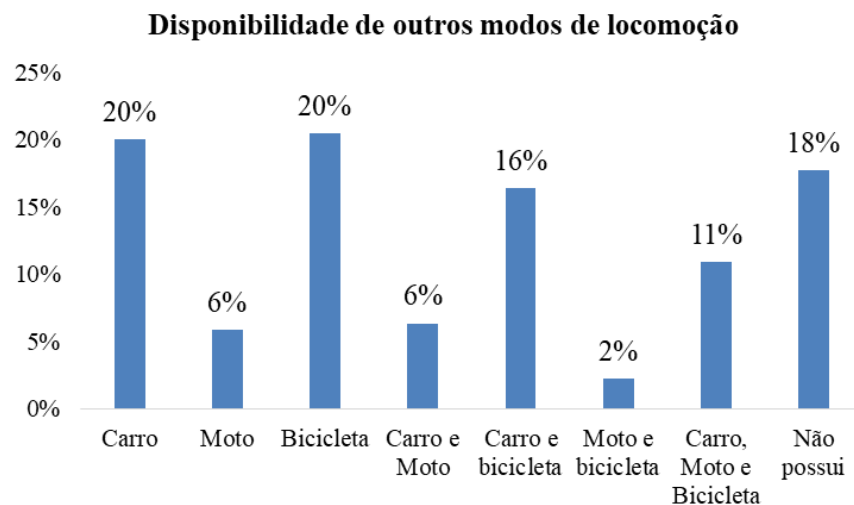


Figura 15- Disponibilidade de outros modos de locomoção

Frequência- outros modos de locomoção

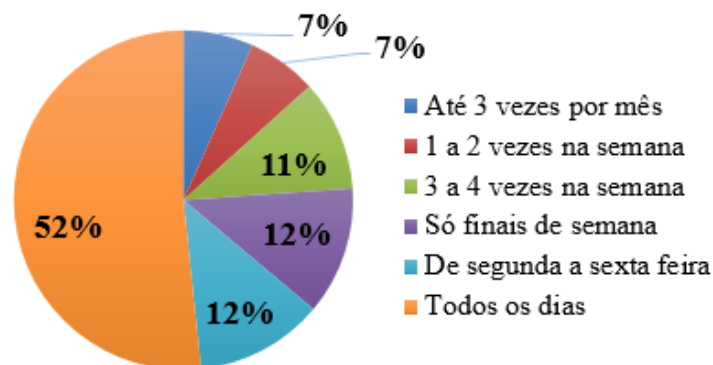


Figura 16- Frequência que se utiliza outros modos de transporte

Dentre os principais fatores que influenciam na escolha pelo TPU, a Figura 17 evidencia que a distância ao destino é o principal fator de escolha, sendo apontado por 61% dos entrevistados. Este dado também é explicado por Xavier (2006) que relata que as cidades brasileiras tiveram uma expansão urbana horizontal do centro para a periferia. Para o autor, a relativa separação destes núcleos gera dificuldades para a circulação urbana por aumentar o tempo necessário para realizar os deslocamentos e os custos das viagens. Destaca-se também o

fator único modo que foi mencionado por 52% dos entrevistados, e os fatores clima e menor desgaste físico, sendo citados por, respectivamente, 38% e 35% das pessoas. O somatório deste gráfico não equivale à 100% pois cada entrevistado pôde assinalar mais de uma opção em relação aos fatores que influenciam na escolha pelo TPU.

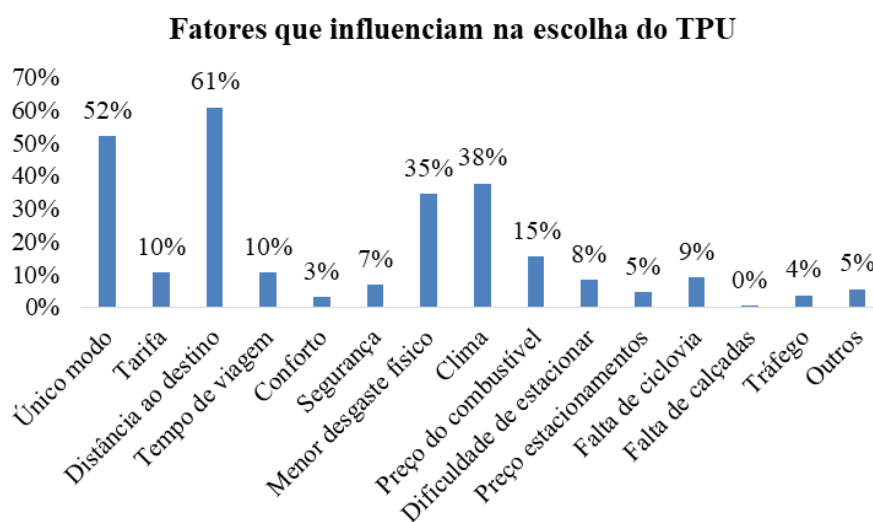


Figura 17- Fatores que influenciam na escolha pelo TPU

5 Análise desagregada: Determinação do Índice de Prioridade de melhorias do TPU

Este item tem como objetivo realizar uma análise desagregada dos indicadores de qualidade, pensando em um planejamento à curto prazo. Inicialmente, foi feita uma avaliação do nível de satisfação e do grau de importância dos indicadores conforme opinião dos usuários. Posteriormente, por meio da análise dos quadrantes, foi possível determinar os indicadores de alta prioridade para Itajubá. Por último, por meio do método de combinação linear ponderada, determinou-se o índice de prioridade para os indicadores e subgrupos, possibilitando determinar os prioritários a se implementar melhorias no sistema de TPU.

5.1 Análise da satisfação dos usuários

Inicialmente foi realizada a análise das avaliações de satisfação dos usuários. O grau de satisfação do usuário em relação à cada indicador foi medido por meio de uma escala Likert variando de 1 a 5 (sendo 1- Péssimo e 5- Excelente). A Figura 18 apresenta as avaliações qualitativas feitas pelos usuários, mostrando a porcentagem de vezes que cada indicador foi

avaliado como péssimo, ruim, razoável, bom e excelente. Também é possível verificar pela Tabela 5 o nível de satisfação médio para cada indicador.

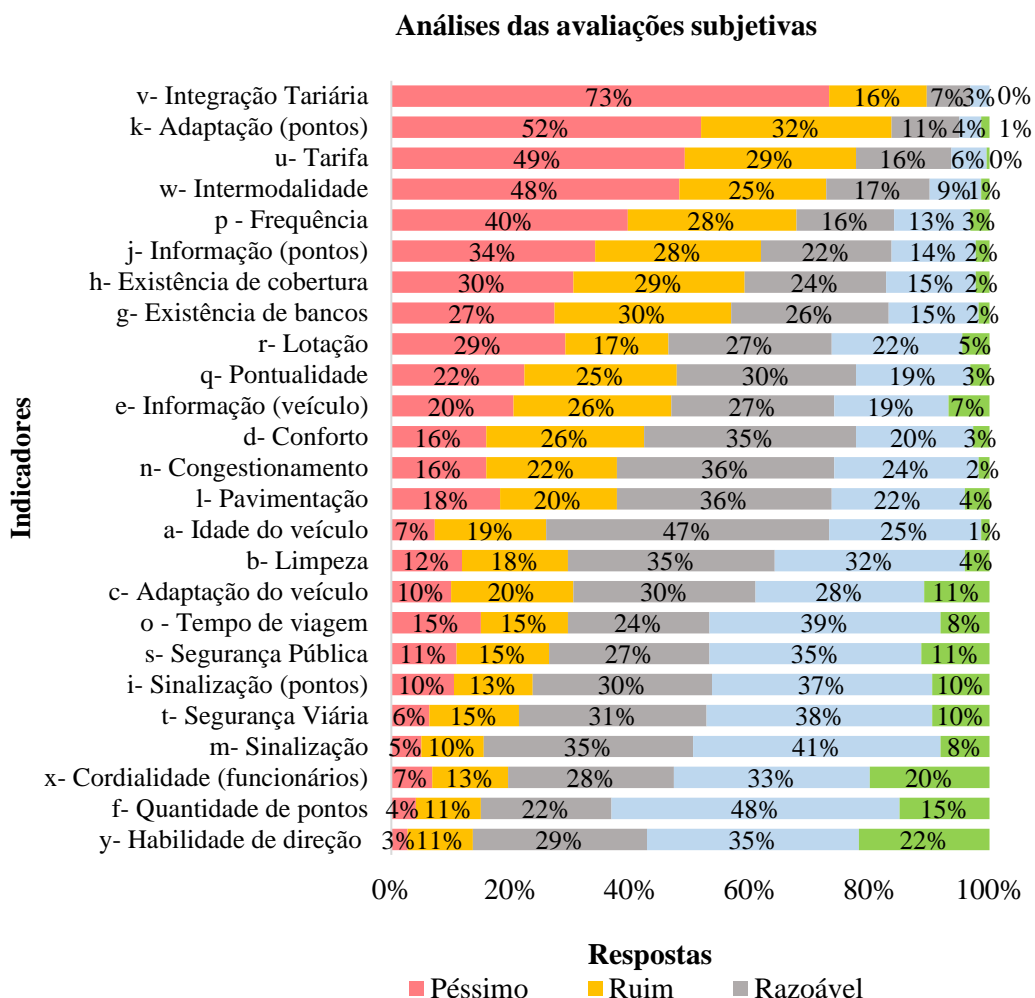


Figura 18- Distribuição percentual das avaliações qualitativas dos indicadores

Posição	Indicador	Nível de satisfação médio	Posição	Indicador	Nível de satisfação médio
1°	Integração Tarifária	1,40	14°	Pavimentação	2,75
2°	Adaptação (pontos)	1,71	15°	Idade do veículo	2,95
3°	Tarifa	1,80	16°	Limpeza	2,99
4°	Intermodalidade	1,90	17°	Adaptação do veículo	3,10
5°	Frequência	2,12	18°	Tempo de viagem	3,10
6°	Informação (pontos)	2,23	19°	Segurança Pública	3,21
7°	Existência de cobertura	2,30	20°	Sinalização (pontos)	3,22
8°	Existência de bancos	2,35	21°	Segurança Viária	3,29
9°	Pontualidade	2,55	22°	Sinalização (vias)	3,37
10°	Lotação	2,55	23°	Cordialidade	3,46
11°	Informação (veículo)	2,65	24°	Quantidade de pontos	3,59
12°	Conforto	2,67	25°	Habilidade de direção	3,63
13°	Congestionamento	2,74			

Tabela 5 – Nível de satisfação médio por indicador

5.1.1 Condição da Infraestrutura

De acordo com a estrutura hierárquica apresentada na Figura 11 (item 4.1.1), a análise da satisfação foi realizada observando cada indicador de acordo com os subgrupos do modelo de decisão. Observa-se que os indicadores pertencentes ao subgrupo “veículos” não foram os que apresentaram as piores avaliações, ocupando posições intermediárias em relação aos demais. O indicador **disponibilidade de informação nos veículos** apresentou a pior avaliação do subgrupo, com um nível de satisfação médio de 2,65. No que diz respeito às avaliações qualitativas, apenas 7% dos entrevistados o avaliaram como excelente e 26% disseram que a informação nos veículos é ruim. Alguns entrevistados relataram que os ônibus constam de informações sobre telefones de emergência e para reclamações. No entanto, quando há mudanças (tarifa, rota, horários) não há indicação dentro dos veículos avisando-os antecipadamente. Também reclamaram que não existe informações sobre horários e rotas das linhas. Em segundo lugar tem-se o indicador **conforto**, com uma nota média de satisfação de 2,67, sendo considerado por 26% dos entrevistados como ruim. O indicador **idade do veículo** apresentou um nível de satisfação médio de 2,95 e, para 25% dos entrevistados, o indicador está bom. Os indicadores **limpeza** e **adaptação do veículo para pessoas com necessidades especiais** foram os que apresentaram as melhores avaliações, com níveis de satisfação médio de 2,99 e 3,10 respectivamente. Para 32% das pessoas, a limpeza dos ônibus é considerada boa, ao passo que este número é de 28% para a adaptação dos veículos. É válido ressaltar que, apesar destes últimos aspectos terem sido avaliados positivamente, diversas pessoas relataram que normalmente os ônibus que fazem o trajeto das linhas rurais são sujos devido à poeira do local. Outras pessoas também mencionaram que, apesar dos ônibus possuírem assentos prioritários e elevadores para cadeirantes, já presenciaram o fato de alguns cadeirantes não poderem embarcar devido ao não funcionamento do elevador.

No que se refere aos indicadores do subgrupo “pontos de ônibus”, percebe-se que dos 6 indicadores que compõem este grupo, 4 estão entre as 10 piores avaliações. A **acessibilidade**, que foi medida por meio da satisfação em relação à quantidade de pontos de ônibus, foi a que apresentou a segunda melhor avaliação entre todos os indicadores considerados no estudo, com um nível de satisfação médio de 3,59. Também foi o que teve a maior taxa de avaliação tido como bom (48%) entre todos os indicadores. Muitos entrevistados disseram não terem problema para encontrar um ponto de ônibus. Inclusive alguns disseram que aumentar o número de pontos seria algo ruim, por aumentar o número de paradas durante a viagem. Outro indicador que também foi bem avaliado dentro deste subgrupo foi a **sinalização dos pontos**, que teve a

6ª melhor avaliação entre todos (3,22). Para 37% dos entrevistados a indicação do ponto é tida como boa e para 30% este indicador está razoável. Em Itajubá, a maioria dos pontos são constituídos apenas por uma placa de indicação, conforme a Figura 20, o que faz com que os usuários tenham um bom nível de satisfação com relação a este indicador. Apenas alguns usuários da zona rural informaram não haver placa de sinalização nestes locais. Verifica-se que alguns outros aspectos relacionados aos pontos de ônibus tiveram baixos níveis de satisfação, como a **adaptação dos pontos** (1,71), a **disponibilidade de informação** (2,23), a **existência de cobertura** (2,30) e a **existência de bancos** (2,35), correspondendo, respectivamente, à 2ª, 6ª, 7ª e 8ª pior avaliação. Mais especificamente sobre o indicador adaptação dos pontos, que teve uma avaliação inferior ao que é considerado ruim, nota-se pela Figura 18 que 52% dos entrevistados o consideram péssimo e 32% o consideram ruim. Muitos entrevistados relataram que, em apenas alguns pontos centrais, encontra-se painéis com informações a respeito de horários e rotas dos ônibus, bem como bancos e coberturas. Ainda acrescentaram que não existem assentos prioritários e nem rampas de acesso para os pontos. Conforme mencionado anteriormente, a maioria dos pontos apresentam apenas a placa de sinalização, não possuindo infraestrutura adequada. As Figuras 19 e 20 ilustram dois pontos de ônibus localizados em diferentes regiões em Itajubá.



Figura 19- Ponto de ônibus localizado na região central de Itajubá



Figura 20- Ponto de ônibus localizado em região afastada em Itajubá

O subgrupo das vias públicas é composto por 3 indicadores. A **sinalização das vias**, como um nível de satisfação médio no valor de 3,37, foi o que teve a melhor avaliação do grupo e a 4ª melhor entre todos os indicadores, com 41% dos entrevistados o considerando como bom e 35% como razoável. O **congestionamento** e a **pavimentação** tiveram uma avaliação entre ruim e razoável, com um nível de satisfação médio de 2,74 e 2,75 respectivamente. Ambos

tiveram a maioria das avaliações como razoável e ocuparam a 13ª e 14ª pior avaliação no *ranking* de todos os indicadores. Dentre os comentários feitos, algumas pessoas relataram que, na região central, as vias são pavimentadas. Porém o mesmo não ocorre nas regiões mais afastadas. No que se refere ao congestionamento, a maioria das pessoas disseram que, no geral, o trânsito é bom em Itajubá, apresentando dificuldades apenas em horários de pico.

5.1.2 Condições Operacionais

Os indicadores que compõem o subgrupo confiabilidade são tempo de viagem, frequência e pontualidade. O **tempo de viagem** apresentou a 8ª melhor avaliação entre todos os indicadores com uma nota média de satisfação de 3,10 (igualando ao indicador **adaptação do veículo**). Tem-se que 39% dos entrevistados o avaliaram como bom e 24% como razoável. No entanto, percebe-se também que 15% o avaliaram como péssimo e 15% como ruim. Dentro deste subgrupo, o segundo indicador que foi melhor avaliado foi a **pontualidade** (2,55). Dentre todos os indicadores, ele ocupou a 9ª pior avaliação. Ressalta-se que 22% dos entrevistados o classificaram como péssimo, 25% como ruim, 30% como razoável, 19% como bom e 3% como excelente. Por último, o indicador **frequência** teve a 5ª pior avaliação, com uma nota muito próxima ao que é considerado ruim (2,12). A frequência foi avaliada por 40% das pessoas como péssimo e 28% disseram ser ruim. Muitos entrevistados declararam que, aos finais de semana, estes indicadores apresentam piora em seus desempenhos, sendo muito difícil utilizar o serviço aos sábados e domingos. Este fato é possível de ser comprovado com os dados de demanda diária por linha, em que se verificou que muitas linhas que são ofertadas em dias de semana não operam aos finais de semana. Mais especificamente sobre a frequência das linhas, muitos relataram que, nos horários de maior movimento, passam vários ônibus em um curto período de tempo. No entanto, nos intervalos entre os horários de pico, a frequência é baixa, sendo que alguns disseram que, por muitas vezes, tiveram que esperar mais de 1 hora para poder usar o serviço.

O subgrupo conveniência foi o que apresentou a maior quantidade de indicadores com baixo nível de satisfação. Dos 4 indicadores que apresentaram um nível de satisfação médio inferior a 2 (classificação ruim), 3 pertencem a este grupo, sendo estes: integração tarifária, tarifa e intermodalidade. A **integração tarifária** foi o indicador que apresentou a pior avaliação entre todos, com um nível de satisfação médio de 1,40. Também foi o indicador que apresentou a maior taxa de avaliação na categoria “péssimo” (73%). É válido ressaltar que em Itajubá não existe a integração tarifária e, ao aplicar o questionário, os entrevistados eram questionados

como eles avaliavam o fato de não existir esta possibilidade no município. Muitos usuários afirmaram que, geralmente, desembarcam em um ponto de ônibus central e, para não pagarem outro valor tarifário, caminham para chegar ao destino final. Uma das entrevistadas citou o fato de não poder frequentar o novo parque da cidade com sua família, por ter que pegar mais de um ônibus para chegar ao destino final, o que torna a ida conjunta da família inviável. Para esta entrevistada, as linhas de ônibus do município são excludentes. Outra entrevistada disse que não pôde levar as filhas ao curso de férias ofertado pela prefeitura por terem que pegar mais de um ônibus, tanto para ir quanto para voltar, o que inviabiliza a viagem.

O **valor tarifário** também teve uma avaliação não satisfatória com uma nota média de 1,80. A tarifa foi considerada péssima para 49% das pessoas e ruim por 29%. O valor tarifário em Itajubá é de R\$ 3,75 para as linhas urbanas e R\$ 4,20 para as linhas rurais. Em 2011, o relatório geral sobre o sistema de mobilidade urbana no Brasil, elaborado pela ANTP, declarou que o valor tarifário médio para as cidades entre 60 e 100 mil habitantes (faixa que engloba o município de Itajubá) era de R\$ 1,89. Relatórios mais atuais elaborados pelo mesmo órgão não apresentam tal dado, não sendo possível realizar uma comparação mais precisa em relação a esses valores. No entanto, considerando que 76% dos entrevistados declararam possuir uma renda domiciliar entre 1 e 3 salários mínimos, conclui-se que o valor adotado está relativamente alto. O relatório “Tarifação e financiamento do transporte público urbano”, elaborado pelo IPEA (2013), mostra que o custeio da operação do transporte público por ônibus, no Brasil, é feito exclusivamente pelas receitas provenientes das tarifas pagas pelos usuários do TPU. Raramente, existem recursos extratarifários para o financiamento deste serviço, diferentemente do que ocorre em alguns países europeus e da América do Norte, em que os sistemas de transporte recebem recursos oriundos do governo visando a redução do valor tarifário (IPEA, 2013). Em Itajubá, o sistema de transporte público não recebe subsídios do poder público e o usuário que paga o valor integral da passagem arca com os custos de sua viagem e, também, com as gratuidades. Outro fato que deve ser destacado é que muitos entrevistados disseram que não se importariam de pagar o valor atual se o serviço prestado fosse de melhor qualidade.

A **intermodalidade** teve a terceira pior avaliação (1,90) e foi abordada no questionário como a possibilidade de transportar a bicicleta nos veículos e, também, pela existência de bicicletários próximos aos pontos de ônibus. Esta avaliação evidencia que o sistema de transporte atual do município não permite a integração entre esses dois modos de transporte tidos como sustentáveis. Esta conclusão também é demonstrada na Figura 18, visto que 48% avaliaram este item como péssimo e 25% como ruim.

O critério **segurança** foi medido por meio da satisfação do usuário quanto à segurança pública e à segurança viária. Ambos os indicadores tiveram uma avaliação relativamente positiva. A **segurança viária** foi o indicador que apresentou o melhor desempenho do subgrupo conveniência e o 5º melhor desempenho entre todos os indicadores. Dentre as avaliações, 38% dos entrevistados disseram que o consideram bom e 31% como razoável. Alguns disseram nunca terem sofrido nenhum acidente de trânsito ao utilizar o transporte público e outros disseram que nunca havia pensado sobre este ponto, o que demonstra que se sentem seguros quanto a este aspecto. A **segurança pública** também teve um nível de satisfação relativamente bom (3,21) sendo que, para 35% dos entrevistados, este indicador está bom e para 27% ele está razoável. Apesar da boa avaliação, alguns entrevistados disseram que não se sentem seguros ao utilizar o ônibus à noite, principalmente, por terem que esperar pelo veículo nos pontos. O último indicador do subgrupo conveniência é a **lotação**, com uma nota média de 2,55 e com 29% de respostas na categoria péssimo. Destaca-se que a melhora do indicador frequência, principalmente nos horários de pico, poderia causar um efeito positivo na lotação dos veículos. Isto é devido ao fato de que com uma maior oferta de ônibus nestes horários, os usuários poderiam ser melhores distribuídos nos veículos, diminuindo a lotação dos mesmos.

