

**METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE
INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA COM BASE
NA CONFIGURAÇÃO URBANA E NO ESCALONAMENTO
MULTIDIMENSIONAL**

ADRIANO DE CARVALHO PARANAIBA

TESE DE DOUTORADO EM TRANSPORTES

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

FACULDADE DE TECNOLOGIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE
INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA COM BASE
NA CONFIGURAÇÃO URBANA E NO ESCALONAMENTO
MULTIDIMENSIONAL**

ADRIANO DE CARVALHO PARANAIBA

ORIENTADOR: PROF. JOSÉ AUGUSTO ABREU SÁ FORTES, Dr.

CO-ORIENTADOR: PROF. VALÉRIO MEDEIROS, Dr.

TESE DE DOUTORADO EM TRANSPORTES

PUBLICAÇÃO: T.D. – 004/2017

BRASÍLIA/DF: junho – 2017

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE
INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA COM BASE NA
CONFIGURAÇÃO URBANA E NO ESCALONAMENTO
MULTIDIMENSIONAL**

ADRIANO DE CARVALHO PARANAIBA

**TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE DOUTOR EM TRANSPORTES.**

APROVADO POR:

**Prof. José Augusto Abreu Sá Fortes, Dr. (PPGT/UnB)
(Orientador)**

**Prof. Valério Augusto Soares de Medeiros, Dr. (FAU/UnB)
(Coorientador)**

**Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, Dr. (PPGT/UnB)
(Examinador Interno)**

**Prof. Frederico Rosa Borges de Holanda, Dr. (FAU/UnB)
(Examinador Externo)**

**Prof^ª. Ana Paula Borba Gonçalves Barros, Dr^a. (UniCEUB)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 26 DE JUNHO DE 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

PARANAIBA, ADRIANO DE CARVALHO

Modelo para a priorização de projetos de infraestrutura em mobilidade urbana com base na configuração urbana e no escalonamento multidimensional [Distrito Federal] 2017. xvii, 135p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Doutor, Transporte, 2017).

Tese de doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| 1. Mobilidade Urbana | 2. Priorização de Projetos |
| 3. Configuração Urbana | 4. Escalonamento Multidimensional |
| I. ENC/FT/UnB | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Paranaiba, A. C. (2017). Modelo para a priorização de projetos de infraestrutura em mobilidade urbana com base na configuração urbana e no escalonamento multidimensional. Tese de doutorado em Transportes, Publicação T.D. – 004/2017, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 146p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Adriano de Carvalho Paranaiba

TÍTULO: Modelo para a priorização de projetos de infraestrutura em mobilidade urbana com base na configuração urbana e no escalonamento multidimensional.

GRAU: Doutor ANO: 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Adriano de Carvalho Paranaiba

Programa de Pós-Graduação em Transportes. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Anexo SG12, 1º andar, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 70910-900

adr.paranaiba@gmail.com

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à Wania, coautora das minhas principais obras:
Caio Felipe e Marcos Paulo

AGRADECIMENTOS

Ao Criador, יהוה, por agir de formas misteriosas nesta minha jornada rumo ao eterno.

À minha família, que juntos somos doze: meu pai José Paranaíba, minha mãe Francisca, meus irmãos: Alana, e sua filha Rute, Alexandre, e seus filhos Arthur, Heitor e sua esposa Leila. Minha amada Wania e meus filhos Caio e Marcos. Obrigado por toda ajuda e paciência nestes anos de idas e vindas entre Goiânia e Brasília.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFG), aos colegas do Campus Goiânia e Reitoria. Agradeço a oportunidade de me afastar das atividades de docente para poder me dedicar ao doutorado em tempo integral. Sem a licença capacitação seria impossível me dedicar aos estudos na UnB.

Aos grupos de pesquisa que me acolheram como pesquisador e foram vitais para meu crescimento intelectual: Ópera Urbana (UnB) - os amigos Victor Pavarino, Camila Glycério, Ricardo e Rodrigo Marar; GEPET (UnB) – os amigos Eliezé, Grazielle, Abimael, obrigado por aceitarem o convite de escrever um livro sobre transportes comigo; PES Urbanos (UniCEUB) – agradeço a grande ajuda da professora Ana Paula Borba (Paulinha Pedestre) que fez despertar em mim uma grande admiração por Jane Jacobs e Vânia Loureiro que contribuiu em momentos decisivos desta Tese, ajudando em todas as dúvidas que surgiam na construção dos mapas axiais. Muito feliz de poder ter aprendido com todos e termos colhidos frutos em publicações em periódicos e congressos. Todos foram vitais para a conclusão desta Tese.

Aos Institutos e Instituições que defendem as ideias da liberdade e que me convidaram para contribuir com palestras, mesas redondas, artigos de opinião em blogs e conferências. Tudo isso serviu de estímulo para avançar cada dia mais determinado em minhas pesquisas. Aos amigos Adolfo Sachsida, PhD, que me incentivou a ingressar no doutorado em Transportes na UnB, Rodrigo Saraiva Marinho, por todo incentivo e atenção, o Prof. Dr. Adriano Gianturco, por acreditar em meu potencial e o Prof. Msc. João Marcos Batista, parceiro de muitos projetos. Aos amigos do Caos Planejado: Marcos Paulo Shlickmann e Anthony Ling.

Agradeço o *Mises Institute* por me acolher duas vezes em sua sede em Auburn, Alabama (EUA): especialmente seu vice-presidente acadêmico Prof. Joseph Salerno, PhD, que tornou possível minha estadia durante as *Austrian Economics Reserch Confernces* (2016-2017) e

professores que ali encontrei que me ajudaram nas pesquisas: Prof. Paul Cwik, PhD (*North Carolina State University*), Prof. Leonidas Zemanovitz, PhD (*Liberty Fund*), Prof. Kenneth Long (*New River College*) e Prof. Walter Block, PhD (*Loyola University*). Agradeço ao Instituto Mises Brasil pelo simples fato de existir: Hélio Beltrão, Prof. Dr. Ubiratan, Prof. Dr. Fábio Barbieri e Bruno Garschagen.

A todos os professores, servidores e colegas do Programa de Pós-Graduação em Transportes da UnB. Agradeço ao meu orientador, prof. Dr. José Augusto, pela maestria em dosar liberdade e correções na minha pesquisa, ao meu coorientador, Prof. Dr. Valério Medeiros, que dispensou uma atenção valiosa durante a redação desta tese. Aos professores membros das bancas de seminário e qualificação, e aos membros da banca final: Prof. Dr. José Augusto, Prof. Dr. Sérgio Granemann, Prof. Dr. Frederico Holanda e Prof^a. Dr^a Ana Paula Borba.

Por fim, agradeço a todos que me ajudaram ou simplesmente compartilharam um café comigo e que infelizmente seus nomes não constam aqui listados neste agradecimento. Peço perdão pelo esquecimento.

RESUMO

METODOLOGIA PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA EM MOBILIDADE URBANA COM BASE NA CONFIGURAÇÃO URBANA E NO ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL

O objetivo geral desta tese é a proposição de uma metodologia alternativa de análise, avaliação e priorização dos Projetos Diretores de Mobilidade Urbana, capaz de auxiliar a tomada de decisão de investimento, considerando variáveis financeiras, econômicas e espaciais. Recursos escassos do governo defrontados com uma grande demanda por infraestrutura de mobilidade urbana nos municípios brasileiros, a tomada de decisão assume grande importância para os gestores. Foi identificado que não existem critérios claros para a seleção de propostas, isto vem ao encontro das críticas sobre o processo de seleção e priorização dos projetos de mobilidade urbana no Ministério das Cidades, indicando a necessidade de um modelo que possa aperfeiçoar a avaliação das propostas. Questões intrinsecamente econômicas que são apontadas nas atuais metodologias de análise de investimentos e projetos são variáveis de difícil conversão em benefícios financeiros para compor as avaliações financeiras. Neste sentido, a busca de uma metodologia que consiga avaliar variáveis de dimensões distintas, sem incorrer na perda de informações durante o processo de dar valor pecuniário corrobora para a importância do estudo em questão. Para tanto, a metodologia proposta utilizará o Escalonamento Multidimensional como ferramenta de análise multivariada para avaliar e priorizar os projetos usando variáveis econômicas dos projetos, variáveis espaciais da configuração urbana e os modelos de financiamento de cada um dos projetos. As variáveis econômicas tem sua origem na análise econômica presente nos projetos, assim como o modelo de financiamento dos projetos. As variáveis espaciais adquiridas a partir da Teoria a Lógica Social do Espaço ou Sintaxe Espacial permitem avaliar a integração das cidades antes do projeto implantado e simular sua implantação, sendo possível identificar se ocorreram melhoras nas condições da mobilidade urbana. O modelo foi aplicado em um estudo de caso concreto, selecionando projetos apresentados por cidades junto ao Ministério das Cidades, na Secretaria de Mobilidade Urbana, especificamente do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) Mobilidade Grandes Cidades e as cidades selecionadas foram Belém (PA), Brasília (DF), Manaus (AM) e Cuiabá (MT). O uso de Escalonamento Multidimensional aplicando variáveis econômicas, financeiras e espaciais mostrou-se coerente para facilitar a tomada de decisão, seja apontando o melhor projeto, seja identificando quão próximos e/ou distantes estão dos objetivos de determinada política pública. Essa última questão é de importância sem precedentes na administração pública, pois permite que mesmo projetos que se destacam entre os demais não sejam aprovados caso não atendam o conjunto de condições para o alcance dos objetivos propostos nestes programas.

ABSTRACT

METHODOLOGY FOR PRIORITIZATION OF INFRASTRUCTURE PROJECTS IN URBAN MOBILITY BASED ON THE URBAN DESIGN AND ON THE MULTIDIMENSIONAL SCALING

The main objective of this thesis is to propose an alternative analysis methodology, assessment and prioritization of the Urban Mobility Head Projects, ready to assist the decision making investment, taking into account financial, economic and spatial variables. Limited resources of the government faced with a heavy demand for urban mobility infrastructure in Brazilian municipalities, the decision making process is extremely important for managers. It has been identified that there are no clear criteria on selecting the proposals, which complies with the critics about the selection process and prioritization of urban mobility projects in the Ministry of Cities, suggesting the need for a model that can improve the evaluation of the proposals. Intrinsically economic issues that are levelled in recent methodologies of investment and project analyses are variables considered hard to be converted into financial benefits to make up the financial evaluation. Therefore, the search for a methodology that can examine variables of different dimensions, without incurring in information loss during the process of attributing monetary value legitimates this study. For this purpose, the methodology proposed will draw on the Multidimensional Scaling as a multi-varied assessment tool in order to evaluate and prioritize the projects using their economic variables, spatial variables of the urban planning and the financial models of each project. The economic variables arise from the economic analysis available in the projects, as well as the projects' financing models. The spatial variables acquired from the Social Logic of Space Theory or Spatial Syntax allow one to evaluate the cities integration capacity before implanting the project and simulate its deployment, making it possible to identify if any improvements in the urban mobility conditions have occurred. The model was applied in a real case study, selecting projects submitted by the cities along with the Ministry of Cities, in the Urban Mobility Department, in particular from the Plan for Accelerated Growth (PAC) Large Cities Mobility and the elected cities were Belém (PA), Brasília (DF), Manaus (AM) and Cuiabá (MT). The use of Multidimensional Scaling applying economic, financial and spatial variables has proved to be compatible to promote the decision taking, either indicating the best project, or identifying how close and/or distant from the objectives of a particular public policy. This last issue is unprecedentedly important in public administration, since it prevents projects that stand out among others from being approved if they have not met the set of standard conditions for achieving the objectives proposed in such programs.

“As feridas que se recebem nas batalhas antes dão honra do que a tiram”
(Miguel de Cervantes)

Sumário

1.	Introdução	16
1.1	Definição do Problema	20
1.2	Hipótese	22
1.3	Justificativa	22
1.4	Objetivos.....	23
1.5	Metodologia do Trabalho	24
1.6	Estrutura do trabalho.....	26
2.	Mobilidade e Economia Urbana.....	27
2.1	História da Mobilidade ou Mobilidade da História?	27
2.2	Críticas ao Planejamento das Cidades	33
2.3	Considerações Finais do Capítulo	39
3.	Avaliação Financeira e Econômica	40
3.1	Histórico	40
3.2	Análise Econômica dos Benefícios	41
3.3	Análise de Fluxo de Caixa	45
3.4	Considerações Finais do Capítulo	47
4.	Metodologia de Avaliação de Projetos de Transportes.....	49
4.1	Experiência Internacional	49
4.1.1	França: EPISSURE.....	49
4.1.2	Reino Unido: Green Book e WebTag.....	51
4.1.3	Estados Unidos da América: TIGER BCA Resource Guide	52
4.1.4	Austrália: IMS Guide.....	53
4.1.5	World Bank Group	54
4.1.6	Outros Países	55
4.2	Brasil e as Ações do Ministério das Cidades.....	56
4.3	Considerações Finais do Capítulo	59
5	Sintaxe Espacial	62
5.1	Conceitos	62
5.2	Análise Espacial.....	64
5.2.1	Mapa de Segmentos	68
5.3	Contribuições da Sintaxe Espacial para o Modelo proposto.....	69
5.4	Considerações Finais do Capítulo	70
6	Modelos de Fontes de Recursos para Financiamento da Mobilidade Urbana	72
6.1	Empréstimos	72
6.2	Impostos Destinados ao Transporte Público.....	73
6.3	Tributação Adicional de Combustível	74

6.3.1	Pedágio Urbano	74
6.3.2	Ganho em Valores Das Propriedades (<i>Land Value Capture</i>).....	76
6.4	Operações Urbanas Consorciadas.....	77
6.5	Contribuições dos Modelos de Financiamento para o modelo proposto.....	79
6.6	Considerações Finais do Capítulo	80
7	Escalonamento Multidimensional (EMD)	82
7.1	Definição de Escalonamento Multidimensional (EMD)	82
7.2	Conceitos	86
7.2.1	Ponto Ideal (PI).....	90
7.3	Considerações Finais do Capítulo	91
8	Metodologia para Análise e Priorização de Projetos de Infraestrutura Urbana	92
8.1	pressupostos do Modelo e seu desenho Metodológico.....	92
8.2	Primeira Etapa: Seleção dos PDMTs.....	93
8.3	Segunda Etapa: Identificação da Avaliação Financeira e Econômica.....	94
8.4	Terceira Etapa: Elaboração dos Mapas de Segmentos	94
8.5	Quarta Etapa: Identificação dos Métodos de Financiamento	95
8.6	Quinta Etapa: Construção do Ponto Ideal (PI)	96
8.7	Sexta Etapa: Padronização dos dados de entrada	97
8.8	Sétima Etapa: Aplicação EMD	97
8.9	Oitava Etapa: Classificação e Priorização dos Projetos	98
8.10	Considerações Finais do Capítulo	98
9	Aplicação do Modelo e Análise dos resultados	99
9.1	Aplicação do Modelo.....	99
9.1.1	Definição da Amostra.....	99
9.1.2	Levantamento dos Estudos de Viabilidade Econômica.....	101
9.1.3	Elaboração dos Mapas de Segmentos.....	101
9.1.4	Métodos de Financiamento.....	116
9.1.5	Construção do Ponto Ideal (PI).....	117
9.1.6	Padronização dos dados de entrada	118
9.1.7	Aplicação EMD	119
9.2	Análise dos resultados do modelo	123
10	Conclusões e recomendações	125
10.1	Limitações e Recomendações.....	126
	Referências Bibliográficas	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Critério Para Avaliações De Projetos Em Mobilidade Urbana Conforme Planmob	18
Figura 1.2 Desenho Lógico Do Modelo	25
Figura 2.1. Padrão De Tamanho De Centros De Algumas Cidades	28
Figura 2.2 - Mapa De Viena (Áustria) Em 1844	29
Figura 2.3 - Diagrama Da Cidade-Jardim De Howard	30
Figura 2.4 - Esquema Da Cidade Radiante De Le Corbusier	31
Figura 2.5- Cidade Industrial De Tony Garnier	31
Figura 2.6. Viadutos No Subúrbio De Los Angeles	32
Figura 2.7. Possibilidades De Caminhos Em Quadras Longas E Quadras Curtas	35
Figura 3.1. Maximização Do Bem-Estar	42
Figura 3.2. Função Bem-Estar Rawlsiana	43
Figura 3.3. Primeiro E Segundo-Melhor	44
Figura 3.4. Ponto Ótimo Rawlsiano	44
Figura 3.5. Benefício Do Usuário	45
Figura 4.1. Base De Dados Do Epissure	50
Figura 4.2. Relação De Notas Em Transportes Wbg	55
Figura 4.3. Fluxo Para Aprovação E Execução Dos Programas	56
Figura 5.1 - Ciclo Do Movimento Natural	63
Figura 5.2- Construção Do Mapa Axial	65
Figura 5.3 Relações De Profundidade	66
Figura 5.4. Conectividade E Integração Do Mapa Axial	67
Figura 5.5. Integração Global (R_n) E Local(R_3)	68
Figura 5.6. Construção Mapa De Segmentos	69
Figura 6.1. Efeitos Do Pedágio Urbano	75
Figura 6.2: Representação Dos Coeficientes De Aproveitamento	78
Figura 6.3 - Categorização Dos Modelos De Financiamento	80
Figura 7.1. Estágios No Diagrama De Decisões Do Escalonamento Multidimensional	85
Figura 7.2. Definição Da Dimensão (Elbow Criterion)	87
Figura 7.3. Dois Exemplos De Diagrama De Shepard	88
Figura 7.4. Mapa Perceptual Com Duas Dimensões	89
Figura 7.5. Mapa Perceptual Com Três Dimensões	89
Figura 7.6. Ponto Ideal No Mapa Perceptual	90
Figura 8.1- Estrutura Do Método Para Classificar E Priorizar Os Projetos	93
Figura 9.1 - Universo E Amostra Seleccionada	100
Figura 9.2. Belém: Mapa De Segmentos Sem Obras Pdtu - Integração Global (R_n)	103
Figura 9.3. Belém: Mapa De Segmentos Com Obras Pdtu - Integração Global (R_n)	104
Figura 9.4. Brasília E Entorno: Mapa De Segmentos Sem Pdtu - Integração Global (R_n)	107
Figura 9.5. Brasília E Entorno Mapa De Segmentos Pdtu - Integração Global (R_n)	108
Figura 9.6. Cuiabá: Mapa De Segmentos Sem Projeto - Integração Global (R_n)	110
Figura 9.7. Cuiabá: Mapa De Segmentos Com Projeto - Integração Global (R_n)	111
Figura 9.8. Obra Vlt De Cuiabá	112
Figura 9.9. Manaus: Mapa De Segmentos Da Situação Atual - Integração (R_n)	114
Figura 9.10. Manaus: Mapa De Segmentos Da Situação Proposta - Integração (R_n)	115
Figura 9.11. Testes De Stress De Kruskal (Pi-Tipo1)	120
Figura 9.12. Testes De Stress De Kruskal (Pi-Tipo2)	120
Figura 9.13. Diagrama De Shepard Para 3 Dimensões (Pi-Tipo1)	120
Figura 9.14. Diagrama De Shepard Para 3 Dimensões (Pi-Tipo2)	120
Figura 9.15. Mapa Perceptual Com 3 Dimensões (Pi-Tipo1)	121
Figura 9.16. Mapa Perceptual Com 3 Dimensões (Pi-Tipo2)	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1- Evolução Da Velocidade.....	28
Tabela 3.1 Autores E Publicações Precursoras Da Engenharia Econômica.....	40
Tabela 9.1. Matriz Quadrática Para Pi-Tipo 1.....	119
Tabela 9.2. Matriz Quadrática Para Pi-Tipo 2.....	119
Tabela 9.3. Tabela Comparativa Entre Pares (Pi-Tipo1)	122
Tabela 9.4. Tabela Comparativa Entre Pares (Pi-Tipo2)	122
Tabela 9.5. Ranking Das Distâncias Dos Projetos Em Relação Ao Pi (Tipo1).....	123
Tabela 9.6. Ranking Das Distâncias Dos Projetos Em Relação Ao Pi (Tipo2).....	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 4-1. Relação De Programas Para Mobilidade Urbana E Critérios De Seleção De Propostas.....	57
Quadro 4-2. Pré-Requisitos Para O Enquadramento Das Propostas	58
Quadro 4-3. Diretrizes Para A Hierarquização E A Seleção De Propostas.....	58
Quadro 4-4. Critérios Emanados Do Gestor Da Aplicação.....	59
Quadro 4-5 Quadro Comparativo.....	60
Quadro 6-1. Exemplos De Implantação De Ganho Em Valores Das Propriedades (Land Value Capture)	77
Quadro 6-2. Comparativo Remissivo.....	79
Quadro 7-1. Relação De Estudos Que Utilizaram Emd Na Área De Finanças	83
Quadro 8-1. Objetivo E Diretrizes Pac Mobilidade Grandes Cidades	96
Quadro 9-1 Lista Das Cidades E Critérios De Seleção	100
Quadro 9-2. Tir E B/C Da Amostra	101
Quadro 9-3 Belém: Valores Variáveis Da Sintaxe Espacial	104
Quadro 9-4. Lista De Intervenções Pdtu/Df.....	105
Quadro 9-5 Brasília E Entorno: Valores Variáveis Da Sintaxe Espacial	109
Quadro 9-6 Cuiabá: Valores Das Variáveis Da Sintaxe Espacial	111
Quadro 9-7. Intervenções Previstas Na Diretriz 4 Do Planmob Manaus	113
Quadro 9-8 Manaus: Valores Das Variáveis Da Sintaxe Espacial	115
Quadro 9-9. Quadro Remissivo Dos Dados De Entrada Originados Das Variáveis Topológicas	116
Quadro 9-10. Quadro Remissivo Dos Dados De Entrada Originados Dos Métodos De Financiamentos Dos Projetos.....	116
Quadro 9-11. Dados De Entrada Com Pi-Tipo 1 (Valores Nominais).....	118
Quadro 9-12. Dados De Entrada Com Pi-Tipo 2 (Valores Nominais).....	118
Quadro 9-13. Dados De Entrada Com Pi-Tipo 1 (Escore-Z).....	118
Quadro 9-14. Dados De Entrada Com Pi-Tipo 2 (Escore-Z).....	118

1. INTRODUÇÃO

Conforme estimativa da Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano de 2050 poderá ser identificado que sete em cada dez pessoas do mundo estarão morando em cidades: as cidades estão se tornando cada vez maiores e mais densas (MULDOON-SMITH *et al.*, 2015). No Brasil, percebe-se um rápido processo de urbanização e metropolização no início do século XX, com a observação de migração entre as regiões brasileiras e “um processo de concentração demográfica nos grandes centros urbano-metropolitanos regionais” (IBGE, 2015, p. 122). Conforme Ascher (2010), a nova dinâmica das cidades intensifica a importância que a mobilidade assume para garantir o sucesso urbano.

A primeira necessidade é, com efeito, adaptar as cidades às novas exigências da produção, do consumo e das trocas mercantis. Isto requer uma malha de grandes vias de circulação entre estações e grandes lojas (ASCHER, 2010, p.26).

A forma como a cidade oferta o espaço para ser utilizado nessa mobilidade ganha considerável importância, ou seja, a configuração urbana assume um papel relevante para a cidade que deseja “possibilidade de escolhas em matéria de localização” para seus habitantes (ASCHER, 2010, p.38). Também Derycke (1971) destaca a melhoria dos transportes como um fator que permitiu a absorção do êxodo agrícola e rural, possibilitando a absorção de crescimento demográfico nas cidades. A vida econômica das cidades, ou seja, a economia urbana será um resultado do êxito das questões de mobilidade nas cidades, desde pequenas até grandes metrópoles.

A Constituição Federal de 1988 atribuiu a responsabilidade aos municípios pelos serviços públicos de transporte urbano, garantindo a mobilidade urbana dos cidadãos, mas a proposição da consolidação desta responsabilidade veio a ocorrer no ano de 1995, com a apresentação do projeto de lei PL nº 694/95, que propôs diretrizes nacionais para o transporte coletivo urbano. Ao longo do tempo, outros projetos adensaram a questão, como, por exemplo, o projeto de lei PL nº 1.687/97 que estabeleceu uma proposta mais ampla da mobilidade urbana. Em 2001 a Lei nº 10.257, foi promulgada e denominada “Estatuto das Cidades”, consagrando-se como marco legal da Política Urbana. Em 2010, Senado aprovou o Projeto de Lei Complementar nº 166/10, que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU).

Posteriormente, conforme a evolução da legislação apresentado na Figura 1.1, em 2012, a Lei

nº 12.587/12, instruiu sobre as diretrizes da PNMU priorizando os meios de transportes não motorizados, bem como o serviço público coletivo, minimizando o uso do automóvel, um dos responsáveis pelos grandes congestionamentos urbanos e emissões de gases advindos da combustão de combustíveis fósseis, que, comprometem a proposta de sustentabilidade das cidades.

Os municípios com mais de 20 mil habitantes estão obrigados a elaborar o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade (PDTM), exigência prevista na Lei nº 12.587/12 que, conforme estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2015 realizada pelo IBGE, totalizam 1.746 municípios. Além destes municípios, também se enquadram na obrigatoriedade de elaborar o PDTM os municípios que, conforme artigo 41 da Lei 10.275/10, são obrigados à elaborar Plano Diretor “cidades integrantes de regiões metropolitanas, integrantes de áreas de especial interesse turístico e inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional” (PNMU, 2013).

