

ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA DE ESCOLHA DO MODAL DE TRANSPORTE PÚBLICO NA AVENIDA RADIAL LESTE, EM SÃO PAULO

Celio Daroncho

*Faculdade de Tecnologia da Zona Leste – FATECZL
E-mail: celio.daroncho@fatec.sp.gov.br*

Gabriel Rodrigues

*Departamento de Geotecnia e Transportes – DGT
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.
E-mail: biel.rodrigues@outlook.com*

Maria Lucia Galves

*Departamento de Geotecnia e Transportes – DGT
Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.
E-mail: mlgalves@fec.unicamp.br*

O cenário que se tem nos países em desenvolvimento é o do uso maciço do transporte individual por automóvel, onde é dada maior prioridade para as vias de locomoção desse modal de transporte do que para o transporte público. Este fato, na cidade de São Paulo, é expresso por uma significativa frota, que atingiu o valor de 5.738.510 automóveis em julho de 2015, em um total de 8.062.599 veículos (DETRAN-SP, 2015).

O investimento em transporte público de massa é uma alternativa para se humanizar a cidade e diminuir os níveis crescentes de congestionamento, que geram horas perdidas no trânsito para todos os cidadãos. A cidade de São Paulo tem registrado, a cada ano, um novo recorde de congestionamento.

Um dos corredores mais congestionados da cidade é o da Avenida Radial Leste, como é popularmente conhecida a avenida que, em toda sua extensão, troca de nome diversas vezes. Ela inicia no viaduto Leste-Oeste e se estende até a estação Guaianazes da CPTM, perfazendo aproximadamente 28 km de extensão. Por esta via passa o maior volume do tráfego da Zona Leste da capital, com destino ao centro e às outras regiões da cidade de São Paulo; o deslocamento tem características pendulares, pois ocorre no sentido bairro-centro pela manhã e no sentido centro-bairro à tarde.

No corredor da Av. Radial Leste, além do trânsito de veículos, principalmente automóveis e motocicletas, há uma linha do Metrô (linha 3 – vermelha) e duas da CPTM (linha 11 – coral e linha 12 - safira), além de algumas linhas de ônibus em faixas exclusivas que estão ativas em determinados períodos do dia.

Devido ao adensamento populacional crescente da Zona Leste da capital, a pluralização do transporte de massa se faz cada vez mais necessária. Atualmente, as linhas do Metrô e da CPTM trafegam, em horários de pico, cada vez mais sobrecarregadas e o transporte por automóveis acaba por congestionar, cada vez mais, as vias desta importante região da cidade.

Desta forma, se faz necessária a inserção de um novo sistema de transporte de massa que possa desonerar os sistemas atuais sobre trilhos e sobre pneus, além de garantir, à população, transporte de qualidade. Embora existam diversas opções disponíveis de sistema, qual seria a melhor opção para a Av. Radial Leste?

Para tentar responder essa pergunta, o objetivo deste trabalho é o de estruturar este problema de transporte utilizando a metodologia de auxílio multicritério à decisão.

METODOLOGIA

Como qualquer problema de decisão em transporte, a implementação de um novo sistema ligando o centro da cidade à Zona Leste é complexa, pois envolve aspectos técnicos, econômicos, ambientais, sociais e políticos, além de diversos setores da sociedade e empresas que esperam alcançar os seus objetivos, os quais muitas vezes são conflitantes entre si.

O auxílio multicritério à decisão (AMCD) foi adotado como suporte metodológico para este estudo, pois trata-se de uma abordagem que considera explicitamente diversos critérios e visa a ajudar indivíduos ou grupos de indivíduos a explorar decisões importantes e complexas (Belton e Stewart, 2002), como é o caso da escolha de um novo sistema de transporte público.

O AMCD é um processo que se divide em três etapas principais: estruturação do problema, avaliação das alternativas e recomendação. A estruturação é uma etapa muito importante, pois ela visa contribuir para o melhor entendimento do

problema por aqueles que estão envolvidos no processo de decisão. Nela são definidos, caracterizados e organizados os aspectos relevantes para a tomada de decisão.

Na etapa de avaliação, os desempenhos das alternativas propostas são agregados por meio de métodos multicritério. Em seguida, os resultados da avaliação são analisados para recomendar ao decisor a alternativa mais adequada.

Este trabalho enfatiza a estruturação do problema de decisão em estudo, conforme descrito a seguir.

ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA

A estruturação do problema é composta pelas seguintes fases (Galves, 2005): caracterização do contexto decisório; identificação e hierarquização dos objetivos fundamentais; escolha dos atributos; proposição das alternativas e estimativa dos níveis dos atributos por alternativa.

Caracterização do contexto decisório

A caracterização do contexto decisório é extremamente importante para a correta estruturação do problema. Nesta etapa, especificam-se o nível de decisão, o limite temporal e o limite geográfico, os atores e o decisor, e a história do processo decisório.

O nível de decisão pode ser estratégico, abrangendo políticas, planos e programas, ou se referir a um projeto específico, como é o caso deste estudo. O limite temporal é de 5 anos, tempo necessário para a implantação do projeto. O limite geográfico adotado abrange o Corredor Radial Leste, desde o Terminal Itaquera, anexo à estação Corinthians-Itaquera, até o Terminal Parque D. Pedro II, localizado no Centro, com cerca de 17 km de extensão (Figura 1).