5.1.3 Condições Comportamentais

Ambos os indicadores relacionados ao grupo comportamental apresentaram bons níveis de satisfação. A **habilidade de direção** do motorista foi o indicador com melhor avaliação entre todos os indicadores, com um nível de satisfação médio de 3,63. Para 35% dos entrevistados, este item possui um desempenho bom e para 22% ele está excelente. Já a **cordialidades dos funcionários**, que está relacionado com a postura dos funcionários durante o serviço, teve uma satisfação média de 3,33, sendo o 3º indicador que teve a melhor avaliação. Para 33% dos usuários participantes da pesquisa, este indicador está bom e para 28% ele está razoável. Apesar da boa avaliação destes indicadores, foi relatada por alguns entrevistados insatisfação com alguns funcionários específicos de algumas linhas.

Em resumo, a **integração tarifária**, a **intermodalidade**, a **tarifa**, a **adaptação dos pontos** para as pessoas com necessidades especiais, a **frequência** e a **disponibilidade de informação nos pontos**, foram os indicadores com os piores níveis de satisfação, com valores abaixo de 2,23, de acordo com a opinião dos usuários de ônibus em Itajubá.

5.2 Grau de Importância dos indicadores

Conforme apresentado no referencial teórico, além do nível de satisfação é importante considerar quais indicadores possuem maior influência na satisfação geral, ou seja, quais são mais importantes sob o ponto de vista dos usuários (BARCELOS *et al.*, 2017a; GUIRAO *et al.*, 2016; MARAGLINO *et al.*, 2014; NGOC *et al.*, 2016). Assim, juntamente com a avaliação do nível de satisfação, os usuários também tiveram que avaliar a importância dos indicadores usando uma escala Likert variando de 1 a 5, sendo: 1- Nada importante, 2- Pouco importante, 3- Importância média, 4- Importante, 5- Muito importante. Os resultados de importância média por indicador estão apresentados na Tabela 6.

Posição	Indicador	Importância média	Posição	Indicador	Importância média
1°	Habilidade de direção	4,89	14°	Sinalização (pontos)	4,55
2°	Adaptação do veículo	4,88	15°	Limpeza	4,55
3°	Pontualidade	4,81	16°	Existência de bancos	4,54
4°	Segurança Pública	4,81	17°	Quantidade de pontos	4,47
5°	Cordialidade (funcionários)	4,75	18°	Informação (veículo)	4,47
6°	Segurança Viária	4,75	19°	Lotação	4,43
7°	Adaptação (pontos)	4,75	20°	Pavimentação	4,41
8°	Existência de cobertura	4,74	21°	Tempo de viagem	4,29
9°	Sinalização	4,70	22°	Conforto	4,28
10°	Tarifa	4,69	23°	Congestionamento	4,25
11°	Frequência	4,66	24°	Idade do veículo	4,12
12°	Informação (pontos)	4,65	25°	Intermodalidade	3,26
13°	Integração Tarifária	4,61			

Tabela 6- Valores de importância média por indicador

Dos indicadores mais importantes sob o ponto de vista da população, destaca-se a **habilidade de direção** dos motoristas, a **adaptação do veículo** para as pessoas com necessidades especiais, a **pontualidade** e a **segurança pública**, todos com uma importância superior à 4,80. No entanto, é importante comentar que todos os valores de importância são relativamente altos. Essa é uma característica já observada em outras aplicações do método de importância declarada. Estes resultados vão ao encontro do que foi apresentado no referencial teórico sobre as desvantagens e dificuldades de se utilizar o método. De Onã e De Onã (2013a) destacam que, dentre os problemas de se utilizar este método, tem-se a dificuldade de classificar as importâncias dos indicadores, uma vez que a maioria dos entrevistados tendem a classificar todas as medidas próximas ao topo da escala.

Ngoc *et al.* (2017) destacam que as necessidades e expectativas dos usuários variam significativamente tanto entre países, como entre diferentes segmentos do mercado. No entanto, verifica-se que alguns indicadores considerados relevantes neste estudo também foram destacados em outros trabalhos. A pontualidade também foi relevante nos trabalhos de Guirão *et al.* (2016), Mouwen (2015), Azmi *et al.* (2018), Leitão *et al.* (2018), Noor *et al.* (2014) e Birago *et al.* (2017). Sobre os aspectos relacionados aos funcionários da empresa, tanto quanto à habilidade de direção como quanto à cordialidade, observa-se que foram tidos como relevantes nos trabalhos de Guirão *et al.* (2016), Mouwen (2015), Maraglino *et al.* (2017), Bajčetić *et al.* (2018) e Leitão *et al.* (2018). A segurança pública, assim como em Itajubá, foi apontada como relevante nos trabalhos de Ngoc *et al.* (2017), Abenoza *et al.* (2017) e Barcelos *et al.* (2017a).

5.3 Relação Importância – Satisfação: Análise de Quadrantes

A Tabela 7 apresenta os resultados da importância média (I_m), nível de satisfação médio (NS_m) atribuído a cada indicador, com seus respectivos desvios-padrão (S_i , S_{ns}), o tamanho da amostra necessária (n) e os valores médios das importâncias médias e dos níveis de satisfação médios. Tem-se também a indicação do quadrante ao qual cada indicador pertence, considerando seu valor médio de importância e nível de satisfação. Ressalta-se que para o cálculo do tamanho da amostra utilizou-se a Equação 9 apresentada no item 3.2. Como o valor de tamanho de amostra é dependente do desvio padrão amostral, cada valor médio calculado possui um tamanho de amostra diferente. Na tabela, destacou-se as piores avaliações (níveis de satisfação), os indicadores mais importantes sob o ponto de vista dos usuários e o maior valor para o tamanho de amostra. Verifica-se que o maior valor para o tamanho da amostra é de 205. Para este estudo foram aplicados 220 questionários, o que garante, com 95% de confiança, que os valores obtidos não distanciam em mais de 0,2 (máxima distância tolerável) do valor real.

Os dados de importância e satisfação média foram plotados em um gráfico de dispersão utilizando-se o *software* Minitab, gerando 4 quadrantes distintos por meio de duas linhas de referência, conforme é apresentado na Figura 21. As linhas de referência correspondem ao valor médio das importâncias e dos níveis de satisfação, ou seja, 4,53 e 2,71. Optou-se por utilizar tais valores como referência por proporcionarem uma determinação de prioridades mais precisa e baseada nos valores atribuídos. Assim, a linha do eixo das abscissas divide os indicadores que apresentaram um nível de satisfação abaixo da média dos que tiveram um nível de satisfação

acima da média. Já a linha das ordenadas divide os indicadores que tiveram uma importância acima da média daqueles que tiveram uma importância abaixo da média.

	Quadrante	I _m	S _i	N	NS _m	S _{ns}	n
a- Idade do veículo	3	4,12	0,89	75	2,95	0,89	75
b- Limpeza	2	4,55	0,65	40	2,99	1,07	108
c- Adaptação do veículo	2	4,88	0,38	14	3,1	1,15	125
d- Conforto	4	4,28	0,83	66	2,67	1,05	104
e- Informação (veículo)	4	4,47	0,72	50	2,65	1,2	136
f- Quantidade de pontos	3	4,47	0,68	44	3,59	1	96
g- Existência de bancos	1	4,54	0,67	43	2,35	1,09	113
h- Existência de cobertura	1	4,74	0,48	22	2,3	1,12	120
i- Sinalização (pontos)	2	4,55	0,59	33	3,22	1,12	119
j- Informação (pontos)	1	4,65	0,56	30	2,23	1,13	121
k- Adaptação (pontos)	1	4,75	0,5	24	1,71	0,91	78
l- Pavimentação	3	4,41	0,79	60	2,75	1,12	119
m- Sinalização (vias)	2	4,7	0,5	24	3,37	0,95	87
n- Congestionamento	3	4,25	0,85	68	2,74	1,05	105
o - Tempo de viagem	3	4,29	0,85	69	3,1	1,21	138
p – Frequência	1	4,66	0,55	29	2,12	1,16	128
q- Pontualidade	1	4,81	0,41	16	2,55	1,13	121
r- Lotação	4	4,43	0,84	67	2,55	1,24	146
s- Segurança Pública	2	4,81	0,45	19	3,21	1,17	129
t- Segurança Viária	2	4,75	0,51	25	3,29	1,04	103
u- Tarifa	1	4,69	0,64	40	1,8	0,94	85
v- Integração Tarifária	1	4,61	0,78	59	1,4	0,76	55
w- Intermodalidade	4	3,26	1,48	205	1,9	1,06	106
x- Cordialidade (funcionários)	2	4,75	0,48	22	3,46	1,15	125
y- Habilidade de direção	2	4,89	0,31	9	3,63	1,03	100
Média		4,53			2,71		

Tabela 7-Importância média, nível de satisfação médio, Si, Sn e tamanho de amostra por indicador

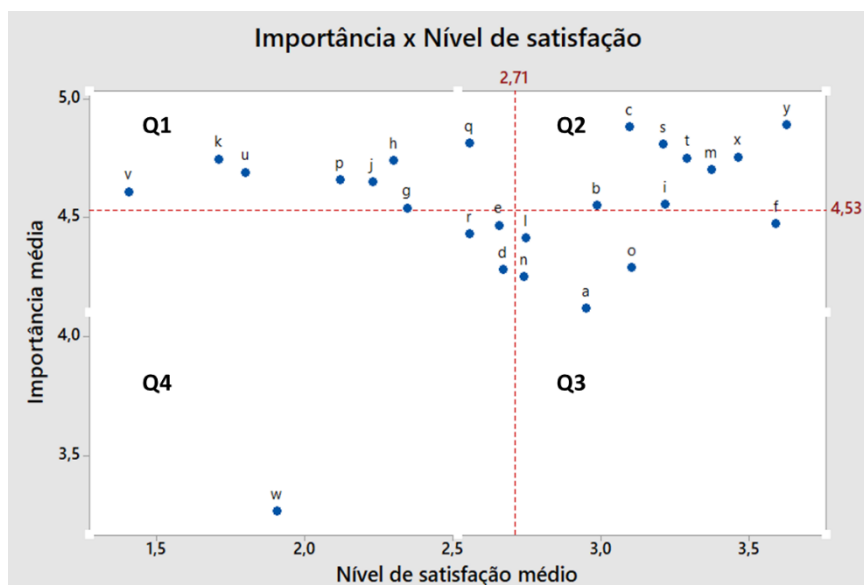


Figura 21- IPA (*Importance-Performance Analysis*) para o TPU de Itajubá

O quadrante 1 (Q1) apresenta os indicadores que tiveram uma importância relativamente alta e baixo nível de satisfação, se comparado com os demais. Esses indicadores podem ser considerados críticos e de alta prioridade no que diz respeito à necessidade de investimentos e esforços na melhoria do transporte público de Itajubá. O quadrante 2 (Q2) é composto por indicadores que são considerados importantes e que apresentam um nível de satisfação relativamente satisfatório sendo, portanto, considerados adequados. Indicadores com essas particularidades não necessitam, em um primeiro momento, de investimentos para melhorias. Porém são necessárias verificações periódicas em seus desempenhos, visto que os mesmos são relevantes conforme opinião dos usuários. O quadrante 3 (Q3) é constituído por indicadores com importância relativamente mais baixa e com um bom nível de satisfação. Por último, o quadrante 4 (Q4) é composto por indicadores com importância média mais baixa e com baixo nível de satisfação, sendo considerados de baixa prioridade.

Dos 25 indicadores, 8 estão localizados no Q1, o que significa que possuem alta importância e baixo nível de satisfação, sendo considerados de alta prioridade. Tais indicadores são: **(v) integração tarifária, (k) adaptação dos pontos para pessoas que possuem necessidades especiais, (u) tarifa, (p) frequência, (j) disponibilidade de informação nos pontos, (h) existência de cobertura, (g) existência de bancos e (q) pontualidade.** Verifica-se que dos 8 indicadores, 4 pertencem ao subgrupo “pontos de ônibus”, evidenciando a necessidade de uma ação conjunta entre poder público e empresa prestadora do serviço visando melhorar o nível de satisfação dos usuários com estas instalações. O poder público pode reestruturar os pontos, colocando bancos, cobertura e tornando-os acessíveis para as pessoas

com necessidades especiais. Por outro lado, a empresa pode fornecer informações a respeito do serviço nesses locais. Os outros 4 indicadores pertencem ao subgrupo operacional, sendo que dois destes estão no subgrupo confiabilidade e dois são do subgrupo conveniência. Dentre esses 4 últimos, destaca-se a integração tarifária e o valor tarifário, que apresentaram os piores níveis de satisfação. Conforme mencionado no item 4.2.2, estes dados mostram a emergência de intervenção do poder público, por meio de fornecimento de subsídios para este serviço, com o objetivo de torna-lo mais acessível.

O quadrante Q2 também foi composto por 8 indicadores, sendo estes: (b) **limpeza**, (c) **adaptação do veículo**, (s) **segurança pública**, (t) **segurança viária**, (i) **sinalização dos pontos**, (m) **sinalização das vias**, (x) **cordialidade dos funcionários**, (y) **habilidade de direção dos motoristas**. Estes indicadores apresentaram níveis de satisfação acima da média. Ainda, são considerados relativamente importantes para os usuários e, por este motivo, deve-se realizar verificações periódicas nos mesmos visando sempre garantir bons níveis de satisfação. Nota-se que todos os indicadores estão longe da linha de referência da variável nível de satisfação (2,71). Neste grupo o indicador limpeza dos veículos foi o que apresentou o menor nível de satisfação (2,99). Os indicadores (b) limpeza e (i) sinalização dos pontos estão muito próximos da linha de referência que separa os indicadores de importância alta dos que apresentaram importância relativamente mais baixa. Isto mostra que, dentro deste grupo, são os que possuem menor importância se comparados com os demais.

O quadrante Q3 são indicadores que possuem uma importância relativamente mais baixa e uma maior satisfação. Dentro deste grupo, estão os indicadores (l) **pavimentação**, (n) **congestionamento**, (o) **tempo de viagem** e (a) **idade do veículo** e (f) **quantidade de pontos**. Destaca-se a idade do veículo por ter apresentado a menor importância média (4,12). Por outro lado, a quantidade de pontos foi a que teve a maior importância (4,47). No que se refere aos níveis de satisfação, o tempo de viagem foi que teve o maior valor (3,10) e o congestionamento o pior nível (2,74), estando muito perto da referência que separa os indicadores de alto e baixo nível de satisfação. O último quadrante, Q4, é composto por indicadores de baixa importância e baixo nível de satisfação, sendo considerados de baixa prioridade. A Figura 21 mostra que tais indicadores são: (r) **lotação**, (e) **disponibilidade de informação nos veículos**, (d) **conforto**, (w) **intermodalidade**.

A análise dos quadrantes também foi utilizada no trabalho de Barcelos *et al.* (2017a). Diferente do que foi encontrado para Itajubá, por meio da análise de quadrante e do método de importância declarada, os autores constataram que a segurança pública, a rapidez dos veículos,

a disponibilidade do serviço e o conforto dos veículos são os indicadores de alta prioridade em Porto Alegre.

Os dados de importância e nível de satisfação também foram utilizados para testar a confiabilidade interna do questionário. Foram realizados três testes do coeficiente alfa de *conbrach* usando o *software* Minitab. Os dois primeiros testes consideraram os valores de importância e nível de satisfação de forma separada, ao passo que o terceiro realizou a análise dos valores de forma conjunta. Um questionário é considerado com uma boa confiabilidade interna quando obtém um valor de alfa de no mínimo de 0,70 e máximo é de 0,90 (STREINER, 2003). As Figuras 22, 23 e 24 mostram os resultados dos três valores de alfa obtidos. Observa-se que todos os testes apontaram um alfa superior à 0,79, mostrando que o questionário possui uma boa confiabilidade interna.

Alfa de Cronbach			
Alfa			
0,8394			
Estatísticas de item omitido			
Variável Omitida	Média Total Ajust.	DesvPad Total Ajust.	Item - Corr Total Aj.
N (a)	64,69	11,73	0,4932

Figura 22 - Teste alfa de conbrach para o nível de satisfação

Alfa de Cronbach		
Alfa		
0,7946		
Estatísticas de item omitido		
Variável Omitida	Média Total Ajust.	DesvPad Total Ajust.
11	100,253	6,483

Figura 23- Teste alfa de conbrach para importância

Alfa de Cronbach			
Alfa			
0,7494			
Estatísticas de item omitido			
Variável Omitida	Média Total Ajust.	DesvPad Total Ajust.	Item - Corr Total Aj.
11	176,85	12,38	0,0128

Figura 24- Teste alfa de conbrach para nível de satisfação e importância

5.4 Priorização dos indicadores e dos subgrupos para intervenções de melhorias

A priorização dos indicadores foi realizada por meio do método de combinação linear ponderada (WLC - *Weighted Linear Combination*), que atribui um índice de prioridade aos indicadores considerando a importância relativa, ou peso dos indicadores, bem como o seu desempenho. Dessa forma, a primeira etapa para o cálculo do índice de prioridade foi a determinação dos pesos dos indicadores.

É importante salientar que, nesta fase do trabalho, foi utilizado o WLC apenas para a priorização dos indicadores de qualidade, ou seja, considerando apenas o último nível da estrutura hierárquica (Figura 11), o que possibilitou uma análise de priorização desagregada. A agregação de todos os níveis da estrutura foi realizada na fase 3 do trabalho.

5.4.1 Determinação dos pesos dos indicadores de acordo com cada subgrupo

Com o intuito de determinar um índice de prioridade para cada indicador de acordo com os subgrupos, foi necessário fazer a normalização das importâncias declaradas. Inicialmente, é feita a avaliação da importância de todos os critérios utilizando a escala adotada (com a aplicação dos questionários aos usuários do TPU) e depois é feita a normalização desses valores, o que resulta em um conjunto de pesos (RAMOS, 2000).

Portanto, para a normalização dos valores de importância declarada, foi calculada a importância relativa, ou o peso, que cada indicador possui dentro do subgrupo ao qual mesmo pertence. Foi utilizada a equação 10, em que o peso do indicador é resultado da razão entre sua importância média e o somatório das importâncias médias dos indicadores pertencentes ao mesmo grupo ao qual o indicador pertence.

$$w_i = \frac{Im_i}{\sum_{i=1}^k Im_i} \quad (10)$$

Em que:

- w_i = peso do indicador i ;
- Im_i = importância média do indicador i ;
- $\sum_{i=1}^k Im$ = somatório das importâncias médias dos indicadores pertencentes ao mesmo subgrupo.

A Tabela 9 apresenta o peso de cada indicador, salientado aqueles com maior importância dentro de cada subgrupo. Analisando os pesos obtidos e apresentados na Tabela 9, dentro do subgrupo “Veículos”, a adaptação do veículo foi o indicador considerado mais importante, com um peso de 0,219. Já o indicador idade do veículo foi o que teve o menor valor de importância média e um peso de 0,185. Para o subgrupo “Pontos de ônibus”, a adaptação dos pontos e a existência de cobertura nos pontos apresentaram o mesmo grau de importância, 0,171. A quantidade de pontos foi o indicador de menor peso, no valor de 0,161. No que se refere ao subgrupo “Vias”, a sinalização foi a que teve maior importância com um peso de 0,352. Já o indicador congestionamento foi o que teve o menor peso, no valor de 0,318. Dentro de confiabilidade, o indicador tempo de viagem foi o de menor importância, com um peso de 0,312 e a pontualidade foi o de maior importância, apresentando um peso de 0,350. Dentre os indicadores pertencentes ao subgrupo conveniência, a segurança pública foi a que apresentou o maior peso (0,181) e a intermodalidade foi a que teve o menor peso no valor de 0,123. Por

último, dentro do grupo comportamental, o fator cordialidade teve um peso de 0,493 e a habilidade de direção foi o que teve a maior importância, com um peso no valor de 0,507.

Indicador	Importância declarada	Pesos dos Indicadores
Veículos		
Idade do veículo	4,12	0,185
Limpeza	4,55	0,204
Adaptação do veículo	4,88	0,219
Conforto	4,28	0,192
Informação (veículo)	4,47	0,200
Soma	22,30	
Pontos de ônibus		
Quantidade de pontos	4,47	0,161
Existência de bancos	4,54	0,164
Existência de cobertura	4,74	0,171
Sinalização (pontos)	4,55	0,164
Informação (pontos)	4,65	0,168
Adaptação (pontos)	4,75	0,171
Soma	27,70	
Vias		
Pavimentação	4,41	0,330
Sinalização	4,70	0,352
Congestionamento	4,25	0,318
Soma	13,36	
Confiabilidade		
Tempo de viagem	4,29	0,312
Frequência	4,66	0,339
Pontualidade	4,81	0,350
Soma	13,76	
Conveniência		
Lotação	4,43	0,167
Segurança Pública	4,81	0,181
Segurança Viária	4,75	0,179
Tarifa	4,69	0,177
Integração Tarifária	4,61	0,174
Intermodalidade	3,26	0,123
Soma	26,55	
Comportamental		
Cordialidade (funcionários)	4,75	0,493
Habilidade de direção	4,89	0,507
Soma	9,65	

Tabela 8- Peso dos indicadores

5.4.2 Cálculo do índice de prioridade dos indicadores

Para verificar os indicadores mais prioritários à intervenções de melhorias foi realizada a análise por meio da Combinação Linear Ponderada (WLC), utilizando a Equação 11. De acordo com esta equação, para cada indicador é calculado um *score*, ou índice de prioridade, sendo esse o produto entre o nível de satisfação e o peso do indicador. Fazendo o somatório dos valores de *score* dos indicadores de um determinado subgrupo, é possível determinar o *score* do subgrupo, o que possibilita verificar quais merecem maior atenção. Esta análise facilita no direcionamento de ações a serem tomadas e torna o processo de melhoria do sistema de transporte mais eficiente, evitando que investimentos sejam feitos em pontos com importância relativa baixa ou já considerados satisfatórios.

$$S = \sum_i w_i x_i \quad (11)$$

Em que:

- S = valor final do *score*;
- w_i = peso do indicador i ;
- x_i = valor normalizado ou desempenho do fator i .