Para auxiliar as autoridades municipais na elaboração do PDTM, o Ministério das Cidades publicou um guia de orientações, em 2007 (LIMA NETO E GALINDO, 2013). Em 2015, a Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob), do Ministério das Cidades, divulgou o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) com o objetivo de orientar gestores e lideranças locais sobre diversos aspectos que devem ser considerados para a elaboração destes planos. E cabe ressaltar, que o Caderno faz referência a análise de viabilidade do projeto.

No PlanMob existe a orientação para que as análises de viabilidade econômica dos projetos “precisam ser comprovados como viáveis simultaneamente sob três enfoques: econômico, social e ambiental” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015, p. 159). Esses enfoques sintetizam a perspectiva sustentável que se espera para os PDTMs. Nessa ótica, quatro dimensões devem ser incorporadas aos projetos: avaliação técnica, avaliação socioeconômica, avaliação financeira e a avaliação ambiental. Conforme a Figura 1.1, a visão do todo, sob o olhar de várias perspectivas, ou seja, uma visão sistêmica entre estas dimensões é que irá proporcionar a efetiva viabilidade do projeto.

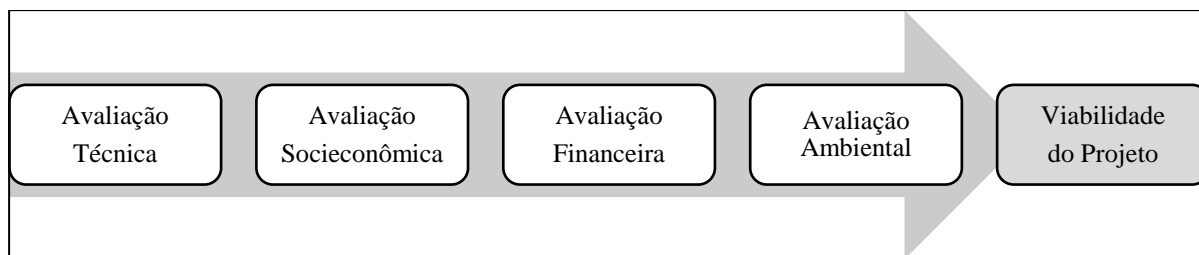


Figura 1.1 Critério para Avaliações de Projetos em Mobilidade Urbana conforme Planmob

Contudo, mesmo existindo uma proposta de construção sistêmica entre as dimensões supracitadas, ocorre que as avaliações atuais são feitas sem uma integração de informações, tal qual um *check-list* para que o projeto atenda às exigências de requisitos para a captação de recursos de agentes de financiamento como, por exemplo, Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird). A respeito das fontes de recursos financeiros para a mobilidade urbana, o PlanMob aponta para:

- Recursos Onerosos: Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS, por meio do Programa Pró-Transporte;
- Recursos Não Onerosos (a fundo perdido): Orçamento Geral da União – OGU, por meio do Programa 2048 – Mobilidade Urbana e Trânsito, do Ministério das Cidades.

Além de empréstimos, recursos federais e estaduais, o Estatuto da Cidade prevê instrumentos de financiamento via parcerias público-privadas, e Operações Urbanas Consorciadas (OUCs). Corroborando com a superficialidade da preocupação financeira dos projetos, Lima Neto e Galindo (2013, p.16) ao analisarem o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade (PDTM) do Distrito Federal, apontam que “o plano não faz menção a elementos de financiamento do sistema”, o que é muito grave, sinalizando uma dificuldade de entender a real viabilidade da execução econômica do projeto, visto que não há fontes de recursos explícitas no projeto.

Existe uma forte crítica do Tribunal de Contas da União (TCU) ao procedimento de seleção destes projetos por parte do Ministério das Cidades: existem deficiências na institucionalização dos procedimentos de análise das propostas.

Como evidência da situação encontrada, considera-se que as análises técnicas de propostas, contidas em amostra de processos administrativos instruídos pelo Ministério das Cidades, não explicitam suficientemente as razões que motivaram a Semob/MCid a concluir pela aprovação dessas propostas (TCU, 2015, p.18).

Estes apontamentos remetem à construção de um cenário que emoldura uma situação precária na tomada de decisão: (i) propostas deficitárias no tocante à viabilidade econômico-financeira dos projetos por parte dos municípios proponentes junto à Semob/MCid; e (ii) inexistência de um método claro por parte da Semob/MCid na seleção das propostas. Isso expõe a necessidade de incorporação de novos conceitos que complementem a capacidade atual das análises econômico-financeiras. Métodos que considerem a análise de como a cidade disponibiliza o espaço para a mobilidade urbana, bem como será a sustentabilidade financeira do projeto, poderão contribuir de forma a aumentar o espectro da avaliação e possibilitar uma sistematização mais equitativa e justa da seleção entre diversos projetos.

Os métodos de análise de viabilidade econômica dos projetos de Mobilidade Urbana são bastante criticados nacionalmente e internacionalmente: Flyvbjerg (2013) sinaliza que as estimativas *ex-ante* dos custos e benefícios de projetos, ou seja, análises de benefício-custo (CBA), avaliações de impacto social e ambiental, são em diversos casos, tipicamente diferentes dos custos e benefícios *ex-post* reais. Os estudos de Flyvbjerg *et al.* (2003), Flyvbjerg *et al.* (2002, 2005) e Flyvbjerg (2009) apontam como as previsões de custos e benefícios de grandes projetos são tendenciosos e muito imprecisos.

Apesar das críticas ao método, a inexistência de alternativas à avaliação econômica, faz com que os pesquisadores aprimorem os critérios das análises. Daí, o interesse pelo estudo e aprimoramento da metodologia de avaliação econômica para a priorização de projetos de infraestrutura em Mobilidade Urbana.

Compreender o princípio da causa e consequência e validar sua aplicação é reconhecer sua intimidade com o próprio progresso humano (MENGER, 1871). Tempo de viagem, congestionamentos, poluição do ar e sonora, segurança viária (acidentes e fatalidades), variáveis socioeconômicas que indicam os custos e benefícios econômicos, podem estar do lado incorreto da balança que relaciona causa e consequência. Estas variáveis podem ser resultado de uma relação entre a configuração urbana e a sociedade no meio ambiente que se constrói e evolui, assim como a evolução desta relação entre homem e espaço.

Confrontando essa perspectiva, Muldoon-Smith *et al.* (2015) apontam que as pesquisas tradicionais de economia urbana não têm considerado a importância da configuração urbana para construção de suas análises, sugerindo a incorporação da análise configuracional em sua tomada de decisão de projetos. Para Bandeira (2005) a Sintaxe Espacial, teoria desenvolvida

por Hillier e Hanson (1984), permite não só identificar problemas estruturais, mas também constatar tendências de ocupação possibilitando contextualizar o espaço físico pela sua ocupação.

A Sintaxe Urbana, para Holanda (2007) e Medeiros (2013) enxerga o espaço como uma variável simultaneamente dependente e independente. É dependente quando é produto de um conjunto de intenções sociais. É independente, por outro lado, quando traz consequências muitas vezes não previstas. A configuração urbana exerce um importante papel em condicionar o funcionamento dos espaços urbanos.

A perspectiva de análise desloca-se do planejador que busca mensurar fluxos de viagens de forma agregada, ou seja, volumes de deslocamentos entre origem e destino são computados, para a visão dos indivíduos que se deslocam, pautando-se em questões de como as pessoas determinam suas estratégias para percorrer espaços (MEDEIROS, 2013).

Expressiva evidência científica tem comprovado, há robusta associação entre as propriedades da malha viária, extraídas dos mapas axiais, e aspectos como: (a) deslocamento dos centros ativos urbanos, (b) distribuição de usos nas cidades (aspecto funcional), (c) distribuição de estratos sociais na mancha urbana, (d) estabelecimento de eixos de expansão urbana, etc. (MEDEIROS *et al.*, 2011, p.19)

Outro ponto importante seria a perspectiva de sustentabilidade dos projetos de mobilidade urbana. Atualmente, a metodologia que mais evidencia a importância da sustentabilidade é o método DOTS – Desenvolvimento Orientado pelo Transporte Sustentável, que nos sete níveis de análise que adota busca uma melhoria na qualidade do transporte público com a redução de emissão de poluentes e priorização de mobilidade não motorizada, propondo projetos de cidades mais compactas e de uso de solo misto para adaptar crescimento e racionalização do espaço (GONÇALVES e PERES, 2015). Contudo, mesmo considerando uma melhoria no uso do solo, o que poderia trazer aumento de receita fundiária para a gestão dos transportes, não possui ferramentas para apontar quão sustentável financeiramente é o projeto. Projetos sustentáveis precisam extrapolar a sustentabilidade econômica e ambiental e serem financeiramente viáveis, tanto na implantação como em sua manutenção.

1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O Tribunal de Contas da União (TCU) realizou uma auditoria operacional com o objetivo de avaliar a governança em políticas públicas de mobilidade, relativo ao exercício de 2014, conforme Relatório de Auditoria Operacional, governança em políticas públicas de mobilidade do Tribunal de Contas da União (TCU, 2015). Os achados desta auditoria foram:

- As metas e os indicadores utilizados pelo Governo Federal não são capazes de avaliar e medir o progresso e o alcance dos objetivos da Política;
- Os objetivos e diretrizes definidos e declarados pela Política Nacional não estão sendo claramente considerados como critérios de seleção das propostas de intervenção de mobilidade urbana apresentadas ao Governo Federal por estados e municípios;
- O esforço cooperativo entre as esferas de governo é insuficiente para a adequada implementação da política pública de mobilidade urbana;
- As ações do Governo Federal não estão alinhadas de modo a priorizar os modos de transporte não motorizados sobre os motorizados, bem como os serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado.

Quando o TCU aponta que não existem critérios claros para a seleção de propostas, isto vem ao encontro das críticas sobre o processo de seleção e priorização dos projetos de mobilidade urbana no Ministério das Cidades, indicando a necessidade de um modelo que possa aperfeiçoar a avaliação das propostas, identificando que no Ministério das Cidades exista “a ausência de análise mais desenvolvida e aprofundada acerca dos objetivos da proposta de intervenção apresentada pelos diversos estados e municípios” (TCU, 2015, p.20). O receio do Tribunal de Contas da União, exposto no Relatório da Auditoria, está em: (i) a possibilidade de que a seleção das propostas seja realizada à margem de critérios estritamente objetivos; (ii) a possibilidade de que os recursos públicos sejam aplicados em projetos desconectados com os propósitos da política; (iii) podem ter por resultado o desperdício de recursos públicos.

Uma das causas destes achados, descrita no Relatório da Auditoria, está vinculada à falta de conhecimento do Ministério das Cidades da realidade local de cada proponente, ou seja, de cada estado e do respectivo município, não existe apontamento para a questão da configuração, que é particular para cada cidade. Esta carência de conhecimento local é evidente, visto que em nenhum dos critérios e dados que irão preencher a carta-consulta encadeia um entendimento de como o espaço urbano está configurado e como a intervenção urbana irá agir, contribuir e reagir à configuração que ali se encontra.

Outro agravante é a excepcionalidade prevista na Instrução Normativa Nº 41 de 24 de outubro de 2012 que desobriga projetos que se identificam neste critério. Não está descrito como essa excepcionalidade se materializa, incorrendo em investimentos equivocados. Isso pode ser identificado nos casos do PAC 2 - Mobilidade de Grandes Cidades, que financiou cidades

sedes para os jogos da Copa do Mundo e que, até mesmo após a realização do evento não possuem Plano de Mobilidade Urbana, tal como ocorreu com a cidade de Cuiabá (MT).

Para tanto, a pergunta que norteia este trabalho é: partindo da perspectiva de que a configuração urbana condiciona o espaço urbano, resultando na forma de interação entre o homem e este espaço, como desenvolver uma metodologia para avaliar e classificar projetos de mobilidade urbana, considerando variáveis econômicas e espaciais, além das variáveis financeiras existentes nos projetos?

1.2 HIPÓTESE

Esta tese parte da seguinte hipótese: uma metodologia de avaliação econômica financeira de projetos de mobilidade urbana, tendo dimensões financeiras, econômicas e espaciais, é capaz de atender de forma significativa a tomada de decisão do investimento bem como sua priorização, via escalonamento, entre projetos distintos de mobilidade urbana desenvolvida pelas autoridades municipais.

Ademais, acredita-se que variáveis espaciais da configuração urbana estão conectadas às variáveis econômicas e financeiras para a construção de um modelo que capture a causa da dinâmica urbana na região beneficiada com os projetos.

1.3 JUSTIFICATIVA

A avaliação econômica financeira de projetos está em constante evolução, e metodologias vem sendo desenvolvidas a cada dia para garantir mais segurança para os investidores, sejam públicos ou privados, para seus executores e construtores, para seus gestores, clientes e sociedade beneficiada. Com esta evolução, muitos modelos buscam atender a particularidades do que se planeja projetar e as vicissitudes dos objetivos que se almeja alcançar. Mais do que atender às deficiências pontuais apontadas no Relatório de Auditoria Operacional, governança em políticas públicas de mobilidade do TCU, emerge a necessidade de um modelo de classificação e priorização dos investimentos em mobilidade urbana, trazendo segurança institucional para todos os agentes econômicos envolvidos, direta e indiretamente. Estender a quantidade de dimensões avaliadas pode trazer este benefício.

Autores como Barros *et al.* (2005), Do Carmo *et al.* (2014) e Karimi *et al.* (2015) articulam a Sintaxe Espacial como um instrumental no planejamento da mobilidade urbana, dada a capacidade de integrar aspectos físicos e sociais da cidade. A Sintaxe Espacial assumiria o papel de ferramenta analítica capaz de compor a análise socioeconômica como uma variável e

nortear a tomada de decisão, considerando o tecido urbano que, organicamente define as cidades, visto que é uma metodologia que “propõe uma relação fundamental entre a configuração do espaço na cidade e o modo que ela funciona” (MEDEIROS, 2013, p. 142).

Questões intrinsicamente econômicas apontadas nas atuais metodologias de análise de investimentos e projetos são variáveis de difícil conversão em benefícios financeiros para compor as avaliações financeiras. Neste sentido, a busca de uma metodologia que consiga avaliar variáveis de dimensões distintas, sem incorrer na perda de informações durante o processo de dar valor pecuniário corrobora para a importância do estudo em questão. Ademais, as distintas dimensões que se pretendem concatenar nesta tese, como resultado de um enlace entre elas, demanda uma metodologia que possua um instrumental multidimensional de análise multivariada que encontrasse a dissimilaridade dos projetos para categorizá-los.

Acredita-se que o uso sinérgico das ferramentas da Sintaxe Espacial, das análises econômicas e avaliação de fontes de recursos, pode contribuir para um modelo de avaliação de projetos de mobilidade urbana mais assertivo.

1.4 OBJETIVOS

O objetivo geral desta tese é construir uma metodologia para análise, avaliação e priorização dos PDTMs, capaz de auxiliar a tomada de decisão de investimento, considerando variáveis financeiras, econômicas e espaciais.

Os objetivos específicos são:

- Identificar os métodos utilizados na análise da viabilidade econômica bem como sua utilização nos atuais PDTMs;
- Identificar na teoria da Sintaxe Espacial técnicas aplicáveis à análise dos projetos propostos;
- Identificar o comportamento das variáveis espaciais antes e depois da implantação do projeto, para identificar a variação destas variáveis;
- Prover os tomadores de decisão sobre os investimentos em projetos de uma ferramenta para suporte à escolha e priorização de projetos em Mobilidade Urbana, utilizando Escalonamento

Multidimensional (EMD).

1.5 METODOLOGIA DO TRABALHO

Popper (1972) apresenta o método hipotético-dedutivo de construção de teorias, expondo as hipóteses tal como redes que são lançadas em busca de capturar o mundo, racionalizando-o e explicando-o, almejando responder a problemas levantados. O trabalho do pesquisador está em “tornar as malhas das redes cada vez mais estreitas” (POPPER, 1972, p.61). Portanto, é importante identificar que, no processo de construção de resultados em uma pesquisa científica, a solução do problema não apresenta a verdade, mas sempre será uma conjectura.

Seguindo este entendimento, esta tese é metodologicamente construída entorno das seguintes propostas: (i) formulação do problema; (ii) apresentação de hipóteses para a solução do problema; (iii) levantamento bibliográfico sobre o tema proposto; (iv) averiguar o quanto essas hipóteses mostram-se capazes de resistir a teses e críticas; (v) obtenção do entendimento em resposta ao problema.

Com o intuito de aprimorar o processo de avaliação de projetos em Mobilidade Urbana, e criar uma metodologia de priorização de projetos, busca-se nesta pesquisa além de utilizar as variáveis de avaliação econômica, que já constam nos projetos atuais, a inclusão de variáveis que apontem mudanças no espaço, utilizando Sintaxes Espaciais, e variáveis que apontem as origens de recursos financeiros, para a execução do projeto, observando o modelo de financiamento dos projetos.

Serão utilizadas as variáveis econômicas já presentes nos Planos de Mobilidade dos projetos, a saber: Taxa Interna de Retorno (TIR) e razão Benefício Custo (B/C). Para compor o grupo de variáveis financeiras, pretende-se identificar o tipo de fontes de recursos financeiros para a execução dos projetos para verificar se o projeto causará ou não impactos fiscais nas finanças municipais, identificando a existência ou não de sustentabilidade financeira dos projetos.

Para a utilização da Sintaxe Espacial será utilizado o software *QGis* que permite realizar a construção de mapas capazes de representar linearmente a rede de caminhos, conhecidos por mapas axiais e de segmentos, e gerar dados de saída das variáveis que se pretende mensurar, Integração e Profundidade Média. Pretende-se medir o comportamento das variáveis espaciais *ex-ante* (t-1) e *ex-post* (t) de projetos já concluídos, ou que foram selecionados por um mesmo programa governamental, que neste caso foi o PAC 2 Mobilidade Grandes Cidades, para identificar a oscilação destas variáveis, que servirá como critério de avaliação do projeto, na

dimensão espacial.

Para promover o tratamento analítico deste trabalho, o uso de técnicas com diversas variáveis independentes, a Análise Multivariada, permite interpretar fenômenos analisados de forma simultânea de diversas medidas para os objetos observados (Corrar *et al.* 2007). Especificamente o Escalonamento Multidimensional (EMD) será de grande relevância dada a sua capacidade de obter uma avaliação comparativa entre conjuntos de objetos e “melhora a capacidade de compreensão dos fenômenos e auxilia na formulação de teorias” (HERDEIRO, 2012, p.390), que, neste caso, apoiam a construção de cenários para a tomada de decisão.

Para Souza (2010, p.77), “o principal ganho da utilização da técnica EMD, é que ela pode ser utilizada tendo variáveis de qualquer escala”. Assim, com EMD é passível de utilização neste estudo, pois torna possível criar associações até mesmo entre variáveis de dimensões diferentes valores, tornando possível comparar projetos distintos para realizar um escalonamento destes como ferramenta de priorização e decisão do investimento em mobilidade urbana. O Escalonamento Multidimensional (EMD) permite a criação de uma referência para comparação entre os projetos conhecidos por Ponto Ideal, que mais do que apontar quão diferentes os projetos são entre si é possível identificar quais estão mais próximos das características determinadas como ideais para que os projetos alcancem.

Seguindo o desenho lógico do modelo em questão, apresentado na Figura 1.2, pretende-se identificar várias dimensões de análise para a tomada de decisão do investimento em projetos específicos:

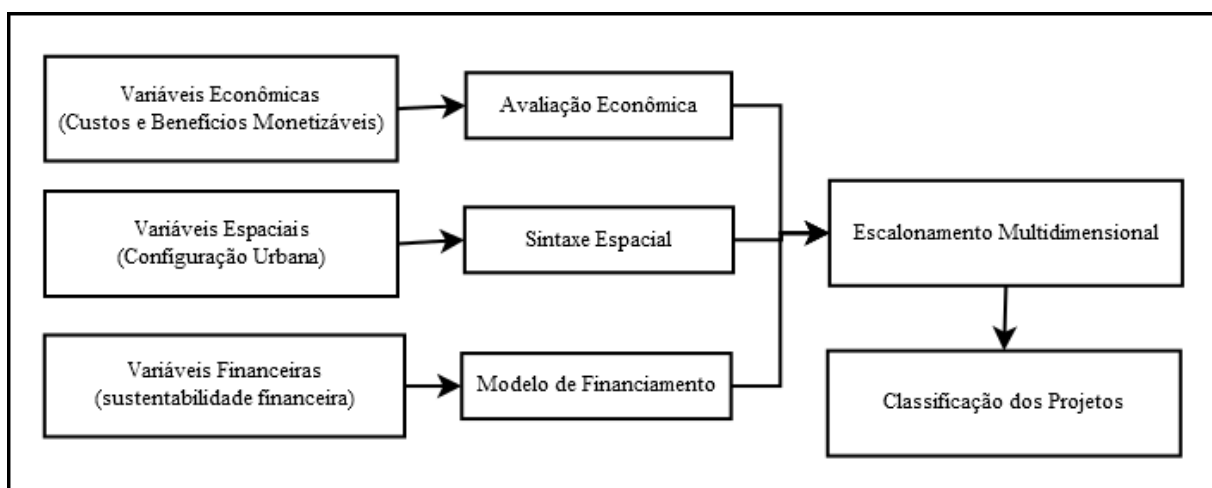


Figura 1.2 Desenho lógico do Modelo

A ferramenta de solução estatística de análise de dados XLSTAT®, usada como extensão no Microsoft Excel® permitirá que as variáveis obtidas nas análises econômico-financeiras e as

variáveis de saída do software *QGIS* sejam submetidas ao Escalonamento Multidimensional (EMD) e à análise dos resultados, permitirão a seleção e priorização dos projetos da amostra determinada.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir os objetivos propostos, seguindo a metodologia adotada, o trabalho foi dividido em 10 capítulos, incluindo este primeiro capítulo introdutório. Do capítulo segundo ao sexto apresenta-se a construção do referencial teórico para a construção do modelo: capítulo dois apresentando o estado da arte da mobilidade urbana; no capítulo terceiro, os achados teóricos sobre as teorias de avaliação econômico-financeira dos projetos; no capítulo quarto os atuais modelos de avaliação, decisão e priorização de projetos em transportes utilizados em projetos de mobilidade urbana, dissertando sobre a experiência internacional e a nacional, especificamente do atual Ministério das Cidades; no quinto capítulo expõe-se a teoria da Sintaxe Espacial, aplicada ao planejamento urbano, e; no sexto capítulo são apontados os mecanismos de financiamento urbano existentes na atualidade.

Utilizando as proposições teóricas dos capítulos ora apresentados, o sétimo capítulo é dedicado a apresentar a ferramenta proposta – o escalonamento multidimensional - que dará suporte estatístico ao modelo de avaliação que se pretende construir; o capítulo oitavo retrata a construção dos fundamentos de análise do modelo proposto de avaliação e priorização dos projetos de mobilidade urbana. Para averiguar o quanto o modelo é capaz de responder o problema de pesquisa da tese, o nono capítulo exhibe a avaliação o modelo teórico, submetendo-o a diversos projetos aprovados, sendo que, na amostra serão inseridos: um que tenha logrado sucesso e outro que não o tenha alcançado. Caso o modelo avalie-os, hipoteticamente *ex-ante*, e os categorize conforme o alcance de seus objetivos *ex-post*, a hipótese do problema não será refutada.

Por fim, o capítulo décimo aponta as limitações encontradas no modelo, evidenciando ajustes necessários desta tese. De conformidade com estes achados, recomendações para estudos futuros serão apresentadas, com o propósito de contribuir para trabalhos que pretendam avançar a fronteira científica delimitada com este estudo.

2. MOBILIDADE E ECONOMIA URBANA

O objetivo deste capítulo é apresentar o estado da arte sobre mobilidade, apresentando os autores que contribuíram para a fundamentação teórica desta tese, bem como suas perspectivas científicas que dão corpo científico à obra. Para tanto, está dividido em três partes: a primeira pretende apresentar um panorama histórico da mobilidade; na segunda, procura convergências teóricas sobre a mobilidade e economia urbana na ótica que sustenta essa tese; e a terceira é dedicada às considerações finais.

2.1 HISTÓRIA DA MOBILIDADE OU MOBILIDADE DA HISTÓRIA?

A mobilidade, como qualidade do que se move é um conceito intrínseco à história da civilização humana, que transpassa a concepção de volume de deslocamentos entre origem e destino. Portanto, a história do homem é marcada pela mobilidade e definida por ela.

Em determinado momento, o homem pré-histórico abandona sua condição de nômade para se fixar em uma determinada localidade. Variados motivos podem ter causado esse comportamento, mas ainda manteve a necessidade de deslocamento para satisfazer suas necessidades diárias. Como, na época, a única opção de deslocamento era caminhar, seria possível imaginar que homem conseguia cobrir uma área aproximada de 20 km, contando a viagem de ida e de volta na busca de suprimentos (VANDERBILT, 2009). Dentro dessa ótica, a escolha de um lugar para fixar-se e abandonar a vida nômade, exigiria uma localização com condições de atender às necessidades do homem dentro de um diâmetro de acesso capaz de ser alcançado em viagens diárias. Ratificando esse argumento, uma área de aproximadamente 20 km “é exatamente a área das vilas gregas” (VANDERBILT, 2009, p. 131).

Mas não é somente o espaço, a variável determinante desta escolha da área de assentamento, o tempo, por ser capaz de realizar as viagens, é essencial para a definição do espaço ocupado. Para realizar seu deslocamento diário, a tecnologia disponível para o homem das cavernas eram as sandálias que garantiam uma caminhada de 5 km em viagens diárias de duração de uma hora.

Uma área capaz de oferecer subsídios para as necessidades alcançáveis em caminhadas diárias, e que ao mesmo tempo fosse possível defender de ameaças externas, seria uma combinação perfeita para o surgimento da base da civilização moderna: as cidades.