Figura 1 – Croqui do corredor da Radial Leste



Fonte: Google (2015)

Para Roy e Bouyssou (1993), um ator é um indivíduo ou um grupo de indivíduos que influencia direta ou indiretamente a decisão, por meio do seu sistema de valores. Neste contexto decisório, foram elencados os seguintes atores, sendo a Secretaria Municipal de Transportes considerada o decisor:

- Secretaria Municipal dos Transportes
- Secretaria Municipal do Planejamento – SEMPLA
- Secretaria Municipal de Finanças e Desenvolvimento Econômico
- Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras Públicas – SIURB
- Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente
- São Paulo Transportes – SPTrans
- Companhia de Engenharia de Tráfego – CET-SP
- São Paulo Obras – SP Obras
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB
- Usuários do sistema de transporte público
- Moradores lindeiros
- Comerciantes lindeiros
- População da cidade
- Empresas de ônibus
- Companhia do Metropolitano – Metrô
- Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM
- Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano – EMPLASA
- Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo – EMTU

O processo decisório acerca deste problema tem um histórico relacionado aos seguintes fatores: sobrecarga da linha 3 do Metrô, excesso de veículos na Avenida Radial Leste, que conta com uma faixa reversível para automóveis (Figura 2) e faixa exclusiva de ônibus à direita, por onde passam várias linhas de ônibus (Figura 3), e a superpopulação da Zona Leste, que representa 33% da população da capital e 17,76% da população da Região Metropolitana de São Paulo (PMSP, 2015c). Além disso, há o projeto de implantação de um sistema BRT nesse trecho, proposto pela Prefeitura do Município de São Paulo (SPOBRAS, 2014).

Figura 2 – Faixa reversível para automóveis



Figura 3 – Corredor de ônibus



Identificação dos objetivos fundamentais

Os objetivos fundamentais, de acordo com Keeney (1992), expressam as razões essenciais do interesse dos atores no problema de decisão. Para auxiliar a identificação dos objetivos fundamentais, utilizou-se o método do mapa cognitivo (Eden, 1988). O mapa cognitivo representa a expressão gráfica final da maneira com a qual, cada um dos atores, vê o problema que está sendo analisado.

Para iniciar a construção do mapa cognitivo, é preciso definir um rótulo para o problema, que delimita o contexto decisório (Ensslin et al., 2001). No estudo em questão, definiu-se o seguinte rótulo: “Promover a satisfação dos usuários do transporte público na Zona Leste da Capital”.

A partir do rótulo, identificaram-se os Elementos Primários de Avaliação – EPAs, para cada um dos atores. Esses elementos expressam objetivos, valores, ações e alternativas (Bana e Costa, 1992). Na sequência, fez-se a construção dos conceitos, com a associação de um verbo a cada EPA. Foram criados 22 EPAs e, conseqüentemente, 22 conceitos foram associados aos EPAs, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – EPAs e Conceitos

	EPA	Conceito
1	Capacidade de passageiros	Capacidade ser compatível com a demanda ... Não ser compatível
2	Tempo de viagem	Reduzir o tempo de viagem ... Não reduzir
3	Tarifa	Adequar a tarifa ... Não adequar
4	Conforto	Aumentar o conforto ... Reduzir
5	Confiabilidade	Aumentar a confiabilidade ... Reduzir
6	Acessibilidade	Melhorar a acessibilidade .. Não melhorar

7	Demanda	Reorganizar a demanda .. Não reorganizar
8	Interferência no trânsito	Reduzir a interferência do trânsito no transporte público .. Não reduzir
9	Manutenção da frota	Possibilitar a manutenção do sistema ... Não possibilitar
10	Segurança	Garantir a segurança do usuário ... Não garantir
11	Rapidez	Ser rápido ... Ser lento
12	Ruído	Reduzir o ruído ... Não reduzir
13	Limpeza	Ser limpo ... Ser sujo
14	Poluição	Reduzir o impacto ambiental ... Aumentar o impacto
15	Interferência no comércio	Reduzir as interferências no comércio ... Aumentar as interferências
16	Tempo de implantação	Reduzir o tempo de implantação ... Aumentar o tempo
17	Custo de implantação	Reduzir o custo de implantação ... Aumentar o custo
18	Receita	Ampliar a receita ... Reduzir a receita
19	Mudança operacional	Implementar mudanças operacionais ... Não implementar
20	Mudança na frota	Implementar mudança na frota ... Não implementar
21	Mudança de pessoal	Implementar mudança de pessoal ... Não implementar
22	Custo operacional	Reduzir custos operacionais ... Aumentar custos

Isso posto, procurou-se obter os objetivos fins e os meios, fazendo duas perguntas para cada conceito: “Por que isso é importante?” e “Como isso pode ser atingido?”. A resposta à primeira pergunta leva a um objetivo fim, enquanto a resposta à segunda pergunta identifica um objetivo meio. Para unir os objetivos, usa-se uma flecha partindo de um objetivo meio em direção a um objetivo fim. Findado este passo, foi possível montar o mapa cognitivo; devido ao número elevado de conceitos, ele é mostrado de forma simplificada na Figura 4. A

Figura 5 mostra o detalhamento de uma parte do mapa que forma o ramo B6.