Com o intuito de gerar um valor de *score* normalizado, além dos pesos apresentados na tabela 8, foi necessário normalizar os valores do nível de satisfação dos usuários em relação ao indicador (x_i). Utilizou-se uma escala de 0 a 1 com uma função de utilidade *fuzzy* linear decrescente (Figura 25). O objetivo é priorizar os indicadores que apresentaram baixos níveis de satisfação e, ao mesmo tempo, altos níveis de importância. Os indicadores que apresentaram baixos níveis de satisfação, ao serem normalizados, são os que apresentam os maiores valores. Assim, ao calcular o *score* por meio da média linear ponderada, que considera a importância relativa e o valor normalizado, os valores mais altos de *score* são os que possuem maior necessidade de serem melhorados. Quanto aos pontos de controle, o valor de X_a vale 1, pois é o menor valor de satisfação que um indicador pode receber. Já o valor de X_b é 5, visto que é o maior valor que pode ser atribuído a um indicador. Ao ser normalizado, um indicador que apresentou um nível de satisfação médio de 5 passa a ter um valor 0, pois é o que possui menor prioridade. Em contrapartida, se um indicador apresentou um nível de satisfação 1, menor valor possível, ao ser normalizado para uma escala de 0 a 1, ele mantém o valor 1, indicando que deve ser prioritário.

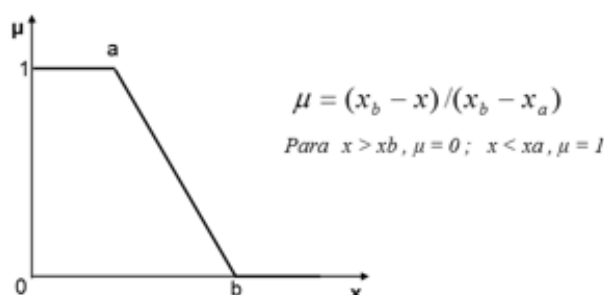


Figura 25- Função *Fuzzy* decrescente. Adaptado de Ramos (2000)

A Tabela 10 mostra o nível de satisfação médio por indicador, o seu valor normalizado (x_i), o peso do indicador (w_i) e o valor calculado do *score*, por indicador e por subgrupo, salientando os maiores *scores* (índices de prioridade) por subgrupo.

Analisando o subgrupo Veículos, o indicador **disponibilidade de informação dentro do veículo** foi o que teve o maior *score* (0,117), sendo, portanto, o indicador que deve ser priorizado. Dentre as informações que se fornece dentro de um veículo, tem-se: telefones de emergência, telefones para reclamações, valor da tarifa, identificação da linha e, em alguns casos, algumas informações a respeito de horários dos ônibus. Dessa forma, melhorar o nível de satisfação em relação a este indicador não é algo que exige altos investimentos e é de responsabilidade da empresa prestadora do serviço. O segundo maior *score* é o **conforto dos veículos**, seguido da **adaptação do veículo** para pessoas que possuem necessidades especiais, limpeza e idade do veículo. Em relação à adaptação do veículo, este é um indicador previsto por lei, que assegura o acesso ao serviço de transporte por parte de pessoas que possuem algum tipo de necessidade especial. Portanto, a empresa prestadora deve ofertar veículos que possuam elevadores para cadeirantes e, também, disponibilizar assentos prioritários para todos aqueles que possuem algum tipo de necessidade especial. Porém cabe ao poder público fiscalizar o cumprimento deste requisito previsto por lei. A limpeza dos veículos, conforme já mencionado, possui um bom nível de satisfação. No entanto, principalmente as pessoas que utilizam as linhas rurais, se mostraram insatisfeitas com este fator do serviço. Por último, a idade média da frota é um requisito exigido no contrato de concessão do município e, também, é algo que deve ser fiscalizado, apesar de ter sido o indicador com menor prioridade dentro do subgrupo.

Veículos				
Indicador	Nível de satisfação	Valor normalizado (xi)	Peso (wi)	Score
Idade do veículo	2,95	0,513	0,185	0,095
Limpeza	2,99	0,503	0,204	0,103
Adaptação do veículo	3,10	0,476	0,219	0,104
Conforto	2,67	0,583	0,192	0,112
Informação (veículo)	2,65	0,586	0,200	0,117
Score do subgrupo				0,531
Pontos				
Quantidade de pontos	3,59	0,352	0,161	0,057
Existência de bancos	2,35	0,664	0,164	0,109
Existência de cobertura	2,30	0,675	0,171	0,116
Sinalização (pontos)	3,22	0,445	0,164	0,073
Informação (pontos)	2,23	0,693	0,168	0,116
Adaptação (pontos)	1,71	0,823	0,171	0,141
Score do subgrupo				0,612
Vias				
Pavimentação	2,75	0,564	0,330	0,186
Sinalização	3,37	0,407	0,352	0,143
Congestionamento	2,74	0,565	0,318	0,180
Score do subgrupo				0,509
Confiabilidade				
Indicador	Nível de satisfação	Valor normalizado	Peso	Score
Tempo de viagem	3,10	0,474	0,312	0,148
Frequência	2,12	0,720	0,339	0,244
Pontualidade	2,55	0,611	0,350	0,214
Score do subgrupo				0,605
Conveniência				
Lotação	2,55	0,611	0,167	0,102
Segurança Pública	3,21	0,448	0,181	0,081
Segurança Viária	3,29	0,427	0,179	0,076
Tarifa	1,80	0,800	0,177	0,141
Integração Tarifária	1,40	0,899	0,174	0,156
Intermodalidade	1,90	0,774	0,123	0,095
Score do grupo				0,652
Comportamental				
Indicador	Nível de satisfação	Valor normalizado	Peso	Score
Cordialidade (funcionários)	3,46	0,384	0,493	0,189
Habilidade de direção	3,63	0,343	0,507	0,174

Tabela 9 - Desempenho (xi), peso (wi) e score por indicador e por grupo

Com relação aos indicadores do subgrupo Ponto de Ônibus, o indicador com maior *score* foi: **adaptação dos pontos** (0,141), seguido da **disponibilidade de informação** (0,116) e **existência de cobertura** (0,116). Somente alguns pontos de ônibus centrais possuem uma estrutura com bancos, coberturas e painéis de informação. A maioria dos pontos possuem apenas uma placa de sinalização para indicação do ponto. Isto é verificado nos dados obtidos, visto que a sinalização dos pontos é um indicador que possui baixa prioridade e os demais possuem alta prioridade. No que diz respeito à adaptação dos pontos, este foi o indicador de maior prioridade dentro do subgrupo e, também, é um requisito previsto por lei, uma vez que os pontos são considerados parte integrante do sistema de transporte. Estes dados evidenciam

a necessidade de integração entre poder público e empresa prestadora do serviço do município visando reestruturar os pontos da cidade e fornecer informações pertinentes aos usuários nestas instalações. É válido ressaltar que esta reestruturação exige um investimento maior por parte do poder público. Sobre o fornecimento de informações nos pontos, isto pode fazer com que pessoas que não fazem o uso do serviço de transporte público com frequência, ou seja, que não sabem a respeito do funcionamento do serviço, passe a utilizá-lo mesmo que esporadicamente. A quantidade de pontos é o fator que apresentou a menor prioridade, devido ter sido um indicador com um peso relativamente baixo e um alto nível de satisfação.

As vias são consideradas parte integrante do sistema de transporte e algumas características influenciam na qualidade do transporte. A manutenção das vias e o planejamento do trânsito é de responsabilidade do poder público. Dentro deste subgrupo, a **pavimentação** teve o maior *score* (0,186), seguido do indicador **congestionamento** (0,180). Itajubá é uma cidade de médio porte e a maior reclamação a respeito do congestionamento está relacionado aos horários de pico. Já no que diz respeito a pavimentação, o centro da cidade é pavimentado. Porém o mesmo não ocorre nas regiões mais afastadas. Isto evidencia a necessidade de uma maior atenção do poder público nestas regiões.

Analisando os indicadores do subgrupo confiabilidade, a **frequência** é o indicador com maior *score*, 0,244, seguido pela **pontualidade** (0,214). A frequência está relacionada com o tempo que o usuário espera no ponto pelo ônibus. Alguns relatos mostram que, em alguns horários específicos, principalmente os de maior movimento, o fornecimento do serviço possui uma frequência maior. No entanto, após estes horários, os usuários chegam a esperar até uma hora no ponto para poder usar o serviço de TPU no município. Dessa forma, uma medida seria melhorar a frequência dos ônibus em horários que não são de pico. A pontualidade é um indicador que também merece uma atenção maior, visto que muitos que utilizam do serviço dependem do mesmo para atividades como trabalho e estudo. Ressalta-se que a melhoria desses fatores depende do planejamento interno da empresa que possui a concessão para a prestação do serviço. Esses indicadores também estão relacionados com os requisitos previstos por Lei, uma vez que a lei de concessão exige que o serviço seja prestado de forma contínua e eficiente.

O subgrupo conveniência é o de maior prioridade, com um *score* no valor de 0,652. O indicador com maior *score* foi a integração tarifária (0,156), seguido da tarifa (0,141). O fato da integração tarifária e do valor tarifário serem considerados os indicadores de maior relevância no subgrupo, evidencia a necessidade de intervenção do poder público por meio do fornecimento de subsídios que ajudem no custeio do serviço do município, visando tornar o

serviço mais acessível para aqueles que dependem do mesmo. Tal medida é adotada em cidades da Europa, como Praga, Turim e Varsóvia, onde o transporte público é bastante incentivado. O valor da tarifa também pode ser reduzido com uma gestão mais eficiente dos custos relacionados ao serviço. Dessa forma, o planejamento interno da empresa também pode contribuir com a redução do valor tarifário. Destaca-se que a Lei de concessão exige que o serviço tenha modicidade das tarifas, para que todos que necessitam do serviço possam utilizá-lo. Em Itajubá não existe a integração tarifária, no entanto a maioria dos usuários do transporte público do município a considera muito importante e avaliaram como péssimo o fato de não existir esta possibilidade no município. A implementação da integração tarifária exige um maior planejamento, investimento e a necessidade de integração entre poder público e empresa. Por isto, uma medida imediata seria a realização de uma pesquisa origem/destino no município, visando identificar os principais pontos de origem e destino para que sejam fornecidas linhas diretas entre os mesmos, evitando que os usuários tenham que pagar mais de uma vez para chegar ao destino requerido. Ainda pode-se determinar os polos geradores de viagem do município visando intensificar o fornecimento do serviço para estes locais de forma direta. A intermodalidade (0,095), quarto indicador de maior prioridade, foi abordada como a possibilidade de integração entre o ônibus e a bicicleta. O indicador apresentou o menor peso no grupo, porém teve uma avaliação não satisfatória, mostrando que o sistema de transporte atual do município não permite a integração entre esses dois modos de transporte. Dentre as possíveis medidas a serem tomadas, tem-se a construção de bicicletários próximos aos pontos de ônibus e a adaptação dos veículos, colocando suportes externos para o transporte da bicicleta. O indicador lotação (score 0,102) pode ser melhorado aumentando a frequência dos ônibus em horários de maior movimento. Tal medida está relacionada com o planejamento da empresa. Já a segurança pública e a segurança viária foram os considerados de menor prioridade dentro do grupo. Ambos são exigidos por Lei e, portanto, ressalta-se a necessidade de fiscalização do trânsito e o fornecimento de serviço público que garanta baixos níveis de criminalidade.

A cordialidade dos funcionários, ou seja, a forma com que os funcionários da empresa tratam os usuários, foi o de maior prioridade do grupo comportamental, com um *score* de 0,189. Já a habilidade de direção do motorista apresentou um *score* de 0,174. Apesar da cordialidade não ser um indicador prioritário no município, a Lei de concessão exige a cortesia na prestação do serviço, o que significa o bom tratamento com os usuários por parte dos funcionários. Uma medida simples, como o fornecimento de treinamentos para os funcionários, pode assegurar o

cumprimento deste requisito. No que diz respeito à habilidade de direção, também pode ser fornecido treinamentos e dar preferências por funcionários com experiências anteriores.

Fazendo o somatório dos valores de *score* dos indicadores de um subgrupo, é possível verificar os subgrupos que merecem maior atenção. Esta análise foi feita para os subgrupos pertencentes ao segundo nível hierárquico. Por este motivo, não foi feita análise comparativa para o grupo comportamental, que pertence ao terceiro nível da estrutura hierárquica. O subgrupo “veículos” apresentou um valor intermediário de *score* (0,531). Portanto não é o subgrupo que precisa de maior atenção por parte dos planejadores do sistema de transporte. O subgrupo ponto de ônibus apresentou um *score* de 0,612, sendo o segundo de maior prioridade. O subgrupo das vias públicas é o que apresentou menor prioridade, com um *score* de 0,509. A confiabilidade é o terceiro subgrupo com a maior prioridade, apresentando um *score* de 0,605. O subgrupo conveniência é o de maior prioridade, com um *score* no valor de 0,652.

6 Análise Agregada: Determinação do Índice de Qualidade para o TPU

A fase de análise agregada tem o objetivo validar o modelo final para a avaliação da qualidade do sistema de TPU, e calculando o índice de qualidade para transporte público urbano (IQTPU) em Itajubá, MG.

Essa fase contou inicialmente com a determinação dos pesos dos critérios dos grupos e subgrupos por meio do Processo Hierárquico Analítico (AHP) e depois com o agrupamento dos critérios com a Combinação Linear Ponderada (WLC) em todos os níveis da estrutura de decisão, gerando, assim, o IQTPU.

6.1 Análise dos julgamentos dos especialistas e cálculo dos pesos

Para a finalização do modelo, foi necessário determinar os pesos dos grupos e subgrupos que compõem a estrutura hierárquica, visto que a fase de análise desagregada (fase 2) do trabalho permitiu a apenas obtenção dos pesos dos indicadores (último nível da estrutura hierárquica) com a opinião dos usuários. A determinação dos pesos dos grupos e subgrupos foi feita por meio do método AHP (apresentado no item 2.3.1.1), com a consulta da opinião de especialistas.

O método AHP não foi aplicado com os usuários do TPU por ser mais complexo e demandar mais tempo, o que poderia comprometer a precisão dos dados. Também considerou-se relevante incorporar a opinião de especialistas no modelo visando torna-lo mais interdisciplinar, por agregar visões de diferentes grupos.

Neste estudo, foram consultados 15 especialistas das áreas de planejamento urbano, mobilidade urbana e transporte, da área acadêmica, do setor público e da empresa prestadora do serviço de TPU de Itajubá. O Quadro 8 caracteriza os especialistas consultados quanto à sua experiência na área.

Especialista	Experiência
1	Aluna de mestrado e membro do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá trabalhando com o tema mobilidade urbana.
2	Arquiteta da prefeitura de Itajubá atuando na área de planejamento urbano.
3	Graduada em Arquitetura com mestrado e doutorado em arquitetura e urbanismo. Hoje atua como pesquisadora no núcleo de sistemas urbanos sustentáveis e no grupo de planejamento urbano e gestão da Universidade Federal de Itajubá.
4	Professora da Universidade Federal de Itajubá atuando como pesquisadora no Grupo de Pesquisa e Extensão em Políticas Socioambientais e no Laboratório de Educação Ambiental e Sustentabilidade. Já atuou na elaboração de planos diretores de alguns municípios do Sul de Minas.
5	Secretária Municipal de Planejamento Urbano de Itajubá, MG.
6	Aluna de mestrado e membro do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá trabalhando com o tema planejamento urbano.
7	Gerente da empresa prestadora de serviço de TPU de Itajubá.
8	Engenheira civil com mestrado e doutorado em Engenharia de Transportes. Atualmente é professora da Universidade Federal de Itajubá atuando em pesquisas na área de Mobilidade Urbana. Também é integrante do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá.
9	Aluna de mestrado e membro do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá trabalhando com o tema transporte público.
10	Supervisor de operações da empresa prestadora de serviço de TPU de Itajubá, MG.
11	Engenheira civil com mestrado e doutorado em Transportes. Atualmente é professora na Universidade Federal de Itajubá, atuando em ensino, pesquisa e extensão em algumas áreas, incluindo a de sistemas de transporte inteligentes.
12	Engenheiro civil com mestrado e doutorado em Engenharia de Transporte. Atualmente é professor na Universidade Federal de Itajubá atuando em pesquisas na área de logística e transporte urbano. Também é membro do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá
13	Graduado em Gestão Pública, atuou como Instrutor e Examinador de Trânsito e como Diretor do Departamento de Trânsito da Prefeitura Municipal de Itajubá. Hoje é vereador no município.
14	Engenheiro civil e Ex prefeito do município de Maringá, PR. Hoje atua com os temas cidades inteligentes, mobilidade urbana e sustentabilidade.

15 Arquiteta da prefeitura de Itajubá atuando na área de planejamento urbano, também é membro do grupo de pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade da Universidade Federal de Itajubá

Quadro 8- Caracterização dos especialistas consultados quanto à experiência na área

Inicialmente foram elaboradas matrizes de comparação par a par, conforme indica o método AHP (Figura 4, item 2.3.1.1). Os especialistas avaliaram os critérios de qualidade, preenchendo as matrizes de comparação elaboradas em planilhas do Excel, contendo explicações a respeito do procedimento para o preenchimento das matrizes, da escala utilizada e também das definições dos grupos e subgrupos. Ressalta-se que ao preencher as matrizes de ordem superior a 2, a própria planilha calculava o índice de consistência da avaliação (equação 8). Caso o índice obtido fosse superior a 0,1, o especialista recebia um aviso para revisar os seus julgamentos, o que impediu de haver respostas inconsistentes. Caso o índice fosse inferior ao valor 0,1, os especialistas eram avisados que seus julgamentos foram consistentes.

Além da avaliação dos grupos e subgrupos, os especialistas também determinaram a importância relativa dos indicadores habilidade de direção e cordialidade dos funcionários. Isto é devido ao fato desses dois indicadores estarem no mesmo nível hierárquico dos subgrupos confiabilidade, conveniência, veículos, vias e pontos de ônibus.

A Figura 26 apresenta um exemplo da matriz de comparação entre os subgrupos pertencentes ao grupo Infraestrutura.

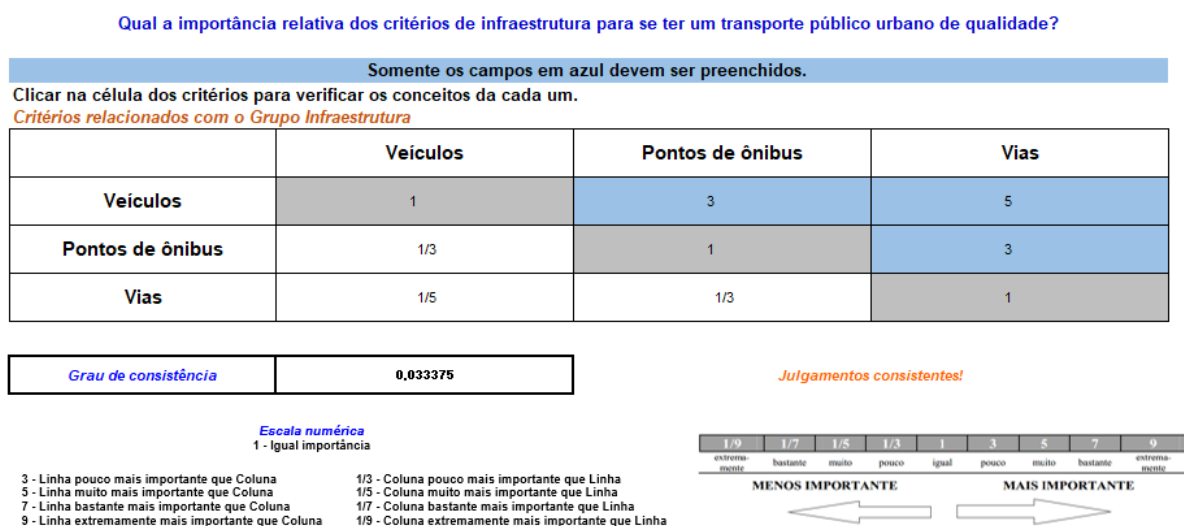


Figura 26- Exemplo de uma matriz de comparação entre os subgrupos pertencentes ao grupo Infraestrutura

Para a obtenção dos pesos finais dos grupos e subgrupos do modelo hierárquico foi necessário avaliar os julgamentos individuais dos 15 especialistas, utilizando as equações de 2 a 7 descritas no item 2.3.1.1. As Figuras 27, 28, 29 e 30 apresentam os resultados da distribuição

dos pesos para os grupos, subgrupos considerando a opinião dos 15 especialistas. O peso final dos grupos e dos subgrupos foram obtidos por meio de uma média geométrica. Em um contexto de decisão em grupo, em que os especialistas atuam separadamente e não possuem um objetivo único, é necessária a utilização da média geométrica dos elementos (COSTA E BELDERRAIN, 2009).

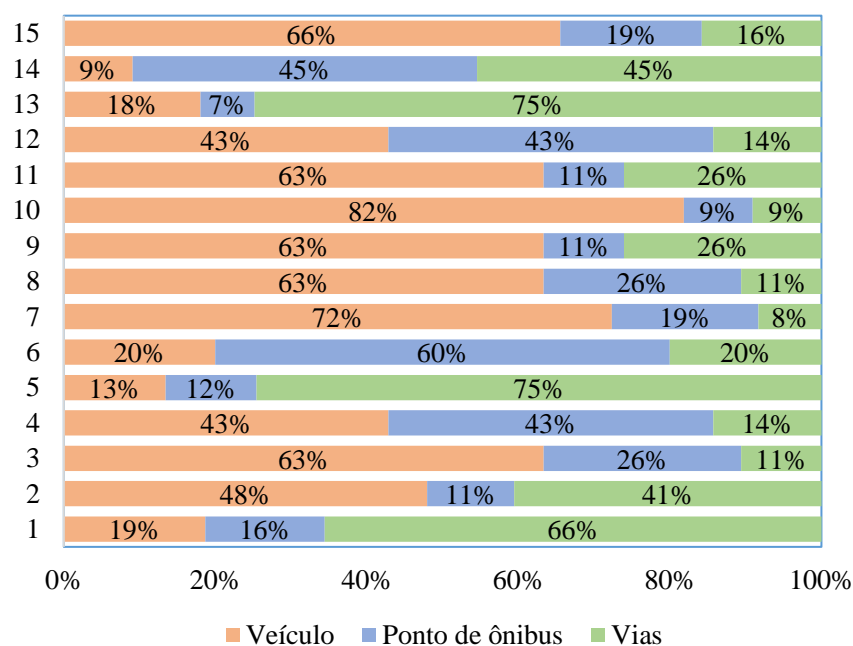


Figura 27- Pesos dos subgrupos pertencentes ao grupo Infraestrutura

A Figura 27 aponta que para a maioria dos especialistas, o subgrupo veículos é o de maior peso dentro do grupo infraestrutura, sendo considerado mais importante por 8 especialistas, com pesos variando entre 48% e 82%. Para dois especialistas ele possui igual importância ao subgrupo pontos de ônibus, ambos com pesos de 43%. Apenas 1 especialista o considera de menor importância dentro do grupo, atribuindo um peso de 9%. O subgrupo vias foi considerado de maior peso apenas por 3 avaliadores, com pesos entre 66% e 75%. Por outro lado, foi avaliado como de menor peso por 6 especialistas. No que se refere aos pontos de ônibus, o subgrupo foi considerado de maior importância para apenas 1 especialista.