Segundo Gehl (2015), muitos centros de grandes cidades possuem um quilômetro quadrado, e mesmo com vários centros, como o caso de Londres e Nova York, é perceptível entender o

tamanho dos centros antigos destas cidades, conforme *Figura 2.1*.

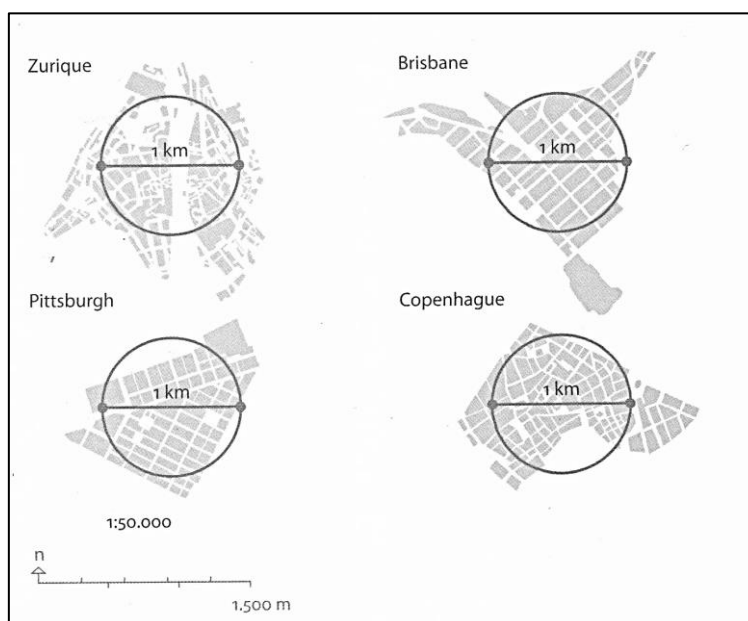


Figura 2.1. Padrão de tamanho de centros de algumas cidades
 Fonte: Gehl, 2015, p.121

Para Gondim (2014), a evolução de técnicas capazes de reduzir o tempo com que as coisas são produzidas e alcançadas, é adotada como indicadores de eficiência destas tecnologias. A evolução da capacidade de deslocamentos em maiores velocidades, conforme Tabela 2.1, permitiu o crescimento das cidades, dada uma tolerabilidade de tempo gasto neste deslocamento. Com o aumento da velocidade, o tempo de viagem permanece constante em distâncias cada vez maiores, pois a “cidade continuou crescendo, em um volume aproximadamente proporcional ao aumento de velocidade da nova tecnologia de transporte” (VANDERBILT, 2009, p. 131).

Tabela 2.1- Evolução da velocidade

Milênio a.C.							Milênio d.C.	
8°-7°	6°	5°	4°	3°	2°	1°	1°	2°
Trenó Tração humana			Jumento com veículo de carga		Veículo com roda raiada com cavalo na tração	Cavalo montado como veículo		Bonde Trem Automóvel Caminhão
			Veículo com roda maciça Boi e jumento como animal de tração					
2 km/h			3 a 5 km/h		15 km/h	30 km/h 60 km/h		60 km/h

Fonte: Gondim (2014, p. 114)

No século XIX, as cidades medievais vão ser palco de recordes de crescimento e expansão populacional, propulsionados pela Revolução Industrial, transmutando a cidade medieval em metrópole industrial, que cresce além de suas muralhas e baluartes, como, por exemplo, o registro de Viena em 1844, conforme Figura 2.2 [MEDEIROS, 2013; MONTE-MÓR, 2006].



Figura 2.2 - Mapa de Viena (Áustria) em 1844
Fonte: Medeiros (2013, p.59)

Como as tecnologias disponíveis tornavam possíveis distâncias maiores serem ocupadas e ainda assim o tempo de acesso ao centro da cidade se manter constante, surgem os questionamentos de como oferecer a infraestrutura que suporte o volume de novos habitantes, os usuários dos transportes, entre outras questões, como saneamento e poluição. Isso contribuiu para o surgimento dos primeiros planejadores urbanos no final do século XIX, entre estes, precursores do urbanismo, Ildefons Cerdà (Espanha), Ebenezer Howard (Reino Unido), Georges-Eugène Haussmann (França), e Patrick Geddes (Escócia) cada qual com sua visão do quê e como planejar [JACOBS, 2001; MEDEIROS, 2013; MONTE-MÓR, 2006].

Ildefons Cerdà foi o criador do plano para expansão de Barcelona para além das muralhas da cidade, que propunha inovação na infraestrutura sanitária, viária e desenho dos quarteirões. Sua obra, *Teoria Geral do Urbanismo*, tornou-se um marco para “princípios técnicos da engenharia urbana que informaram por décadas os melhoramentos nas grandes cidades do mundo no início do século XX” (MONT-MÓR, 2006, p. 62).

Para Medeiros (2013), Patrick Geddes e Georges-Eugène Haussmann propõem soluções distintas no planejamento das cidades: Geddes preconiza uma manutenção do padrão urbano conciliando as novas condições sanitárias e de tráfego. Haussmann faz o oposto, demolindo casas e reconstruindo-as favorecendo a ordenação em grandes e amplas avenidas, os *boulevards*, conforme apresentado no fragmento a seguir:

O plano Haussmann expressou a forte intervenção do Estado sobre a parte central de uma metrópole industrial em intensa transformação, que chegou a 1870 com cerca de dois milhões de habitantes. À época, seu caráter autoritário e até arbitrário foi criticado por liberais, intelectuais e artistas por sua rigidez e pela destruição de áreas tradicionais da cidade (MONTE-MÓR, 2006, p.63).

Por sua vez, Ebenezer Howard em 1898 propõe um projeto de construir um novo tipo de cidade, a Cidade-Jardim, conforme esboçado na Figura 2.3, como solução para o exponencial crescimento da cidade de Londres.

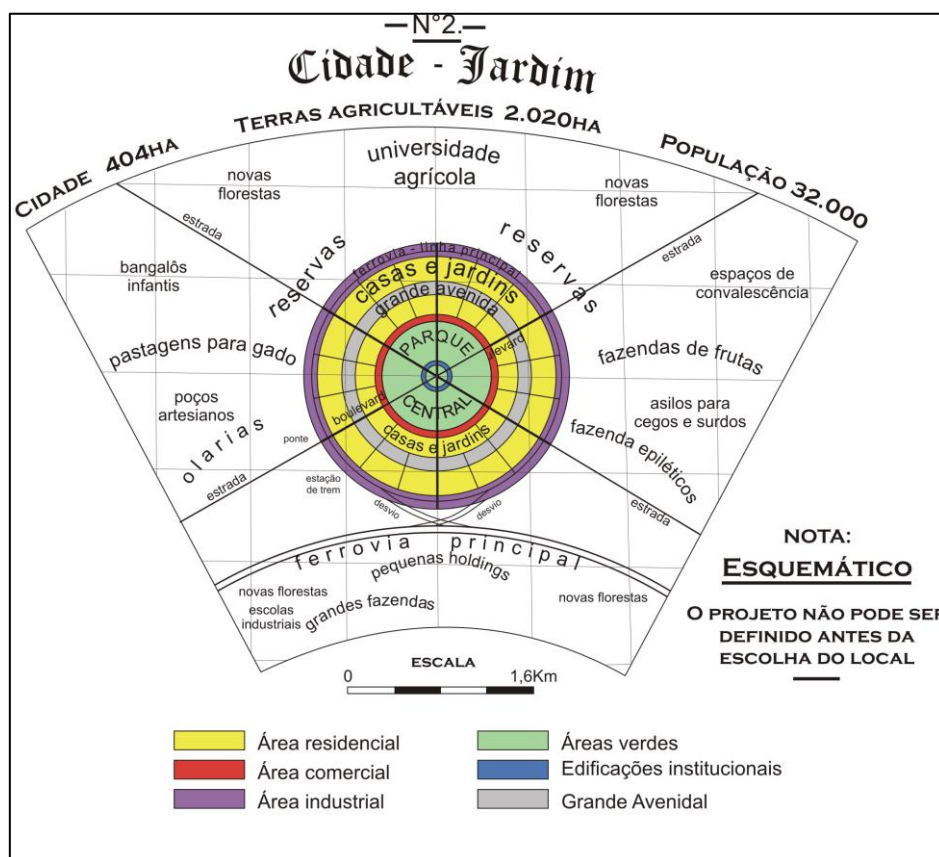
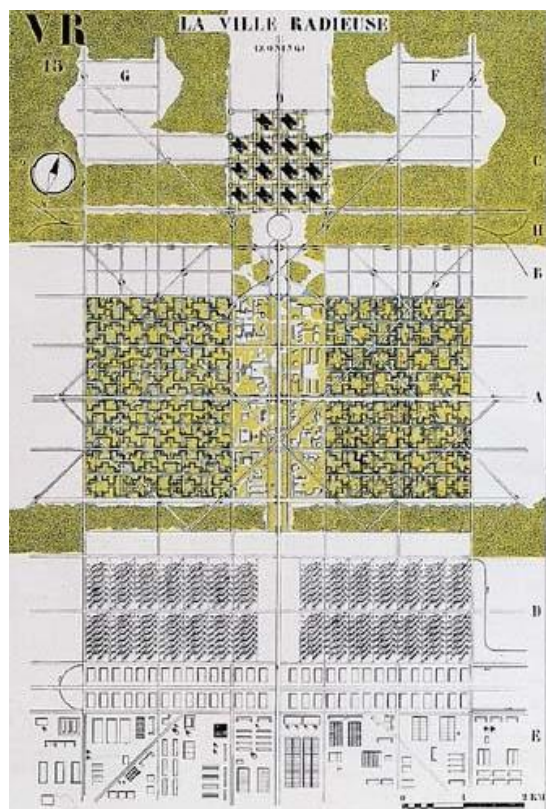


Figura 2.3 - Diagrama da Cidade-Jardim de Howard
Fonte: Saboya (2007)

No início do Século XX, irá se sobrepôr uma preocupação muito grande com o *design* físico das novas cidades, indicando como deveriam ser, tais como a Cidade Radiante de Le Corbusier, Figura 2.4 e Cidade Industrial de Tony Garnier, Figura 2.5, fortalecendo ainda mais a estética visual da cidade em detrimento das pessoas (SABOYA, 2007).



*Figura 2.4 - Esquema da Cidade Radiante de Le Corbusier
Fonte: Saboya (2007)*



*Figura 2.5- Cidade Industrial de Tony Garnier
Fonte: Saboya (2007, p.26)*

O que chama a atenção das características em comum das diversas concepções que pautam o planejamento das cidades modernas é a injeção de áreas específicas para cada atividade da cidade: bairros residenciais, bairros industriais, áreas verdes bem definidas, e baixa densidade demográfica, aumento ainda mais a necessidade de maiores deslocamentos dentro da cidade.

Para resolver este problema, a velocidade reassume seu papel protagonista na história das cidades: ruas mais largas, com mais pistas, e grandes viadutos, tal como acredita Gehl (205)

no excerto a seguir:

Junto com a necessidade de desenvolvimento econômico e de transporte cobrindo grandes distâncias para novos tipos de locais de trabalho, o rápido crescimento urbano e as grandes concentrações de moradores da cidade traduzem uma pressão injustificável sobre a infraestrutura de tráfego. (GEHL, 2015, p. 217)

Essa pressão sobre a infraestrutura de tráfego irá causar um ciclo vicioso nas cidades: mais necessidade de espaço para a infraestrutura suportar este tráfego, mais áreas precisam ser desapropriadas para a construção de mais pistas e mais viadutos, conforme Figura 2.6, obrigando as pessoas que tiveram suas propriedades desapropriadas a se mudarem para áreas cada vez mais distantes, que irão aumentar esta pressão com mais demanda de transportes interligando localidades mais distantes.



Figura 2.6. Viadutos no subúrbio de Los Angeles

Fonte: http://blog.iso50.com/wp-content/uploads/2010/12/Tr6_104_LowRes.jpg

Gehl (2015) destaca que, mesmo com o aumento ao acesso ao transporte motorizado, carros e motocicletas, esse continua limitado para uma minoria da população das cidades. Por outro lado, o transporte de massa precisou ficar cada vez mais rápido e com maior capacidade de número de pessoas – do bonde ao metrô, porém, “em geral o transporte público é pouco desenvolvido, caro e lento” (GEHL, 2015, p. 217). Esse desejo de construir a cidade ideal

acabou afastando as pessoas da cidade e, por conseguinte, esvaziando a dinâmica econômica das cidades.

No Brasil, o desenvolvimento urbano, bem como a formação econômica das grandes metrópoles irá seguir o mesmo processo, contudo, tardiamente. Cabe destacar, que na maior metrópole brasileira, São Paulo, cujo desenvolvimento econômico se confunde com o desenvolvimento industrial, a industrialização dá seus primeiros passos apenas no final do século XIX (SINGER, 1977).

Cabe salientar que, a indústria brasileira se desenvolveu movida pelo sentimento nacionalista de substituição de importações com esforços de planejamento no Brasil iniciando com a escassez e gargalos provocados pela II Guerra Mundial com o Plano Quinquenal de Obras e Reparcelhamento da Defesa Nacional (1942), sendo seguido por diversos “Planos” para promover o desenvolvimento econômico do Brasil. O foco nos ‘pontos de gargalos’ são substituídos pelo enfoque nos ‘pontos de germinação’ a partir de 1952 com a criação do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (CAMPOS, 1975). Na década de 1970, a expansão da fronteira agrícola promoveu a industrialização do Centro-Oeste brasileiro, bem como as demais regiões subnacionais, que para Singer (1977) a indústria representa o elemento dinâmico da expansão urbana.

2.2 CRÍTICAS AO PLANEJAMENTO DAS CIDADES

Jane Jacobs (1916-2006), a partir da segunda década do século XX destacou-se como uma grande crítica ao modelo de planejamento urbano que se materializou nas cidades norte-americanas influenciadas por diversos modelos de planejamento, conforme apontado no fragmento:

Planejadores, arquitetos do desenho urbano e aqueles que os seguem em suas crenças não desprezam conscientemente a importância de conhecer o funcionamento das coisas. Ao contrário, esforçam-se muito para aprender o que os santos e os sábios do urbanismo moderno ortodoxo disseram a respeito de como as cidades *deveriam* funcionar e o que *deveria* ser bom para o povo e os negócios dentro delas. Eles se aferram a isso com tal devoção, que, quando uma realidade contraditória se interpõe, ameaçando destruir o aprendizado adquirido a duras penas, eles colocam a realidade de lado. (JACOBS, 2001, p.6)

O cerne dos apontamentos de Jacobs não sugere uma crítica ao pensar a cidade, mas sim as perspectivas de decisão de como as cidades são e como devem ser. Quanto mais centralizada a decisão da cidade como um todo, vicissitudes do cotidiano das pessoas são negligenciadas e, o comportamento individual não é considerado, ao contrário, as pessoas são informadas como

deverão agir para se adequarem ao novo planejamento, tal como acredita Gondim (2014):

A cidade é entendida como o espaço construído pela coletividade dos homens que gera necessidades próprias e visa finalidades para atender ao conjunto da população que nem sempre são coincidentes com as necessidades e desejos individuais de cada habitante (GONDIM, 2014, p.6)

Fortalecendo a ótica de que a cidade parte de uma composição de pessoas, Vanderbilt (2009, p.142) aponta que “o fluxo de trânsito, embora matematicamente possa parecer uma entidade independente, é composto de pessoas que têm as próprias razões para ir para onde estão indo”. As soluções de trânsito são tomadas em favor do fluxo em si em detrimento das pessoas, que são afastadas da cidade e precisam compreender, de forma impositiva, como o fluxo funciona, e se adequarem à nova norma.

Para Gehl (2015), independente das condições de desenvolvimento econômico das cidades, e possuírem problemas diferentes acerca da mobilidade urbana, o padrão de negligência com a dimensão humana aparece em todas as tipologias morfológicas urbanas, nas últimas décadas: “o dramático aumento do tráfego de automóveis e a ideologia urbanística do modernismo, que separa o uso da cidade e destaca edifícios individuais e autônomos, poriam um fim ao espaço urbano e à vida da cidade, resultando em cidades sem vida, esvaziadas de pessoas” (GEHL, 2015, p.3).

Jacobs (2001, p.165) indica quatro pontos críticos para a retomada da participação das pessoas no tecido urbano e são condições “essenciais para que houvesse diversidade ‘exuberante’ nas ruas em espaços públicos urbanos, o que favorecia seu uso, portanto gerando fluxos e segurança” (BARROS, 2014, p. 18):

- Os seguimentos devem atender a mais de uma função principal, de preferência, mais de duas;
- A maioria das quadras deve ser curta;
- Combinação de edifícios com idades e conservações diferentes;
- Deve existir densidade suficientemente alta de pessoas.

Estes pontos sinalizados por Jacobs (2001), não funcionam como etapas, nem são independentes: representam uma combinação de ações interdependentes que possuem como ponto medular a morfologia urbana. A existência de quadras curtas, por exemplo, como fator morfológico, aumenta a potencialidade do movimento e assim causa grandes efeitos sociais

em melhoria da vida da cidade. Conforme a Figura 2.7, o tamanho dos quarteirões interfere diretamente na possibilidade de caminhos, porque “quarteirões menores tornam a malha mais articulada, o que fornece maior número de percursos para os deslocamentos, sejam de pedestres ou veículos” (BARROS, 2014, p.20).

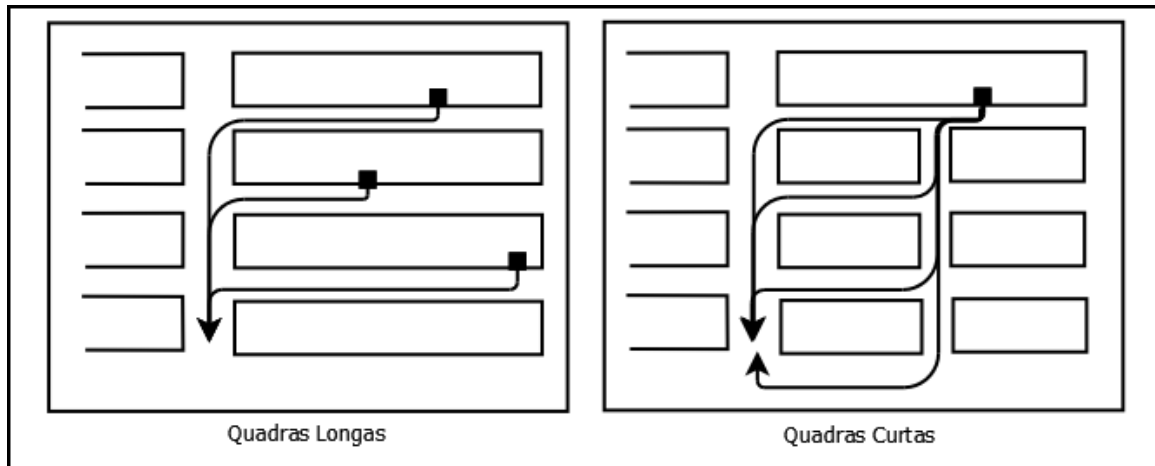


Figura 2.7. Possibilidades de caminhos em quadras longas e quadras curtas
Fonte: Adaptado de Jacobs (2001)

Outro critério de análise é a densidade urbana, que em quadras maiores, das cidades planejadas em grandes escalas, é baixa, o que reduz a atividade econômica das mesmas. É bom compreender que o grande fluxo de carros que atravessa a cidade, do subúrbio ao centro é bem diferente de um fluxo causado pela alta atividade dentro da cidade, tal como afirma Jacobs:

A maioria das empresas de bens de consumo dependem tanto quanto os parques de pessoas transitando de um lado para o outro o dia inteiro, mas com a seguinte diferença: se os parques ficam desertos, isso é ruim para eles e para a vizinhança, mas eles não desaparecem por causa disso (JACOBS, 2001, p.167)

Portanto, a autora acredita que maiores densidades em locais com mais opções de usos e trajetos aperfeiçoam a vida urbana e potencializa ainda mais a sustentabilidade da cidade como um todo: para as empresas e para seus habitantes – ser sustentável é manter a cidade viva.

Os fundamentos das críticas dos autores urbanistas reverberam em outras áreas que compartilham pontos de vista importantes para prover a solução que as cidades precisam, em especial na economia da cidade. Mesmo que a ciência econômica possua diversas correntes, assim como o urbanismo, que se preocupam com as soluções construídas em planos macros, existem aquelas que formulem seus axiomas considerando a existência de pessoas como

indivíduos que agem e que seu comportamento é importante para decisões econômicas.

A Revolução Marginalista, por volta de 1870, que inaugurou a economia moderna teve em um de seus protagonistas Carl Menger (1840-1921) - que cunhou a teoria subjetiva do valor definindo a economia como o estudo das escolhas propositais dos seres humanos e sua capacidade de relacionar acontecimentos e fatos com seu efeito final (KLEIN, 2007, p.2).

Para Rothbard (1956, p. 256), a avaliação sob a ótica do indivíduo é a pedra angular da teoria econômica, pois, “fundamentalmente, a economia não trata de coisas ou objetos materiais, mas sim analisa os atributos lógicos e as consequências da existência da avaliação individual”. Esse ponto de vista econômico é o que converge com a ótica urbanista, considerando a mobilidade como resultado do comportamento das pessoas que agem e pensam como indivíduos na hora de definir para onde ir, como ir e o que fazer durante este percurso.

Do ponto de vista da ciência, a corrente econômica que abarca esse entendimento, a de considerar central o olhar para as ações dos habitantes da cidade, é a ‘praxeologia’. Esse termo, praxeologia, mesmo tendo sido cunhado pela primeira vez em 1890 por Alfred Victor Espinas (1844-1922) em seu artigo *Les origines de la technologie*, publicado no livro *Revue philosophique*, foi difundido por Ludwig von Mises (1881-1973) que deu uso científico em economia definindo-o como fundamento para a Teoria Geral da Ação Humana, e “o tema da praxeologia é a ação como tal” (MISES, 1995, p.36).

De fato, a ação humana é o fundamento que norteia a Praxeologia como método científico, e L.V. Mises foi assertivo ao identificá-la como um axioma capaz de tornar a ciência econômica uma parte da Praxeologia, dado que esta depende de uma lógica da ação.

A Praxeologia se torna adequada para sua aplicação no estudo de mobilidade urbana, visto ser uma ciência que estuda as ações individuais dos homens que conforme o próprio L.V. Mises assinala que “no curso de suas investigações, e que consegue compreender a cooperação humana, e a ação social é, então, considerada como um caso particular da categoria mais universal da ação humana” (MISES, 1995, p.54).

O planejamento centralizado considera a economia urbana como um produto da mobilidade urbana, e não o contrário; e, a geração da mobilidade tem na ação humana e sua dinâmica, o ponto de partida para a causação dos efeitos desta mobilidade, tendo resultados identificados

no desempenho da economia urbana, conforme aponta Gehl:

Em cidades economicamente desenvolvidas, em geral, a negligência é devida a ideologias de planejamento, rápida motorização e dificuldade na passagem de um modelo em que a vida nas cidades era parte óbvia da tradição, para um modelo onde a vida da cidade necessita da sustentação ativa de um atento planejamento, [...] nas cidades de crescimento acelerado, em países emergentes, o crescimento da população, o florescimento de oportunidades econômicas e o aumento explosivo no tráfego criaram problemas monumentais nas ruas. (GEHL, 2015, p. 229)

Sem dúvida, a maior convergência entre autores que versam sobre economia e mobilidade urbana está no caso entre F.A. Hayek (1899-1992) e Jane Jacobs (1916-2006). Esses autores compartilham da busca teleológica por trás do problema do planejamento central, que por muitas vezes, os planejadores “ficam fascinados com os belos planos resultantes dessa abordagem” (HAYEK, 1985, p.74), “tão organizados, tão visíveis, tão fáceis de entender” (JACOBS, 1961 *apud* HAYEK, 1985, p.74), “são vítimas da ilusão sinótica e esquecem que tais planos devem sua aparente clareza à indiferença do planejador para com todos os fatos que ele desconhece” (HAYEK, 1985, p.74).

F.A. Hayek, economista ladeado com o Prêmio *Sveriges Riksbank* de Ciências Econômicas (Prêmio Nobel de Economia), por sua contribuição na pesquisa da interrelação entre economia e processos sociais e institucionais, é considerado o mais importante economista da corrente praxeológica da economia, conhecido por Escola Austríaca de Economia. O cerne de suas ideias aponta a necessidade de uma sociedade movida pela racionalidade dos indivíduos, visto que interferências na economia desassocia a noção real de preços e valores relativos das decisões cotidianas, impedindo uma ação racional dos agentes econômicos (HAYEK, 1973).

O planejamento centralizado, para Hayek (1985), seria responsável por uma ordem artificial, uma ordem social dirigida, algo que despreza os pontos de vista dos seus planejados (HAYEK, 1985). Esse ponto chama muita a atenção de Callahan e Ikeda (2003) à compreensão de Jacobs de ordem social visto que “os paralelos com as concepções de Hayek de ordem espontânea, conhecimento local são impressionantes, especialmente porque a autora (Jacobs) não estava familiarizada com o trabalho de Hayek na época”. Ademais, Riggenbach (2011) declara que é possível dizer que o artigo de Hayek, *O Uso do Conhecimento na Sociedade*, escrito em 1945 é um resumo generalizado e mais abstrato dos argumentos centrais do livro de Jacobs escrito em 1961.