Figura 4 – Mapa Cognitivo e Ramos

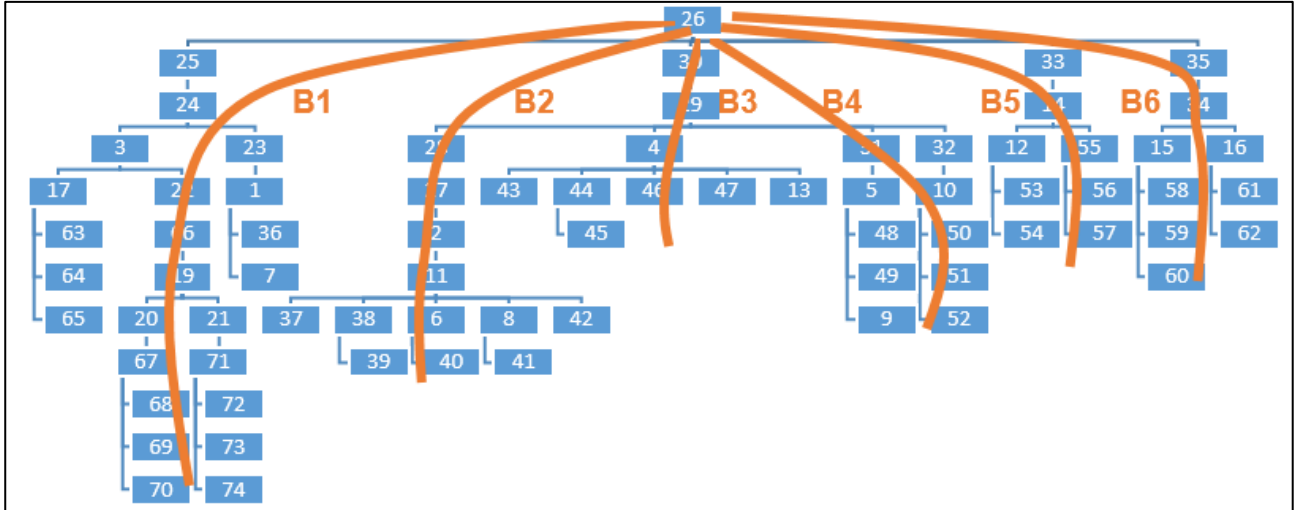
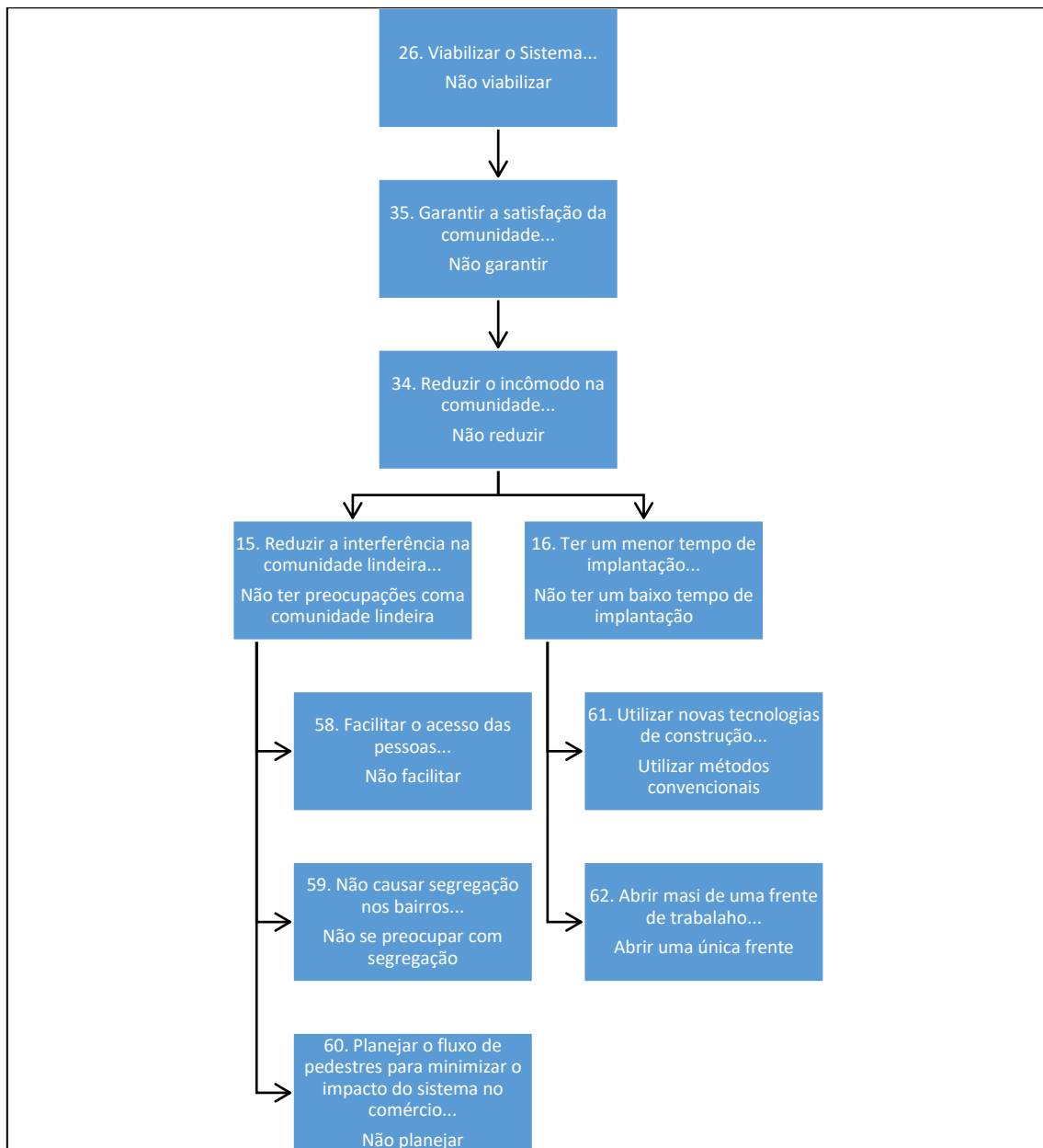