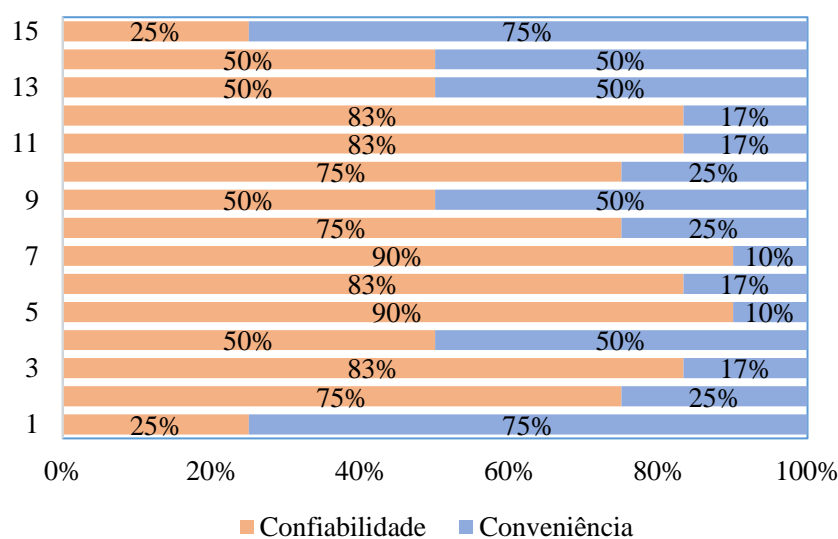


Figura 28- Pesos para os subgrupos pertencentes ao grupo operacional

A Figura 28 mostra a atribuição dos pesos dos 15 especialistas para os subgrupos pertencentes ao grupo operacional. O subgrupo confiabilidade é formado por indicadores que asseguram ao usuário que ele chegará no destino requerido, no horário necessário, bem como assegura que o serviço estará disponível, ou seja, tornam o serviço confiável. Já o subgrupo conveniência é formado por indicadores que tornam a viagem por TPU mais oportuna e adequada. Para a maioria dos especialistas (9) o subgrupo confiabilidade é o de maior importância quando comparado ao de conveniência, com pesos variando entre 75% e 90%. Para 4 especialistas os dois possuem a mesma importância e apenas 2 especialistas consideram o subgrupo conveniência o de maior peso, ambos atribuindo um peso de 75%.

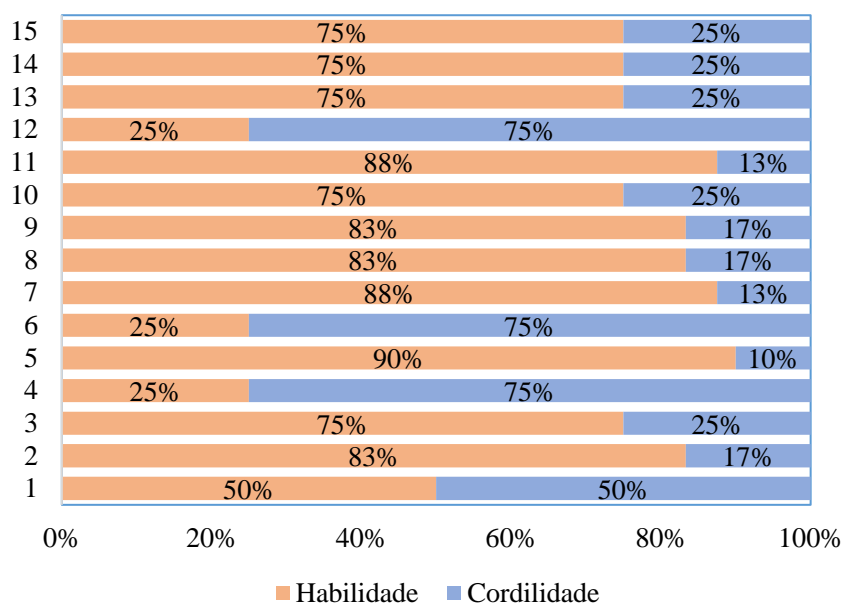


Figura 29- Pesos dos indicadores pertencentes ao grupo comportamental

Conforme explicado no item 4.3.1, optou-se por consultar os especialistas a respeito da importância dos indicadores habilidade de direção e cordialidade devido estes pertencerem ao mesmo nível hierárquico dos demais subgrupos (2º nível). Portanto, para não haver diferença na forma de atribuição de pesos dos elementos da estrutura hierárquica pertencente ao mesmo nível, decidiu-se que os pesos destes dois indicadores também seriam obtidos por meio do método de comparação par a par. A maioria dos especialistas (11) consideram o indicador habilidade de direção mais importante do que o indicador cordialidade, com pesos entre 75% e 90%. Apenas 1 especialista atribuiu o mesmo peso para ambos indicadores e 3 consideram que a cordialidade é mais importante do que a habilidade de direção, com pesos de 75%.

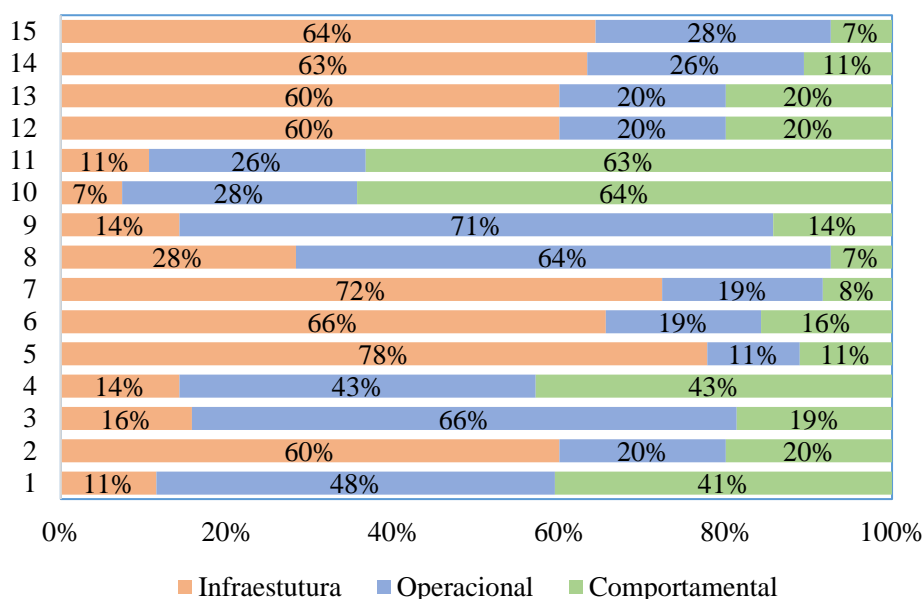


Figura 30- Pesos dos grupos de critérios de qualidade

O primeiro nível da estrutura hierárquica é formado pelos 3 grupos principais: infraestrutura, operacional e comportamental. A Figura 30 apresenta como se deu a distribuição dos pesos para estes grupos. Percebe-se que 7 especialistas consideram o grupo infraestrutura, que é composto pelos subgrupos veículos, pontos e vias, o de maior peso, com valores entre 60% e 78%. Já para 4 especialistas, o grupo operacional, que é formado pelos indicadores relacionados com a viagem em si, é o de maior importância, com pesos entre 48 e 71%. Por último, apenas 2 avaliadores consideram o grupo comportamental, relacionado com o comportamento dos funcionários da empresa, o mais importante entre os três, com pesos de 63% e 64%.

As análises acima evidenciam que as experiências dos especialistas e o fato deles pertencerem a diferentes grupos, com diferentes interesses, impactam em seus julgamentos. Observa-se que em todas as análises ocorreram divergências de opinião. Nestes casos, em que a decisão ocorre em grupo e os especialistas não possuem um objetivo comum, o método AHP sugere a utilização da média geométrica entre os elementos das matrizes para o cálculo do peso final (COSTA e BELDERRAIN, 2009). As Figuras 31 (a), 31 (b), 31 (c) e 31 (d) apresentam os valores dos pesos finais que compõem o modelo de decisão, calculados por meio da média geométrica dos valores individuais.

As análises acima evidenciam que as experiências dos especialistas e o fato deles pertencerem a diferentes grupos, com diferentes interesses, impactam em seus julgamentos. Observa-se que em todas as análises ocorreram divergências de opinião. Nestes casos, em que

a decisão ocorre em grupo e os especialistas não possuem um objetivo comum, o método AHP sugere a utilização da média geométrica entre os elementos das matrizes para o cálculo do peso final (COSTA e BELDERRAIN, 2009). As Figuras 31 (a), 31 (b), 31 (c) e 31 (d) apresentam os valores dos pesos finais que compõem o modelo de decisão, calculados por meio da média geométrica dos valores individuais.

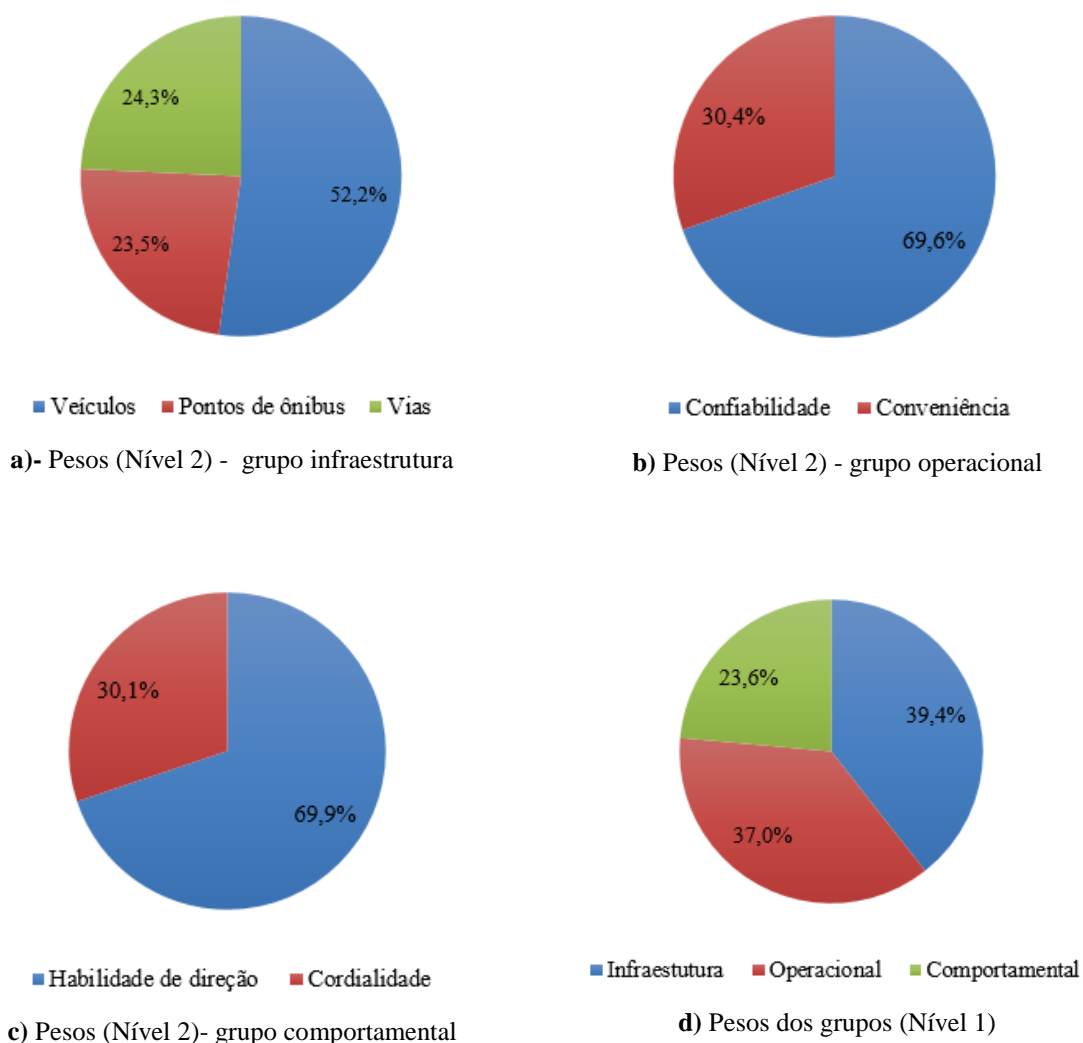


Figura 31- Pesos dos grupos e subgrupos

A Figura 31 a mostra que o subgrupo “veículos” é o que possui maior influência na qualidade do sistema de TPU dentro do grupo infraestrutura, com um peso de 52,2%. As vias e os pontos de ônibus apresentaram pesos relativamente parecidos, 24,3% e 23,5% respectivamente. Para os subgrupos pertencentes ao grupo operacional (Figura 31b), observa-se que a confiabilidade apresentou uma importância significativamente maior do que a conveniência, com um peso final de 69,6%. O mesmo ocorreu com os indicadores pertencentes

ao grupo comportamental. A habilidade de direção do motorista apresentou um peso final de aproximadamente 70%. A distribuição dos pesos para os grupos principais se deu de forma mais uniforme, sendo que os grupos infraestrutura e operacional obtiveram pesos similares, 39,4% e 37% respectivamente. O grupo comportamental foi o considerado de menor impacto na determinação da qualidade do sistema de TPU, com um peso de 23,6%. Com os pesos finais, foi possível finalizar o modelo de avaliação da qualidade do sistema de TPU, apresentado na Figura 32.

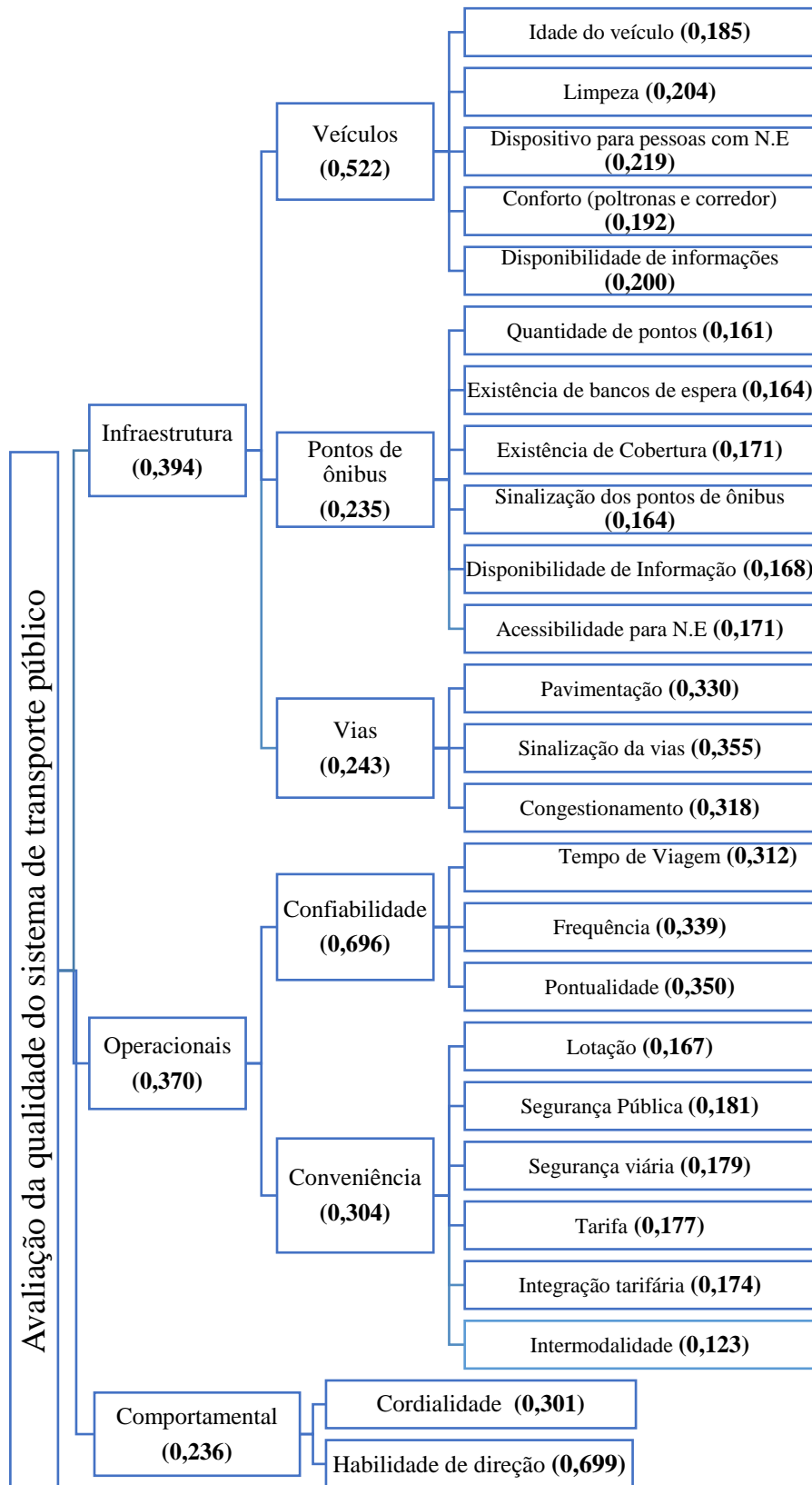


Figura 32- Modelo de avaliação da qualidade do sistema de TPU

6.2 Índice de Qualidade do Transporte Público Urbano (IQTPU)

O modelo para avaliação do transporte público urbano propõe o desenvolvimento de um índice de qualidade (*IQ*) que expressa as condições do serviço prestado à população de um determinado município. O modelo foi aplicado em um município de médio porte, mas poderá ser adaptado para cidades de dimensões diferentes.

O índice de qualidade (IQTPU) é um valor que incorpora as diferentes opiniões de satisfação dos usuários (item 4.2.1) e também a importância dos indicadores, pela opinião dos usuários (item 4.2.2), e dos grupos e subgrupos pela opinião de especialistas (item 4.3.1).

O índice foi determinado através do agrupamento dos *scores* de cada indicador (produto do peso w_i com o nível de satisfação de cada indicador x_i) e dos pesos do subgrupo (w_{sgi}) e do grupo (w_g) no qual o indicador faz parte. Os vários indicadores em análise podem ser complementares ou equivalentes, e frente a essa situação, faz-se a agregação em grupos de indicadores similares. Assim, o IQ pode ser avaliado por grupos de indicadores ou de forma individual, conforme foi feito na fase 2 de análise desagregada desse trabalho.

Antes de determinar o IQTPU final, foi realizado o agrupamento dos subgrupos, gerando um índice de qualidade por grupo de indicadores, conforme a equação 12 e depois é feito o agrupamento global, gerando o índice final.

$$IQTPU_g = \sum_{i=1}^n w_{sgi} w_i x_i \quad (12)$$

Em que:

- $IQTPU_g$ – Índice de qualidade para Transporte Público Urbano por grupo de indicadores;
- w_{sgi} – peso do subgrupo do indicador i obtido pelo julgamento dos especialistas;
- w_i – peso do indicador i obtido pela opinião dos usuários;
- x_i – valor normalizado do nível de satisfação, ou seja, desempenho do indicador.

A equação 13 apresenta a forma como o Índice de Qualidade para Transporte Público Urbano final foi determinado.

$$IQTPU = \sum_{i=1}^n w_g w_{sgi} w_i x_i \quad (13)$$

Em que:

- IQTPU – Índice de qualidade para Transporte Público Urbano;
- w_{gi} – peso do grupo do indicador i obtido pelo julgamento dos especialistas;
- w_{sgi} – peso do subgrupo do indicador i obtido pelo julgamento dos especialistas;
- w_i – peso do indicador i obtido pela opinião dos usuários;
- x_i – valor normalizado do nível de satisfação, ou seja, desempenho do indicador.

Portanto, para aplicar o modelo de qualidade do TPU é necessário que sejam conhecidos os seguintes dados: o ambiente no qual será realizado o estudo, os indicadores de avaliação, os pesos a aplicar a cada indicador e aos grupos de indicadores, as funções de normalização e as informações características de cada indicador, que nesse trabalho são os níveis de satisfação do usuário.

Antes de proceder o agrupamento, foi necessário normalizar novamente os valores do nível de satisfação. Para a análise de priorização realizada na fase 2, item 4.2.4, utilizou-se uma função *fuzzy* decrescente, pois quanto pior a satisfação do usuário, mais prioritário é o indicador para intervenções de melhorias. Entretanto, para a geração de um índice de qualidade considera-se que o nível de satisfação é diretamente proporcional ao índice de qualidade, ou seja, um alto nível de satisfação reflete em um alto índice de qualidade. Dessa forma, para o cálculo do valor normalizado dos indicadores foi utilizada uma função *fuzzy* crescente. A Figura 33 apresenta o comportamento de uma função crescente. Quanto aos pontos de controle, o valor x_a corresponde a 1, ou seja, o menor valor de satisfação que um indicador pode receber. Já x_b vale 5, por ser o maior valor de satisfação que pode ser atribuído a um indicador.