As conclusões a que chegou (*Jane Jacobs*) foram notavelmente semelhantes às que

Ludwig von Mises e Friedrich Hayek tinham alcançado anteriormente por diferentes rotas. Uma cidade é, na base, um mercado. (RIGGENBACH, 2011, p. 5)

Nas obras de Jacobs, a ordem presente em uma área urbana em bom funcionamento surge como resultado da ação humana, não do *design* humano orientado, exclusivamente, para atender a forma em si. Jacobs surge de uma miríade de indivíduos cada um perseguindo seu próprio interesse e realizando seus próprios planos, dentro de um quadro de regras que incentiva a cooperação pacífica sobre a agressão violenta (CALLAHAN e IKEDA, 2003), conforme cita Jacobs (2001):

Tecer redes de vigilância pública e, assim, proteger os estranhos e também a si próprios; formar redes em escala reduzida na vida cotidiana do povo e, conseqüentemente, redes de confiança e de controle social; e propiciar a integração das crianças a uma vida urbana razoavelmente responsável e tolerante (JACOBS, 2001, p.131)

Com essa visão, Jacobs desenha sua ideia de autogestão de ruas e bairros, não que sua proposta fosse de trazer independência aos bairros, visto que “a falta de autonomia tanto econômica quanto social nos bairros é natural e necessária a eles, simplesmente porque eles são integrantes das cidades”, mas uma redução de um planejamento que não conhece a realidade das ruas da cidade (JACOBS, 2001, p.128).

Murray N. Rothbard, um importante economista da Escola Austríaca de Economia irá recomendar a leitura de Jane Jacobs no The Libertarian Forum como "um trabalho brilhante e cintilante celebrando o primado pelo desenvolvimento econômico, passado e presente, das cidades de livre mercado" (ROTHBARD, 1969, p.4). A emblemática frase de Hayek (2013, p.141) “Quem planeja a vida de quem?” aparenta ser o grande mote investigativo de Jacobs, por exemplo, quando Jacobs trata a questão da densidade habitacional urbana e qual deveria ser a mais adequada, sua resposta é definitivamente praxeológica:

Densidades habitacionais urbanas adequadas são uma questão de funcionalidade. Não podem ser baseadas em abstrações sobre a extensão da área que idealmente deveria ser reservadas para tantas e tantas pessoas (vivendo em uma sociedade submissa imaginária). As densidades são muito baixas, ou muito altas, quando impedem a diversidade urbana, em vez de a promover. Essa falta de funcionalidade é a *razão* de serem muito baixas ou muito altas. (JACOBS, 2001, p. 230).

O pensamento de Jacobs (2001) e Hayek (2013) aponta que é preciso que existam condições de identificar o comportamento das pessoas para se conseguir compreender uma organização social - cidades, bairros e distritos, visto que “a própria fluência de usos e de escolhas dos moradores urbanos constitui a base que sustenta a maioria das atividades culturais e das empresas especializadas nas cidades” (JACOBS, 2001, p.127).

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo teve como objetivo apresentar um breve histórico sobre a mobilidade urbana. A história da mobilidade se confunde com a história da evolução do próprio homem, como ser civilizado. Contudo, dentro do processo de evolução do homem e na formação das cidades, efeitos colaterais foram percebidos e, na tentativa de promover um melhor ordenamento, novos efeitos colaterais foram surgindo, entre estes a própria perda de mobilidade dentro das cidades – fluxos de tráfego veicular com congestionamentos intensos e transporte de massa insuficiente que atendesse a multidão em deslocamentos pendulares entre os centros e subúrbios das cidades.

Como alternativas aos problemas evidenciados, autores urbanistas discutem e criticam as medidas de planejamento das cidades, especialmente os que identificaram um abandono da perspectiva que considera as relações humanas. Esses autores encontram subsídios para seus apontamentos em outras áreas científicas, especialmente nas ciências econômicas.

O economista Ludwig von Mises aponta a ação social como resultado das relações da ação humana dos indivíduos, que nesta pesquisa se considera os habitantes de uma cidade e compreender a relação individual com a cidade constitui um ponto importante para um planejamento que pondere estas condições. Jacobs (2001) e Hayek (2013) identificam esta fragilidade do planejamento centralizado, que por muito desconsideram o fenômeno das decisões e reações individuais. Neste tocante, acredita-se que compreender como as pessoas interagem com a configuração urbana pode identificar a geração de movimento responsável pelo desempenho da economia urbana e, por conseguinte, avaliar a existência de benefícios no que se almeja planejar para as cidades.

3. AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA

O objetivo deste capítulo é apresentar o estado da arte e apontar as principais ferramentas de análise econômico-financeiras presentes na literatura sobre avaliação de obras de infraestrutura, particularmente, as relativas à mobilidade urbana. Assim, será possível ter o fundamento teórico para identificá-lo na prática de tomada de decisão de investimento.

3.1 HISTÓRICO

Ao longo da história, engenheiros e economistas trabalham desenvolvendo novos instrumentos de análise de investimentos de longo prazo. Este tipo de investimentos exige grandes volumes de capital e, desta forma, demandam análises financeiras que permitam mensurar os fluxos de caixa futuros e determinar se irão garantir o retorno esperado.

Os estudos seminais da engenharia econômica surgem na produção científica que discorriam sobre o valor dos fluxos de caixa ao longo do tempo, dando origem às avaliações financeiras dos projetos e obras. Cronologicamente, a primeira publicação é datada de 1877, com o artigo *The economic theory of the location of railways*, do engenheiro civil Arthur Mellen Wellington. Na Tabela 3.1 são listadas as publicações precursoras da avaliação financeira.

Tabela 3.1 Autores e publicações precursoras da engenharia econômica

Engenheiros	Economistas
Wellington (1877) <i>The economic theory of the location of railways.</i>	Böhm-Bawerk, E.V (1890) <i>Capital and interest.</i>
Skinner (1913) <i>The mathematical theory of investment.</i>	Marshall (1890) <i>Principles of economics.</i>
Waddell (1917) <i>Engineering economics.</i>	Fischer, I (1907) <i>The rate of interest.</i>
Fisher (1917) <i>Engineering economics: First principles</i>	Boulding (1935) <i>The theory of a single investment. Economic analysis.</i>
Goldman (1923) <i>Financial engineering</i>	Samuelson (1937) <i>Some aspects of the pure theory of capital</i>
Grant (1930) <i>Principles of engineering economy.</i>	Lutz & Lutz (1951) <i>The theory of the investment of the firm</i>
DeGarmo (1942) <i>Introduction to engineering economy</i>	Lorie & Savage (1955) <i>Three problems in capital rationing</i>
Thuesen (1950) <i>Engineering economy</i>	Hirschleifer (1958) <i>On the theory of optimal investment decisions</i>
Lesser Jr (1950) <i>Engineering economist</i>	Gordon (1961) <i>The investment, financing, and valuation of the corporation</i>

Fonte: Côrtes (2012) adaptado pelo autor.

Especificamente, os estudos de fluxo de caixa descontado, ponto cerne de estudos de avaliação financeira, foram desenvolvidos por Alfred Marshall (1890) e Böhm-Bawerk

(1890), realizando discussões sobre valor presente de investimentos (CÔRTEZ, 2012).

Porém, somente em 1954, com a publicação do artigo *The pure theory or public expenditure*, de Samuelson, que alertava a negligência dos economistas sobre a teoria do dispêndio público, que surge uma preocupação com a avaliação econômica dos investimentos, especialmente, no setor público. Enquanto na avaliação financeira existe uma preocupação com os retornos financeiros, surge a perspectiva de uma avaliação econômica cujo “foco é definir se o projeto gera benefícios líquidos para a sociedade, aqui entendidos como os benefícios incrementais causados pelo projeto” (DALBEM, *et al.* , 2010, p.90).

Logo após a intensificação do uso de análise econômica, nas décadas seguintes, as técnicas e ferramentas foram aglutinadas, em 1996, pelo *Word Bank Group* no manual conhecido por *World Bank Handbook*, utilizando dois critérios para mensurar externalidades: o critério *cost-benefit analysis* (CBA) e o *cost effectiveness analysis* (CEA) (DALBEM, *et al.* , 2010).

3.2 ANÁLISE ECONÔMICA DOS BENEFÍCIOS

Todo investimento em infraestrutura urbana parte do princípio de oferecer uma melhora do bem-estar da população, maximizando a satisfação social na alocação dos recursos. Para Varian (1999), a maximização da satisfação social parte da obtenção das preferências sociais representadas pela soma das utilidades individuais, gerando um tipo de função de agregação conhecida por função de bem-estar, descrito na equação 1,

$$W(u_1, \dots, u_n) = \sum_{p=1}^n u_p \quad (1)$$

onde:

- W = função de bem-estar;
- p = 1, 2, ..., n pessoas
- u = utilidade individual.

Partindo da função de bem-estar descrita na equação 1, para indicar quanto a pessoa p tem do bem g , sob a notação x_p^g , e supondo que existam n consumidores e k bens, a alocação x consistirá na lista de quanto cada agente tem de cada bem. Se uma quantidade total X^1, \dots, X^k dos bens 1, ..., k para distribuir entre os consumidores, pode-se formular o problema da maximização do bem-estar, descrito como na equação 2: (VARIAN, 1999, p.590)

$$\max W(u_1(x), \dots, u_n(x))$$

$$\begin{aligned}
 &\text{de modo que } \sum_{p=1}^n x_p^1 = X^1 \\
 &\quad \vdots \\
 &\sum_{p=1}^n x_p^k = X^k
 \end{aligned} \tag{2}$$

De fato, a Equação 2 garante um conjunto de possibilidades de utilidade. Para Mas-Colell *et al* (1995) e Varian (1999) o ponto ótimo é identificado pelo ponto de tangência das curvas de isobem-estar – curvas de indiferença do bem-estar – com a fronteira do conjunto de possibilidades de utilidade, conforme Figura 3.1.

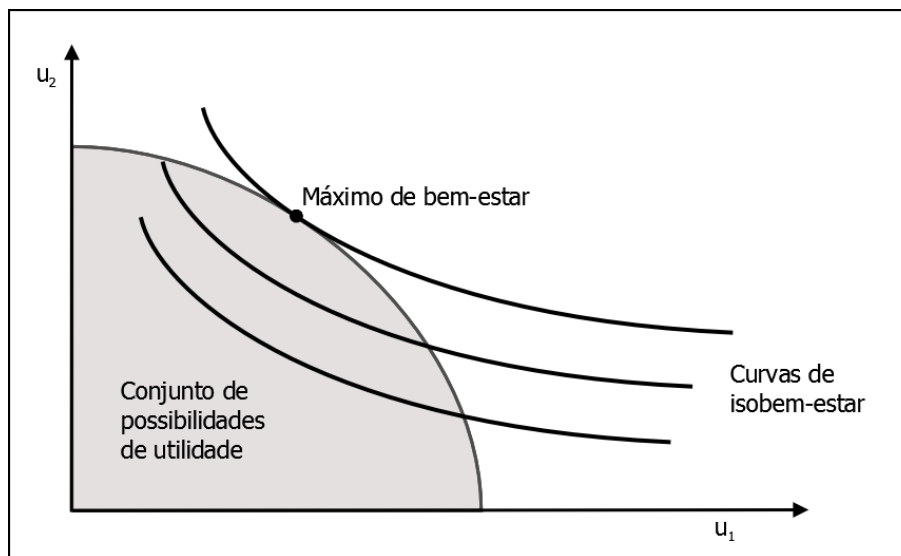


Figura 3.1. Maximização do bem-estar
 Fonte: Adaptado de Varian, (1999, p.591)

Porém, algumas alocações de preferências podem não atender a maximização de satisfação dos indivíduos que participam do conjunto de preferências ora agregados em uma função bem-estar. Uma possível solução seria a ponderação das utilidades para a construção da função bem-estar, conforme Equação 3,

$$W^*(u_1, \dots, u_n) = \sum_{p=1}^n \alpha_p u_p \tag{3}$$

onde:

- W^* = função de bem-estar da soma ponderada das utilidades;
- $p = 1, 2, \dots, n$ pessoas
- α = pesos
- u = utilidade individual.

Contudo, implicações do mecanismo de decisão social podem tornar extremamente difícil, mesmo com ponderações das utilidades individuais, para agregarem em uma utilidade social, algo que é apontado no Teorema da Impossibilidade de Arrow (1951), descrevendo que a busca de preferências sociais se contrapõe às propostas de um ordenamento das preferências seguiriam a ordenação de um indivíduo (VARIAN, 1999). Para Elster (1999), outro argumento importante é a proposição de Hayek (1973) de que as informações sobre preferências individuais estão difusas na sociedade e não podem ser reunidas, incorrendo a custos de transações infinitos para gerar sua mensuração e agregação.

Como tentativa de solução destes impasses, bem como trazer uma proposição que atendesse por princípios de justiça e equidade, a proposta de Rawls (1971) traz uma função de bem-estar social chamada *minimax*, conforme equação 4,

$$W(u_1, \dots, u_n) = \min\{u_1, \dots, u_n\} \quad (4)$$

A Equação 4 indica que a utilidade social é igual à utilidade do indivíduo mais desfavorecido, ou seja, o agente econômico em pior situação, incorrendo uma leitura das curvas de indiferença em formato L, seguindo a utilidade do indivíduo com utilidade mínima, conforme indica a Figura 3.2.

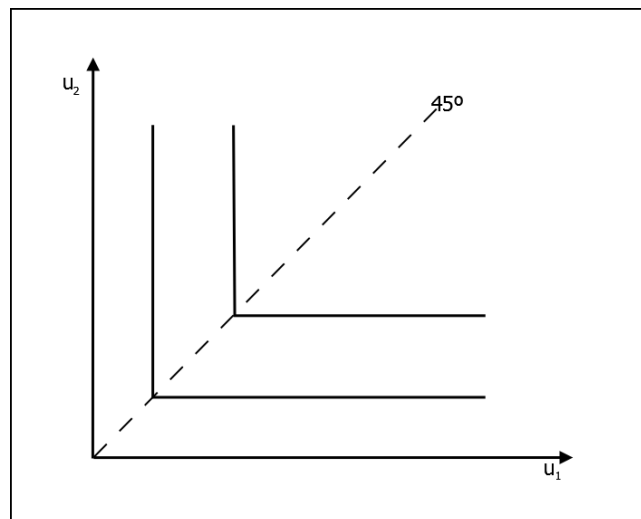


Figura 3.2. Função bem-estar Rawlsiana
Fonte: Adaptado de Mas-Colell *et al* (1995, p.827)

A situação apontada na Figura 3.2 indica que a solução para o problema do planejamento social não irá atender à uma solução de maximização do bem-estar, uma situação melhor (*First-Best*, ou primeiro-melhor), mas sim uma situação que maximize o indivíduo de pior

condição em uma situação não tão boa quanto o primeiro-melhor (*Second-Best*, ou segundo-melhor), descrito na Figura 3.3 e na Figura 3.4,

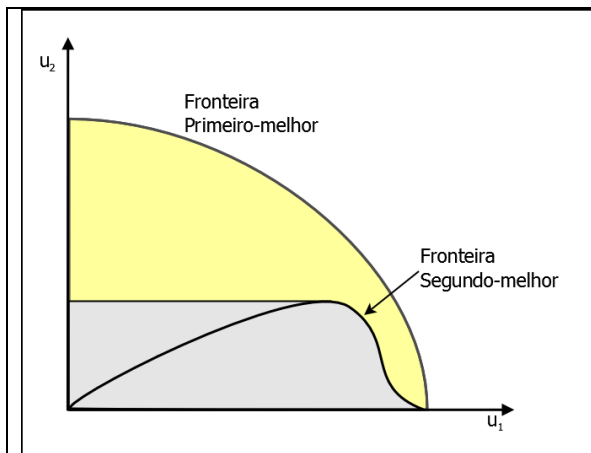


Figura 3.3. Primeiro e Segundo-melhor
 Fonte: Adaptado Mas-Colell *et al* (1995, p.824)

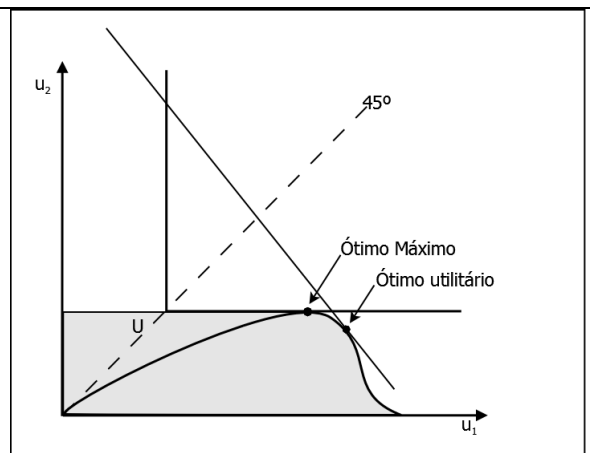


Figura 3.4. Ponto ótimo rawlsiano
 Fonte: Adaptado Mas-Colell *et al* (1995, p.828)

Neste sentido, melhorias que possam superar os custos dos projetos, podem representar benefícios, mesmo que rawlsianos. Deste modo, para mensurar os benefícios de um projeto em transportes, o cálculo do excedente do consumidor contribui para identificar os benefícios líquidos, ou seja, o excedente econômico recebido pelos usuários, que a implantação deste projeto irá oferecer para a sociedade local que será atendida pelo investimento.

A avaliação dos benefícios líquidos passa pelo processo de dar valor pecuniário ao impacto do benefício à sociedade, ou seja, identificando o excedente do consumidor como forma de estimar este benefício. Para o setor de transportes pode-se compreender este excedente do consumidor quando o investimento em infraestrutura melhora as condições de transportes entre dois locais (i) e (j), seja para os usuários existentes, bem como na atração de novos usuários com a melhora da oferta (MACKIE *et al.*, 2005).

Para os usuários existentes o ganho de benefício vem da mudança de custo, de C^0 para C^1 , que na Figura 3.5 é representado pela área do retângulo C^0AEC^1 . Novos usuários são beneficiados pelo aumento de sua disposição de pagar sobre o novo custo de viagem, descrito na Figura 3.5 como a área do triângulo ABE. A soma dessas áreas representa o benefício total que este exemplo pode trazer à sociedade (MACKIE *et al.* 2005).

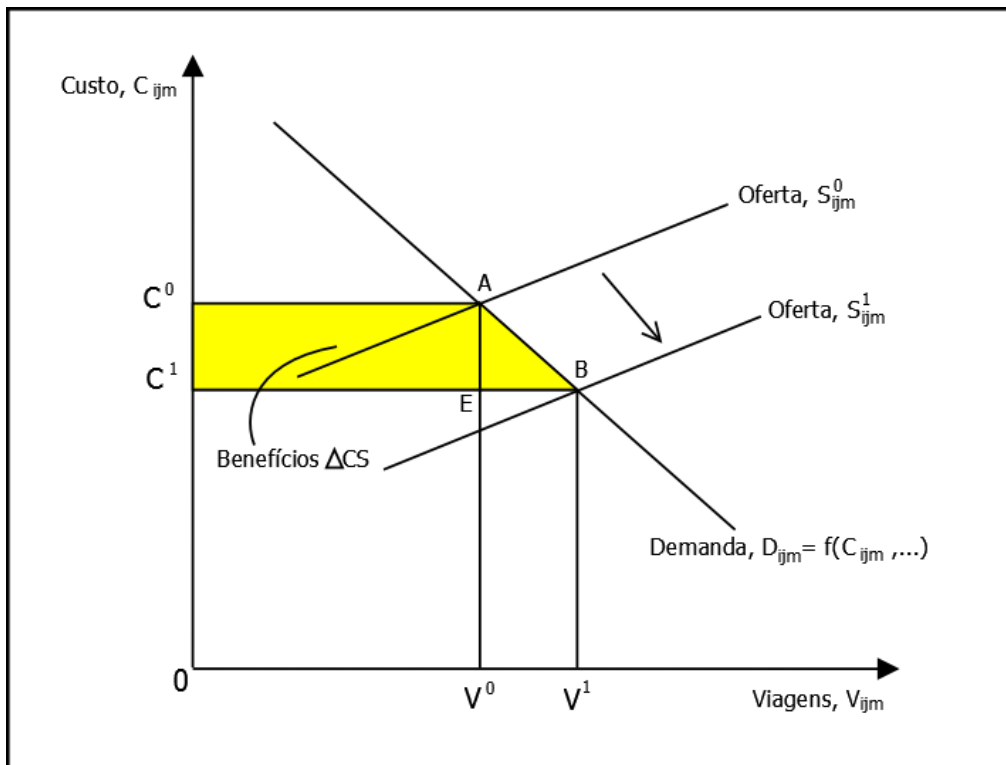


Figura 3.5. Benefício do Usuário
 Fonte: Adaptado pelo autor a partir de Mackie et al. (2005, p. 10)

Independente de a utilidade social ser de primeiro-melhor ou de segundo-melhor, o cálculo de novos excedentes do consumidor podem ser uma ferramenta importante para mensurar os benefícios que se pretendem identificar em um projeto que traga benefícios sociais.

3.3 ANÁLISE DE FLUXO DE CAIXA

A análise de viabilidade de projetos, conforme Finnerty (1999), envolve uma série de aspectos técnicos e financeiros com o propósito de alavancagem de crédito de terceiros para o projeto, transmitindo informações para tomada de decisão entre investir ou não. Para Bulhões (2015), seja em projetos públicos ou privados, as avaliações do investimento são importantes para determinar a alocação de recursos, que em ambos os casos são escassos.

Para tanto, a modelagem econômico-financeira estratifica “os benefícios econômicos e os investimentos necessários relativos a cada ano horizonte” (Pereira e Neto, 2013, p.207), sendo possível a construção de fluxos de caixas, que, por sua vez, terão utilidade na construção de indicadores de eficiência econômica. Estes indicadores, que envolvem o processo de avaliação de investimento de capital, buscam atender à seguinte ordem: (i) Dimensionamento dos resultados dos fluxos de caixa; (ii) Avaliação Econômica destes fluxos; (iii) Definição de taxa de retorno, e; (vi) Identificação do risco (ASSAF NETO, 2011).

Quando o valor presente das entradas de caixa de um projeto, ou seja, os benefícios líquidos do caixa projetados são descontados dos investimentos e seus custos ao longo deste período, é possível identificar quanto o projeto é capaz de gerar riqueza aos seus investidores [ASSAF NETO, 2011; BRIGHAM e EHRHARDT, 2012]. Este método é conhecido por Valor Presente Líquido, descrito na Equação 5.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - \left[\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+r)^t} \right] \quad (5)$$

onde:

- $t = 1, 2, \dots, n$
- FC_t = Fluxo de caixa de cada período;
- r = taxa de desconto do projeto;
- I_t = Investimentos previstos no decorrer do projeto.

Quando o projeto possuir valor residual, deste valor deve ser incorporado ao fluxo de caixa do último período do projeto e a taxa de desconto do projeto, comumente, é relacionada como uma taxa mínima de atratividade (TMA). Quando a taxa de juros gera um VPL nulo, fazendo com que as entradas anule as saídas do projeto, essa taxa é denominada Taxa Interna de Retorno (TIR), descrito na Equação 6, a seguir [ASSAF NETO, 2011; BRIGHAM e EHRHARDT, 2012].

$$VPL = 0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} - \left[\sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+TIR)^t} \right] \quad (6)$$

onde:

- $t = 0, 1, 2, \dots, n$
- FC_t = Fluxo de caixa no período t ;
- TIR = taxa interna de retorno;
- I_t = Investimentos previstos no decorrer do projeto

Essa Taxa Interna de Retorno deverá ser suficientemente maior que as taxas de retornos de investimentos de mercado, ou a TMA, para que a decisão seja favorável ao investimento no projeto, em questão, por parte dos investidores. Contudo, dado os altos montantes necessários para investimentos em infraestrutura, diversas são as fontes de investimento, cada qual com sua expectativa de taxa de retorno.

Outra ferramenta, amplamente utilizada em projetos de transportes, o critério *cost-benefit analysis* (CBA) “analisa alternativas de investimento via quantificação monetária do maior

número possível de custos e benefícios e utiliza os conceitos anteriormente descritos de preços-sombra, benefícios líquidos” (DALBEM, *et al.* 2010, p.92).

Alguns autores, de forma mais apropriada, nomeiam este método como um critério de análise a Razão Benefício-Custo (B/C), tal qual De Melo e Setti (2007, p. 21) consideram “economicamente viável se a relação B/C for maior ou igual a unidade e, quanto maior a relação, mais atraente é o projeto”.

A razão Benefício/Custo, ou Coeficiente Benefício-Custo, fundamenta-se no esforço de dar valor pecuniário aos benefícios ao longo do projeto, descontada a taxa de retorno do investimento, ou seja, qual retorno financeiro pode-se esperar dos benefícios econômicos identificados nos projetos, conforme a equação 7 (SCHUMACHER, 2015):

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (7)$$

onde:

- $t = 0, 1, 2, \dots, n$
- B_t = benefícios do projeto no período t ;
- C_t = custos do projeto no período t ;
- r = taxa de desconto do projeto.

Os benefícios que costumam ser considerados em projetos de investimentos em transportes são: (a) benefícios de segurança, que são medidos com valor estatístico de uma vida (VoSL); (b) benefícios de redução de jornada, tipo de benefício que pode ser medido concatenando-se o tempo do trabalho, tempo do não trabalho, tempo em conexões, espera e tempo do frete e; (c) benefícios de desenvolvimento econômico, medido por meio da identificação do número de usuários atendidos e empregos gerados (DALBEM *et al.*, 2010).

3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo teve por objetivo apresentar as ferramentas tradicionais de análise econômica de projetos amplamente utilizadas pela engenharia econômica, bem como as ferramentas largamente utilizadas na tomada de decisão de investimento em transportes: CBA e Análise Multicritério. Abordar o estado da arte neste capítulo é essencial para se conseguir compreender os manuais desenvolvidos por diversas nações na sua aplicação na tomada de

decisão de investimentos, como se pretende realizar no próximo capítulo.