Figura 5 – Detalhamento do Mapa Cognitivo com o Ramo B6



A análise do mapa iniciou-se com a definição das linhas de argumentação. Uma linha de argumentação, segundo Ensslin *et al.* (2001), é constituída por uma cadeia de conceitos que são influenciados e hierarquicamente superiores a um conceito do qual só saem flechas. Para o estudo em questão, foram identificadas as linhas de argumentação mostradas na Tabela 2.

Após a identificação das linhas de argumentação, foram definidos os ramos. Segundo Ensslin *et al.* (2001), ramos “são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação que demonstrem preocupações similares sobre o contexto decisório. Trata-se, portanto, essencialmente de uma análise de conteúdo, que leva em conta as ideias expressas nos conceitos”. Os ramos estão indicados na Figura 4.

Tabela 2 – Linhas de argumentação

Linha	Sequência de Conceitos	Linha	Sequência de Conceitos
A1	C36>C1>C23>C24>C25>C26	A20	C54>C12>C14>C33>C26
A2	C7>C1>C23>C24>C25>C26	A21	C54>C55>C14>C33>C26
A3	C37>C11>C2>C27>C28>C29>C30>C26	A22	C56>C55>C14>C33>C26
A4	C39>C38>C11>C2>C27>C28>C29>C30>C26	A23	C57>C55>C14>C33>C26
A5	C40>C6>C11>C2>C27>C28>C29>C30>C26	A24	C58>C15>C34>C35>C26
A6	C41>C8>C11>C2>C27>C28>C29>C30>C26	A25	C59>C15>C34>C35>C26
A7	C42>C11>C2>C27>C28>C29>C30>C26	A26	C60>C15>C34>C35>C26
A8	C43>C4>C29>C30>C26	A27	C61>C16>C34>C35>C26
A9	C45>C44>C4>C29>C30>C26	A28	C62>C16>C34>C35>C26
A10	C46>C4>C29>C30>C26	A29	C63>C17>C3>C24>C25>C26
A11	C47>C4>C29>C30>C26	A30	C64>C17>C3>C24>C25>C26
A12	C13>C4>C29>C30>C26	A31	C65>C17>C3>C24>C25>C26
A13	C48>C5>C31>C29>C30>C26	A32	C68>C67>C20>C19>C66>C22>C3>C24>C25>C26
A14	C49>C5>C31>C29>C30>C26	A33	C69>C67>C20>C19>C66>C22>C3>C24>C25>C26
A15	C9>C5>C31>C29>C30>C26	A34	C70>C67>C20>C19>C66>C22>C3>C24>C25>C26
A16	C50>C10>C32>C29>C30>C26	A35	C72>C71>C21>C19>C66>C22>C3>C24>C25>C26
A17	C51>C10>C32>C29>C30>C26	A36	C73>C71>C21>C19>C66>C22>C3>C24>C25>C26
A18	C52>C10>C32>C29>C30>C26	A37	C74>C71>C21>C19>C66>C22>C3>C24>C25>C26
A19	C53>C12>C14>C33>C26		

Para definir os objetivos fundamentais, analisou-se cada ramo, identificando-se o conceito que fosse ao mesmo tempo essencial e controlável; esse conceito é o objetivo fundamental do ramo analisado. Os ramos, as linhas de argumentação e o objetivo fundamental de cada ramos são apresentados na Tabela 3.