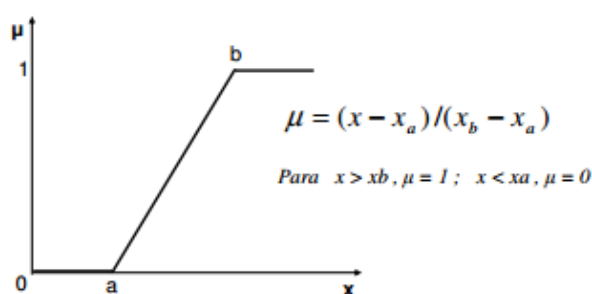


Figura 33- Função *fuzzy* crescente. Adaptado de Ramos (2000)

O objetivo é maximizar os indicadores que apresentaram altos níveis de satisfação e, ao mesmo tempo, altos níveis de importância. Os indicadores que apresentaram altos níveis de satisfação, ao serem normalizados, são os que apresentam os maiores valores normalizados. Os pontos de controle, X_a e X_b são os valores mínimo (1) e máximo (5), respectivamente, da escala likert adotada na coleta de dados. Assim, um indicador que apresentou um nível de satisfação

5 passa a ter um valor 1, pois é o que contribui positivamente para a qualidade do TPU. Em contrapartida, se um indicador que apresentou um nível de satisfação 1, menor valor possível, ao ser normalizado ele recebe o valor 0, contribuindo negativamente para a qualidade. A Tabela 10 apresenta os valores dos níveis de satisfação médio com seus respectivos valores normalizados por meio de uma função *fuzzy* crescente.

Indicador	Nível de satisfação	Valor normalizado (xi)
Veículos		
Idade do veículo	2,95	0,488
Limpeza	2,99	0,497
Adaptação do veículo	3,10	0,524
Conforto	2,67	0,417
Informação (veículo)	2,65	0,414
Pontos		
Quantidade de pontos	3,59	0,648
Existência de bancos	2,35	0,336
Existência de cobertura	2,30	0,325
Sinalização (pontos)	3,22	0,555
Informação (pontos)	2,23	0,307
Adaptação (pontos)	1,71	0,177
Vias		
Pavimentação	2,75	0,436
Sinalização	3,37	0,593
Congestionamento	2,74	0,435
Confiabilidade		
Tempo de viagem	3,10	0,53
Frequência	2,12	0,28
Pontualidade	2,55	0,39
Conveniência		
Lotação	2,55	0,389
Segurança Pública	3,21	0,552
Segurança Viária	3,29	0,573
Tarifa	1,80	0,200
Integração Tarifária	1,40	0,101
Intermodalidade	1,90	0,226
Comportamental		
Cordialidade (funcionários)	3,46	0,616
Habilidade de direção	3,63	0,657

Tabela 10- Valores normalizados dos níveis de satisfação para o cálculo do IQTPU

A Tabela 11 apresenta uma síntese dos dados necessários para o cálculo do IQTPU, apresentando os pesos dos grupos, w_g , os pesos dos subgrupos, w_{sg} os pesos dos indicadores, w_i e os valores normalizados dos níveis de satisfação, x_i .

Grupo	wg	Subgrupo	Wsg	Indicador	wi	xi
Infraestrutura	0,394	Veículos	0,522	Idade	0,185	0,488
				Limpeza	0,204	0,497
				Adaptação (Veículo)	0,219	0,524
				Conforto	0,192	0,417
				Informação (Veículo)	0,200	0,414
		Pontos de ônibus	0,235	Quantidade (pontos)	0,161	0,648
				Existência de bancos	0,164	0,336
				Existência de cobertura	0,171	0,325
				Sinalização	0,164	0,555
				Informação (pontos)	0,168	0,307
		Vias	0,243	Pavimentação	0,330	0,436
				Sinalização (vias)	0,352	0,593
Congestionamento	0,318			0,435		
Operacional	0,37	Confiabilidade	0,696	Tempo de viagem	0,312	0,526
				Frequência	0,339	0,280
				Pontualidade	0,350	0,389
		Conveniência	0,304	Lotação	0,167	0,389
				Segurança Pública	0,181	0,552
				Segurança Viária	0,179	0,573
				Tarifa	0,177	0,200
				Integração Tarifária	0,174	0,101
		Intermodalidade	0,123	0,226		
		Comportamental	0,236	Cordialidade	0,301	
Habilidade de direção	0,699					0,657

Tabela 11- Dados necessários para o cálculo do IQTPU

Com a aplicação da equação 12, foi determinado inicialmente o $IQTPU_g$, agregando os dados até o nível 2 da estrutura hierárquica. Os resultados são apresentados na tabela 12.

Grupos de Indicadores	Índice por grupo ($IQTPU_g$)
Infraestrutura	0,455
Operacional	0,380
Comportamental	0,664

Tabela 12 - Índice de qualidade por grupo de indicadores

Os resultados da Tabela 12 mostram que o grupo operacional é o que possui o menor índice de qualidade (0,380). Estes dados refletem os resultados obtidos na análise desagregada, que mostraram alto nível de insatisfação dos usuários com alguns aspectos relacionados à

viagem, principalmente quanto à tarifa, pontualidade, frequência, integração tarifária e intermodalidade. Em contrapartida, o grupo comportamental é o que apresentou o maior índice por grupo (0,664). Este resultado é devido ao alto nível de satisfação dos usuários com os aspectos relacionados aos funcionários da empresa, tanto com a direção dos motoristas, quanto com o tratamento que é dado aos usuários.

Finalmente, utilizando os valores apresentados na Tabela 11 e a equação 13, determinou-se o IQTPU final para o município de Itajubá:

$$IQTPU_{Itajubá} = 0,472$$

O IQTPU é um valor entre 0,00 e 1,00, sendo resultado da agregação entre as avaliações dos indicadores e os pesos atribuídos a todos os elementos da estrutura hierárquica. Em Itajubá, o valor do IQTPU foi de 0,472, valor inferior ao que é considerado mediano (0,50), mostrando, de forma geral, a baixa qualidade do serviço. O valor é um alerta para a administração e para a prestadora de serviço de que algo não está indo bem. A avaliação detalhada dos indicadores e dos grupos apresenta subsídios para melhorias em questões estratégicas do sistema de transporte.

O índice pode ser utilizado como uma ferramenta de planejamento a longo prazo. Ao ser aplicado novamente, com certa periodicidade, é possível fiscalizar a evolução na qualidade do sistema de transporte. Também é possível utilizá-lo para tomadas de decisão a respeito de alocação de recursos para implementar melhorias. Ao aplica-lo para a comparação entre diferentes empresas de transporte público ou para diferentes municípios, o índice contribui para identificar aqueles que são mais prioritários, ou seja, aqueles que apresentam valores inferiores.

7 Discussão dos resultados

A fase de estruturação do problema, com o levantamento dos indicadores de qualidade para TPU, reafirmou o referencial teórico sobre não haver um consenso de indicadores que devem ser utilizados para avaliar a qualidade do serviço de transporte público (DE ONÃ E DE ONÃ, 2013a). Isto pôde ser verificado com os trabalhos apresentados no Quadro 6 (item 4.1.1), que mostrou que cada autor opta por avaliar indicadores específicos. No entanto, também foi possível verificar que alguns indicadores foram utilizados com uma maior frequência, como a acessibilidade e a disponibilidade de informação, ambos sendo avaliados em 85% dos trabalhos analisados.

A acessibilidade refere-se à facilidade de se ter acesso ao serviço e, por este motivo, muitos trabalhos a abordam como a facilidade de embarque, de encontrar um ponto de ônibus ou como a distância percorrida para ter acesso ao ponto. Neste trabalho ela foi tratada como a quantidade de pontos de ônibus na cidade. Batty *et al.* (2015) destacam que a acessibilidade é a base da pirâmide hierárquica de requisitos do sistema de TPU, sendo considerada como a necessidade primária a ser satisfeita. Já o indicador informação, está relacionado com o fornecimento de informação a respeito do funcionamento do sistema de TPU e pode contribuir para a captação de novos usuários (BATTY *et al.*, 2015). O estudo de Outwater *et al.* (2011) mostra que, em Salt Lake City (EUA), o fornecimento de informação em tempo real foi um dos atributos mais valorizados pelos usuários. Em Itajubá, o fornecimento de informação sobre horários e itinerários é feito apenas em alguns pontos centrais da cidade. Isto refletiu na avaliação deste indicador, visto que seu nível de satisfação médio foi de 2,23 em uma escala de 1 a 5.

Além destes, outros indicadores também foram bastante utilizados na construção de modelos para avaliar a qualidade do sistema de TPU. Destaca-se a pontualidade, segurança pública, frequência, tarifa, tempo de viagem, lotação, características dos pontos/terminais, comportamento dos funcionários e conforto, todos sendo avaliados em mais de 60% dos artigos.

A fase de análise desagregada da qualidade é voltada para um planejamento à curto prazo e seu objetivo é obter um diagnóstico da situação dos indicadores de forma individual. A primeira análise, referente ao nível de satisfação e as avaliações subjetivas, permitiu determinar os indicadores que foram piores avaliados. Esta análise evidenciou insatisfação dos usuários, principalmente, em relação a integração tarifária, a adaptação dos pontos para pessoas com necessidades especiais, a tarifa e a intermodalidade, todos com níveis de satisfação abaixo de 2. Em contrapartida, os indicadores habilidade de direção, quantidade de pontos, cordialidade dos funcionários e sinalização das vias foram os que apresentaram os maiores níveis de satisfação, todos acima de 3,30. A análise das avaliações subjetivas em específico (Figura 18) confirmou a presença de divergência e heterogeneidade de opinião nos processos de avaliação da qualidade (BUBICZ e SELLITO, 2009; LÜBECK *et al.*, 2012; FREITAS e REIS, 2013). Nota-se que cada usuário tem uma percepção a respeito do serviço prestado, o que dificulta a avaliação. A dificuldade de padronização do serviço devido a dispersão espacial apontada por Freitas e Reis (2013) também foi verificada neste estudo. Para Itajubá, o indicador limpeza dos veículos apresentou um nível de satisfação relativamente alto. No entanto, alguns entrevistados disseram estarem insatisfeitos com este fator nos ônibus que operam nas zonas rurais. Por último, análise similar foi realizada por Freitas *et al.* (2018) em João Pessoa, PB. Assim como

em Itajubá, a acessibilidade e a cordialidade dos funcionários foram relativamente bem avaliados, ao passo que a tarifa também foi apontada como um dos fatores com menor nível de satisfação.

Além do nível de satisfação, deve-se também considerar quais indicadores possuem maior influência na satisfação geral, ou seja, quais são os indicadores mais importantes sob o ponto de vista dos usuários (MARAGLINO *et al.*, 2014; GUIRAO *et al.*, 2016; NGOC *et al.*, 2016; BARCELOS *et al.*, 2017a). Por este motivo, a análise de quadrantes (item 4.2.3) buscou relacionar a importância dos indicadores com os níveis de satisfação. Os indicadores mais importantes para os usuários de Itajubá, MG, foram habilidade de direção, adaptação do veículo, pontualidade e segurança pública. Para Ngoc *et al.* (2017) as necessidades e expectativas dos usuários variam significativamente tanto entre países como entre diferentes segmentos do mercado. No entanto, os resultados mostraram que alguns indicadores tidos como de maior importância para Itajubá também foram relevantes em outros trabalhos. A pontualidade também foi destacada nos trabalhos de Guirão *et al.* (2016), Mouwen (2015), Azmi *et al.* (2018), Leitão *et al.* (2018), Noor *et al.* (2014) e Birago *et al.* (2017). Os aspectos relacionados aos funcionários da empresa foram relevantes nos trabalhos de Guirão *et al.* (2016), Mouwen (2015), Maraglino *et al.* (2017), Bajčetić *et al.* (2018) e Leitão *et al.* (2018). A segurança pública, assim como em Itajubá, também foi considerada como um fator importante para Ngoc *et al.* (2017), Abenoza *et al.* (2017) e Barcelos *et al.* (2017a). A acessibilidade em Itajubá não foi apontada como um fator de alta importância, sendo que dentro do subgrupo pontos de ônibus, foi o indicador de menor peso (0,161). As análises feitas com os artigos usados para o levantamento de indicadores também mostraram que a acessibilidade não foi considerada relevante na maioria dos trabalhos. Apenas foi apontada como o segundo fator mais importante no trabalho de Noor *et al.* (2014). Em Itajubá, os entrevistados disseram que não possuem dificuldade para encontrar pontos de ônibus e isto pode ter impactado na avaliação de importância.

Por meio do gráfico *Importance-performance Analysis*, que relaciona a importância e o nível de satisfação dos indicadores, foi possível determinar os indicadores de alta prioridade para Itajubá, sendo esses: integração tarifária, adaptação dos pontos para pessoas que possuem necessidades especiais, tarifa, frequência, disponibilidade de informação nos pontos, existência de cobertura, existência de bancos e pontualidade. Tais indicadores foram apontados de alta prioridade por apresentarem uma importância relativamente alta se comparada com as demais e, também, baixo nível de satisfação. Nota-se que dos 8 indicadores, 4 pertencem ao subgrupo

pontos de ônibus. Os pontos e estações são considerados parte integrante do sistema de transporte e necessitam ser adaptados para aqueles que possuem necessidades especiais. Observa-se que a maioria das melhorias que podem ser implementadas neste subgrupo é de responsabilidade do poder público por meio da reestruturação dos pontos. No entanto, a empresa operadora também pode contribuir fornecendo nos pontos informação a respeito do funcionamento do serviço. Esta medida poderia contribuir para a captação de novos usuários que não utilizam o serviço por falta de conhecimento de sua operação. Em Portland, nos Estados Unidos, um guia desenvolvido para estabelecer as diretrizes do planejamento dos pontos de ônibus ressalta que a primeira impressão que se tem do serviço de TPU por ônibus é feita analisando os pontos. Dessa forma, o documento ressalta a importância de se oferecer pontos que sejam facilmente identificados, seguros, acessíveis e confortáveis (TRIMET, 2010).

Os outros 4 indicadores de maior prioridade pertencem ao grupo operacional, sendo esses: tarifa, integração tarifária, pontualidade e frequência. A tarifa foi utilizada em 65% dos trabalhos analisados e está entre os 10 indicadores mais importantes para os usuários de Itajubá. Ela também foi considerada relevante nos estudos de Maraglino *et al.* (2017), Noor *et al.* (2014), Birago *et al.* (2017) e Barcelos *et al.* (2017a). No Brasil, a Lei de Concessão pressupõe a prestação de serviço adequado e realça a necessidade de modicidade da tarifa (BRASIL, 1995). Uma das possíveis medidas de intervenção do poder público é o fornecimento de subsídios que ajudem a custear os gastos do transporte, como ocorre, por exemplo, em Praga, Turim e Varsóvia, na Europa, que tem respectivamente 74%, 68% e 60% dos custos pagos por subsídios do governo (IPEA, 2013). No Brasil, a cidade de São Paulo é a que possui a maior parte dos custos de TPU subsidiados pelo governo, 20%. A empresa também pode intervir no valor tarifário por meio de um planejamento mais eficiente de seus custos. Atualmente, o valor tarifário de Itajubá é de R\$3,75 para a zona urbana e R\$ 4,20 para a zona rural. Este valor é relativamente alto, uma vez que 76% dos usuários entrevistados disseram possuir uma renda de até 3 salários mínimos. Muitos também destacaram o fato de percorrerem uma distância relativamente pequena para o valor que é pago. Itajubá é classificada como uma cidade de pequeno/médio porte com aproximadamente 96 mil habitantes. Conforme dados da ANTP (2016), a distância percorrida utilizando o TPU por pessoa e por dia é, em média, 2,7 km para cidades entre 60 e 100 mil habitantes. Este valor é de 8,1 km para cidades com mais de 1 milhão de habitantes, como São Paulo e Curitiba, com valores tarifários de R\$ 4,30 e R\$ 4,50 respectivamente. Ressalta-se que, apesar da tarifa ser um fator importante, alguns autores destacam que somente o valor tarifário não é suficiente para garantir o aumento da demanda do

TPU (REDMAN, 2013; BIRAGO *et al.*, 2017). Isto pôde ser comprovado com as falas de alguns entrevistados, que disseram não se importar de pagar o valor cobrado se o serviço fosse mais eficiente. A tarifa também possui uma relação com o indicador integração tarifária,. A implementação de um sistema de integração tarifária é uma medida que exige maior estudo de viabilidade e, também, um maior investimento. Esta medida poderia ser implementada a longo prazo. No entanto, a curto prazo, é possível entender melhor os deslocamentos que ocorrem na cidade e oferecer linhas diretas para os principais pontos de destino. Esta medida evitaria que os usuários tivessem que pagar mais de um valor tarifário, ou que não tivessem acesso a esses locais.

A frequência foi avaliada em 69% dos artigos analisados e a pontualidade em 77% da literatura consultada. Pela percepção dos usuários de Itajubá, a pontualidade foi considerada o terceiro indicador de maior importância média (4,81). Pelo cálculo do *score*, o indicador frequência foi apontado como o de maior prioridade do subgrupo (0,244). Esses dados podem estar relacionados com o fato de 56% dos entrevistados utilizarem o serviço para trabalho e 22% para estudo, atividades que exigem uma maior preocupação com o horário de chegada ao destino final. Nota-se que ambos indicadores estão relacionados com o planejamento interno da empresa operadora que, por Lei, deve assegurar que o serviço prestado seja prestado de forma regular, contínua e eficiente (BRASIL, 1995).

Como mencionado, a adaptação dos pontos para pessoas com necessidade especiais também foi apontada como de alta prioridade. Este fator está entre os 10 mais importantes para Itajubá. A adaptação dos veículos não está no grupo de alta prioridade, porém foi considerado o segundo indicador de maior importância média (4,88). Apesar deste ter apresentado nível de satisfação relativamente positivo, alguns usuários disseram já terem presenciado o fato de elevadores para cadeirantes não funcionarem e, também, de pessoas com necessidades especiais não poderem embarcar. Estes relatos vão ao encontro do que foi apresentado sobre a dificuldade de fiscalização do serviço e também da detecção de falhas antes de que elas ocorram (FREITAS e REIS, 2013). Em relação aos outros trabalhos, a existência de dispositivos para pessoas com necessidades especiais foi considerada relevante apenas no estudo de Noor *et al.* (2014) e foi um dos indicadores menos utilizados para a avaliação da qualidade (27% dos artigos). A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência exige que todo o sistema de TPU, incluindo os veículos, vias e estações, sejam adaptados para que todos tenham acesso ao TPU (BRASIL, 2015). Assim, cabe não só a empresa adaptar o serviço, como também ao poder público fiscalizar este requisito previsto por lei.

A fase de análise agregada permitiu obter o modelo final para a avaliação da qualidade atribuindo os pesos aos níveis superiores da estrutura hierárquica por meio de consulta a especialistas. Os resultados mostram que o grupo de especialistas foi heterogêneo e formado por pessoas do poder público, da área acadêmica e da empresa operadora, o que resultou em divergência de opinião. Com os resultados obtidos na aplicação do método AHP, os grupos infraestrutura e operacional foram os de maior peso, 39,4% e 37%, respectivamente, e o grupo comportamental foi o de menor peso (23%). Dentro de infraestrutura, o subgrupo veículos foi o de maior peso (52%) e, dentro do grupo operacional, o subgrupo confiabilidade foi considerada de maior importância relativa (70%) quando comparado ao subgrupo conveniência. Barbosa *et al.* (2017) utilizaram do método AHP para o desenvolvimento de um modelo para avaliar a qualidade do sistema de transporte integrado de Florianópolis. A estrutura desenvolvida no trabalho difere da proposta neste estudo. No entanto, os grupos confiabilidade e veículos também foram os que apresentaram os maiores pesos no modelo.

Com os valores dos pesos de todos os elementos da estrutura e com os níveis de satisfação dos usuários, foi possível calcular tanto o Índice de Qualidade Para Transporte Público por grupo como o índice global para Itajubá, por meio do método de combinação linear ponderada. Verificou-se que o grupo operacional é o de maior prioridade, por apresentar o menor índice de qualidade. Atualmente, o índice global para Itajubá é de 0,472. Este valor reforça a insatisfação dos usuários apresentada na análise desagregada. Ao ser aplicado novamente, o índice pode servir como ferramenta de monitoramento, verificando a evolução na qualidade do TPU mediante melhorias. Ao ser aplicado para avaliar a qualidade do TPU de diferentes empresas ou de diferentes municípios, o índice também pode ser utilizado como ferramenta de tomada de decisão para a alocação de recursos.

Por último, o método proposto neste trabalho possibilita realizar análises agregadas e desagregadas da qualidade, permitindo melhor entender os motivos que resultam no valor final do índice. A análise desagregada auxilia determinar as causas raízes que refletem em um baixo, ou alto, índice de qualidade obtido pela análise agregada. Sendo assim, é possível testar cenários e fazer simulações mediante melhorias nos principais pontos destacados na análise desagregada. Neste estudo foram testados quatro cenários, apresentados no quadro 9.

Cenários	Descrição
<i>Cenário real</i>	Condições atuais de satisfação dos usuários
<i>Cenário 1</i>	Melhoria nos níveis de satisfação (valor normalizado equivalente a 1) quanto aos oito indicadores apontados como de alta prioridade pela análise de quadrantes
<i>Cenário 2</i>	Melhoria nos níveis de satisfação (valor normalizado equivalente a 1) em relação aos indicadores de maior prioridade de cada subgrupo
<i>Cenário 3</i>	Melhoria nos níveis de satisfação (valor normalizado equivalente a 1) quanto aos indicadores pertencentes ao subgrupo conveniência, tido como de maior prioridade pelo indicador de prioridade .
<i>Cenário 4</i>	Melhoria nos níveis de satisfação (valor normalizado equivalente a 1) nos indicadores pertencentes ao grupo infraestrutura, grupo de maior peso , que apresentaram níveis de satisfação inferiores a 0,4.
<i>Cenário 5</i>	Melhoria nos níveis de satisfação (valor normalizado equivalente a 1) nos indicadores pertencentes ao grupo operacional, grupo com menor índice de qualidade por grupo , que apresentaram níveis de satisfação inferiores a 0,4.

Quadro 9- Descrição de cenários

As Figuras 34, 35, 36, 37, 38 e 39 apresentam o resultado dos valores normalizados de satisfação para cada cenário gerado e também os seus respectivos valores para o IQTPU.