A respeito da análise benefício custo (CBA) é importante apresentar duas importantes limitações, conforme Mackie *et al.* (2005), Mackie *et al.* (2014) e Mackie e Worsley (2013): (a) a análise CBA é restrita aos impactos cujos efeitos podem ser medidos e avaliados em termos financeiros. Muitos dos manuais observados omitem os impactos não-financeiros, aumentando uma subjetividade no julgamento do tomador de decisão, não deixando claro o peso dado às variáveis; (b) a segunda limitação é a prioridade política dada aos potenciais impactos e os tomadores de decisão não demonstraram saber quanto os investimentos em sistemas de transportes conseguem contribuir para o aumento da produtividade e corrigir os desequilíbrios regionais.

Contudo, existe uma importante contribuição ao modelo desta tese das ferramentas de análise financeira e econômica. A taxa interna de retorno (TIR) representa um importante instrumento para identificar o custo de oportunidade do capital. Internacionalmente, existe uma convenção de utilizar uma taxa de desconto de 6% ao ano enquanto o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) recomenda uma taxa de 12% ao ano para projetos em Transportes, e ainda existe a taxa de juros de longo prazo (TJPL) da economia brasileira, contribuindo com taxas interessantes de serem utilizadas como referencial para avaliar a TIR dos projetos. (SCHUMACHER, 2015).

Como variável econômica, a razão Benefício Custo representa o mais próximo de estimativa da identificação dos benefícios dos projetos, visto a dificuldade de calcular a utilidade social que determinada infraestrutura possa oferecer de benefícios. Outro fator importante é a disponibilidade da razão Benefício Custo nos PDTMs, que mesmo apresentando deficiências são os dados econômicos mais próximos das realidades que se pretende avaliar no modelo proposto por esta tese.

4. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS DE TRANSPORTES

O objetivo deste capítulo é identificar as metodologias utilizadas para a avaliação de projetos, especificamente, em Transporte. Para tanto, uma primeira seção irá apontar os modelos existentes no cenário internacional bem como suas experiências, e uma segunda seção abordando como é feita a avaliação de projetos de mobilidade urbana no Brasil. Pretende-se identificar características comuns e divergentes, identificando, tanto na experiência nacional e internacional situações que demandem melhoras em suas aplicações aos problemas que esta tese pretende atender.

4.1 EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

4.1.1 FRANÇA: EPISSURE

Em 2012 a RATP - *Régie Autonome des Transports Parisiens* (Empresa Pública Autônoma dos Transportes Parisienses) através de sua *Fundation Groupe RATP* - desenvolveu um método com técnicas para avaliar a demanda existente na tomada de decisão sobre 70 projetos por ano que precisam ser avaliados, sendo responsável por gerenciar o serviço de metrô de Paris (14 linhas de metrô), a rede de ônibus, a RER (*Réseau Express Régional*) uma rede ferroviária urbana, e a rede de *Tramway*, VLT (Veículo Leve sobre Trilhos). Mais do que avaliar se o projeto é bom ou ruim, o EPISSURE foi criado para avaliar se os projetos atingiram seus objetivos, de acordo com as partes interessadas (população e gestores) e participantes do processo de avaliação.

A *Fundation Groupe RATP* afirma que o modelo não foi construído por consultores, mas sim por pesquisadores da área: o modelo foi desenvolvido por Stéphane Andre e Bernard Roy pesquisadores do Laboratório de Análise e Modelagem do Sistema de Apoio à Decisão, da *Université Paris Dauphine*, e o modelo EPISSURE foi apresentado à sociedade científica na publicação *Evaluation de la performance des projets de mécénat en entreprise: application de la démarche EPISSURE*, tendo sua primeira versão publicada em Dezembro de 2009.

O EPISSURE baseia-se em Análise Multicritério, especificamente utilizando o método de apoio à decisão ELECTRE III, uma variação do modelo ELECTRE, entre um dos modelos desenvolvidos pela escola francesa de análise multicritério. A análise multicritério busca auxiliar a tomada de decisão seja para esclarecer a decisão com um procedimento de seleção (problemáticas do tipo α), esclarecer a decisão por uma triagem (problemáticas do tipo β), por um arranjo ou ordenação conforme as preferências (problemáticas do tipo γ) ou, esclarecer a decisão por uma descrição (problemáticas tipo δ) (LIEGGIO JÚNIOR, *et al.*, 2012). O

método ELECTRE trabalha com comparação de alternativas apropriando pesos intrínsecos com valores limitados, restringindo alternativas.

Um dos grandes diferenciais do EPISSURE é que não foi desenvolvido em software específico, mas sim criado para ser utilizado em uma planilha Excel, facilitando o acesso e o entendimento das funcionalidades e usabilidade da ferramenta para a tomada de decisão, conforme Figura 4.1.

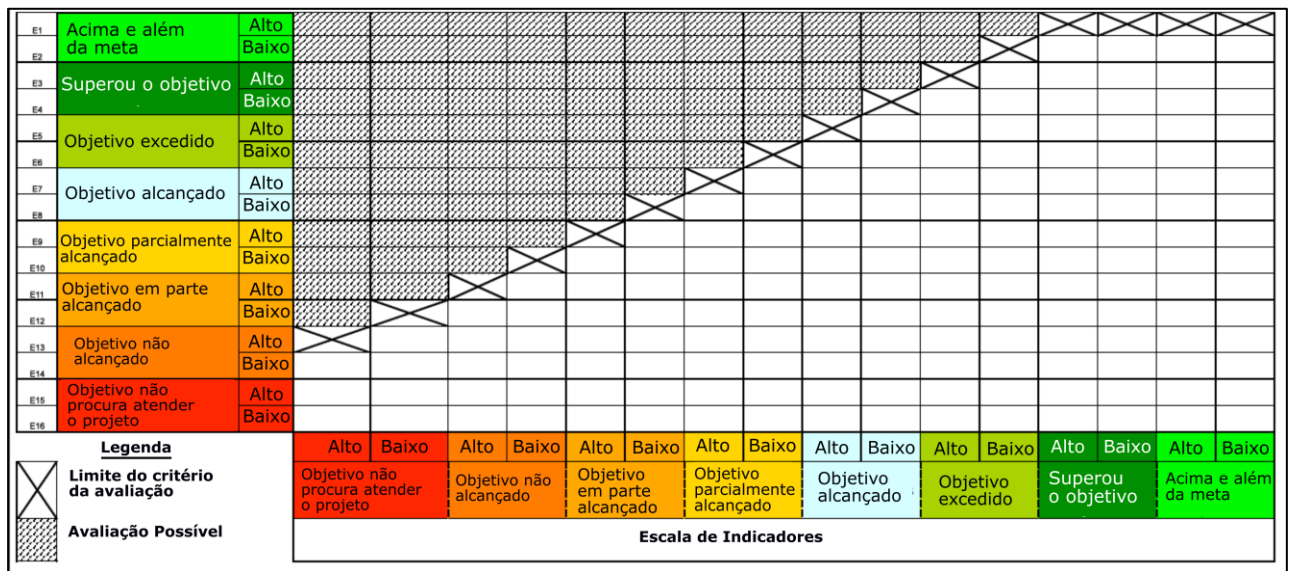


Figura 4.1. Base de Dados do EPISSURE
 Fonte: Adaptado de André e Roy, 2009, p.22

Conforme André e Roy (2009), essa metodologia foi configurada para atender a demanda de ferramentas de análise multicritério que precisam de avaliações de desempenhos não financeiros de projetos, sintetizando este tipo de desempenho em uma perspectiva política necessária para “avaliação de indicadores de desempenho não financeiro com síntese hierárquica desenvolvida através de um processo de consulta no alvo” (ANDRÉ e ROY, 2009, p.3).

Mesmo apresentando avanços importantes para a contribuição da aplicação desta metodologia – que vem sendo amplamente utilizada pela RATP - Régie Autonome des Transports Parisiens (Empresa Pública Autônoma dos Transportes Parisienses) - desde 2012, os pesquisadores que desenvolveram o EPISSURE apontam limitações e obstáculos para abrangente utilização: (a) Encontrar um facilitador que tenha bom conhecimento para selecionar as ferramentas operacionais e de gestão e consiga adaptar o uso de Análise Multicritério, especificamente ELECTRE III, nas particularidades das empresas; (b) Para que

a aplicação do EPISSURE funcione é preciso um comportamento construtivo durante as sessões de trabalho para que estes compartilhem suas opiniões e divulguem o máximo de informações para permitir discussões - aumentando ainda mais a responsabilidade do facilitador em mediar e encontrar um consenso, e, qualquer movimento em uma direção de decisão estratégica com abordagem financeira tornaria obsoleto o EPISSURE. (ANDRÉ e ROY, 2009).

4.1.2 REINO UNIDO: GREEN BOOK E WEBTAG

O *HM Treasury*, órgão responsável pelas finanças públicas e da política econômica do Reino Unido, desenvolveu em 1997 um guia de boas práticas para avaliar as políticas públicas e projetos onde quer que seja possível buscando melhorar o atendimento do interesse público: o *The Green Book*. Esse guia foi atualizado no ano 2003, 2007 e em 2011, tendo como objetivo servir de orientação para realizar avaliações de custo-benefício (CBA) para projetos de todos os tipos e tamanhos, para “tornar o processo de avaliação em todo o governo mais consistente e transparente” (H.M. TREASURY, 1997, p.5).

O fundamento da análise de projetos no *Green Book* segue a lógica do *ROAMEF Cycle*, ou ciclo de ROAMEF, sendo as etapas do ciclo, em inglês: Análise Racional (R), Objetivos (O), Avaliação (A), Monitoração (M), Avaliação (E), Comentários (F).

O processo de avaliação no *Green Book* passa pelo princípio que o projeto em questão é uma opção entre outra que podem ser levantadas. Assim, a avaliação de um projeto passa por um levantamento de opções, estratégicas e operacionais ao projeto, para testar soluções viáveis, mesmo estas não sendo parte da avaliação formal do projeto ou política pública (HM TREASURY, 2011). Um fato que chama a atenção é que na lista de opções deve existir pelo menos “uma opção onde o governo toma a quantidade mínima de ações necessárias, de modo que as razões para ações mais intervencionistas possam ser julgadas” (HM TREASURY, 2011, p.17).

O modelo de avaliação de projetos do *Green Book* trabalha, especificamente, com a avaliação benefício-custo (CBA), e todas as opções ao projeto que forem consideradas precisam ter os custos e benefícios relevantes valorados. Para tanto, as estimativas de custos devem ser expressas em termos de custo de oportunidade relevantes, bem como custos sociais, ambientais e até mesmo o custo do tempo para a sociedade, mensurar custos de fatalidades e prejuízo a terceiros. Da mesma forma, a valoração dos benefícios seja os diretos ou indiretos,

por exemplo, benefícios para a saúde, redução de poluição e barulho, benefícios de um bom *design* e qualidade do projeto.

Para aplicar as normas do *Green Book* no setor dos Transportes, o Departamento de Transportes do Reino Unido, desenvolveu o WebTAB, um Guia de Análise do Transportes disponível na internet para auxiliar a modelagem, avaliação e tomada de decisão em Transportes. Todas as intervenções que requerem aprovação do governo precisam ter suas análises seguindo as orientações do WebTAG, “para as que não exigem a aprovação do governo, essas orientações servem como um guia de boas práticas”, conforme afirma no fragmento abaixo: (DFT, 2014, p.3).

O *Green Book* recomenda a abordagem de análise de custo-benefício para avaliação. Aplicando isso ao contexto de transporte, avaliação de transporte reúne informações sobre uma ampla gama de impactos – que não basta considerar os impactos diretos sobre os utilizadores dos transportes e prestadores de serviços afetados por a intervenção, mas também os impactos da intervenção sobre o meio ambiente, a sociedade em geral e governo. Os analistas devem procurar colocar um valor financeiro a que muitos dos impactos possíveis para permitir uma comparação direta entre os custos e benefícios da intervenção. Para auxiliar os analistas envolvido na avaliação de transporte, WebTAG fornece orientação para permitir o desenvolvimento opção e análise; e a avaliação dos impactos (custos e benefícios) produzidos por cada opção. (DFT, 2014, p.5)

Os *outputs* da avaliação do WebTAB são: (a) relatório de avaliação das opções e ferramentas de triagem destas, (b) laudo de especificações da avaliação, (c) quadro de eficiência econômica do transporte, (d) impacto nas contas públicas, (e) análise da estimativa dos custos e benefícios, (f) planilha de análise dos gases de efeito estufa, (g) planilha de ruídos, (h) planilha de qualidade do ar e (i) planilha do impacto social.

4.1.3 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA: TIGER BCA RESOURCE GUIDE

Conforme Mackie e Worsley (2013), os Estados Unidos da América possuem uma tomada de decisão de investimentos em Transportes que são realizados através de decisão pelo financiamento federal, na qual os projetos competem entre si por uma concessão federal discricionária, ou até mesmo um financiamento completo do governo federal.

O *TIGER BCA Resource Guide* é o guia para desenvolvimento de projetos que serão selecionados, e que são exigidos análise benefício-custo (CBA) com os impactos ambientais valorados pecuniariamente. Os benefícios precisam apresentar resultados para: aumento de acessibilidade, aumento de valor das propriedades, redução no tempo de viagem, redução de

custos operacionais, segurança viária, acidentes impedidos (ferimentos e fatalidades), aumento de competitividade econômica, economia de manutenção e reparos. Também, como caráter de seleção, os projetos precisam demonstrar que conseguem melhorar a eficiência de longo prazo, e fazer melhorias que aumentam a produtividade econômica de terra, o capital ou trabalho (MACKIE e WORSLEY, 2013, p.14).

Desde 2009, o Congresso Nacional estipulou uma subvenção econômica para o financiamento destes projetos com o nome de TIGER (*Transportation Investment Generating Economic Recovery*), que financiou o montante de US\$ 4,6 bilhões para planejamento em Transportes; envolvendo desde rodovias, trânsito urbano, ferrovias, portos, até pedestres e ciclistas.

Contudo, existe uma particularidade apontada por Mackie e Worsley (2013): cada estado da federação faz uma pré-seleção de projetos e devido a forma que ocorre o pacto federativo dos Estados Unidos da América, cada ente federado pode fazer uma seleção prévia, e escolher outra ferramenta de avaliação, desde análises CBA ou análises multicritérios, não ficando claro um padrão de avaliação de projetos nos Estados Unidos da América.

4.1.4 AUSTRÁLIA: IMS GUIDE

A Austrália utiliza o manual *Investment Management Standard Guide (IMS Guide)* desde 2004, desenvolvido pelo Departamento de Tesouro e Finanças, sendo aplicado para selecionar os projetos de investimentos que ofereçam o máximo de benefícios para a comunidade, utilizando um método de fácil aplicação da tomada de decisão dos investimentos que se pretende avaliar (DTF, 2012).

Para alcançar o objetivo de realizar uma avaliação de investimento de forma plena e simples, o IMS se apoia em três princípios: (i) a melhor forma de discutir um assunto é com a reunião das pessoas com maior conhecimento sobre o assunto; (ii) a lógica do investimento deve ser capaz de ser descrita em uma única palavra; (iii) o investimento deve ser capaz de descrever sua contribuição no benefício que se espera (DTF, 2012).

O *IMS Guide* apresenta a tomada de decisão baseada na técnica chamada de “As dezesseis questões” (*The 16 questions*), que são dezesseis perguntas divididas em quatro áreas relevantes para qualquer tipo de investimento e pode ser usado tal qual um *check list*, quatro questionamentos para cada uma das quatro áreas de análise – (a) problema, (b) benefícios, (c) resposta estratégica e (d) soluções – que auxiliam o tomador de decisões, pois extraem de

forma simples a complexidade das informações que um projeto possui.

Sobre a forma da análise da condução da aplicação do *The 16 questions*, o Governo Australiano possui uma formação e certificação dos facilitadores, como forma de blindar o processo decisório de uma subjetividade que tire o foco principal do objetivo da avaliação – maximizar os benefícios para todo ambiente: governo, corporações e comunidade. Assim, avalia: (a) se o problema foi identificado; (b) se existem benefícios e sua relevância; (c) se a solução é estratégica, e; (d) se as soluções são efetivas.

4.1.5 WORLD BANK GROUP

O *World Bank Group* (WBG) assume um papel importante no financiamento de obras de infraestrutura em países em desenvolvimento econômico, tanto que os empréstimos direcionados para transportes urbanos vêm crescendo de forma considerável, a exemplo, na década de 1999-2009, comprometeu-se cerca de US\$ 7,5 bilhões em empréstimos para projetos de transporte urbano (MITRIC, 2013). Os projetos são condicionados, a uma contrapartida financeira por parte dos governos clientes sendo importante que os projetos contenham elementos que apontem para desenvolvimento de um transporte urbano sustentável na cidade, além de “uma agenda de reformas políticas relevantes para o mesmo contexto; e uma agenda de mudanças institucionais relevantes para o contexto em que os investimentos estão ocorrendo” (MITRIC, 2013, p.20).

As experiências em empréstimos para a mobilidade urbana podem ser observadas nas operações do Banco Mundial (WBG), que foram, em sua grande parte, realizadas pós a década de 1990, destacando-se os projetos: de Wuhan (China), único no mundo que buscou a criação de sistemas de transporte urbano para reduzir a dependência da bicicleta; de Marrocos, buscando a melhoria institucional dos transportes visto uma grande informalidade na atividade; Cidade do México (México), com a criação de projeto para a melhoria da qualidade do ar e redução da poluição; Bogotá (Colômbia) que o financiamento promoveu uma integração que levou a criação do Transmilênio; e, na Cidade do Rio de Janeiro (Brasil), o Metrô da Cidade do Rio de Janeiro, e as Linhas nº 4 e nº5 do Metrô da Cidade de São Paulo (Brasil) (MITRIC, 2013).

Em todos os casos, o objetivo dos empréstimos estava pautado em uma melhoria institucional, com criação de agendas regulatórias, redução de poluição e aumento de qualidade de vida dos usuários dos sistemas de transportes. Contudo, para Mitric (2013), ainda faltam aos modelos de financiamento do WBG buscar soluções para congestionamentos e geração de receita para

operação e expansão.

Para guiar os proponentes dos empréstimos em Transportes, o próprio WBG desenvolveu, em 2005, uma série de Notas de Avaliação Econômica em Transportes (*Economic Evaluation Notes*), seguindo os princípios descritos no *World Bank handbook*, de 1996, elencados conforme a Figura 4.2.

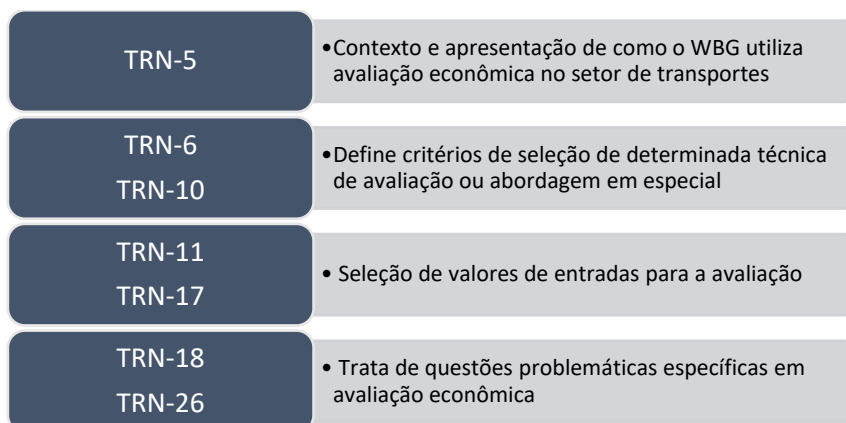


Figura 4.2. Relação de Notas em Transportes WBG

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Mackie et al., 2005

As Notas Técnicas TRN-5 até a TRN-26, configuram uma espécie de manual para a confecção dos projetos à serem avaliados pela instituição para a tomada de decisão de qual projeto receberá recursos do WBG. De fato, o WBG é um dos pioneiros em utilizar a metodologia de análise benefício/custo (CBA) e custo eficiência (CBE), sendo um dos responsáveis pela disseminação global deste método de análise de projetos.

Este conjunto de Notas Técnicas funcionam como uma cartilha de uso da metodologia CBA aplicada aos Transportes, possuindo até sugestões de formulários, tal qual um passo-a-passo para o uso da metodologia em questão. Com isso, o WBG busca medir se o projeto que pleiteia o empréstimo possui valor social global, buscando comparar a relação entre ganhos e perdas da implantação do projeto, existência de barreiras técnicas e sociais; se os benefícios e custos revertem para ricos ou pobres; se o projeto é financeiramente sustentável e; como será reembolsada a dívida contraída.

4.1.6 OUTROS PAÍSES

A Nova Zelândia, por influência da colonização britânica, utiliza o *Economic Evaluation Manual*, desenvolvido pela sua Agência de Transportes, que possui elementos muito

semelhantes aos do HM Treasury, do Reino Unido, e do IMS Guide, da Austrália (MACKIE *et al.*, 2014).

A Suécia possui o *Ten Year Transport Plan*, que faz menção ao uso de análise benefício-custo (CBA) e o mesmo pode ser dito ao que ocorre na Alemanha, mas com o modelo federado de decisão próximo dos Estados Unidos da América, com vários níveis geográficos de decisão sobre projetos em transportes (MACKIE e WORSLEY, 2013).

4.2 BRASIL E AS AÇÕES DO MINISTÉRIO DAS CIDADES.

No Brasil, o Ministério das Cidades, responsável pela aprovação de projetos em mobilidade urbana, possui um manual de instruções para aprovação e execução dos programas e ações. Contudo, no tocante à aprovação e execução de projetos, apresenta apenas como deve ser o fluxo dos processos, sendo que, conforme a Figura 4.3, a Análise das propostas configura uma etapa de todo o processo.

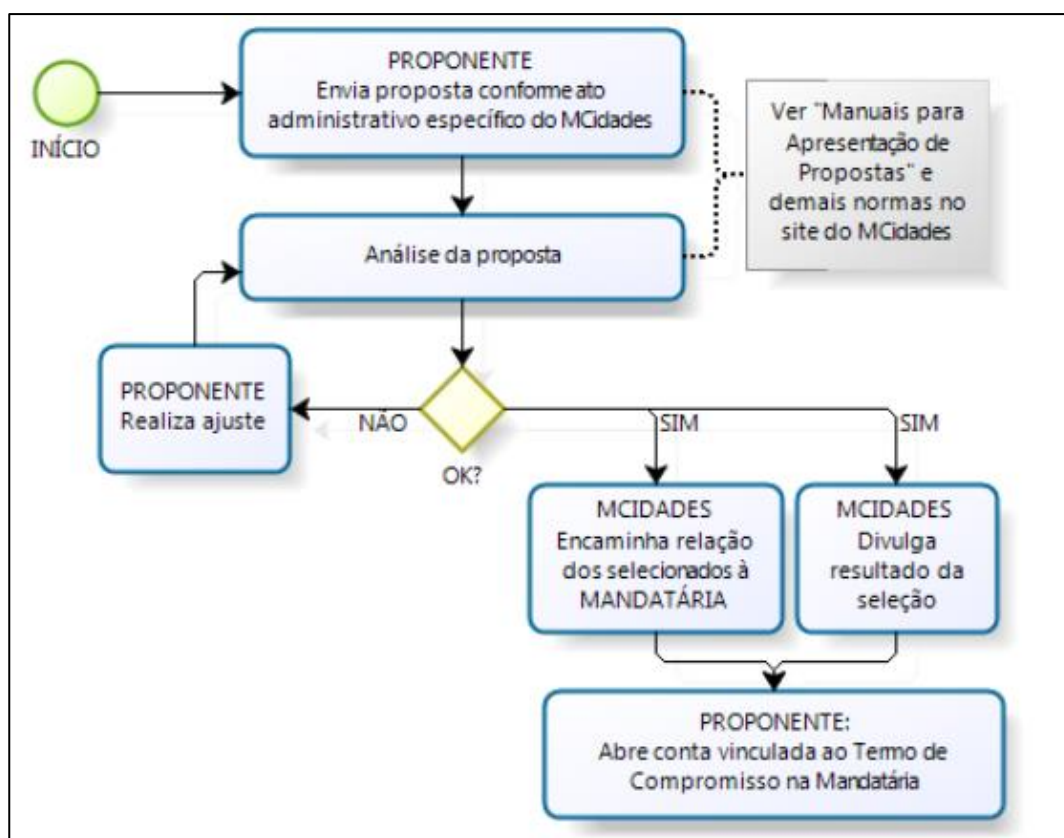


Figura 4.3. Fluxo para aprovação e Execução dos Programas
Fonte: Ministério das Cidades (2013, p.16)

Sobre os critérios que serão adotados na análise das propostas, foi identificado que cada projeto, edital ou seleção de projetos segue normas específicas de instruções normativas com o devido fim. No caso da Mobilidade Urbana observou-se que diversos programas de

financiamento a seleção e hierarquização das propostas seguem os critérios da Instrução Normativa N. 41 de 24 de outubro de 2012, conforme Quadro 4-1.