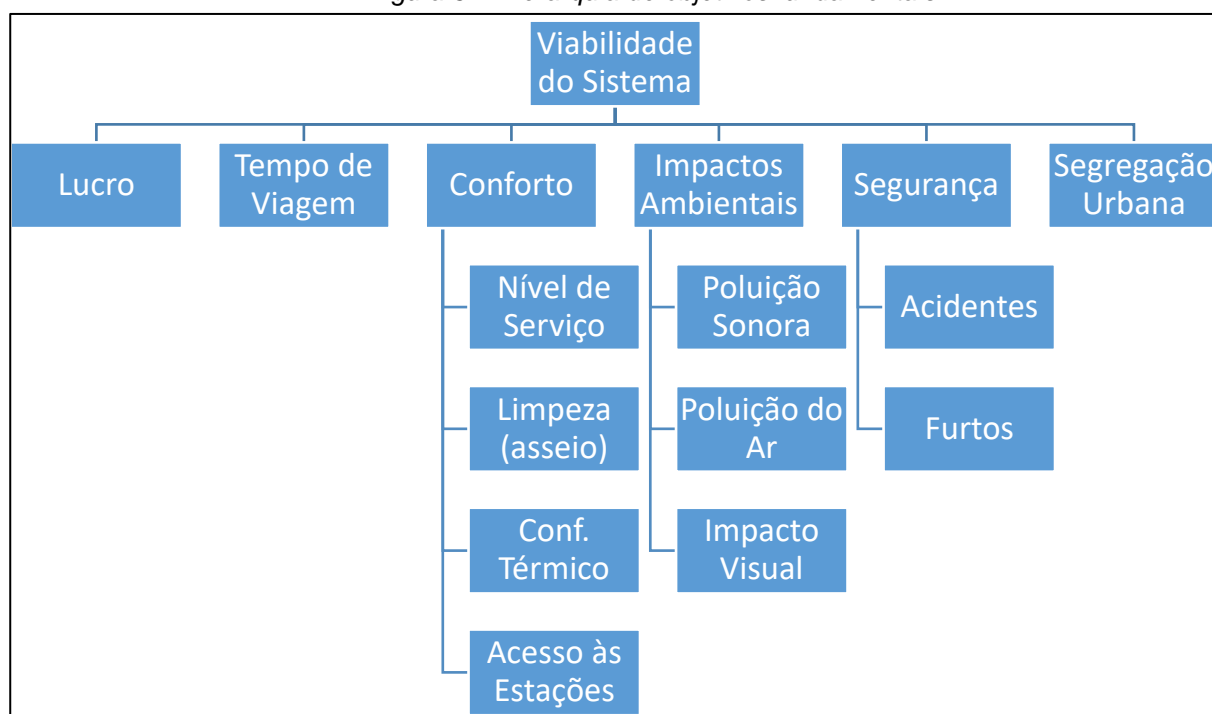
Tabela 3 – Ramos e Objetivos Fundamentais

Ramo	Linhas que compõem o ramo	Objetivo fundamental
B1	A1, A2 e A29 a A37	Lucro
B2	A3 a A7	Tempo de Viagem
B3	A8 a A15	Conforto
B4	A16, A17 e A18	Segurança
B5	A19 a A23	Impacto Ambiental
B6	A24 a A28	Segregação Urbana

Hierarquia de objetivos fundamentais

O passo seguinte foi a estruturação hierárquica dos objetivos fundamentais, conforme pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 – Hierarquia de objetivos fundamentais



O objetivo geral é o de possibilitar a viabilidade do sistema. Os objetivos do primeiro nível da hierarquia são: aumentar o lucro com a implantação do sistema, reduzir o tempo de viagem, aumentar o conforto, reduzir os impactos ambientais, garantir a segurança e reduzir a segregação urbana (isto é, a separação que a via pode impor ao meio urbano).

Alguns objetivos fundamentais precisaram ser divididos em objetivos específicos, pois ainda estavam muito amplos. Assim, o conforto foi dividido em nível de serviço, limpeza do sistema, conforto térmico e acesso às estações.

Os impactos ambientais foram definidos em função da poluição sonora, da poluição do ar e do impacto visual do sistema, ou seja, como o sistema interferirá na paisagem e no meio urbano. A segurança foi definida em função da redução de acidentes e furtos no sistema.

Escolha dos atributos

Um atributo serve para medir o desempenho das alternativas em cada objetivo fundamental (Bana e Costa, 1992; Bana e Costa *et al.*, 1999). Keeney (1992) definiu três tipos de atributos: naturais ou diretos, construídos e indiretos. Atributos diretos são aqueles que possuem uma interpretação comum, como, por exemplo, uma unidade monetária. Atributos construídos são aqueles criados especialmente para um contexto decisório, quando não se tem um atributo direto associado ao objetivo, como uma descrição qualitativa ou uma imagem. Já atributos indiretos são utilizados quando não se tem um atributo direto ou não

se consegue construir um atributo, como o uso de emissão de um determinado gás para se medir a poluição do ar.

A cada objetivo fundamental do último nível da hierarquia foi associado um atributo, composto por um nome e uma unidade de medida. Assim, foram identificados 12 atributos, sendo 5 diretos, 6 construídos e 1 indireto. Os atributos diretos são: lucro, tempo de viagem, nível de serviço, conforto térmico e nível de ruído. Os atributos construídos são: limpeza, acesso às estações, impacto visual, acidentes, furtos/roubos e segregação urbana. O atributo indireto é a emissão de monóxido de carbono (CO), utilizada para medir a poluição do ar.

Para cada atributo também foram definidos dois níveis de referência: o pior nível aceitável e o melhor nível viável. A Tabela 4 mostra os atributos definidos e o resumo dos piores e melhores níveis de atributos para cada um dos objetivos fundamentais definidos.

Tabela 4 – Atributos e seus níveis

Objetivo Fundamental	Atributo	Pior Nível	Melhor Nível
Lucro	Lucro (%)	7	16
Redução do Tempo de Viagem	Redução de Tempo (min)	0	30
Conforto	Nível de serviço (pess/m2)	6,1 a 9	<= 1
	Limpeza	N4	N1
	Conforto térmico (°C)	18-19 ou 29-30	24
	Acesso às estações	N5	N1
Impacto Ambiental	Nível de ruído (dB(A))	70 a 80	até 55
	Emissão de CO (%)	3	0
	Impacto visual	N3	N1
Segurança	Acidentes	N6	N1
	Furtos/Assaltos	N4	N1
Segregação Urbana	Segregação urbana	N3	N1

Descrição dos atributos

Os atributos foram definidos conforme os objetivos fundamentais, tendo sido necessária a construção de alguns atributos.