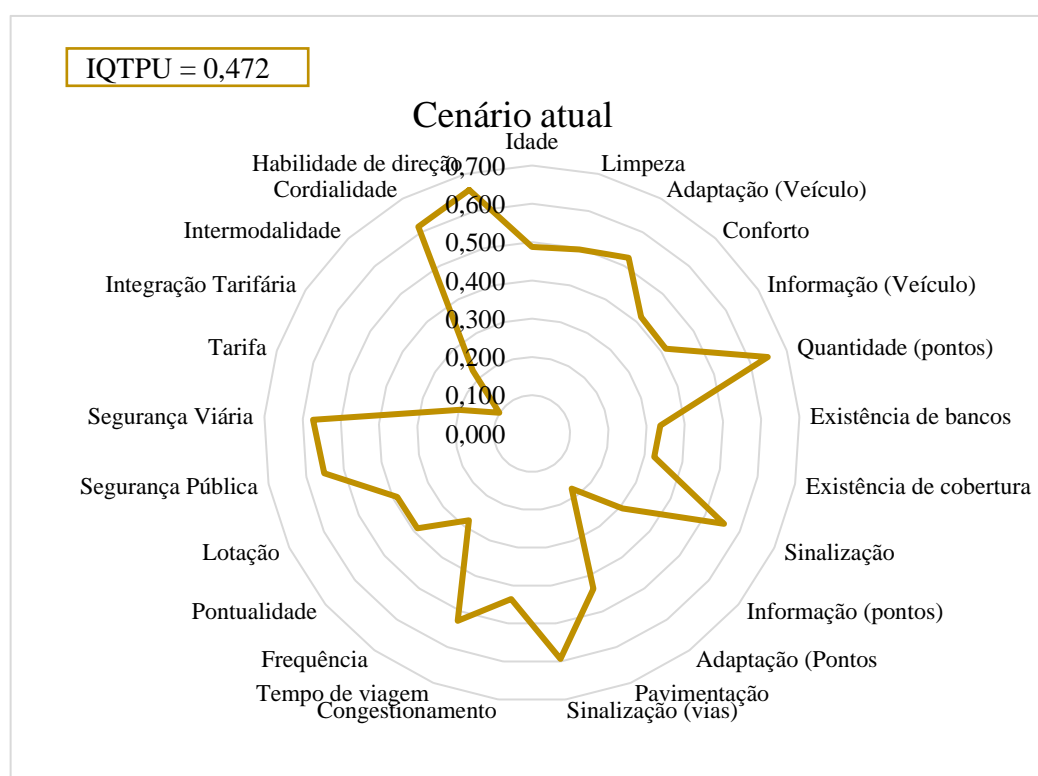


Figura 34 Valores normalizados do nível de satisfação e IQTPU atual

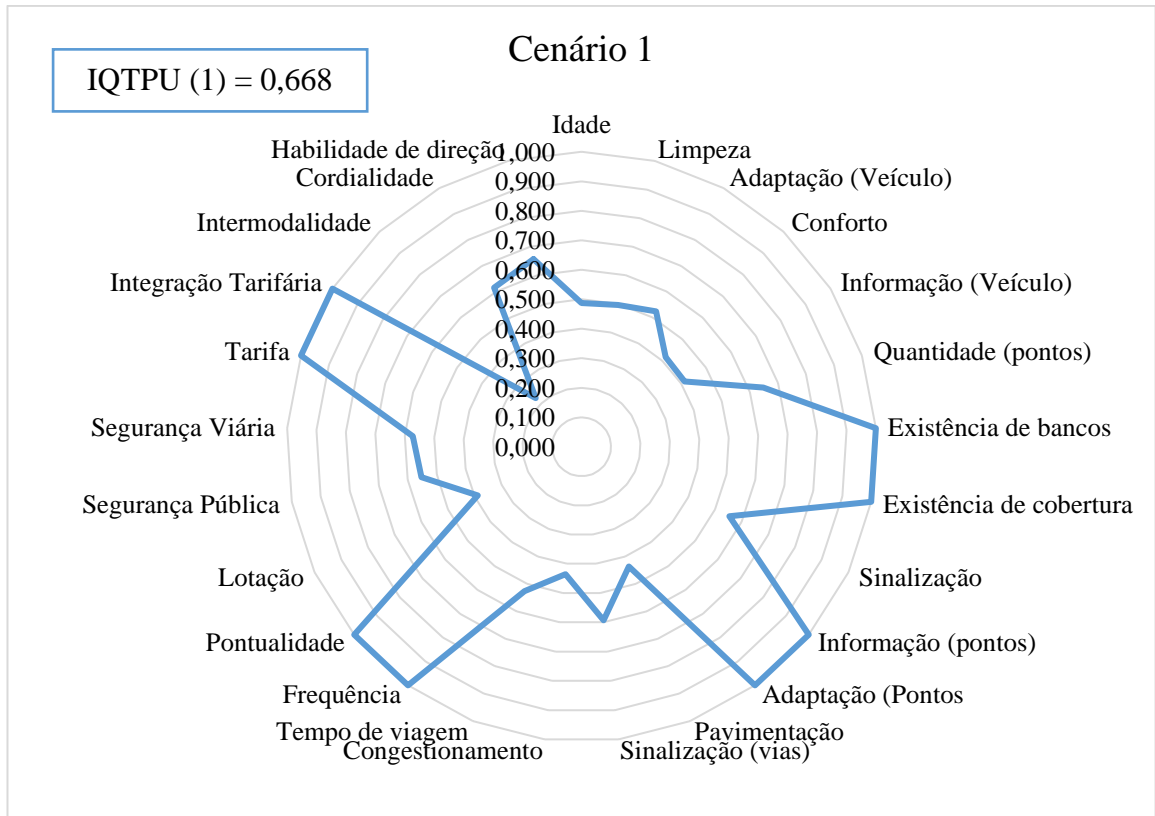


Figura 35- Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 1

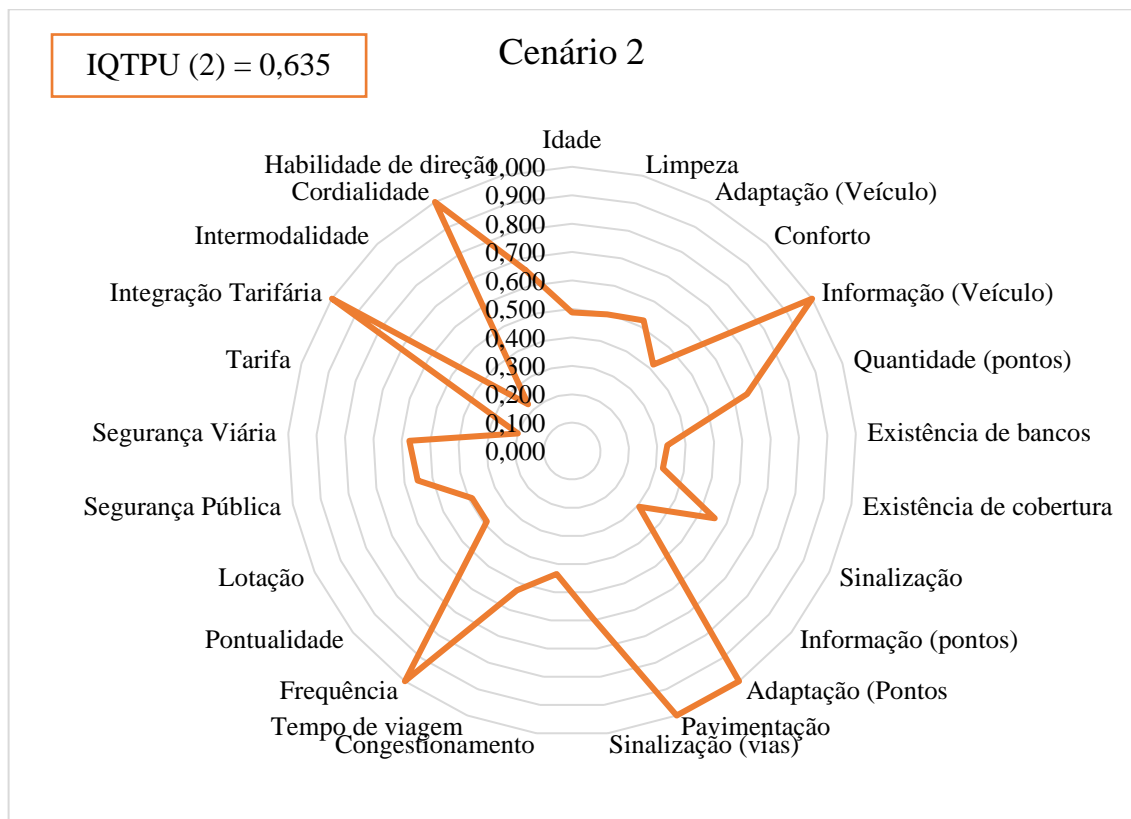


Figura 36 - Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 2

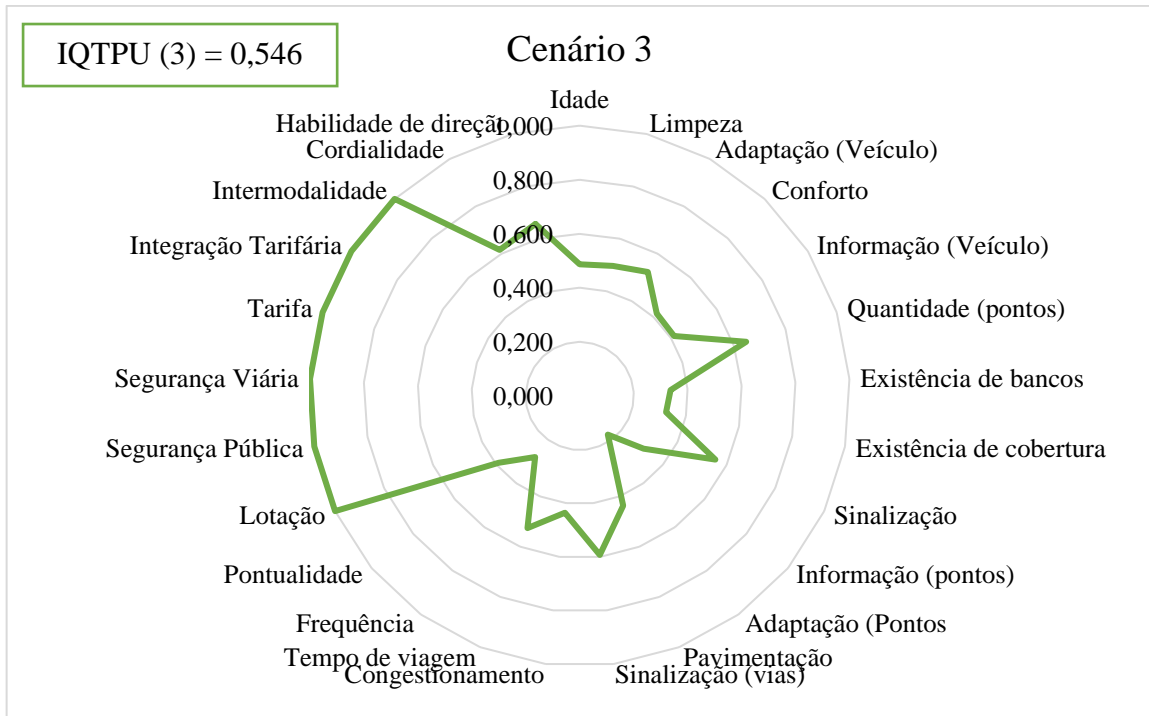


Figura 37 - Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 3

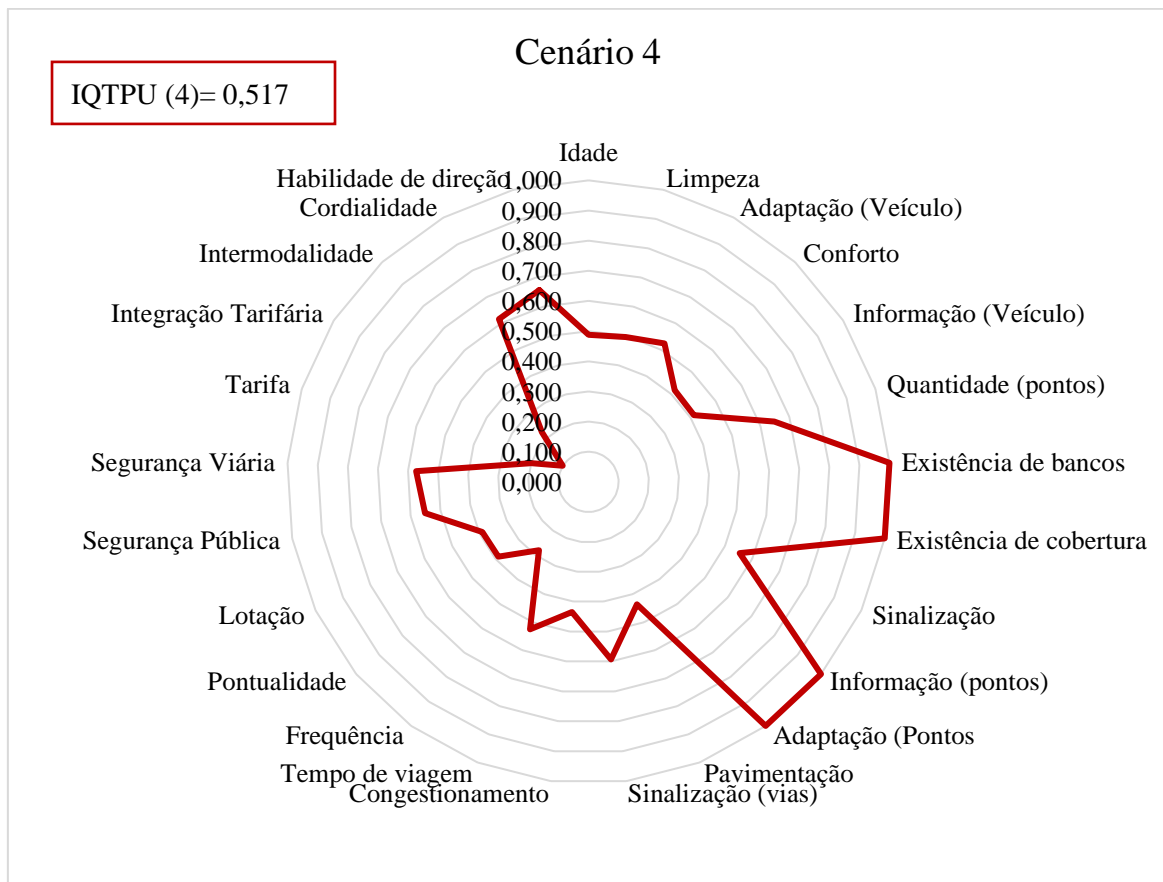


Figura 38- Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 4

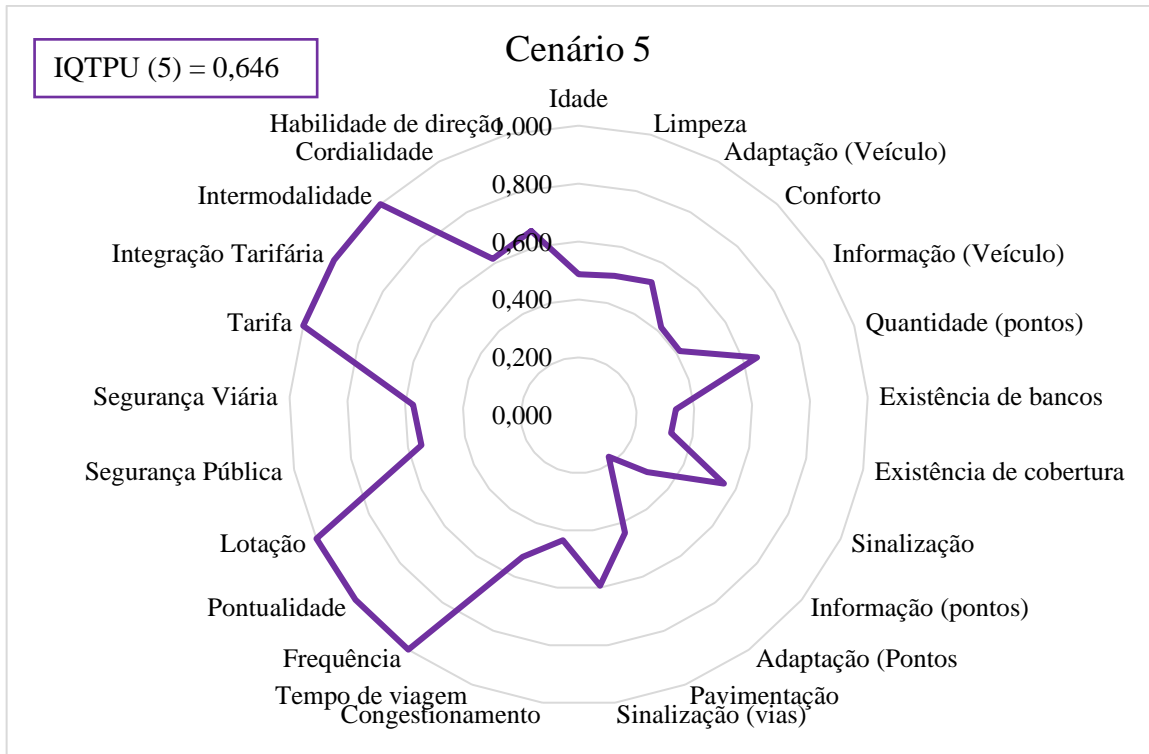


Figura 39 - Valores normalizados de satisfação dos indicadores e IQTPU para o cenário 5

A Figura 40 apresenta uma síntese dos valores dos Índices de Qualidade para Transporte Público considerando os 5 cenários propostos e o cenário atual.

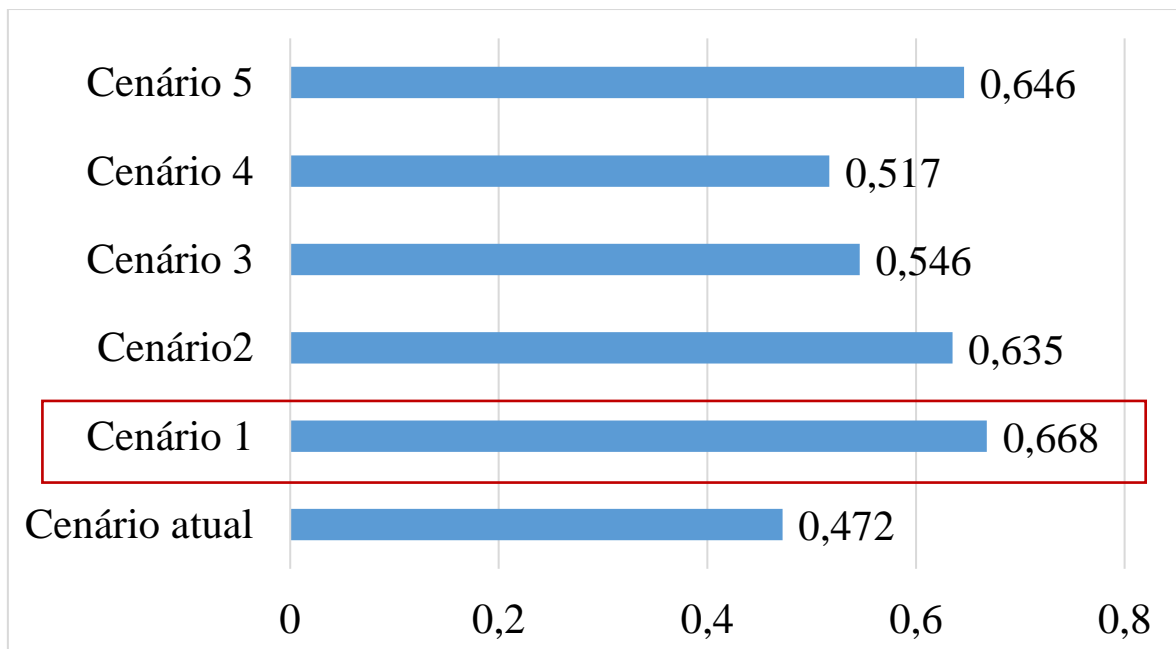


Figura 40 - IQTPU por cenário

Em todos os cenários foram feitas alterações nos níveis de satisfação de alguns indicadores, sendo que o cenário 1 foi o que provocou modificação em um maior número de

indicadores (8). Todos os cenários propostos apresentaram um IQTPU superior a 0,5. O cenário 1, que consiste na melhoria nos indicadores de alta prioridade pela análise de quadrantes, foi o que apresentou o melhor resultado (0,668), o que representa um aumento de aproximadamente 41,5% no IQTPU. O cenário 2 consiste na melhora nos níveis de satisfação dos indicadores de maior prioridade de cada subgrupo (6 indicadores), sendo estes: informação nos veículos, adaptação dos pontos, pavimentação, frequência, integração tarifária e cordialidade dos funcionários. Tal mudança resultou em um aumento no IQTPU de 34,5%. O cenário 3, representa melhorias nos níveis de satisfação dos indicadores pertencentes ao subgrupo conveniência e apresentou uma melhora de 15,7% no valor do índice. Este crescimento não foi tão expressivo devido ao fato de alguns indicadores pertencentes a este subgrupo possuírem baixa importância, como por exemplo a intermodalidade e lotação. Sendo assim, mudanças nos níveis de satisfação desses indicadores possuem menor impacto no IQTPU. No cenário 4, foram realizadas melhorias nos níveis de satisfação dos indicadores pertencentes ao grupo infraestrutura que apresentaram níveis de satisfação normalizados inferiores à 0,4, sendo estes: existência de bancos nos pontos, existência de cobertura e informação dos pontos e adaptação dos pontos. Como resultado, o IQTPU apresentou um aumento de 10%. Por último, o cenário 5 consistiu na melhoria dos indicadores pertencentes ao grupo operacional que apresentaram valores inferiores à 0,4, sendo estes: frequência, pontualidade, lotação, tarifa, integração tarifária e intermodalidade. Este cenário foi o que apresentou o segundo maior valor para o IQTPU, com um aumento de 36,8%.