Quadro 4-1. Relação de Programas para Mobilidade Urbana e critérios de seleção de propostas

Programa	Objetivo	Seleção e Hierarquização	Vigência
Programa de Financiamento de Infra-estrutura para Mobilidade Urbana (PRÓ-MOB)	Este programa tem como objetivo o apoio à intervenções que promovam a melhoria da mobilidade urbana através da implementação de projetos terminais e abrigos de ônibus, ciclovias, calçadas, reurbanização de áreas degradadas e obras de recuperação ou pavimentação de itinerários de ônibus que agreguem os preceitos da acessibilidade universal, do apoio da circulação não-motorizada (pedestre e bicicleta) e da priorização dos modos de transporte coletivo.	Instrução Normativa nº 24, de 23 de agosto de 2005, e seus anexos	2005, 2006 e 2007
Programa de Infraestrutura de Transporte e da Mobilidade Urbana (PRÓ-TRANSPORTE)	Este programa tem como objetivo propiciar o aumento da mobilidade urbana, da acessibilidade, dos transportes coletivos urbanos e da eficiência dos prestadores de serviços, de maneira a garantir o retorno dos financiamentos concedidos e conferir maior alcance social às aplicações do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço - FGTS.	Instrução Normativa Nº 41 de 24/10/2012	em vigência
PAC 2 - Pavimentação e Qualificação de Vias Urbanas – 3ª Etapa	Este programa tem como objetivo apoiar a execução de obras de pavimentação e qualificação de vias por meio da implantação de pavimentação nova em vias existentes ou recapeamentos destas, incluindo infraestrutura necessária para sua plena funcionalidade.	Instrução Normativa Nº 41 de 24/10/2012	2013
PAC 2 Pavimentação e Qualificação de Vias Urbanas – 2ª Etapa		Instrução Normativa Nº 41 de 24/10/2012	2012
PAC 2 - Mobilidade Grandes Cidades	Este programa objetiva requalificar e implantar sistemas estruturantes de transporte público coletivo, visando a ampliação da capacidade e promovendo a integração intermodal, física e tarifária do sistema de mobilidade nos grandes centros urbanos.	Instrução Normativa Nº 41 de 24/10/2012	2012
PAC 2 - Mobilidade Médias Cidades	Este programa tem como objetivo fomentar ações estruturantes para o sistema de transporte coletivo urbano por meio de qualificação e ampliação de infraestrutura de mobilidade urbana	Instrução Normativa Nº 41 de 24/10/2012	2013, 2014

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do sítio eletrônico do Ministério das Cidades

Com o objetivo de regulamentar o Programa de Infraestrutura de Transporte e da Mobilidade Urbana (Pró-Transporte), a Instrução Normativa nº41/2012, do Ministério das Cidades, propõe-se em indicar para os solicitantes (denominados mutuários) do Programa, as ações financiáveis, pré-requisitos de enquadramento das propostas, diretrizes para hierarquização e seleção das propostas, para a obtenção de financiamento e as condições operacionais do financiamento.

Conforme a Instrução Normativa nº41 do Ministério das Cidades, para participar do programa os solicitantes deverão enviar Carta Consulta para o Gestor da Aplicação para iniciar o processo de seleção com o enquadramento das propostas. Esta etapa exige o atendimento dos critérios apresentados no Quadro 4-2, a seguir.

Quadro 4-2. Pré-requisitos para o enquadramento das propostas

a) existência de plano diretor, quando exigido em lei, atualizado ou em fase de elaboração/atualização, ou instrumento básico equivalente da política de desenvolvimento e de expansão urbana;
b) existência de Plano de Mobilidade Urbana, quando exigido em lei, ou instrumento de planejamento que justifique os investimentos;
c) atendimento ao objetivo do Pró-Transporte e das respectivas ações financiáveis;
d) enquadramento dos equipamentos financiáveis, inclusive dos veículos do sistema de transporte sobre pneus, nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT;
e) situação de regularidade do proponente perante o FGTS.

Fonte: IN n.41 (Ministério das Cidades, 2012)

Esta fase de pré-seleção é realizada pelo Grupo Executivo do Programa de Aceleração do Crescimento – Gepac. Posteriormente a fase de seleção, é realizada pelo Comitê Gestor do Programa de Aceleração do Crescimento – CGPAC, atendendo os critérios do Quadro 4-3 para a hierarquização e a seleção das propostas, atribuindo-se grau de prioridade para efeito de pontuação.

Quadro 4-3. Diretrizes para a hierarquização e a seleção de propostas

a) tratam dos sistemas de transporte público coletivo urbano de passageiros de média e alta capacidade, preferencialmente sobre trilhos;
b) promovam impacto tarifário positivo, integração tarifária e/ou de modalidades de transporte;
c) beneficiem os deslocamentos em áreas de populações de baixa renda;
d) atendam os deslocamentos moradia-trabalho-moradia;
e) apresentem menor impacto ambiental; e
f) possibilitem a melhoria do conforto, da segurança do usuário e da regularidade e pontualidade na operação dos serviços.

Fonte: IN n.41 (Ministério das Cidades, 2012)

Além dos critérios para hierarquizar as propostas apresentados no Quadro 4-3, também deverão pontuar os critérios expostos no Quadro 4-4, que representam critérios emanados do Gestor da Aplicação.

Quadro 4-4. Critérios emanados do Gestor da Aplicação

a) existência de projeto básico ou projeto executivo, para obras civis e para financiamentos que tratam dos sistemas de transporte público coletivo urbano de passageiros ou de termo de referência, contendo a especificação, no caso de aquisição de veículos;
b) viabilidade de execução do projeto, dentro do cronograma proposto, considerando os aspectos de licenciamento ambiental, desapropriações e regularização fundiária, quando for o caso; e
c) adequação aos dispositivos, normas gerais e critérios básicos estabelecidos pelo Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004, que trata da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com restrição de mobilidade.

Fonte: IN n.41 (Ministério das Cidades, 2012)

Para efeito de desempate de propostas, é considerado o maior percentual de contrapartida, conforme item 5.3 da Instrução Normativa. Contudo, o item 6.1.1.5, desta mesma Instrução Normativa, considera a possibilidade de seleção em excepcionalidade dispensando o projeto da seleção caso configure proposta de financiamento de empreendimentos de mobilidade urbana considerada estruturante e que atendam a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Mesmo esses critérios estabelecidos para escolha dos projetos de investimento são subjetivos e de difícil classificação para a escolha e priorização das obras, como alerta o TCU (2014).

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O objetivo deste capítulo foi abordar a utilização das ferramentas de engenharia econômica na avaliação de projetos em Transportes, que são utilizados em mobilidade urbana. Na busca de melhorar a avaliação financeira e econômica de seus projetos, cada país procura adaptar ferramentas de análise financeira e econômica para identificar como se dariam as seleções de projetos de investimentos em infraestrutura. Como resultado, cada nação elaborou seu próprio manual para atender às vicissitudes de seus anseios de investimentos em Transportes, conforme Quadro 4-5.

Quadro 4-5 Quadro Comparativo

País/Ferramenta	Metodologia	Variáveis da avaliação
França / EPISSURE	Análise Multicritério	Consulta/discussões com grupos representantes das partes interessadas (população e gestores)
Reino Unido/ Green Book e WebTag	Avaliações de custo-benefício (CBA)	Benefícios diretos e indiretos: <ul style="list-style-type: none"> • Melhoria da saúde; • Redução poluição e barulho; • Design; • Qualidade do Projeto
EUA / TIGER BCA	Avaliações de custo-benefício (CBA)	Benefícios diretos e indiretos: <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de acessibilidade; • Aumento dos valores das propriedades; • Redução tempo de viagens; • Redução de custos operacionais; • Segurança Viária; • Aumento de competitividade econômica.
Austrália / IMS Guide	“The 16 questions”	Questionário avalia: <ul style="list-style-type: none"> • Se o problema foi identificado; • Se existem benefícios e sua relevância; • Se a solução é estratégica; • Se as soluções são efetivas.
WBG / <i>Economic Evaluation Notes</i>	Avaliações de custo-benefício (CBA) e custo eficiência (CBE)	Avaliação: <ul style="list-style-type: none"> • Valor social global; • Existência de barreiras técnicas e sociais; • Se os benefícios e custos revertem para ricos ou pobres; • Se o projeto é financeiramente sustentável; • Como será reembolsada a dívida contraída.
Brasil / PlanMob	Avaliações de TIR, VPL e B/C	Escolha de projetos que: <ul style="list-style-type: none"> • Priorizem transporte coletivo, preferencialmente sobre trilhos; • Impacto tarifário positivo; • Beneficie deslocamentos em áreas de população de baixa renda; • Atenda deslocamentos moradia-trabalho-moradia; • Menor Impacto ambiental; • Melhorias na operação do sistema.

É possível identificar que cada manual, na busca de atender às especificidades esperadas apresentam seus diferenciais nas análises, contudo, existe uma ampla utilização de análises que ponderem os impactos monetários dos benefícios frente aos custos de implantação e manutenção da infraestrutura proposta nos projetos. Ademais, torna-se complexo imaginar que basta escolher o melhor manual e adotá-lo para resolver os problemas dos transportes urbanos, dado que, em cada país existam particularidades a serem consideradas.

No cenário nacional, a análise econômica de viabilidade de projetos sugerida pelo PlanMob segue a avaliação econômica e financeira dos indicadores Valor Presente líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Razão Benefício-Custo (B/C). Contudo, existe uma subjetividade muito grande no PlanMob quanto ao que considerar como benefícios diretos e indiretos na avaliação socioeconômica. Os benefícios indiretos, ou como o PlanMob classifica como benefícios intangíveis a redução de custos de acidentes, tempo gasto nas viagens e contaminação do ar, entre outros.

Neste sentido, fica um questionamento sobre o quão válido pode ser a avaliação econômica e financeira, visto que os projetos já haviam sido selecionados em etapas anteriores à construção dos PDTUs em questão. Seria, portanto, interessante que, mais do que ferramentas de avaliação e hierarquização, ou priorização, fossem feitas pelos propositores dos projetos, e que esse processo fosse explícito no relatório final do Plano, incorrendo em uma maior credibilidade para que investidores, públicos ou privados, entendam as razões da proposição de determinada intervenção urbana. Assim como ocorrem nos projetos rodoviários no Brasil “o procedimento de preços-sombra é mencionado, porém não se detalham os procedimentos nem o racional envolvidos” (DALBEM *et al.*, 2010, p.107).

De forma geral, tanto no cenário nacional como no internacional, muitos benefícios medidos são genéricos, não atendendo à especificidade das cidades. Outro ponto a ser considerado é que os benefícios diretos e indiretos mensurados (poluição do ar, tempo em congestionamento, segurança viária, entre outras variáveis) podem ser consequências observadas do resultado das intervenções feitas na configuração urbana. Isso remete à necessidade de identificar o que está causando esses efeitos, ou seja, as variáveis dos modelos de análise benefício custo são consequência da condição de quão o espaço é acessível aos habitantes pela sua configuração espacial, entre a combinação de uso e sua disposição como produto. Existe nos modelos atuais uma dissociação de causa e consequência dos benefícios e custos e nenhum modelo de análise, seja nacional ou internacional, apresenta uma avaliação sob a ótica de como a configuração da cidade interfere no deslocamento e escolhas das pessoas.

Neste sentido, o próximo capítulo pretende apresentar o conjunto de variáveis para a compreensão do espaço urbano, que a metodologia desta Tese pretende considerar na avaliação e priorização dos projetos.

5 SINTAXE ESPACIAL

O objetivo deste capítulo é apresentar a Sintaxe Espacial como uma teoria científica da compreensão do espaço urbano e identificar sua capacidade de contribuir para a avaliação destes projetos de mobilidade urbana. Acredita-se que a Sintaxe Espacial será importante ao modelo que se pretende construir, pois no seu arcabouço teórico, metodológico e ferramental é possível criar uma relação entre espaço e sociedade a partir do vínculo entre configuração e funcionalidade (HOLANDA, 2002), o que afeta a mobilidade urbana e questões econômicas afins. Neste sentido, a Sintaxe Espacial contribui com o fornecimento de variáveis topológicas, geométricas e morfológicas de análise dos sistemas urbanos. Dado que esta Tese busca identificar variáveis para uma investigação comparativa da configuração urbana *ex-ante* e *ex-post* dos projetos, a análise limita-se aos aspectos topológicos da Sintaxe Urbana por oferecerem a compreensão do impacto global das intervenções de infraestrutura dos projetos, especificamente a integração global e a profundidade média, que serão melhor detalhadas a seguir.

5.1 CONCEITOS

A Sintaxe Espacial (SE), ou Sintaxe Urbana refere-se simultaneamente a uma teoria, uma metodologia e uma ferramenta que propõe investigar a relação entre o fenômeno socioeconômico das cidades e sua configuração espacial (Rodríguez Dias e Sakr, 2014). O marco epistemológico desta metodologia foi a publicação do livro *The Social Logic of Space*, em 1984 pelos professores Hillier e Hanson, da University College London (UCL), e no Brasil foi desdobrada pelos professores Holanda e Medeiros na FAU/UnB (SILVA, 2008) entre outros vários centros de pesquisa como UFPE, UFRN e UFRGS (BARROS, 2006).

A partir da análise da configuração da malha, entre outras possibilidades de modelagem, a Sintaxe Espacial permite identificar a distribuição potencial dos fluxos dos movimentos nas vias urbanas. Segundo os pressupostos da abordagem, a configuração da malha interfere diretamente no modo de deslocamento das pessoas dentro das cidades, seja em deslocamento pedonal, automobilístico ou ciclístico, tornando possível predizer as vias que apresentarão mais ou menos movimentos com aceitáveis níveis de segurança (PEREIRA *et al.*, 2011).

O papel da configuração associa-se a uma profunda relação entre causa e efeito da utilização do espaço como produto das interações das pessoas na dinâmica humana que vivencia nestes espaços, que pode ser diferente da dinâmica estabelecida pelos planejadores que pensam as cidades (BARROS, 2014). Esta teoria permite trabalhar com a perspectiva das relações humanas e sua visão de cidade como causadora dos fluxos, e não o contrário, tal qual nos

propõe a engenharia de tráfego tradicional, que busca alocar as pessoas nas ótimas escolhas de opções em origem-destino. A autora acredita, que ao contrário do que se faz nas propostas de engenharia de tráfego tradicional, a perspectiva da Sintaxe Espacial ampara-se no papel da configuração como gerador do fluxo, e não como consequência dele, ou seja, a configuração molda o fluxo, e assim, o fluxo é a consequência também da configuração.

As pessoas se movimentam dentro do espaço urbano para realizar suas atividades e interações sociais: trabalho, lazer, compras, estudos, entre outros. Na engenharia de tráfego é muito comum a definição destes locais como polos de atração, e as pessoas realizam movimentos pendulares para deslocamento entre estes locais atratores e as residências e/ou trabalho.

Porém, Medeiros (2013) e Hillier *et al.* (1993) apontam que as teorias de atração, para estimar os fluxos de movimento, como pressuposto aos estudos de origem-destino, provocam um equívoco na forma de conceber as vias que serão usadas, e, por conseguinte, planejadas para a cidade. Para estes autores, existe algo a mais para ser analisado sobre o comportamento humano e seu movimento dentro de uma estrutura urbana: a configuração do que está entre a origem e o destino. Portanto, serão os vazios que estão entre os espaços construídos que irão caracterizar o movimento entre os polos atratores, sendo estes os responsáveis pela rede articulada de caminhos na cidade, e a configuração da malha no percurso irá facilitar ou dificultar, promover ou restringir este movimento (MEDEIROS, 2013).

“O movimento ao longo das ruas que compõem uma rede é mais influenciado pela posição de cada rua dentro de toda a rede que por qualidades imediatamente locais daquela rua” (MAJOR *et al.*, 1997, p.42.01). Uma combinação entre movimento, configuração e atração é o que define o movimento natural, sob a lógica do ciclo do movimento esboçado na Figura 5.1 [HILLIER, *et al.* 1993; MEDEIROS, 2013].

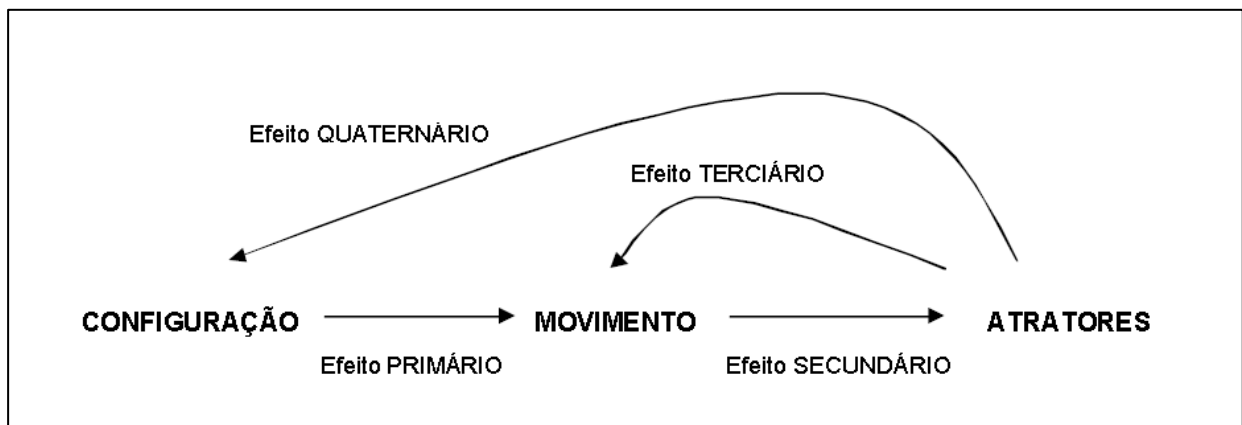


Figura 5.1 - Ciclo do Movimento Natural
 Fonte: Medeiros (2013, p.126)

Conforme a teoria do movimento natural, a configuração espacial causa um primeiro efeito no comportamento do movimento, visto que interfere na decisão do caminho a ser tomado, dado a combinação de espaços vazios e obstáculos que tornam possível o deslocamento da origem até o destino. A geração de movimento causa um fluxo de pessoas ou veículos, estimulando o desenvolvimento de usos, atraindo atividades econômicas que se beneficiam desta concentração de fluxos, especialmente comércio e serviços, causando o segundo efeito no ciclo do movimento (BARROS, 2014). Sejam atratores ou geradores, que se estabeleceram em espaços com maiores fluxos, irão causar o terceiro; dentro da medida que novas atividades são estabelecidas em novas áreas, novos fluxos irão surgir para os novos usos. Por conseguinte, percebe-se um quarto efeito com a interferência dos novos atratores e geradores de viagens na configuração dando origem a novas centralidades urbanas, tal qual um ciclo virtuoso do movimento que explicaria a formação da configuração das cidades sob a ótica do movimento [MEDEIROS, 2013; BARROS, 2014].

Neste sentido, a teoria do movimento natural, auxilia o campo de visão do fenômeno de causa e efeito do movimento nas cidades. Como ferramenta, a Sintaxe Espacial desenvolve categorias de análise do espaço que permitem interpretar as cidades com variáveis que avaliam forma e distribuição, densidade e compacidade, topologia, e, zoneamento e centralidade (MEDEIROS, 2013). Estas variáveis de análise espacial permitem compreender o movimento das pessoas – protagonista da vida econômica e desenvolvimento das cidades.

5.2 ANÁLISE ESPACIAL

A técnica da análise espacial da Sintaxe Espacial permite identificar a potencialidade de fluxo dentro de um espaço urbano específico (BARROS, *et al.* 2008). Do Carmo, *et al.*(2013) apontam o uso do espaço convexo e a linha axial. “As linhas apresentam as duas propriedades-chaves de serem tanto muito simples quanto globais. Tudo o que precisamos saber é o quanto conseguimos ver a partir de um ponto” (HILLIER, 2001, p.02.26 *apud* MEDEIROS, 2013, p.150). A análise desta combinação ampara a construção dos Mapas Axiais que buscam ser a representação linear da rede de caminhos, ilustrando o potencial de geração de movimento em cada via (MEDEIROS, 2013).

Para Barros (2006) é possível retratar os fluxos de veículos e também de pedestres, revelando a capacidade dos eixos de movimentos mais ou menos intensos, em termos potenciais destes movimentos. Para tanto, a representação linear precisa ser traçada sobre uma base

cartográfica, considerando o desenho do menor número possível das maiores linhas retas (MEDEIROS, 2013), conforme a Figura 5.2 (A). Cada fração da malha é identificada para a representação linear do mapa axial, conforme a Figura 5.2 (B).

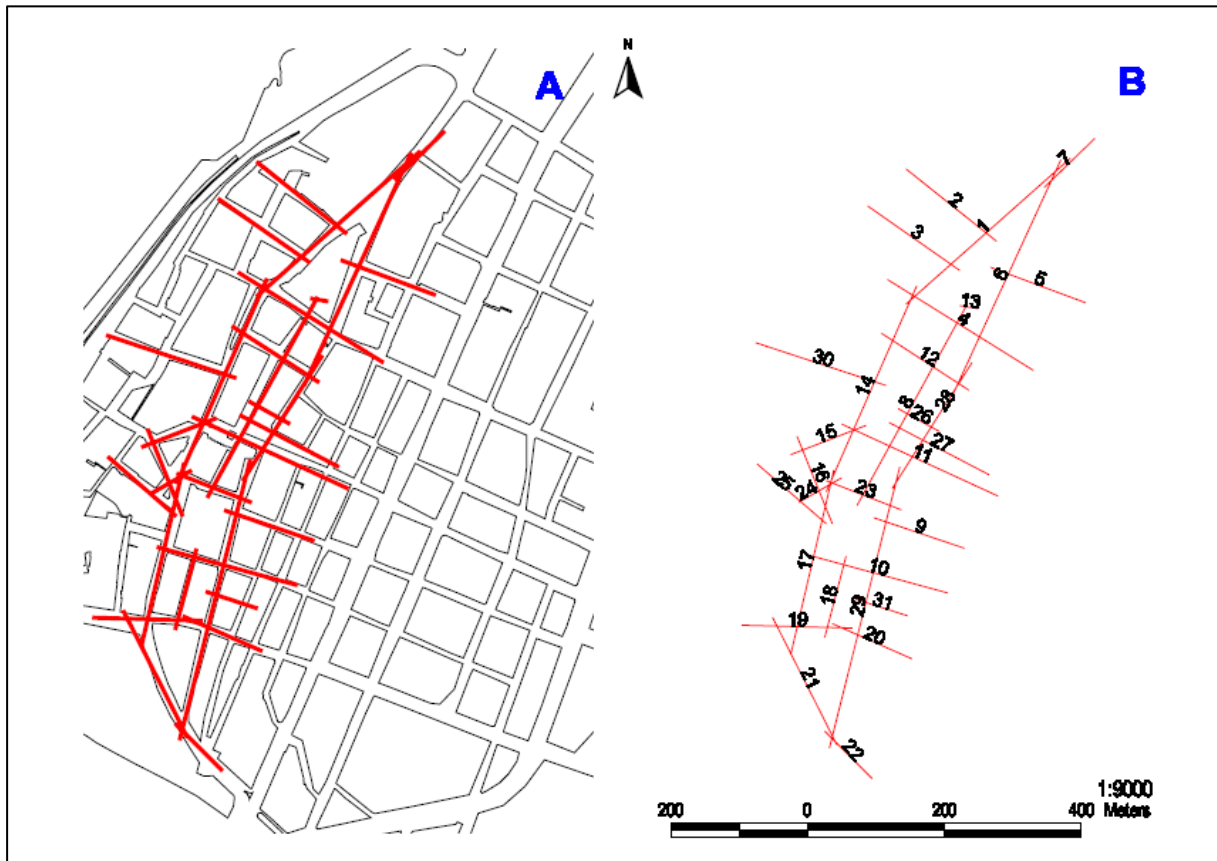


Figura 5.2- Construção do Mapa Axial
Fonte: Medeiros (2013, p. 154)

Essa representação linear do mapa axial permite que seja construída uma matriz de conexões que submetida a Análise Sintática do Espaço é possível “medir, quantificar e hierarquizar níveis diferenciados de conexões entre cada via e o complexo onde esta se insere (MEDEIROS, 2013, p.152). Essa hierarquização ocorre pela identificação da comprovação de eixos com grande potencial de fluxo, comparada os eixos de menor potencial de fluxo.

A considerar que o ciclo virtuoso do movimento ocorre dentro da ótica de movimentos hierarquizados entre áreas de maior e menor fluxo, o que contribui para essa hierarquia de escolhas do movimento se torne dinâmica – especialmente no tocante ao efeito quaternário do ciclo – seria o quão integrado este espaço está com a malha viária, para tornar essa hierarquia como um resultado de uma combinação de mais escolhas possíveis entre a origem e o destino.

A possibilidade do fluxo de movimento dentro da malha urbana, sugerida pela influência da integração das linhas que se relacionam com todo o sistema, demonstra o quão permeável é aquele espaço, e, em contraste, a existência de barreias (edifícios, blocos, terreno acidentado) reduzem a acessibilidade e a possibilidade de fluxo neste espaço (MEDEIROS, 2013). Influenciando as escolhas dos deslocamentos “imprimem a este sistema uma espécie de campo probabilístico em que se faz possível apontar as rotas potenciais mais prováveis a serem percorridas” (PEREIRA *et al.* 2011, p.10).

A integração irá exercer um papel fundamental na escolha de eixos viários específicos dentro da malha urbana, uma vez que “eixos mais integrados são aqueles mais permeáveis e acessíveis no espaço urbano, de onde mais facilmente se alcançam os demais” (MEDEIROS, 2013, p.126). Para Ugalde e Rigatti (2007) a integração desempenha um papel importante para a análise da Sintaxe Espacial, pois permite alcançar o entendimento sobre profundidade. As conexões entre as linhas criadas pelo mapa axial permitem verificar a quantidade de linhas que deverão ser cruzadas para alcançar outras linhas do conjunto todo. Quanto mais linhas são necessárias para alcançar outra determinada linha, mais profundo é o caminho, quanto menor a profundidade, mais fácil é seu acesso, pois necessita de menos conexões para passar entre os pontos. Assim, uma profundidade mínima de uma linha acaba por atrair mais movimentos, conforme Figura 5.3A, enquanto uma maior profundidade dificulta seu acesso, tornando o caminho para alcançar determinado ponto um caminho labiríntico, conforme Figura 5.3B.