1. Lucro

Definiu-se uma porcentagem de lucro líquido a ser obtido pela empresa operadora do sistema, sendo 7% o mínimo aceitável e 16% o máximo viável sobre o valor da passagem. Estes valores foram definidos conforme o divulgado por PMSP (2015a).

2. Redução do Tempo de Viagem

Considerou-se que a redução máxima possível do tempo de viagem é de 30 minutos e que manter o tempo atual, ou seja, redução de 0 minuto, é o valor mínimo aceitável. Levaram-se em conta os dados sobre tempo de duas fontes: medição do tempo de percurso médio dos sistemas atuais (pelos autores) e o tempo de viagem obtido pelo software Google Maps (GOOGLE, 2015), da Estação Dom Pedro II até o Terminal Itaquera (metrô). O tempo de viagem foi de, aproximadamente, 1 hora e 10 minutos considerando-se o transporte público (ônibus ou metrô) e de, aproximadamente, 35 minutos, considerando-se veículo particular em horário com baixo fluxo na via. Supondo-se um novo sistema com 8 pontos de parada de 1 minuto (8 minutos), mais os 35 minutos de percurso, a viagem duraria 43 minutos, ou seja, 27 minutos a menos, tendo-se admitido como sendo 30 minutos.

3. Conforto

Foram definidos 4 atributos para conforto dos usuários, sendo eles o nível de Serviço, a limpeza, o conforto térmico e o acesso às estações.

a. Nível de Serviço

Para este atributo definiu-se a quantidade máxima tolerável de pessoas por metro quadrado. Diversos estudos estipulam 9 pessoas/m² como sendo o limite máximo de ocupação com conforto e segurança, para locais fechados ou eventos. Assim sendo, admitiu-se, para total conforto, até 1 pessoa/m², e um total entre 6,1 e 9 pessoas/m² como sendo o máximo possível (conforme pode-se ver na Tabela 5), no caso de superlotação no horário de pico (SOMATEMATICA, 2015; GHIORZI, 2015; VASCONCELOS, 2015).

Tabela 5 – Atributo Nível de Serviço

Nível	Nível de Serviço
1	<= 1 pessoa/m ²
2	> 1 e <= 3 pessoas/m ²
3	> 3 e <= 6 pessoas/m ²
4	> 6 e <= 9 pessoas/m ²

b. Limpeza

Definiram-se os limites de limpeza conjunto das estações, vias e veículos (Tabela 6), sendo considerado como melhor nível de limpeza a inexistência de poeira, tanto no chão quanto em mobiliários, e de lixo e, como pior nível, a existência tanto de poeira quanto de lixo aparente.

Tabela 6 – Atributo Limpeza

Nível	Limpeza
1	Sem poeira ou lixo aparente
2	Com poeira, mas sem lixo aparente
3	Com poeira e com algum lixo aparente
4	Com poeira e com muito lixo aparente

c. Conforto Térmico

Definiu-se o limite de temperatura, tanto em estações, quando fechadas, quanto nos veículos, para um adequado conforto térmico dos usuários (Tabela 7). Estudos mostram que 24°C é a temperatura ambiente ideal para pessoas com quantidade normal de roupas. Assim sendo, considerou-se a temperatura de 24°C como sendo o melhor nível deste atributo e os valores entre 18-19°C e 29-30°C como sendo os piores níveis (ABRAVA, 2015).

Tabela 7 – Atributo Conforto Térmico

Nível	Conforto Térmico
1	24 °C
2	22-23 ou 25-26 °C
3	20-21 ou 27-28 °C
4	18-19 ou 29-30 °C

d. Acesso às Estações

Para este atributo (Tabela 8) definiu-se a forma de acesso às estações: o melhor nível corresponde a uma situação em que o acesso é feito em desnível em estações bem localizadas na via e o pior nível aceitável é o de acesso em nível em estações mal localizadas na via.

Tabela 8 – Atributo Acesso às Estações

Nível	Acesso às Estações
1	O acesso (viário e pedestre) a todas as estações é bom e todas elas estão em desnível
2	O acesso (viário e pedestre) a todas as estações é bom e todas elas estão em nível
3	O acesso (viário e pedestre) a maioria das estações é bom e todas elas estão em desnível
4	O acesso (viário e pedestre) a maioria das estações é bom e todas elas estão em nível
5	O acesso (viário e pedestre) a todas das estações é aceitável e a maioria deles está em desnível
6	O acesso (viário e pedestre) a todas as estações é aceitável e nenhum deles está em desnível
7	O acesso (viário e pedestre) a todas as estações é ruim e nenhum deles está em desnível

4. Impactos Ambientais

Foram definidos 3 atributos para os impactos ambientais do sistema. Nesta fase foram desconsiderados os impactos advindos da construção (obra) para a implantação de um novo sistema e sim os impactos da operação do mesmo.

a. Nível de Ruído

Definiu-se o nível de ruído tolerável no sistema como um todo (Tabela 9). O melhor nível admitido é de até 55 dB(A) e o máximo tolerável está entre 70 e 80 dB(A) (PMSP, 2015b; SEOPS, 2015).