8 CONCLUSÃO

As cidades são caracterizadas por diversas externalidades que afetam significativamente a qualidade de vida das pessoas que residem no meio urbano. Como apresentado neste trabalho, muitos dos problemas urbanos estão relacionados ou são causados pelo sistema de transporte, evidenciando que o planejamento da mobilidade possui potencial para contribuir com o desenvolvimento sustentável. Dentre as estratégias que visam atingir uma mobilidade urbana sustentável, tem-se o incentivo ao transporte público. O transporte público é considerado um modo de transporte sustentável por democratizar a mobilidade, ser menos poluente se comparado com o transporte individual, proporcionar segurança aos usuários, possuir um custo unitário relativamente baixo, entre outros. Dessa forma, a mudança nos hábitos de locomoção do modo privado para o público consiste em uma estratégia que contribui para a sustentabilidade do meio urbano. Para muitos, esta mudança é possível de ocorrer melhorando a qualidade do sistema de transporte. Assim, o trabalho teve como objetivo principal desenvolver um modelo interdisciplinar de apoio à decisão para a avaliação da qualidade do sistema de transporte público.

A fase de estruturação do problema apontou que os indicadores mais utilizados, em trabalhos acadêmicos, para a construção de modelos para a avaliação da qualidade são acessibilidade, disponibilidade de informação, pontualidade, segurança pública, frequência e tarifa. Somado a isto, por Lei, um serviço para ser considerado adequado deve satisfazer as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidades, generalidade, cortesia na sua prestação, e modicidade das tarifas, além de ser adaptado para aqueles que possuem necessidades especiais. Assim, para construção do modelo deste estudo, foram definidos 25 indicadores que foram agrupados em uma estrutura hierárquica considerando três grupos principais, sendo estes: infraestrutura (relacionados com equipamentos e instalações), operacional (relacionados com a viagem em si) e comportamental (relacionados com os funcionários da empresa).

Para o desenvolvimento do modelo, foi necessário atribuir os pesos a todos os elementos da estrutura hierárquica. Os pesos dos indicadores foram determinados conforme opinião dos usuários por meio do método de importância declarada. Para os usuários de Itajubá, a habilidade de direção, a adaptação dos veículos, a pontualidade e a segurança pública são os mais importantes. Normalizando os valores de importância média, foi possível obter os pesos dos indicadores considerando o grupo ao qual ele pertence. Os indicadores de maior peso por

subgrupo foram: adaptação do veículo, adaptação dos pontos e existência de cobertura, sinalização das vias, pontualidade, segurança pública e habilidade de direção.

A avaliação dos indicadores também foi feita por meio de opinião dos usuários. A análise desagregada da qualidade apontou alto nível de insatisfação dos usuários quanto à integração tarifária, adaptação dos pontos, tarifa e intermodalidade, todos com nível de satisfação abaixo do que é considerado ruim. Relacionando a importância atribuída aos indicadores e os níveis de satisfação, foi possível determinar os indicadores de alta prioridade para Itajubá. Destaca-se algumas características dos pontos de ônibus e, também, aspectos relacionados com a viagem em si, como a frequência, pontualidade, tarifa e integração tarifária. Por meio do índice de prioridade foi possível ordenar os indicadores por ordem de prioridade e, também, determinar os grupos de maior prioridade. Para Itajubá, destaca-se os indicadores informação dos veículos, adaptação dos pontos, pavimentação, frequência, integração tarifária e cordialidade dos funcionários.

A fase de análise agregada teve como objetivo obter o modelo final para a avaliação da qualidade e calcular o IQTPU para Itajubá. Para a finalização do modelo, foram consultados especialistas do poder público, da área acadêmica e da empresa operadora do serviço para a obtenção dos pesos dos grupos e subgrupos da estrutura hierárquica. Esta fase do trabalho mostrou que, conforme opinião dos especialistas, os grupos infraestrutura e operacional são os que possuem maior impacto na qualidade do TPU. Dentro de infraestrutura, o subgrupo veículos foi o de maior peso (52%), ao passo que, dentro do grupo operacional, o subgrupo confiabilidade foi o considerado mais importante (70%). Agregando os dados de peso e as avaliações dos indicadores, o IQTPU para Itajubá foi de 0,472, evidenciando o baixo nível de satisfação dos usuários e, conseqüentemente, a baixa qualidade do serviço prestado no município.

Os resultados obtidos neste trabalho apontam implicações práticas e políticas que certas medidas podem ocasionar na qualidade do sistema de transporte. Tem-se por exemplo, a possibilidade de intervenção do poder público por meio de subsídios que visam diminuir o valor tarifário, visto que a tarifa foi apontada como de alta prioridade. O poder público também pode agir reestruturando os pontos das cidades, pois 4 aspectos relacionados aos pontos também foram destacados nas análises. Destaca-se a possibilidade da adaptação dos pontos para os que possuem necessidades especiais e o fornecimento de assentos e de coberturas nos pontos. Ainda existe a necessidade de fiscalização de alguns requisitos previstos por Lei, como o caso da adaptação dos veículos para as pessoas com necessidades especiais. A empresa também pode

contribuir fornecendo informação a respeito do funcionamento do serviço, tanto dentro dos veículos como nos pontos de ônibus. Ambos indicadores se destacaram neste estudo de caso. Além disto, a empresa, por meio de um planejamento interno mais eficiente, pode melhorar a frequência das principais linhas e assegurar o cumprimento dos horários, visto que esses indicadores também foram prioritários em Itajubá.

Dentre as vantagens do método adotado neste trabalho, ressalta a integração entre dois métodos distintos para a atribuição de pesos aos elementos pertencentes ao modelo e, também, a incorporação da percepção de usuários do TPU e de especialistas, o que torna o modelo mais robusto e interdisciplinar. Outro ponto que é válido ressaltar é a utilização da opinião dos usuários para a avaliação dos indicadores. Considera-se que a sociedade tem um papel fundamental no estabelecimento de políticas públicas e, por esse motivo, é a partir do seu julgamento que propostas de melhorias no sistema de transporte devem ser priorizadas. Por último, o trabalho teve como objetivo principal desenvolver o modelo para avaliar a qualidade do TPU por meio do IQTPU. No entanto, as etapas propostas neste trabalho, permitem identificar as causas raízes que levam a um baixo ou alto nível de qualidade, o que facilita o direcionamento de ações.

Quanto às limitações do trabalho, tem-se que o método de importância declarada dificultou a diferenciação entre os indicadores, devido ao fato dos usuários atribuírem altos valores de importância para todos os indicadores. No entanto, optou-se por este método por ser o mais simples e intuitivo para ser aplicado com usuários. Ainda como limitação, a extensão do questionário dificultou sua aplicação em pontos de ônibus, devido ao tempo necessário ser superior ao tempo de espera pelo ônibus. Tem-se também que as pessoas nos pontos se mostraram menos pré-dispostas a responderem o questionário. Assim, a aplicação do questionário aconteceu em diversos locais da cidade, como por exemplo em praças, supermercados, escolas, lojas, bairros mais afastados, conjuntos habitacionais, ente outros. Isto dificultou a etapa de coleta de dados.



A literatura consultada também permitiu verificar que a maioria dos estudos referente a qualidade do TPU partem de dados de pesquisa de satisfação, sendo que a diferença encontrada consiste no método utilizado para realizar análises. Dessa forma, sugere-se, como trabalhos futuros, a utilização dos dados coletados em Itajubá para diferentes análises. Dentre as análises, é possível utilizar a técnica de segmentação para identificar como diferentes perfis de usuários percebem a qualidade do serviço prestado. Por exemplo, pode-se verificar a percepção de usuários que utilizam o serviço com uma menor frequência, sendo possível traçar estratégias



para aumentar o uso por parte desses usuários. Também é possível, com dados de satisfação, determinar a importância derivada dos indicadores e realizar um estudo comparativo com os dados de importância declarada. Ainda como sugestão para trabalhos futuros, é possível quantificar alguns indicadores que compõem o modelo e obter um índice de qualidade voltado para dados objetivos. Dessa forma, será possível comparar os resultados técnicos com a percepção dos usuários.

Os resultados obtidos com o estudo de caso de Itajubá, MG, apontam impactos práticos com o fornecimento de subsídios técnicos para a implementação de melhorias no sistema de transporte público do município. Espera-se que uma vez sejam implementadas melhorias no sistema de transporte do município, essas influenciem a escolha pelo uso deste modo de transporte e, conseqüentemente, diminua os efeitos do uso do transporte individual e contribua com a sustentabilidade local. A aplicação do modelo em Itajubá também mostrou que este pode ser replicado em outras cidades. O modelo desenvolvido poderá ser utilizado como ferramenta de monitoramento da qualidade do sistema de transporte e de auxílio à decisão para a alocação de recursos.

9 Apêndice

Apêndice A – Questionário Estruturado aplicado para a coleta de dados

		Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI Instituto de Engenharia de Produção e Gestão - IEPG Questionário para coleta de dados sobre o uso de transporte público em Itajubá ITAJUBÁ-MG, ANO: 2018				 <small>Grupo de Pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade</small>				
Entrevistador:		Local:			Data/Horário:					
Endereço (rua/número, bairro, referência):										
PESSOAS NA RESIDÊNCIA										
ID	Gênero	Idade	Escolaridade	Ocupação	Mobilidade reduzida	Pagamento	Renda domiciliar:			
1	<input type="checkbox"/> Fem. <input type="checkbox"/> Masc.				<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> Até 1 salário mínimo (até R\$ 937,00)			
2	<input type="checkbox"/> Fem. <input type="checkbox"/> Masc.				<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> 1 a 3 salários mínimos (De R\$937,00 até R\$ 2.811,00)			
3	<input type="checkbox"/> Fem. <input type="checkbox"/> Masc.				<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> 3 a 6 salários mínimos (De R\$2.811,00 até R\$5.622,00)			
4	<input type="checkbox"/> Fem. <input type="checkbox"/> Masc.				<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		<input type="checkbox"/> 6 salários mínimos (R\$5.622,00) ou mais			
5	<input type="checkbox"/> Fem. <input type="checkbox"/> Masc.				<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não					
PESQUISA ORIGEM E DESTINO										
	Motivo	Origem	Horário	Modo	Destino	T.V.	Outro motivo	Frequência que utiliza o ônibus		
1	Trabalho									
	Estudo									
2	Trabalho									
	Estudo									
3	Trabalho									
	Estudo									
4	Trabalho									
	Estudo									
5	Trabalho									
	Estudo									
A família possui outros meios de locomoção? <input type="checkbox"/> Carro <input type="checkbox"/> Motocicleta <input type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Não possui				Com que frequência utiliza? <input type="checkbox"/> Até 3 vezes por mês <input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes por semana <input type="checkbox"/> 3 a 4 vezes por semana						
Porque você escolhe utilizar o transporte público?										
<input type="checkbox"/> Único modo	<input type="checkbox"/> Conforto	<input type="checkbox"/> Preço do combustível	<input type="checkbox"/> Falta de calçadas	<input type="checkbox"/> Tarifa	<input type="checkbox"/> Segurança	<input type="checkbox"/> Dificuldade de estacionar (vagas)	<input type="checkbox"/> Tráfego	<input type="checkbox"/> Distância ao destino	<input type="checkbox"/> Menor desgaste físico	<input type="checkbox"/> Preço da faixa azul/estacionamentos particulares
<input type="checkbox"/> Tempo de viagem	<input type="checkbox"/> Clima (chuva, sol, frio, calor)	<input type="checkbox"/> Falta de ciclovias/ bicicletário								

 Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI Instituto de Engenharia de Produção e Gestão - IEPG Questionário para coleta de dados sobre o uso de transporte público em Itajubá ITAJUBÁ-MG, ANO: 2018					 LOGtrans <small>Grupo de Pesquisa em Logística, Transporte e Sustentabilidade</small>	
Na escala de 1 a 5, qual a importância dos itens para um transporte público de qualidade e qual nota você dá para esses itens em Itajubá?						
Muito importante	Importante	Médio	Pouco importante	Nada importante	IMPORTÂNCIA	NOTA
5	4	3	2	1		
Excelente	Bom	Razoável	Ruim	Péssimo		
5	4	3	2	1		
Idade do veículo						
Limpeza do veículo						
Veículo adaptado para pessoas com necessidades especiais						
Conforto (térmico, sonoro, poltronas, corredor)						
Disponibilidade de informações nos veículos (horários, itinerários, telefones de emergência e para reclamação)						
Quantidade de pontos de ônibus						
Existência de bancos nos pontos de ônibus						
Existência de cobertura nos pontos de ônibus						
Sinalização para indicação do ponto de ônibus						
Disponibilidade de informações nos pontos (horário e itinerário)						
Existência de uma área dedicada para pessoas com necessidades especiais nos pontos de ônibus						
Vias pavimentadas						
Sinalização das vias						
Congestionamento						
Tempo de viagem (tempo gasto para chegar no destino final)						
Frequência (Intervalo entre dois ônibus da mesma linha)						
Pontualidade (cumprimento dos horários estabelecidos)						
Lotação dos veículos						
Segurança em relação à assaltos durante a viagem						
Segurança em relação à acidentes ocorridos durante a viagem						
Tarifa						
Pegar mais de um ônibus pagando apenas uma vez						
Existência de suporte no ônibus para transporte de bicicleta e de bicicletário próximo ao ponto de ônibus						
Comportamento prestativo e atencioso dos motoristas e cobradores						
Habilidade de direção do motorista						

Em uma escala de 1 a 10, qual nota geral você daria para o transporte público em Itajubá?

Ativar o

Referências

- ABALO, J.; VARELA, J.; MANZANO, V. Importance values for Importance-Performance Analysis: A formula for spreading out values derived from preference rankings. **Journal of Business Research**, v. 60, n. 2, p. 115–121, 2007.
- ABENOZA, R. F.; CATS, O.; SUSILO, Y. O. Travel satisfaction with public transport: Determinants, user classes, regional disparities and their evolution. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 95, p. 64–84, 2017.
- ALVES, P. **Mobilidade urbana sustentável: diretrizes da política brasileira**. Cadernos Adenauer XV, nº2. Governança e sustentabilidade nas cidades. Rio de Janeiro, RJ: Fundação Konrad Adenauer, 2014.
- ANA, S.; PINTO, I.; RIBEIRO, D.; DELGADO, J. Multicriteria Analysis for Evaluation of Bike Lane Routes Integrated to Public Transportation. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 162, n. Panam, p. 388–397, 2014.
- ANTP (2016). **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - Relatório Geral 2016**. Acesso em Agosto de 2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>. Acesso em Agosto de 2018.
- ANTUNES, E. M.; SIMÕES, F. A. Engenharia urbana aplicada: um estudo sobre a qualidade do transporte público em cidades médias. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, p. 51–62, 2013.
- AQUINO, J. T.; SOUZA, J. V.; SILVA, V. C. L.; JERÔNIMO, T. B.; MELO, F. J. C. Factors that influence the quality of services provided by the bus rapid transit system: A look for user ' s perception. **Benchmarking: An International Journal**, v.9, p. 4035-4057, 2018.
- AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. S.; OMRANI, H.; PANAHI, A. A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality. **Computers and Industrial Engineering**, v. 61, n. 3, p. 637–646, 2011.
- AYDIN, N. A fuzzy-based multi-dimensional and multi-period service quality evaluation outline for rail transit systems. **Transport Policy**, v. 55, n. February, p. 87–98, 2017.
- AZMI, E. A.; NUSA, F. N. M.; RAHMAT, A. K. Service Attributes Influencing Declining Ridership of Public Rail Operation based on Passenger Experience Survey. **AIP Conference Proceedings** v. 2020, 020026-1-020026-5, 2018
- BAJČETIĆ, S.; TICA, S.; ŽIVANOVIĆ, P.; MILOVANOVIĆ, B.; ĐOROJEVIĆ, A. Analysis of public transport users ' satisfaction using quality function deployment : Belgrade case study. **Transport**, v. 33, n. 3, p. 609–618, 2018.
- BANA E COSTA, C.A., ENSSLIN, L., CORNÊA, É.C., VANSNICK, J.C. Decision support systems in action: integrated application in a multicriteria decision aid process. **Eur. J. Oper. Res.** 113 (98), 315–335. 1999
- BANDEIRA, D. L.; BECKER, J. L.; EICHENBERG, T. R. Processo de escolha da melhor localização de unidades operacionais móveis: uma aplicação da técnica processo de análise hierárquica – {AHP}. **Revista de Administração da UFSM**, v. 7, n. 3, p. 356–372, 2014.
- BANDEIRA, D. L.; BECKER, J. L.; ROCHA, A. K. Sistemática multicritério para priorização de embarques marítimos. **RAM. Revista de Administração Mackenzie (Online)**, v. 11, n. 6, p. 107–130, 2010.
- BARBIERI, A. C.; LIMA, J. P. Métodos de análise multicritério aplicados a transportes: uma revisão sistemática. In: **Anais XXX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, 2016, Rio de Janeiro, RJ.
- BARBOSA, S. B.; FERREIRA, M. G. G.; NICKEL, E. M.; *et al.* Multi-criteria analysis model to evaluate transport systems: An application in Florianópolis, Brazil. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 96, p. 1–13, 2017.
- BARCELOS, M.; LINDAU, L. A.; PEREIRA, B. M.; DANILEVICZ, Â. D. M. F.; TEN CATEN, C. S. (2017a) Inferindo a importância dos atributos do transporte coletivo a partir da satisfação dos usuários. **Transportes**, v. 25, n. 5, p. 36, 2017a.
- BARCELOS, M. M.; LINDAU, L. A.; DA COSTA, M. B. B.; *et al.* (2017b) Benchmarking com foco na satisfação dos usuários do transporte coletivo por ônibus. **Transportes**, v. 25, n. 3, p. 115, 2017b.

- BATTY PAUL; PALACIN ROBERTO, GIL, A. G. Challenges and opportunities in devoping urban modal shift. **Travel Behaviour and Society** , v. 2, p. 109-123, 2015.
- BAVA, S.C. Desenvolvimento local: uma alternativa para a crise social? **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.10, n.3, p.53-59, 1996
- BELL, D.E., RAIFFA, H., TVERSKY, A. 1988. Decision making - descriptive normative and prescriptive interactions. **J. Math. Psychol.** 34 (2), 242–245, 1988.
- BELTON, V. & STEWART, T. (2002). **Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach**. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- BIRAGO, D.; MENSAHB, S. O.; SHARMA, S. Level of Service Delivery of Public Transport and Mode Choice in Accra , Ghana. *Transportation Research Part F* , v. 46, p. 284–300, 2017.
- BOARETO, R. A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP** , n. 3o e 4o trimestres, p. 143–160, 2008.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.
- _____. **Lei 12.587 de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 de janeiro de 2012.
- _____. **Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001**. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, Câmara dos Deputados, 2001, 1ª Edição.
- _____. **Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 14 de fevereiro de 1995.
- _____. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 6 de julho de 2015.
- _____. **Lei nº 7.619, de 30 setembro de 1987**. Altera dispositivos da Lei nº 7.418, de 16 de dezembro de 1985, que instituiu o vale-transporte. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 30 de setembro de 1987.
- BRUCKER, K. D.; VERBEKE, A.; MACHARIS, C. the Applicability of Multicriteria-Analysis To the Evaluation of Intelligent Transport Systems (Its). **Research in Transportation Economics**, v. 8, n. 4, p. 151–179, 2004.
- BUEHLER, R.; PUCHER, J. Demand for Public Transport in Germany and the USA: An Analysis of Rider Characteristics. **Transport Reviews**, v. 32, n. 5, p. 541–567, 2012.
- BUBICZ, M. E.; SELLITTO, M. A. Qualidade em serviço de transporte de passageiros: Um estudo de caso no sistema urbano de Porto Alegre. **Produção Online**, v. IX, p. 704–726, 2009.
- CAMPOS, V. B. G. (2006) Uma visão da mobilidade urbana sustentável. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 2, p. 99-106
- CAVASSIN, S. A. **Uso de metodologias multicritério na avaliação de municípios do Paraná com base no IDHM**. Dissertação (mestrado). Curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia – Programação Matemática, Setores de Tecnologia e Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná , 2004.
- CHALAK, A.; AL-NAGHI, H.; IRANI, A.; ABOU-ZEID, M. Commuters' behavior towards upgraded bus services in Greater Beirut: Implications for greenhouse gas emissions, social welfare and transport policy. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 88, p. 265–285, 2016.
- CHANG, Y.-H.; YEH, C.-H. A survey analysis of service quality for domestic airlines. **European Journal of Operational Research**, v. 139, n. 1, p. 166–177, 2002.
- CHEN, F. Y.; CHANG, Y. H. Examining airline service quality from a process perspective. **Journal of Air Transport Management**, v. 11, n. 2, p. 79–87, 2005.
- CHEN, Z.; XIA, J. C.; IRAWAN, B.; CAULFIED, C. Development of location-based services for recommending departure stations to park and ride users. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 48, p. 256–268, 2014.
- COSTA, M. S. (2008). **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese (Doutorado) - Escola de

Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

COSTA, T. C. DA; BELDERRAIN, M. C. N. Decisão em grupo em Métodos Multicritério de apoio à decisão. In. Encontro de iniciação científica e Pós-graduação, 15, 2009, São José dos Campos. **Anais...**São José dos Campos: ENCITA, 2009.

CRONBACH, J. L.; SHAVELSON, R. J. My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures. **Educational and Psychological Measurement**, v. 64, n. 3, p. 391-418, 2004.

DALKMANN, H.; HUIZENGA, C. **Advancing Sustainable Low-Carbon Transport Through the GEF: A STAP Advisory Document**. , p. 1-29, 2010. Disponível em: <<http://unep.org/stap>>. .

DALKMANN, H.; SAKAMOTO, K. (2011). **Transport: Investing in energy and resource efficiency**. Green economy report. UNEP.

DE LUCA, S. Public engagement in strategic transportation planning: An analytic hierarchy process based approach. **Transport Policy**, v. 33, n. January, p. 110-124, 2014.

DENATRAN (2018). **Relatórios estatísticos- Frota de veículos**. Disponível em: <http://www.denatran.gov.br/estatistica/237-frota-veiculos>. Acesso em Julho de 2018

DE OÑA, J., & DE OÑA, R. (2013a). Quality of service in public transport based on customer satisfaction surveys: A review and assessment of methodological approaches. **Transportation Science**. in press.