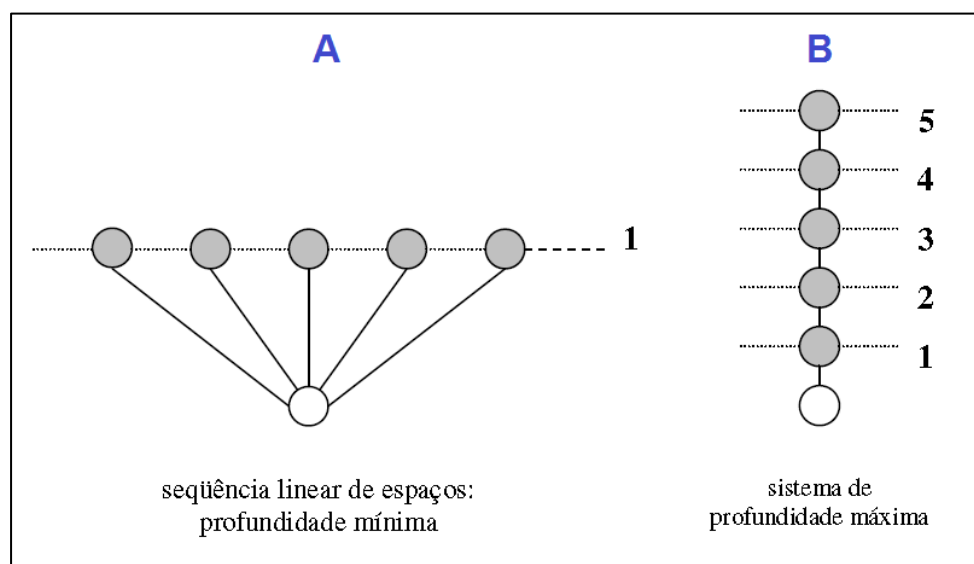


Figura 5.3 Relações de profundidade
 Fonte: Ugalde e Rigatti (2007, p.7)

Quando se observa de forma sistêmica um mapa axial a relação de profundidade de cada eixo para alcançar todos os eixos do sistema, encontra-se a profundidade média deste sistema; quanto mais “raso” um sistema menor é a profundidade média, quanto maior a profundidade média podemos identificar um sistema com caráter labiríntico, com baixa integração (LOUREIRO, 2016; MEDEIROS, 2013).

O processamento destas informações, em diversos softwares destinados à análise sintática, a representação dos mapas axiais irão apresentar saídas gráficas para os eixos do sistema, permitindo uma identificação visual dos resultados destas variáveis em escalas cromáticas ou tons de cinza: no caso de escalas cromáticas, cores mais quentes aproximando-se do vermelho indicam eixos mais integrados, enquanto os menos integrados inclinam-se aos tons frios em direção ao azul escuro; já no caso de tons de cinza, eixos mais segregados são mais claros e de menor espessura, enquanto os mais integrados são representados por tons mais escuros e espessuras maiores (SILVA, 2008). Por fim, Calcula-se a quantidade de conexões entre os eixos (Figura 5.2B), e sua integração é possível colorizar o mapa axial, conforme a Figura 5.4.

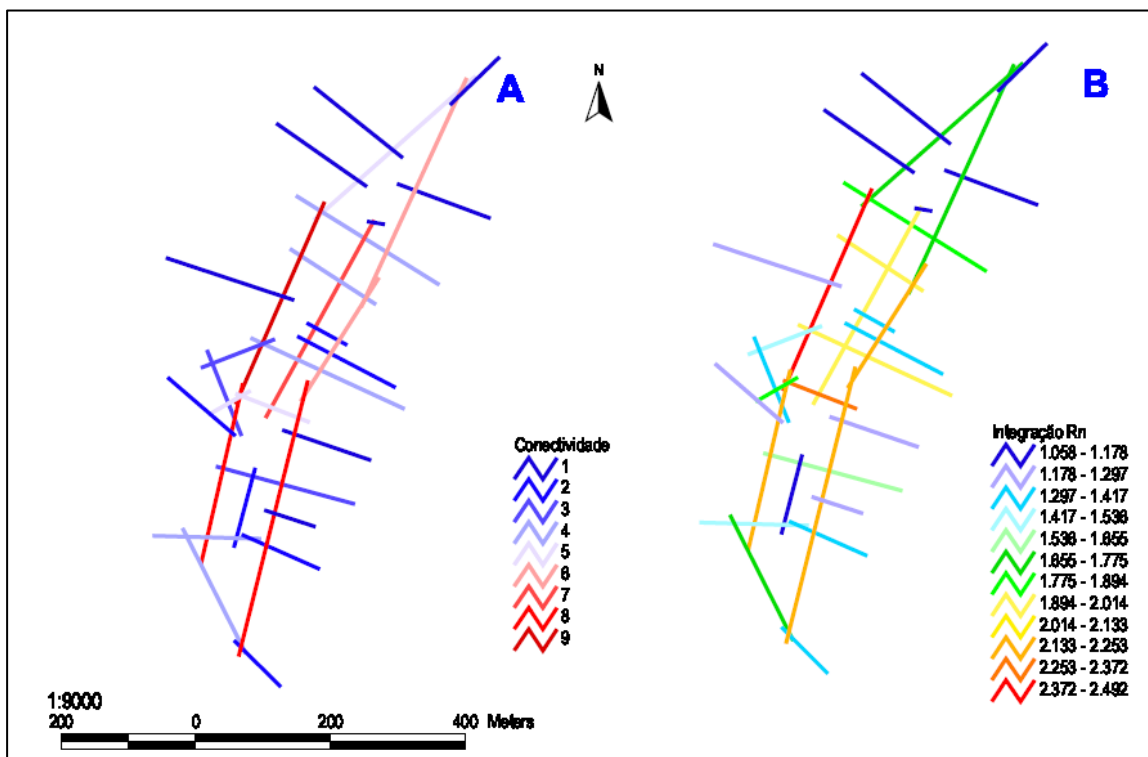


Figura 5.4. Conectividade e Integração do Mapa Axial

Fonte: Medeiros (2013, p. 155)

Aplicando para todo o sistema viário (R_n), é possível identificar o Núcleo de Integração do sistema, ou seja, o conjunto das linhas com a maior integração, e a integração local destas

linhas dentro do todo, que, conforme Medeiros (2013), faz-se a opção de identificar a potencialidade local da relação até três linhas (R_3), conforme a Figura 5.5.

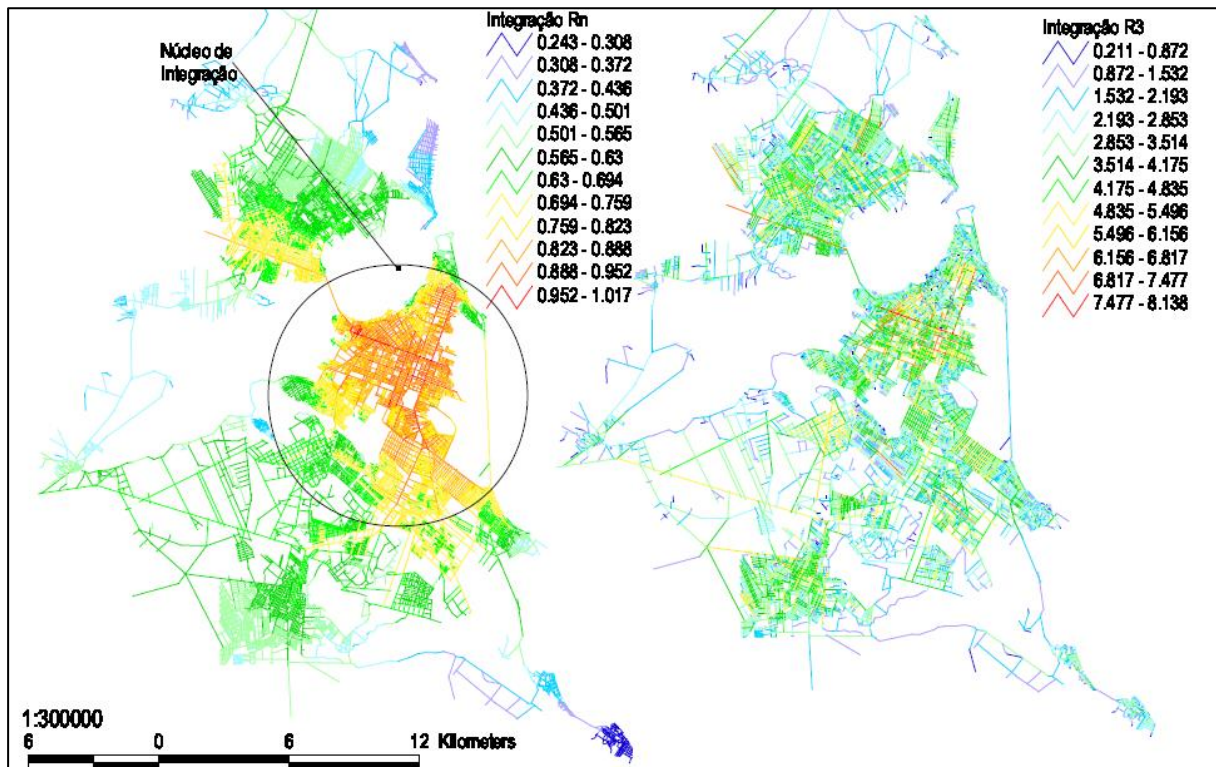


Figura 5.5. Integração Global (R_n) e Local (R_3)
 Fonte: Medeiros (2013, p. 155)

As análises destes mapas axiais vão desempenhar um importante papel para compreender o comportamento do movimento das pessoas tornando possível identificar os impactos que intervenções na malha urbana podem causar em questão de aumento da integração entre os eixos, reduzindo a profundidade causada pela fragmentação da malha (MEDEIROS, 2013).

5.2.1 MAPA DE SEGMENTOS

Para um uso mais assertivo da técnica de Sintaxe Espacial em estudos na área de Transportes, Barros (2006;2014), aponta uma melhora analítica no uso de mapas de segmentos, mesmo porque ao longo de um eixo o potencial de movimento não é o mesmo, algo que o mapa axial não consegue medir. Para tanto, “o enfoque se dedica à transformação das linhas do mapa axial em segmentos de eixos, considerando como referência os cruzamentos de vias ou links, mais precisamente nos nós – como designação corrente na área de transportes” (BARROS, 2006, p. 42), conforme Figura 5.6.

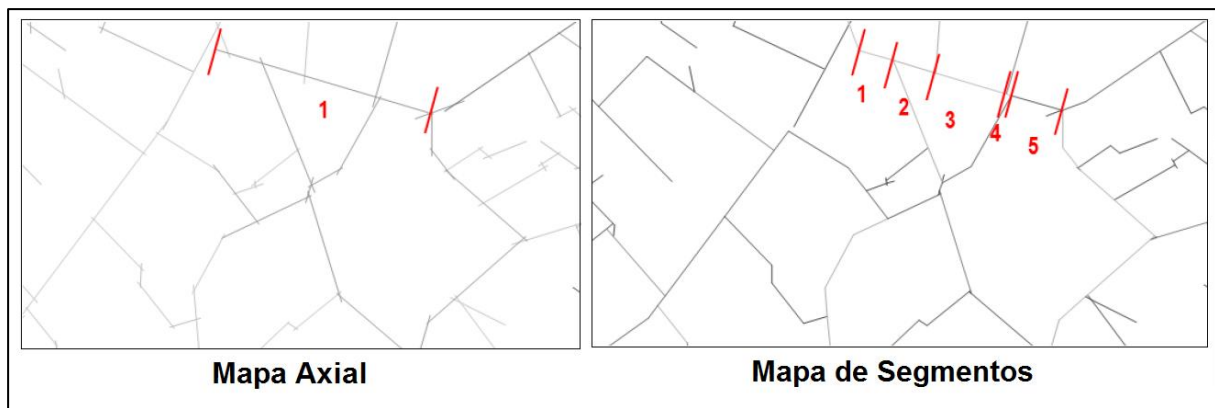


Figura 5.6. Construção mapa de segmentos
 Fonte: Loureiro (2016, p.81)

Portanto, aplicando-se a análise sintática por segmento, é possível identificar o potencial de movimento específico de cada um destes. Em estudos da área de transportes, no qual trajetos de linhas de transporte público e ciclovias não ocorrem ao longo de todo o eixo, mas sim em determinados segmentos, o uso do mapa de segmentos permite uma avaliação mais assertiva do potencial específico de cada segmento.

5.3 CONTRIBUIÇÕES DA SINTAXE ESPACIAL PARA O MODELO PROPOSTO

Os achados da pesquisa de Pereira *et al.*(2011, p.29-30) apontam para as seguintes considerações que corroboram as contribuições que se pretende captar da Sintaxe Espacial para o modelo que esta Tese se compromete em construir:

- Sistemas viários mais integrados e mais compactos (em termos topológicos e geométricos) tendem a proporcionar uma configuração urbana mais eficiente para o desempenho do transporte urbano motorizado com menores tempos médios de deslocamento. Isso reforça a ideia de que sistemas viários mais compactos e mais integrados seriam também economicamente eficientes, e ambientalmente menos agressivos (em termos energéticos e de emissão de poluentes);
- Intervenções viárias em grandes cidades deveriam ser orientadas para aumentar o grau de permeabilidade global dos seus sistemas de transporte.

Neste sentido, é possível deduzir que as variáveis da Sintaxe Espacial contribuem como identificadoras das causas dos benefícios mensurados nos atuais modelos de avaliação de projetos de mobilidade urbana. Corroborando estes achados e o modelo proposto desta Tese, Barros *et al.* (2008, p.13) também apontam a possível contribuição da Sintaxe Espacial à hipótese desta tese:

Os resultados oriundos tanto do mapa axial quanto do mapa de segmento permitem uma visualização mais precisa das relações de fluxo e movimento na cidade, o que

pode ser interpretado como auxiliar em ações e estratégias de circulação viária (BARROS *et al.*, 2008, p.13).

A abordagem e análise que a Sintaxe Espacial permite o enlace entre questões econômicas e sociais, vinculadas ao espaço urbano – local onde as intervenções dos projetos irão ocorrer. Por esse ângulo, pode-se avançar para a construção de um modelo que considere a Sintaxe Espacial como fonte de variáveis para a investigação da viabilidade de empreendimentos.

Mensurar benefícios sociais e econômicos para a região, bem como para toda a cidade torna a Sintaxe Espacial uma variável independente capaz de oferecer um campo teórico mais factível na orientação de seus indicadores, do que a adaptação de metodologias de benefício-custo. Enquanto a Sintaxe Espacial observa a cidade de forma global levando em consideração a disposição de cada eixo e as escolhas resultantes do movimento humano provável, as atuais metodologias de benefício-custo tem seu foco em uma metodologia baseada em tabelas de cálculos previstos, sem conhecimento algum das vicissitudes do objeto de avaliação – a cidade como resultado de interações humanas.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O resultado da aplicação da Sintaxe Espacial com o uso de mapas axiais permite compreender a lógica do movimento dentro das cidades, sob a ótica do indivíduo que vivencia o urbano. Essa visão da cidade, que difere das atuais estratégias de previsão de fluxos de origem-destino, pode apresentar resultados mais consistentes, pois permite enxergar como se dá o provável comportamento do movimento das pessoas na malha urbana, e conseqüentemente, seria possível identificar como novas intervenções urbanas alteram a concepção que as pessoas têm do novo desenho e assim, predizer como estas modificações influenciariam no provável novo comportamento deste movimento (BARROS, 2014).

Sendo possível comparar a Sintaxe Espacial e o sistema viário atual com o sistema viário projetado e as intervenções existentes no projeto, é passível de se identificar o impacto dos projetos de mobilidade urbana sobre a ótica das variáveis: Integração Global e Profundidade Média do sistema sendo as variáveis sintáticas utilizadas nesta tese. Melhorias nestas variáveis indicam que aquela malha está mais eficiente, aumentando desempenho dos meios de transportes, reduzindo tempos de viagens e melhorias, tanto econômicas quanto

ambientais, incorrendo em uma avaliação mais sofisticada e específica de benefícios sociais e econômicos que este projeto pode trazer para a sociedade, seus habitantes e transeuntes da malha urbana em questão. As variáveis possuem uma perspectiva de análise tanto global quanto local, ou seja, podem ser utilizadas para avaliar a cidade como um todo ou limitar-se a uma região em torno da intervenção urbana proposta no projeto. A modelagem deste estudo pretende utilizar as variáveis globais, dada a importância de observar o impacto dos projetos para toda a população das cidades, seguindo a lógica do PlanMob de obras que considerem toda a população, inclusive a de baixa renda. Sendo assim, uma análise local poderia causar a seleção de projetos em áreas específicas das cidades em detrimento das demais.

Ademais, com a Sintaxe Espacial é possível estabelecer a magnitude das alterações que intervenções dos projetos exercem sobre uma determinada malha urbana, sendo plausível a comparação entre as variações de outros projetos, e tornando-se duplamente, e sequencialmente aplicável: i) a Sintaxe Espacial verifica se aquele projeto promove melhora na malha, segundo as variáveis calculadas e; ii) a Sintaxe Espacial permite que magnitude desta variação sirva como comparação entre projetos. Projetos com variações positivas de maior magnitude podem promover magnitude maiores de benefícios, sendo factível escalonar projetos, priorizando-os sob a ótica de escolha do investimento.

Neste tocante, pode exercer uma influência mais assertiva ao modelo proposto do que as atuais metodologias de aferir e estimar possíveis benefícios das intervenções urbanas, que são utilizados nos modelos atuais, tais como redução de número de mortes e acidentes. As variáveis configuracionais da Sintaxe Espacial, tanto Integração Global e Profundidade Média, por sua natureza quantitativa não demandam a necessidade de aferir pecuniariamente seus valores, sendo possível configurar uma dimensão importante para a análise que se busca conceber.

6 MODELOS DE FONTES DE RECURSOS PARA FINANCIAMENTO DA MOBILIDADE URBANA

O objetivo deste capítulo é identificar as formas de financiamento como possíveis variáveis para compor a análise de tomada de decisão que esta Tese pretende construir. Para tanto, serão apontados os conceitos e experiências de estratégias de financiamentos e criar uma lógica de avaliação para transformá-los em variáveis. As fontes de recursos para a implantação de mobilidade urbana ao serem definidas nos projetos podem ser uma fonte de informação importante para identificar quão executável será o projeto que almeja transformar-se em empreendimento.

Neste sentido, é importante que o modelo proposto seja capaz de diferenciar projetos que apresentem propostas de financiamento para prover sustentabilidade financeira, tal qual uma garantia da execução e gestão da infraestrutura que está no escopo dos projetos que se pretende classificar e priorizar.

O capítulo será dividido na apresentação dos modelos de financiamentos existentes e em como estes modelos serão classificados para compor uma variável ao modelo de classificação e priorização.

6.1 EMPRÉSTIMOS

Os empréstimos não necessariamente são considerados modelos de financiamentos, mas são utilizados com muita frequência para compor as origens de recursos para o financiamento da construção de infraestrutura para mobilidade urbana. Dada sua relevância, serão inseridos no contexto da análise desta Tese. Para obras de infraestrutura, os empréstimos têm diversas fontes: Bancos Internacionais – como o *World Bank Group* (BIRD e AID) e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e; Bancos Nacionais – no caso do Brasil, o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Os empréstimos do *World Bank Group*, direcionados para transportes urbanos, vêm crescendo de forma considerável: na década de 1999-2009, comprometeu-se cerca de US \$ 7,5 bilhões em empréstimos para projetos de transporte urbano (Mitric, 2013). Também é possível que ocorram investimentos diretos do exterior. O Brasil já foi um importante receptor de investimentos diretos externos na área de infraestrutura, mas bem antes da crise de 2008 já vinha perdendo posições nesta área. Para Oliveira e Turolla (2013), possivelmente as causas estejam associadas à interferência política na área regulatória, excesso de intervencionismo, e, com menor foco, na eficiência e na competitividade.

Especificamente para atender a modalidade de empréstimo, via *Project Finance*, existe um serviço de garantia pelo BNDES. Internacionalmente, o *International Finance Corporation* promove empréstimos diretos em empresas privadas objetivando atrair outros recursos para países em desenvolvimento (Villela, 2013, p.71). Porém, Da Silva Filho (2014) aponta o grande risco que os empréstimos oferecem dada a volatilidade cambial e a sensibilidade das taxas aos cenários econômicos, em constante oscilação.

6.2 IMPOSTOS DESTINADOS AO TRANSPORTE PÚBLICO

Assim como os empréstimos, os impostos destinados não possuem uma lógica de modelo de financiamento, mas são apontados, com frequência, como fonte de manutenção dos sistemas de transportes ao redor do mundo, bem como a mobilidade urbana. Impostos destinados são impostos e taxas vinculados ao financiamento do transporte público, podendo-se destacar: (i) tributação adicional do preço do combustível (OLSEN e FEARNLEY, 2014); (ii) pedágios urbanos.

Além destas duas modalidades, existe o *Versement Transport* na França, um imposto extra sobre o salário dependendo do número de funcionários das empresas em cidades atendidas que se beneficiam das facilidades da infraestrutura de transporte implantado. Porém, Bouf e Hensher (2007) apontam uma série de externalidades causadas sobre os custos de produção e expansão urbana.

Estes impostos e taxas são comumente usados para manutenção da operação de transporte público, e como fonte de recursos para os subsídios. Além deste cunho financeiro, a perspectiva econômica ocorre em interferir na decisão de escolha entre o transporte público ao transporte privado, levando o usuário do transporte privado a ser onerado pela externalidade negativa que a escolha, pelo uso do automóvel, causa. Estes impostos são fundamentados em modelos *Second-Best Pricing*, que buscam transferir uma parte do custo social causado pelo uso de transporte individual motorizado.

6.3 TRIBUTAÇÃO ADICIONAL DE COMBUSTÍVEL

Conforme Olsen e Fearnley (2014), os impostos sobre os combustíveis destinados foi proposto na cidade de Trondheim, e uma variante do regime foi implantado em Tromsø, duas cidades na Noruega. O mecanismo é uma tributação adicional em áreas de maior congestionamento sobre o consumo de combustíveis dos automóveis particulares, cujo objetivo é a busca da criação de fundos para investimentos em manutenção das vias urbanas.

Mesmo não sendo específico em áreas de congestionamento, no Brasil existe a CIDE-Combustíveis, Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico, regulamentada pela Lei 10.336/2001, que entrou em vigor em janeiro de 2002, cujo principal objetivo do novo imposto seria, com os recursos arrecadados, a criação de um fundo para financiamento do setor de transportes, uma forma de financiar a grande necessidade logística nacional, para promover desenvolvimento econômico. Na forma de lei orçamentária seria destinado para: (i) pagamento de subsídios a preços ou transporte de álcool combustível, de gás natural e seus derivados e de derivados de petróleo; (ii) financiamento de projetos ambientais relacionados com a indústria do petróleo e do gás; e (iii) financiamento de programas de infraestrutura de transportes (DANTAS, 2008).

Em 2003, a Emenda Constitucional n. 42 determinou que 25% dos recursos da CIDE-Combustíveis fossem transferidos aos Estados e ao Distrito Federal e desse montante 25% devem ser repassados para os seus respectivos Municípios. Em 2004, o percentual de repasse sobe para 29%, conforme Emenda Constitucional n. 44. Desta forma, a CIDE-Combustíveis assumiu um papel importante como fonte de recursos para as municipalidades brasileiras investirem em mobilidade urbana.

Contudo, motivado por políticas macroeconômicas, para controle da inflação, a alíquota da CIDE-Combustíveis foi sendo reduzida, a partir de 2008 até ser zerada no ano de 2012, sendo reestabelecidas em 2015 as alíquotas, quando espera-se que os estados e municípios possam voltar a contar com o repasse.

6.3.1 PEDÁGIO URBANO

O uso de automóveis particulares em áreas de congestionamento causa custos sociais superiores aos custos individuais dos automóveis (ELGAR e KENNEDY, 2005). O custo do transporte de um carro adicional, para seu proprietário (custo marginal), é inferior ao custo

marginal efetivo que este causa no trânsito: o tempo, o custo do veículo, custo de manutenção marginal de outros usuários de automóveis, emissão de poluentes e influência de congestionamento. Apenas o tempo e custo do veículo são custos cobrados dos usuários de automóveis, sendo os demais considerados externalidade. Na Figura 6.1 são apresentados os efeitos do pedágio urbano, tais como a tributação do combustível.

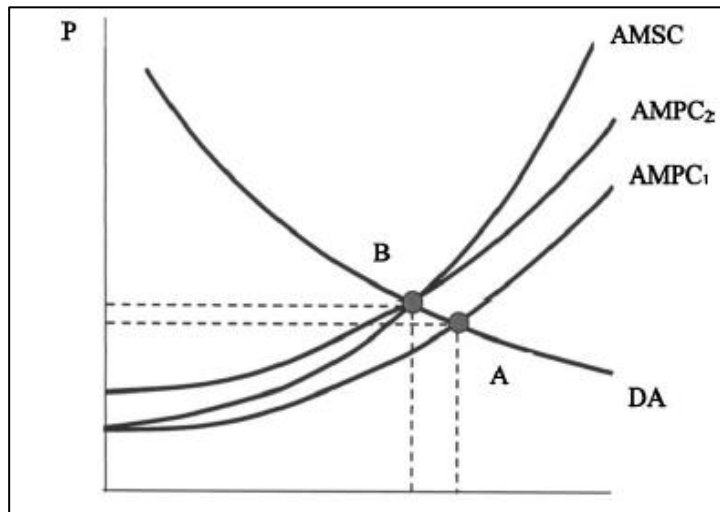


Figura 6.1. Efeitos do Pedágio Urbano
Fonte: ELGAR e KENNEDY (2005, p.74)

Sem impostos, a curva de custo marginal privado é $AMPC_1$, e com o imposto custo marginal para uso do automóvel é $AMPC_2$. O objetivo é aproximar o custo marginal do uso do automóvel para o custo marginal social, $AMSC$. O deslocamento do custo marginal particular do ponto A para o ponto B, é a determinação do custo marginal social que a escolha do carro causa (congestionamento, poluição, etc.).