Tabela 9 – Atributo Poluição Sonora

Nível	Poluição Sonora
1	até 55 dB(A)
2	de 56 a 60 dB(A)
3	de 61 a 70 dB(A)
4	de 70 a 80 dB(A)

b. Emissão de CO

Neste caso, foi considerada somente a emissão de CO (monóxido de carbono), ou seja, foram desconsiderados os demais poluentes emitidos. A emissão mínima considerada foi de 0% e a máxima tolerável de 3% de CO (CONTROLAR, 2015; MMA, 2015; CONAMA, 2015).

c. Impacto Visual

Considerou-se impacto visual como sendo a interferência da via e das estações na paisagem ou no horizonte (Tabela 10). O melhor valor corresponde à inserção, ou alteração, convencional na paisagem com estações e via em nível e o pior nível tolerável foi da inserção de via elevada com estações elevadas, que funcionam como um anteparo.

Tabela 10 – Atributo Impacto Visual

Nível	Impacto visual
1	Todas as estações em nível e toda a via em nível
2	Todas as estações em nível e toda a via elevada
3	Todas as estações elevadas e toda a via elevada

5. Segurança

Foram definidos 2 atributos para a segurança, sendo eles a ocorrência de acidentes e de furtos ou assaltos.

a. Acidentes

Considerou-se que o melhor nível é a não ocorrência de acidentes e o pior nível a ocorrência de acidente com vítimas e com danos materiais (Tabela 11).

Tabela 11 – Atributo Acidentes

Nível	Acidentes
1	Sem acidentes
2	Acidente sem vítimas e sem danos materiais
3	Acidente sem vítimas e com danos materiais
4	Acidente com vítimas e sem danos materiais
5	Acidente com vítimas e com danos materiais
6	Acidente com vítimas fatais e sem danos materiais
7	Acidente com vítimas fatais e com danos materiais

b. Furtos/Assaltos

Considerou-se que o melhor nível é a não ocorrência de furtos ou assaltos e o pior nível a ocorrência de assaltos com vítimas (Tabela 12).

Tabela 12 – Atributo Furtos/Assaltos

Nível	Furtos/Assaltos
1	Sem ocorrências
2	Furto
3	Assalto sem vítimas feridas
4	Assalto com vítimas feridas
5	Assalto com vítimas fatais

6. Segregação Urbana

Definiram-se os níveis de segregação urbana do sistema, sendo o melhor um sistema sem segregação, ou seja, sem interferência e o pior um sistema com segregação total (Tabela 13).

Tabela 13 – Atributo Segregação Urbana

Nível	Segregação Urbana
1	Via em nível sem segregação
2	Via elevada sem segregação
3	Via em nível com segregação

Proposição e descrição das alternativas

Neste estudo foram propostas quatro alternativas para serem analisadas, tendo sido também considerada a situação atual.

1. Manter a situação atual, com o metrô, o trem e as linhas de ônibus com faixas exclusivas; a faixa é exclusiva somente em horários delimitados, sendo livre para o fluxo nos demais horários.
2. Implantação de corredor de ônibus com faixas de tráfego exclusivo em toda a extensão da via. Este corredor seria junto ao canteiro central da via.

3. Implantação de sistema BRT – Bus Rapid Transit, em sistema segregado e junto ao canteiro central da via.
4. Implantação de VLT – Veículo Leve sobre Trilhos, que consiste em um sistema sobre trilhos que circula em via segregada ou não, podendo trafegar no canteiro central da via.
5. Implantação de monotrilho, que circularia em via elevada junto ao canteiro central da via, ou no espaço (canteiro) existente entre a via e o metrô, à esquerda no sentido centro-bairro.

Níveis de atributos por alternativa

Com base nestas alternativas, estimaram-se os níveis dos atributos por alternativa, conforme mostrado na Tabela 14.

Tabela 14 – Níveis dos Atributos por Alternativa

Atributo	Alternativas					
	Metrô (atual)	Ônibus (atual)	Corredor de Ônibus	BRT	VLT	Monotrilho
Lucro (%)	16	16	7	7	10	10
Redução de Tempo (min)	0	0	10	25	15	20
Nível de serviço (pess/m2)	6,1 a 9	6,1 a 9	3,1 a 6	3,1 a 6	3,1 a 6	3,1 a 6
Limpeza	N1	N2	N1	N1	N1	N1
Conforto térmico (°C)	N1	N3	N1	N1	N1	N1
Acesso às estações	N1	N3	N2	N2	N2	N1
Nível de ruído (dB(A))	N2	N3	N3	N3	N2	N1
Emissão de CO (%)	0%	3%	3%	2%	0%	0%
Impacto visual	N1	N1	N1	N1	N1	N3
Acidentes	N1	N4	N3	N1	N3	N1
Furtos/Assaltos	N2	N2	N2	N2	N2	N2
Segregação urbana	N3	N1	N1	N3	N1	N2

Os campos preenchidos com a cor verde indicam, para cada atributo, as alternativas que possuem melhor desempenho em relação às outras. Inversamente, os campos preenchidos com a cor rosa indicam as alternativas que têm desempenho pior em relação às demais. Os campos sem preenchimento representam um nível intermediário do atributo considerado.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

A estruturação do problema em estudo resultou na identificação dos objetivos fundamentais dos atores, por meio da construção e análise do mapa cognitivo, na construção da

hierarquia de objetivos fundamentais, na escolha dos atributos, na proposição das alternativas e na estimativa dos níveis dos atributos por alternativa.

Os objetivos fundamentais, bem como os atributos a eles associados, abrangem diversos aspectos importantes relacionados ao transporte público na Avenida Radial Leste: lucro da empresa operadora do sistema, tempo de viagem, conforto, impactos ambientais, segurança e segregação urbana.