DE OÑA, R.; DE OÑA, J (2013b) Analyzing transit service quality evolution using decision trees and gender segmentation. **WIT Transactions on the Built Environment**, v. 130, p. 611-621, 2013.

DE OÑA, R. DE; ABREU, J. DE; MUÑOZ-MONGE, C.; OÑA, J. DE. User's satisfaction evolution of a metropolitan transit system in a context of economic downturn. *International Journal of Sustainable Transportation* , v. 12, n.1, p. 66-74, 2018.

DIANA, M.; PIRRA, M.; CASTRO, A.; *et al.* Development of an Integrated Set of Indicators to Measure the Quality of the Whole Traveller Experience. **Transportation Research Procedia**, v. 14, p. 164-1173, 2016.

DIEZ-MESA, F.; DE OÑA, R.; DE OÑA, J. The Effect of Service Attributes' Hierarchy on Passengers' Segmentation. A Light Rail Transit Service Case Study. **Transportation Research Procedia**, v. 18, n. June, p. 234-241, 2016.

DURÁN-HORMAZÁBAL, E.; TIRACHINI, A. Estimation of travel time variability for cars, buses, metro and door-to-door public transport trips in Santiago, Chile. *Research in Transportation Economics*, v. 59, p. 26-39, 2016.

EFTHYMIU, D.; ANTONIOU, C.; TYRINOPOULOS, Y.; SKALTSOGIANNI, E. Factors affecting bus users' satisfaction in times of economic crisis. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, 2017.

EGILMEZ, G.; GUMUS, S.; KUCUKVAR, M. Environmental sustainability benchmarking of the U.S. and Canada metropolises: An expert judgment-based multi-criteria decision making approach. **Cities**, v. 42, n. PA, p. 31-41, 2015.

EKBATANI, M. K.; VAZIRI, M. Perceived Attributes in Multidimensional Appraisal of Urban Public Transportation. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 48, p. 2159-2168, 2012.

EKBATANI, M.; CATS, O. Multi-Criteria Appraisal of Multi-Modal Urban Public Transport Systems. **Transportation Research Procedia**, v. 31, n. July, p. 1-11, 2015.

ERYILDIZ, S.; XHEXHI, K. "Eco cities" under construction. **Gazi University Journal of Science**, v. 25, n. 1, p. 257-261, 2012.

FARIA, H. M.; LIMA, C. DE A. Andar a pé: Mobilidade urbana e sustentabilidade nas regiões metropolitanas brasileiras. **Revista do Laboratório de Estudos Urbanos do Núcleo de Desenvolvimento da Criatividade Unicamp – Labeurb / Nudecri**, v. 55, n. 41, 2016.

FATIMA, E.; KUMAR, R. Introduction of public bus transit in Indian cities. **International Journal of Sustainable Built Environment**, p. 27-34, 2014.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: Rima, 2004.

FREITAS, A. L. P.; REIS, T. B. Avaliação do transporte público urbano realizado por ônibus: uma abordagem exploratória. **Revista Produção Online**, 13(3), 814-842, 2013.

- FREITAS, P. V. V.; SILVEIRA, J. A. R.; MELO, R. A.; NETO, O. C. C. L. Qualidade do transporte público urbano por ônibus: Um estudo sobre a percepção dos usuários e o desempenho técnico em João Pessoa (PB), Brasil. **Revista dos Transportes Públicos**, Ano.40, 1º quadrimestre, p. 111-130, 2018
- FRIMAN, M., EDVARDSSON, B., GARLING, T., 2001. Frequency of negative critical incidents and satisfaction with public transport services. I. **Journal of Retailing and Consumer Services** 8 (2), 95–104, 2001.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999
- GOMES, L. F., GOMES, C. F.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de Decisão Gerencial –Enfoque multicritério**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2012.
- GOMIDE, A. A. **Transporte urbano e inclusão social: elementos para políticas públicas**. Brasília: Ipea, 2003 (Texto para Discussão, n. 960)
- _____. (2008). **Agenda Governamental e o Processo de Políticas Públicas: O Projeto de Lei de Diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana..** Brasília, IPEA, 2008 (Texto para Discussão nº 1334).
- GOVINDAN, K.; JEPSEN, M. B. ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operational Research**, v. 250, n. 1, p. 1–29, 2016.
- GRISÉ, E.; EL-GENEIDY, A. Evaluating the relationship between socially (dis) advantaged neighbourhoods and customer satisfaction of bus service in London , **Journal of Transport Geography** , v. 58, p. 166–175, 2017.
- GUARNIERI, P.; SOBREIRO, V. A. et. al. (2015) The challenge of selecting and evaluating third-party reverse logistics providers in a multicriteria perspective: A Brazilian case. **Journal of cleaner production**, v. 96, p. 209 - 219.
- GUERRA, A. J. B. S. O.; PEREIRA RIBEIRO, J. M.; FERNANDEZ, F.; *et al.* The adoption of strategies for sustainable cities: A comparative study between Newcastle and Florianopolis focused on urban mobility. **Journal of Cleaner Production**, v. 113, p. 681–694, 2016.
- GUIRAO, B.; GARCÍA-PASTOR, A.; LÓPEZ-LAMBAS, M. E. The importance of service quality attributes in public transportation: Narrowing the gap between scientific research and practitioners’ needs. **Transport Policy**, v. 49, p. 68–77, 2016.
- GÜNER, S. Case Studies on Transport Policy Measuring the quality of public transportation systems and ranking the bus transit routes using multi-criteria decision making techniques. **Case Studies on Transport Policy**, v. 6, n. 2, p. 214–224, 2018.
- GSCHWENDER, A.; MUNIZAGA, M.; SIMONETTI, C. Using smart card and GPS data for policy and planning : The case of Transantiago. **Research in Transportation Economics**, v. 59, p. 242–249, 2016.
- HADAS, Y.; NAHUM, O. E. Urban bus network of priority lanes: A combined multi-objective, multi-criteria and group decision-making approach. **Transport Policy**, v. 52, p. 186–196, 2016.
- HAGHSHENAS, H.; VAZIRI, M.; GHOLAMIALAM, A. Evaluation of sustainable policy in urban transportation using system dynamics and world cities data: A case study in Isfahan. **Cities**, v. 45, p. 104–115, 2015.
- HARPE, S. E. (2015) How to analyze Likert and other rating scale data, **Currents in Pharmacy Teaching and Learning**, 7(6), 836-850
- HAWAS, Y. E.; HASSAN, M. N.; ABULIBDEH, A. A multi-criteria approach of assessing public transport accessibility at a strategic level. **Journal of Transport Geography**, v. 57, p. 19–34, 2016.
- HENSHER, D.; STUDIES, L.; STUDIES, L.; *et al.* Identifying Preferences for Public Investments Under a Constrained Budget. **Transportation Research Part A** , v. 72, p. 27–46, 2015.
- HIDALGO, D.; HUIZENGA, C. Implementation of sustainable urban transport in Latin America. **Research in Transportation Economics**, v. 40, n. 1, p. 66–77, 2013.
- HÜLLE J, KASPAR R, MÖLLER K (2011) Multiple criteria decision-making in management accounting and control-state of the art and research perspectives based on a bibliometric study. **Journal of MultiCriteria Decision Analysis** 18: 253–265.
- IBGE - CENSO DEMOGRÁFICO 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf>. Acesso em maio de 2017

- IPEA (2010). **Infraestrutura Social e Urbana no Brasil: subsídios de pesquisa e formulação de políticas públicas**. Brasília. Disponível em http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/42543_Livro_InfraestruturaSocial_vol2.pdf. Acesso em Agosto de 2017.
- IPEA (2013) **Tarifação e financiamento do transporte público urbano**. Brasília. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1365/1/Nota_Tecnica_Tarifa%C3%A7%C3%A3o_e_financiamento_do_transportep%C3%ABlico_urbano.pdf. Acesso em Agosto de 2018
- ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 14336–14345, 2011.
- ISHIZAKA, A.; SIRAJ, S. Are multi-criteria decision-making tools useful? An experimental comparative study of three methods. **European Journal of Operational Research**, v. 264, n. 2, p. 462–471, 2018.
- JAIN, S.; AGGARWAL, P.; KUMAR, P.; SINGHAL, S.; SHARMA, P. Identifying public preferences using multi-criteria decision making for assessing the shift of urban commuters from private to public transport: A case study of Delhi. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 24, p. 60–70, 2014.
- JANNUZZI, P. de M.; MIRANDA, WL de; SILVA, D. da S. G da. Análise multicritério e tomada de decisão em políticas públicas: aspectos metodológicos, aplicativo operacional e aplicações. **Revista Informática Pública**, v. 11, n. 1, p. 69-87, 2009.
- KAULING, M. F.; CAVALCANTI, C. D. O.; LIMONT, M.; FERNANDES, V. Uma reflexão sobre tecnologias inovadoras aplicadas à mobilidade urbana sustentável. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 10, n. 20, p. 201–212.
- KAYA, İ.; ÖZTAYŞI, B.; KAHRAMAN, C. a Two-Phased Fuzzy Multicriteria Selection Among Public Transportation Investments for Policy-Making and Risk Governance. **International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, v. 20, n. supp01, p. 31–48, 2012.
- KAVRAN, Z.; ŠTEFANČIČ, G.; PRESEČKI, A. Multicriteria analysis and public transport management. **WIT Transactions on the Built Environment**, v. 96, p. 85–90, 2007.
- LAU, J. C. Y. Sustainable urban transport planning and the commuting patterns of poor workers in a historic inner city in Guangzhou, China. **Habitat International**, v. 39, p. 119–127, 2013.
- LEITÃO, F. O.; SILVA, W. H.; MORAIS, M. S. Mensuração da qualidade do serviço de transporte público urbano por ônibus: um estudo sobre as percepções dos usuários quanto à utilização em Unaí, MG. **Revista dos Transportes Públicos**, Ano. 41, 3º quadrimestre, p. 75-92, 2018.
- LIMA JR., O. F. (1995). **Qualidade em serviços de transportes: conceituação e procedimento para diagnóstico**. São Paulo, Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo
- LOMBARDO, R.; CAMMINATIELLO, I.; BEH, E. J. . Assessing Satisfaction with Public Transport Service by Ordered Multiple Correspondence Analysis. **Social Indicators Research**, v.143, p. 355-369, 2018.
- LONGARAY, A. A.; MUNHOZ, P. R. DA S.; TONDOLO, V. A. G.; QUADRO, R. C. Análise multicritério de decisão e sua aplicação na gestão da saúde: uma proposta de revisão sistemática da literatura. **Exacta**, v. 14, n. 4, 2016.
- LUBECK, R. M.; M. L. WITTMANN; L. F. BATTISTELLA; A. S. RICHTER E S. G. SCHENDLER (2011). Qualidade no transporte coletivo urbano. **FACEF PESQUISA**, Franca, v. 14, n. 3, p. 264-277.
- MAGAGNIN, R. C.; SILVA, A. N. R. DA. A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. **Transportes**, v. 16, n. 1, p. 25–35, 2008.
- MAHA, A.; BOBÂLCĂ, C.; ȚUGULEA, O. Strategies for the Improvements in the Quality and Efficiency of Public Transportation. **Procedia Economics and Finance**, v. 15, n. 14, p. 877–885, 2014.
- MANCINI, M. T.; SILVA, A. N. R. DA. Padrões de geração de viagens e mobilidade urbana sustentável. **Transportes**, v. 18, n. 1, p. 36–45, 2010.
- MARAGLINO, V.; DELL’OLIO, L.; BORRI, D.; PORTILLA, A. I. Methodology for a Study of the Perceived Quality of Public Transport in Santander. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 160, n. Cit, p. 499–508, 2014.
- MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. Qual a confiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório Psicologia**, v. 4, n. 1, p. 65-90, 2006.

- MARTINS, Walysson Tangrins (2015). **Índice de Avaliação da Qualidade do Transporte Público por Ônibus a Partir da Definição de Serviço Adequado**. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T. DM - 001A/2015, março, 2015, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 117 p.
- MERINO, E. M. A **Lei de Mobilidade urbana no Brasil: Constatações e desafios**. Audiência pública. Estado do Rio Grande do Sul. 2013. Disponível em: http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repdcp_m505/ComEspMobilidade/LeidaMobilidade.pdf. Acesso em: Setembro de 2017.
- MIGUEL, P. C. A. *et al.* **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 226 p.
- Ministério das Cidades (2015). **Caderno de referência para a elaboração de um plano de mobilidade urbana**. Disponível em: < <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSE/planmob.pdf>> Acesso em Setembro de 2017.
- MORAIS, J. S. D. de (2012) **Proposta de Método para Avaliação da Qualidade do Transporte Público Urbano por Ônibus Utilizando a Teoria das Representações Sociais**. Dissertação (Mestrado) UnB, Brasília
- MOUFAD, I.; JAWAB, F. Multi-criteria analysis of urban public transport problems: the city of Fes as a Case. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 8, n. 1, p. 675–682, 2017.
- MOUSSA, S.; SOUI, M.; ABED, M. User profile and multi-criteria decision making: Personalization of traveller's information in public transportation. **Procedia Computer Science**, v. 22, p. 411–420, 2013.
- MOUWEN, A. Drivers of customer satisfaction with public transport services. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 78, p. 1–20, 2015.
- NEIROTTI, P.; DE MARCO, A.; CAGLIANO, A. C.; MANGANO, G.; SCORRANO, F. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. **Cities**, v. 38, p. 25–36, 2014.
- NGOC, A. M.; HUNG, K. V.; TUAN, V. A. Towards the Development of Quality Standards for Public Transport Service in Developing Countries: Analysis of Public Transport Users' Behavior. **Transportation Research Procedia**, v. 25, p. 4560–4579, 2017.
- NOOR, H. M.; NASRUDIN, N.; FOO, J. Determinants of Customer Satisfaction of Service Quality: City Bus Service in Kota Kinabalu, Malaysia. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 153, p. 595–605, 2014.
- NOSAL, K.; SOLECKA, K. Application of AHP method for multi-criteria evaluation of variants of the integration of Urban public transport. **Transportation Research Procedia**, v. 3, n. July, p. 269–278, 2014.
- NTU (2016) – Associação Nacional de Empresas de Transportes Urbanos. Ônibus perde 3 milhões de passageiros por dia no Brasil. Revista NTUurbano. Ano IV, número 23. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub636120575837109247.pdf>> Acesso em Agosto de 2018.
- OTHMAN, M.; KU-MAHAMUD, K. R. Fuzzy Multi Criteria Evaluation for Performance of Bus Companies. **Computer and Information Science**, v. 3, p. 252–262, 2010.
- PAVAN, M., & TODESCHINI, R. (2010). **Multicriteria Decision-Making Methods**. In *Comprehensive Chemometrics* (Vol. 1, pp. 591–629).
- PÉREZ, C. J.; CARRILLO, M. H.; MONTOYA-TORRES, J. R. Multi-criteria approaches for urban passenger transport systems: a literature review. **Annals of Operations Research**, v. 226, n. 1, p. 69–87, 2014.
- PINHEIRO, J. I. D.; *et al.* **Probabilidade & Estatística: quantificando a incerteza**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 544 p.
- PITCHIPOO, P.; VINCENT, D. S.; RAJINI, N.; RAJAKARUNAKARAN, S. COPRAS decision model to optimize blind spot in heavy vehicles: A comparative perspective. **Procedia Engineering**, v. 97, p. 1049–1059, 2014.
- RAMOS, R. A. R. e MENDES, J. F. G. **Avaliação da aptidão do solo para localização industrial: O caso de Valença**. Revista de Engenharia Civil – Universidade do Minho, n 10. 2001.
- REDMAN, L.; FRIMAN, M.; GARLING, T.; HARTIG, T. Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. **Transport Policy**, v. 25, p. 119–127, 2013.

- RODRIGUES, M. A.; SORRATINI, J. Ap. **A qualidade no transporte coletivo urbano.** In: XXII CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 2008, Fortaleza, CE. Anais Panorama nacional da pesquisa em transportes 2008: XXII ANPET. Rio de Janeiro, RJ: ANPET - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2008. p. 1081-1092
- RUBIM, B.; LEITÃO, S. O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades. **Estudos Avançados**, 27(79), 55-66 (2013)
- SAATY, T.L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **European Journal of Operational Research**, v.48, p. 9-26, 1990.
- _____. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.
- SCHÄRLIG, A. **Décider sur plusieurs critères.** Collection **Diriger l'Entreprise**, Press Polytechniques Romandes, 1985
- SEABRA, L. O.; TACO, W. G.; DOMINGUEZ, E. M. Sustentabilidade em transporte: do conceito às políticas públicas de mobilidade urbana. **Revista dos Transportes Públicos**, p. 105-124, 2013.
- SHEN, W.; XIAO, W.; WANG, X. Passenger satisfaction evaluation model for Urban rail transit: A structural equation modeling based on partial least squares. **Transport Policy**, v. 46, p. 20-31, 2016.
- SILVA, A. N. R.; DA SILVA COSTA, M.; MACEDO, M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: The case of Brazil. **Transport Policy**, v. 15, n. 6, p. 350-360, 2008.
- SILVA, C. A. S. Multi Attribute Decision Making. **International Journal of Research in Management, Science {&} Technology**, v. 1, n. 1, p. 49-51, 2013.
- SILVA, R. A. N.; AZEVEDO FILHO, M. A. N. DE; MACÊDO, M. H.; *et al.* A comparative evaluation of mobility conditions in selected cities of the five Brazilian regions. **Transport Policy**, v. 37, p. 147-156, 2015.
- SILVER, S. D. Multivariate methodology for discriminating market segments in urban commuting. **Public Transport**, v. 10, n. 1, p. 63-89, 2018.
- SIQUEIRA, G.D.P.; LIMA, J.P. A contribuição das políticas públicas de mobilidade urbana para o desenvolvimento sustentável das cidades. In: **Anais VI Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade**, 2015, Rio de Janeiro, RJ
- SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão de literatura. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 8, nº16, jul/dez 2006, p.20-45.
- SOUZA, F. B. B. e F. D. Michel (2007) Avaliação segmentada do sistema de transporte público: uma análise qualitativa para tomada de decisão. **Anais do XXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes**, ANPET, Rio de Janeiro.
- SPECHT, L. P.; BRANDLI, L. L.; ADJUNTA, P. Modelagem Da Preferência Do Usuário Para a Escolha Do Transporte Público Universitário Modeling of the User's Preference for the Choice of the University Public Transportation. , v. IX, p. 303-318, 2009.
- SUMAN, H. K.; BOLIA, N. B.; TIWARI, G. Comparing public bus transport service attributes in Delhi and Mumbai: Policy implications for improving bus services in Delhi. **Transport Policy**, v. 56, n. March, p. 63-74, 2017.
- TEIXEIRA, E. C. O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade. **Políticas Públicas**. AATR-BA. 2002
- TRIMET, 2010. **Bus Stops Guidelines.** Final report. Disponível em: https://nacto.org/docs/usdg/bus_stop_guidelines_trimet.pdf. Acesso em 20 de maio de 2019.
- TSAI, W.-H.; HSU, W.; CHOU, W.-C. A gap analysis model for improving airport service quality. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 22, n. 10, p. 1025-1040, 2011. D
- TSAMI, M.; NATHANAIL, E. Guidance Provision for Increasing Quality of Service of Public Transport. **Procedia Engineering**, v. 178, p. 551-557, 2017.
- TSAURA, S. H.; CHANG, T. Y.; YEN, C. H. The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. **Tourism Management**, v. 23, n. 2, p. 107-115, 2002.

- STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. **Journal of Personality Assessment**. v. 80, n. 3, p. 217-222, 2003
- VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.
- VARGAS, R. V. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. In: PMI Global Congress, Washington – DC, USA. 2010.
- VAN OORT, N. Incorporating service reliability in public transport design and performance requirements: International survey results and recommendations. **Research in Transportation Economics**, v. 48, p. 92-100, 2014.
- VINCKE, P., 1992. **Multicriteria Decision-aid**. John Wiley & Sons
- VIEIRA, V. A. As tipologias, variações e características da pesquisa de marketing. **Revista da FAE**, v. 5, n. 1, p. 61-70, 2002.
- VOOGD, H. (1983) **Multicriteria evaluation for urban and regional planning**. London: Pion Ltd.
- WCED. **Our Common Future (The Brundtland Report)**. World Commission on Environment and Development. Oxford University Press. Oxford, 1987.
- WEE, V. B.; BOHTE, W.; MOLIN, E.; ARENTZE, T.; LIAO, F. Policies for synchronization in the transport-land-use system. **Transport Policy**, v. 31, p. 1-9, 2014.
- WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes: a aplicação das tecnologias de informação e comunicação para a gestão de centros urbanos. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v.9, n.19, p. 2013.
- WRETSTRAND, A.; HOLMBERG, B.; BERNTMAN, M. Safety as a key performance indicator: Creating a safety culture for enhanced passenger safety, comfort, and accessibility. **Research in Transportation Economics**, v. 48, p. 109-115, 2014.
- WRIGHT, C. L. O que é transporte urbano. São Paulo: Brasiliense, 1999.
- XAVIER J. C. A nova política de mobilidade urbana no Brasil: uma mudança de paradigma. **Revista dos Transportes Públicos**, ANTP. São Paulo, v. 1, n. 111, p. 59-68, 3º trimestre 2006.
- YALINIZ, P.; BILGIC, S.; VITOSOGLU, Y.; TURAN, C. Evaluation of urban public transportation efficiency in Kutahya, Turkey. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 20, p. 885-895, 2011.
- YANG, C. H.; LEE, K. C.; CHEN, H. C. Incorporating carbon footprint with activity-based costing constraints into sustainable public transport infrastructure project decisions. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 1154-1166, 2016.
- YEH, C.-H.; DENG, H.; CHANG, Y.-H. Fuzzy multicriteria analysis for performance evaluation of bus companies. **European Journal of Operational Research**, v. 126, n. 3, p. 459-473, 2000.
- ZARDARI, N. H.; AHMED, K.; SHIRAZI, S. M.; *et al.* An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. **International Journal of Operations Research**, v. 10, n. 2, p. 56-66, 2013.