De acordo com os níveis dos atributos por alternativa, observa-se que o VLT vem a ser a melhor opção para fazer a ligação proposta, pois apresenta a maioria dos atributos com bom desempenho e nenhum atributo com nível ruim em comparação às outras alternativas.

O BRT também é uma alternativa atraente, pois sua flexibilidade e a utilização de várias tecnologias veiculares pode fazer com que o sistema opere de formas diferentes e compatíveis com a demanda nos diversos momentos do dia, além de ser uma boa oportunidade de reorganizar as linhas de ônibus sobrepostas já existentes.

O monotrilho, apesar de apresentar bom desempenho em vários atributos, tem um impacto visual importante e poderia aumentar a segregação urbana já existente na avenida. Por último, o corredor de ônibus é a alternativa menos interessante, pois contribuiria muito pouco para reduzir o tempo de viagem se comparado com o tempo atual obtido com as faixas exclusivas.

A matriz com os níveis dos atributos é uma ferramenta importante para a avaliação inicial do desempenho das alternativas. Para possibilitar uma análise mais completa do problema, recomenda-se proceder à avaliação das alternativas pela aplicação de um método de agregação multicritério. Porém, esta etapa do processo de auxílio multicritério à decisão não faz parte do escopo deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (2015). *A relação do ar condicionado e o conforto humano*. Disponível em: <http://www.abrava.com.br/a-relacao-do-ar-condicionado-e-o-conforto-humano-1>. Acessado em: 26/06/2015

BANA E COSTA, C.A. *Structuration, Construction et Exploitation d'un Modele Multicritere d'Aide à la Décision*. Tese de Doutorado, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 1992.

BANA E COSTA, C.A., ENSSLIN, L., CORRÊA, E.C., VANSNICK, J.C. *Decision Support Systems in Action: Integrated Application in a Multicriteria Decision Aid Process*; European Journal of Operational Research, V. 113, n. 2, p. 315-335, 1999.

- CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resoluções CONAMA*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=&ano=&texto=emiss%C3%A3o+de+poluentes>. Acessado em: 16/06/2015.
- CONTROLAR. *Limites de Emissão*. Disponível em: http://www.controlar.com.br/Alnspecao_LimitesEmissao.aspx#/Emissao-de-Gases. Acessado em: 16/06/2015.
- DETRAN-SP – Departamento Estadual de Transito de São Paulo, *Frota de Veículos em SP – por tipo de veículos*. Disponível em: <http://www.detran.sp.gov.br/wps/portal/portaldetran/detran/estatisticatransito/sa-frotaveiculos>. Acessado em 25/08/2015.
- EDEN, C. *Cognitive mapping*. European Journal of Operational Research, 36 (1), 1988, p. 1-13.
- ENSSLIN, L., MONTIBELLER NETO, G. E NORONHA, S. M. *Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas*. Florianópolis: Insular, 2001.
- GALVES, M. L.. *Structuring decision situations: a brief overview*. In: Advances in Multicriteria Decision Aid (J.-P. Barthélemy e P. Lenca, Eds.), p. 32-40. Brest: GET/ENST Bretagne, 2005.
- GHIORZI, T. *Aglomerções Humanas*. Disponível em <http://ghiorzi.org/aglom.htm>. Acessado em 15/06/2015.
- GOOGLE. *Google Maps*. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acessado em: 25/06/2015.
- HAMMOND, J. S., KEENEY, R. L., RAIFFA, H. *Decisões inteligentes*. Elsevier, Rio de Janeiro, 2004.
- KEENEY, R. L. *Value-focused thinking: a path to creative decisionmaking*. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. *Padrões de Qualidade do Ar*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar>. Acessado em: 16/06/2015.
- NTU – Associação Nacional das Empresas De Transportes Urbanos. *Faixas Exclusivas de Ônibus Urbanos: Experiências de Sucesso*. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. NTU, Brasília, 2013.
- PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo. *Prefeitura divulga resumo executivo da auditoria do sistema de transporte*. Disponível em: <http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/5131#ad-image-0>. Acessado em: 20/10/2015a.
- PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo. *PSIU no combate à poluição sonora*. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/zeladoria/psiu/index.php?p=8831>. Acessado em: 15/06/2015b.
- PMSP – Prefeitura do Município de São Paulo. *Urbanismo – Programa de desenvolvimento da Zona Leste*. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/a_cidade/urbanismo/zona_leste/index.php?p=362. Acessado em: 16/10/2015c.
- ROY, B.; BOUYSSOU, D. *Aide multicritère à la décision: méthodes et cas*. Paris: Econômica, 1993.

SEOPS – Subsecretaria de Estado da Ordem Pública e Social do Distrito Federal. *Poluição Sonora*. Disponível em: <http://www.seops.df.gov.br/frentes-de-fiscalizacao/poluicao-sonora.html>. Acessado em: 15/06/2015.

SOMATEMATICA. *Como quantificar pessoas em eventos públicos*. Disponível em: <http://www.somatematica.com.br/curiosidades/c101.html>. Acessado em 15/06/2015.

VASCONCELOS, Y. *Qual o metrô mais lotado do mundo?*. Revista Mundo Estranho. Disponível em: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/qual-o-metro-mais-lotado-do-mundo>. Acessado em: 25/06/2015.