O caso bem-sucedido de pedágio urbano é o *Congestion Charge* na cidade de Londres. Conforme Almeida e Oliveira (2013), o pedágio na região central de Londres, desde sua implantação em 2003, conseguiu atender seu principal objetivo: a redução dos congestionamentos, com a diminuição de 16% da circulação de carros, entre 2002-2007. Mesmo não sendo o objetivo principal, vale apontar que, como todas receitas deveriam ser destinadas à melhoria do sistema, observou-se que no biênio 2007/2008, as receitas superaram os custos do período, sendo 137 milhões contra 131 milhões de libras, respectivamente. Assim, foi possível realizar investimentos em melhorias para pedestres, ciclovias e demais equipamentos urbanos (ALMEIDA e OLIVEIRA, 2013).

Infelizmente, o sucesso obtido em Londres não ocorreu em outras cidades em que o sistema foi implantado, tais como Milão, Cingapura, Estocolmo, que, por outro lado, enfrentaram oposição da opinião pública, e dificuldade em estabelecer a tarifação. Já Hong Kong realizou um teste entre 1983-1985, mas não foi implantado (JOAQUIM, 2011).

6.3.2 GANHO EM VALORES DAS PROPRIEDADES (*LAND VALUE CAPTURE*)

Conforme Medda (2011), o objetivo central do ganho em valores das propriedades é recuperar o custo de capital do investimento no transporte, capturando o incremento no valor da terra resultante de investimentos em transportes. Estes são semelhantes aos impostos sobre a propriedade, mas são considerados os valores que derivam benefício financeiro com a oferta local de serviços públicos, seja melhorando acessibilidade oferecendo condições de uma mobilidade ativa, ou a construção de uma linha de metrô (OLSEN e FEARNLEY, 2014).

Neste contexto, Medda e Modelewska (2011) apontam três mecanismos para adquirir ganhos em valores de propriedades: (i) *Betterment Tax* (taxas de melhorias); (ii) *Tax Increment Financing* (financiamento do incremento do imposto), e; (iii) *Joint Development Mechanism* (mecanismo de desenvolvimento conjunto).

As taxas de melhorias (*Betterment Tax*) representam a mensuração da melhoria de acessibilidade, redução de congestionamento, cobradas diretamente aos proprietários de imóveis das áreas beneficiadas, cuja vantagem está na redução da carga de financiamento para realizar as melhorias.

O financiamento do incremento do imposto (*Tax Increment Financing*), por sua vez, é um mecanismo baseado no uso antecipado de futuros aumentos de receitas fiscais para financiar melhorias de infraestruturas através da captura de um aumento das receitas fiscais. Por último, mas não menos importante, o mecanismo de desenvolvimento conjunto (*Joint Development Mechanism*) é o mais simples dos três, visto que funciona com a cooperação e partilha dos custos entre o ente público e o privado, sendo uma colaboração que pode ocorrer nas diversas esferas do projeto: financiamento, construção, operação ou manutenção.

Exemplos de Captura de Valor da Propriedade são observados na Polônia (GDESZ, 2011) desde 1920, mais especificamente Chicago, Washington, Londres e Hong Kong os recursos são direcionados para investimentos e manutenção de transportes, conforme elencados no Quadro 6-1

Quadro 6-1. Exemplos de Implantação de Ganho em valores das propriedades (Land Value Capture)

Cidade	Mecanismo	Projetos
Chicago	Financiamento do incremento do imposto (<i>Tax Increment Financing</i>)	- Estação Washington Randolph recebeu US\$ 13,5 milhões em impostos fundos de incremento; - Metrô Dearborn Metro-Lake / Wells recebeu US\$1,2 milhões em impostos fundos de incremento.
Hong Kong	Taxas de melhorias (<i>Betterment Tax</i>)	Em 1982, o sistema metroviário da cidade, em seus 91km, já estava mostrando lucro, em parte devido ao aumento do valor da terra ao longo da linha de metro.
Washington	Mecanismo de desenvolvimento conjunto (<i>Joint Development Mechanism</i>)	Oferecem propriedades para uso residencial, comercial e de atividade comercial e desenvolvimento próximo e acima das estações. Além disso, venda e arrendamento de terras, bem como os direitos de ar. Os projetos de desenvolvimento conjuntas tinham gerado mais de US \$ 60.000 mil dólares em 1999. Em 2003, foi estimada em aumentar para USD \$ 150 milhões.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Medda e Modelewska (2011) e Medda (2011)

No tocante à aplicação deste mecanismo em território nacional, foi desenvolvido um estudo por De Cesare *et al.* (2003) que propõe a aplicação de Ganhos de Valores de Propriedade na cidade de Porto Alegre demonstrando-se viável sua aplicação. Contudo, tal estudo não aborda a alocação de recursos destinados ao ganho de valores promovidos pelo transporte, apenas remete a substituição do atual modelo de tributação – Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU).

É interessante observar a relação que estes mecanismos possuem com o uso do solo: os ganhos de valor suficientes para financiar a mobilidade urbana dependem essencialmente em uma revisão e reutilização do solo, aumentando seu uso e destinando a atividades que garantam uma renda extra tarifária ao sistema que se pretende implantar – tanto motorizado quanto não motorizado.

6.4 OPERAÇÕES URBANAS CONSORCIADAS

Outra ferramenta de financiamento, que pode ser contextualizada para o financiamento de investimentos em mobilidade urbana, é a Operação Urbana Consorciada, na qual seu principal objetivo é “requalificar uma área da cidade ou para implantar e/ou ampliar infraestruturas urbanas, por meio de intervenções, em áreas da cidade onde haja interesse imobiliário com demanda acima dos limites estabelecidos pela legislação urbanística” (CDURP, 2014, p.28). Na seção X do Estatuto das Cidades (Lei n.10.257/2001) as operações urbanas consorciadas

são definidas como:

o conjunto de intervenções e medidas coordenadas pelo Poder Público municipal, com a participação dos proprietários, moradores, usuários permanentes e investidores privados, com o objetivo de alcançar em uma área transformações urbanísticas estruturais, melhorias sociais e a valorização ambiental. (Lei nº 10.257/2001, Art. 32, §1º)

Nesta modalidade, o setor público, ao definir o zoneamento urbano, estabelece no Plano Diretor a relação entre área edificável e a área do terreno, sendo chamado de coeficiente de aproveitamento básico (CAB). Sobre o coeficiente de aproveitamento é oferecida a possibilidade de edificar acima do CAB, constituindo um potencial adicional construtivo, mediante a contrapartida, que é a Outorga Onerosa do Direito de Construir, conforme *Figura 6.2*.

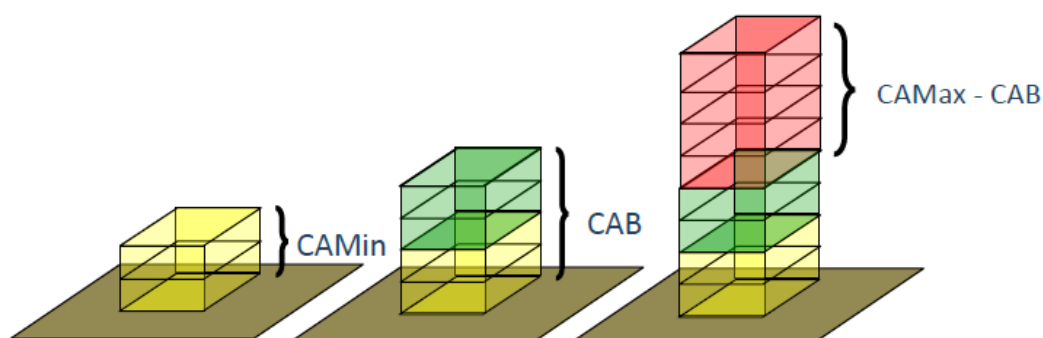


Figura 6.2: Representação dos Coeficientes de aproveitamento
Fonte: Maciel (2011, p.37)

A Operação Urbana Consorciada utiliza a Outorga Onerosa do Direito de Construir, tal qual um potencial adicional construtivo, e é convertido em títulos mobiliários, os Certificados de Potencial Adicional de Construção (Cepacs), utilizados como contrapartida para a Outorga de Direito Urbanístico Adicional (PESSOA e BÓGUS, 2008; CRUZ, 2013). Esses Cepacs são vendidos em leilões ou licitações públicas, sendo fiscalizados pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM).

É neste sentido que a Operação Urbana Consorciada extrapola o conceito de solo criado, visto que a emissão de Cepacs no mercado financeiro agrega uma alavancagem financeira para a construção da infraestrutura urbana que se pretende implantar na região determinada. Para Neto (2013), após alienados em leilão ou licitação pública, esses títulos podem ser negociados no mercado secundário e a baixa liquidez destes títulos no mercado secundário, demonstrou que nas ofertas destes títulos, a compra destes vem sendo feita exclusivamente por

incorporadoras e empresas imobiliárias que vislumbram empreender no local.

6.5 CONTRIBUIÇÕES DOS MODELOS DE FINANCIAMENTO PARA O MODELO PROPOSTO

Para utilizar as diversas formas de financiamento que foram apontadas como variáveis que se pretende construir, o Quadro 6-2 apresenta um comparativo remissivo, pontuando vantagens e desvantagens objetivando classificá-los.

Quadro 6-2. Comparativo Remissivo

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Empréstimos	Existência de Bancos de desenvolvimento internos e externos com recursos para mobilidade urbana	- Geração passivo para o contratante; - Comum que o orçamento do projeto seja subestimado, gerando mais dispêndios.
Tributação Combustível (CIDE-Combustíveis)	Distribuição dos recursos para todos os entes federados.	Com as diversas alterações, e até a redução à zero, provocou insegurança institucional. As municipalidades não sabem quando e até quando podem contar com o recurso.
Pedágio Urbano	- Geração de receita extra orçamentária, possível capacidade de financiar investimentos e custos da mobilidade urbana; - Apresenta capacidade na redução de congestionamentos;	- Oposição da opinião pública vem dificultando a implantação em diversas cidades do mundo; - Ainda não aplicado no Brasil.
Ganho em Valores das Propriedades	- Não representa aumento de dispêndio público – governo e cidadão: apenas ocorre a captura da valorização das propriedades provenientes da melhoria da mobilidade urbana - Geração de Receitas para diversas fases do projeto: financiamento, implantação, operação e expansão; - Forte relação entre transportes e uso do solo	- No Brasil, ainda não está claro sua participação na arrecadação do IPTU.
Operações Urbanas Consorciadas	- Alavancagem financeira para financiamento, sem necessidade de especulação imobiliária; - Revitalização e reordenamento de áreas específicas;	- O <i>rent-seeking</i> pode provocar gentrificação; - Mesmo com a alta capacidade de captar volumes vultuosos de recursos na operação financeira das Cepacs, não há foco na geração de receitas na exploração econômica das OUC.

É possível identificar, que dentro do que a Lei 12.587/2012 define como fontes de financiamento não tarifárias, as formas de financiamento podem ser categorizados, e conforme a Figura 6.3, classificados entre as que geram receitas sem dispêndio público.

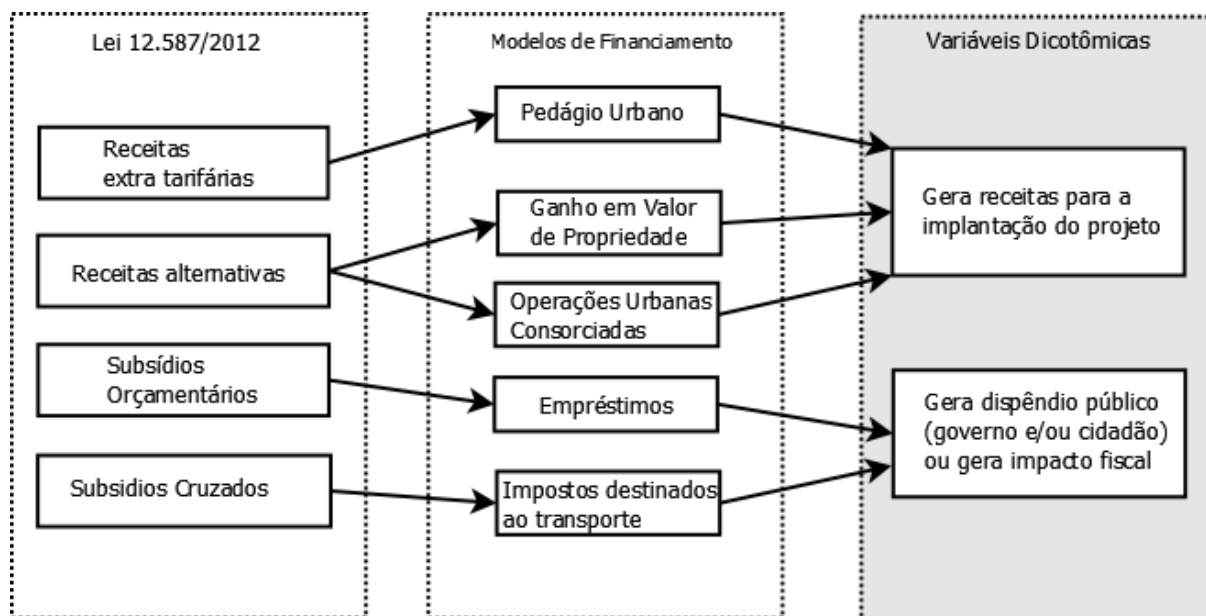


Figura 6.3 - Categorização dos modelos de financiamento

Essa categorização dos projetos em duas variáveis dicotômicas permite verificar a sustentabilidade financeira dos projetos, independente do modelo adotado. O importante é que transformados em dados de saída como valores de uma variável que identifique o financiamento, seja possível diferenciar os projetos que possuem a preocupação de serem financiados por geração de receitas, e os que, de forma direta ou indireta, geram dispêndio público.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Na busca de financiamento necessário para prover investimentos em mobilidade urbana, seja na construção ou operação do transporte público, é possível elencar as formas de financiamento como: subsídios, empréstimos, impostos destinados e ganhos de valores de propriedades. Em sua grande maioria são utilizados em diversos países, bem como no Brasil, como mecanismos de viabilizar a participação de parceiros privados, conforme apontamento de Olsen *et al.* (2011) e Olsen e Fearnley (2014).

Cabe ressaltar, que estas alternativas são praticadas quando os recursos orçamentários

ordinários dos cofres públicos são insuficientes, além de que, é possível que alternativas sejam associadas, a depender do modelo definido pelas autoridades governamentais.

Dentre estas formas de financiamento, a única que o fluxo de recursos segue caminho contrário do que se pretende apresentar, ou seja, recursos públicos para financiar a participação iniciativa privada, e não o contrário são os subsídios. O objetivo do subsídio, basicamente é cobrir a diferença entre as receitas das tarifas cobradas pelos passageiros e os custos do sistema. A função do subsídio habita no argumento redistributivo para garantir menor tarifa e aumento da frequência do uso dos transportes públicos (DREVS *et al.*, 2014).

Desta forma, os projetos que não deixam claro as fontes de financiamento, ou que, quando apresentam, pautam-se em subsídios, a sustentabilidade financeira do projeto fica comprometida. Por outro lado, projetos que demonstram as fontes de recursos que não geram dispêndio público ou desequilíbrio fiscal, devem ser diferenciados no modelo que se pretende construir. Para tanto, uma variável dicotômica irá distinguir estes dois tipos de projetos, de modo a contribuir para a construção do modelo de classificação e priorização deste estudo. A classificação em variáveis dicotômicas pretende identificar quais formas de financiamento são desejáveis, que são as que geram receitas para a implantação dos projetos, e os não desejáveis, que são os projetos que geram impacto fiscal ou dispêndio público.

7 ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL (EMD)

O objetivo deste capítulo é de apresentar a ferramenta estatística capaz de trabalhar com as variáveis apresentadas nos capítulos anteriores: variáveis da avaliação econômica, modelos de fontes de financiamento e as variáveis espaciais da morfologia urbana utilizando a Sintaxe Espacial. Como são variáveis de dimensões díspares, oferecendo dados de saídas em escalas distintas, faz-se necessário a utilização de uma metodologia de análise multivariada para que torne possível inseri-las no modelo proposto.

7.1 DEFINIÇÃO DE ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL (EMD)

Conforme apontam Machado, *et al.* (2011), as técnicas de Escalonamento Multidimensional são desenvolvidas para realizar representações espaciais de objetos e estímulos complexos sobre como as pessoas fazem julgamentos, que representam cada objeto, a exemplo de um ponto em um espaço dimensional. Para Esmalifalak *et al.* (2015) e Hair *et al.* (2009) este método é mais apropriado para atingir dois objetivos: (i) como uma técnica exploratória pode identificar dimensões não reconhecidas e que afetam o comportamento; (ii) como um meio de obter uma avaliação comparativa entre objetos ou entre conjuntos de objetos.

Historicamente, o uso de *Escalonament Multivaria* tem sua origem na filogenia com estudos seminais de R. Fisher (1922) e A. Boyden, (1931), conforme Herdeiro (2012). Mas o EMD tal como existe hoje só foi possível com as contribuições de Shepard (1962) e Kruskal (1964); o primeiro possibilitou soluções métricas, sendo possível a relação ordinal entre proximidade e distância; o segundo, Kruskal, aprimorou a técnica tal qual um ciclo: partindo da transformação da matriz de proximidades e uma matriz distância para encontrar coordenadas aleatórias, promovendo comparação entre as proximidades com as distâncias, alcançando as disparidades [BEVILACQUA, 2004; SOUZA, 2010]. Desde então, observou-se o uso do EMD em diversas áreas, “Ciências Sociais Aplicadas, Biológicas e Ciências Exatas, comprovam a versatilidade deste método” (SOUZA *et al.*, 2010, p.5).

Desde então, é possível identificar, bibliometricamente, uma expansão do uso de Escalonamento Multidimensional em estudos que envolvem diversas análises, bem como a financeira, conforme o Quadro 7-1 aponta.

Quadro 7-1. Relação de estudos que utilizaram EMD na área de finanças

Aplicação de Escalonamento Multivariado	Autores
Desenvolvimento de uma nova proposta de segmentação para o setor bancário, comparando políticas de aplicação, captação e formação de resultados dos bancos brasileiros.	Savoia e Gonzalez (2006)
Análise de empresas do setor de combustíveis para mensurar similaridade destas empresas com base no retorno sobre patrimônio líquido e remuneração de executivos.	Cooper e Schindler (2003)
Criação de modelo para prever a falência de empresas do Reino Unido, considerando como dados os índices financeiros de Alavancagem Financeira, Liquidez, Fluxo de Caixa Operacional, Rentabilidade e Atividade.	Neophytou e Molinero (2004)
EMD aplicado para identificar as principais características do processo orçamentário de indústrias situadas na Região Metropolitana de Salvador.	Suzart et. al. (2009)
Uso de EMD como estudo complementar à análise financeira tradicional para identificar o desempenho financeiro de organizações hospitalares brasileiras.	Souza et. al. (2010)
Uso de EMD para percepção de riscos socioambientais considerando tecnologias, substâncias, hábito, meios de transporte, eventos climáticos e geológicos extremos, poluentes e doenças endêmicas	Cardoso Junior e Scarpel (2010)

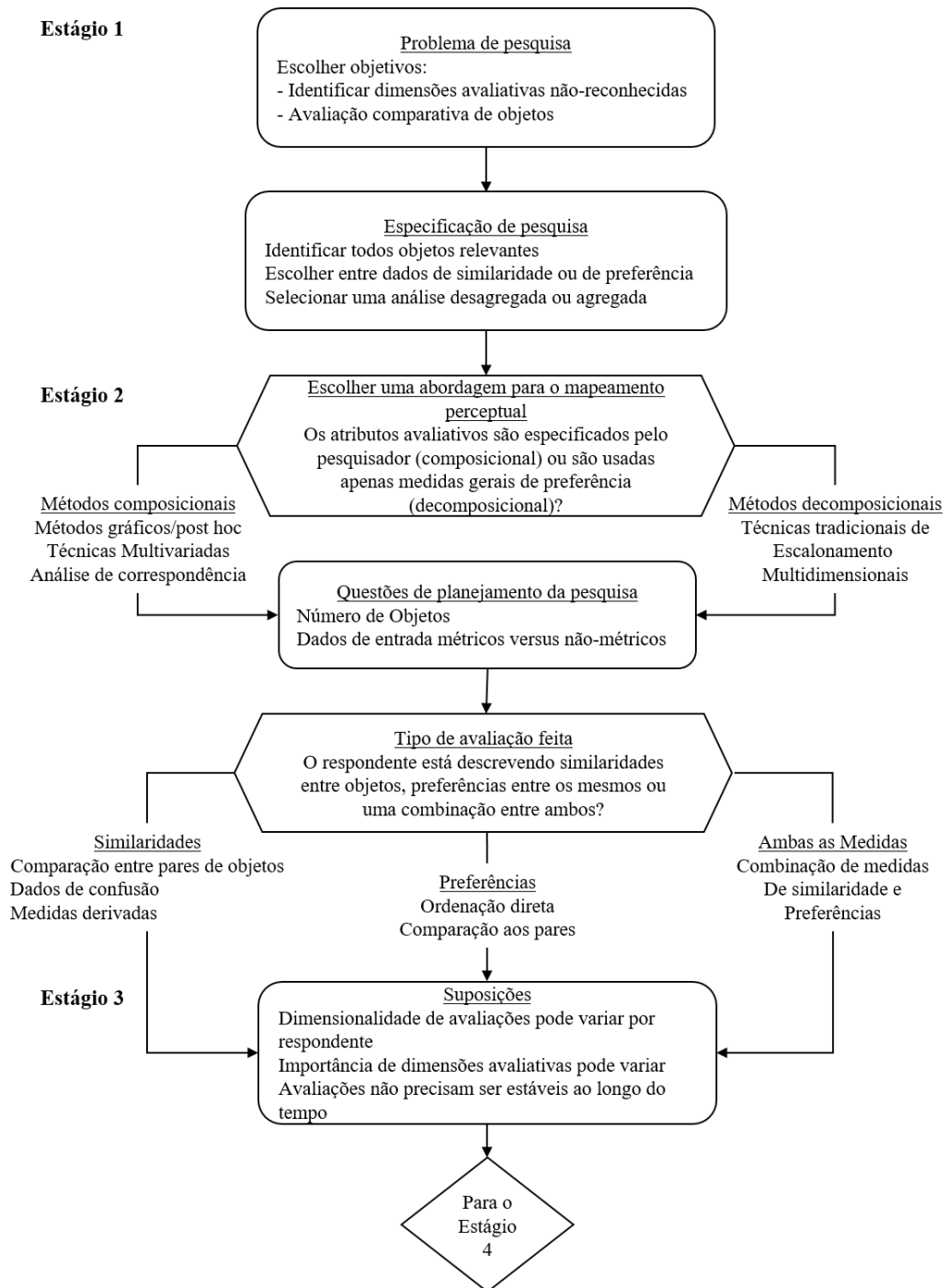
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Souza *et. al.* (2010), Cardoso Junior e Scarpel (2010) e Suzart *et. al.* (2009)

Machado *et al.* (2011) apontam que o fator que distingue o EMD de outras técnicas semelhantes é que em EMD não há preconceitos sobre quais fatores podem conduzir cada dimensão. Isso ocorre por este método “não empregar uma variável estatística. No lugar disso, as variáveis que formariam a variável estatística são inferidas a partir de medidas globais de similaridade entre os objetos” (Hair *et al.*, 2009, p.488). Por isso, os únicos dados necessários são uma medida para a semelhança entre cada par possível de objetos em estudo, tendo como resultado a transformação dos dados em medidas de similaridade que podem ser representados pela distância euclidiana em um espaço de dimensões desconhecidas.

Para Esmalifalak *et al.* (2015) a análise EMD ocorre por meio de três decisões fundamentais: (i) selecionar os objetos que serão analisados; (ii) decidir semelhanças ou preferências que devem ser analisadas e, finalmente; (iii) escolher se a análise será realizada no grupo ou nível individual.

O produto desta metodologia é o mapa perceptual, uma representação visual dos objetos em duas ou mais dimensões, que representam “níveis opostos de dimensões nos extremos dos eixos X e Y, como 'doce' a 'azedo' nos extremos do eixo X e de 'caro' a 'barato' nos extremos do eixo Y” (HAIR *et al.*, 2009, p. 483). Cada objeto terá uma posição espacial no mapa perceptual referente à similaridade relativa aos outros objetos dispostos no mesmo mapa perceptual.

Os passos para uma estrutura de decisão devem ser considerados para que, dentro “das técnicas de mapeamento perceptual possam ser aplicadas e os resultados, avaliados” (Hair *et al.*, 2009, p.483) e ocorra a escolha do melhor método de construção do mapa perceptual. A Figura 7.1 demonstra os seis estágios propostos por Hair *et al.* (2009) para identificar a melhor metodologia a ser adotada, EMD ou outras ferramentas de análise multivariada, a partir do objetivo da pesquisa que se pretende desenvolver.



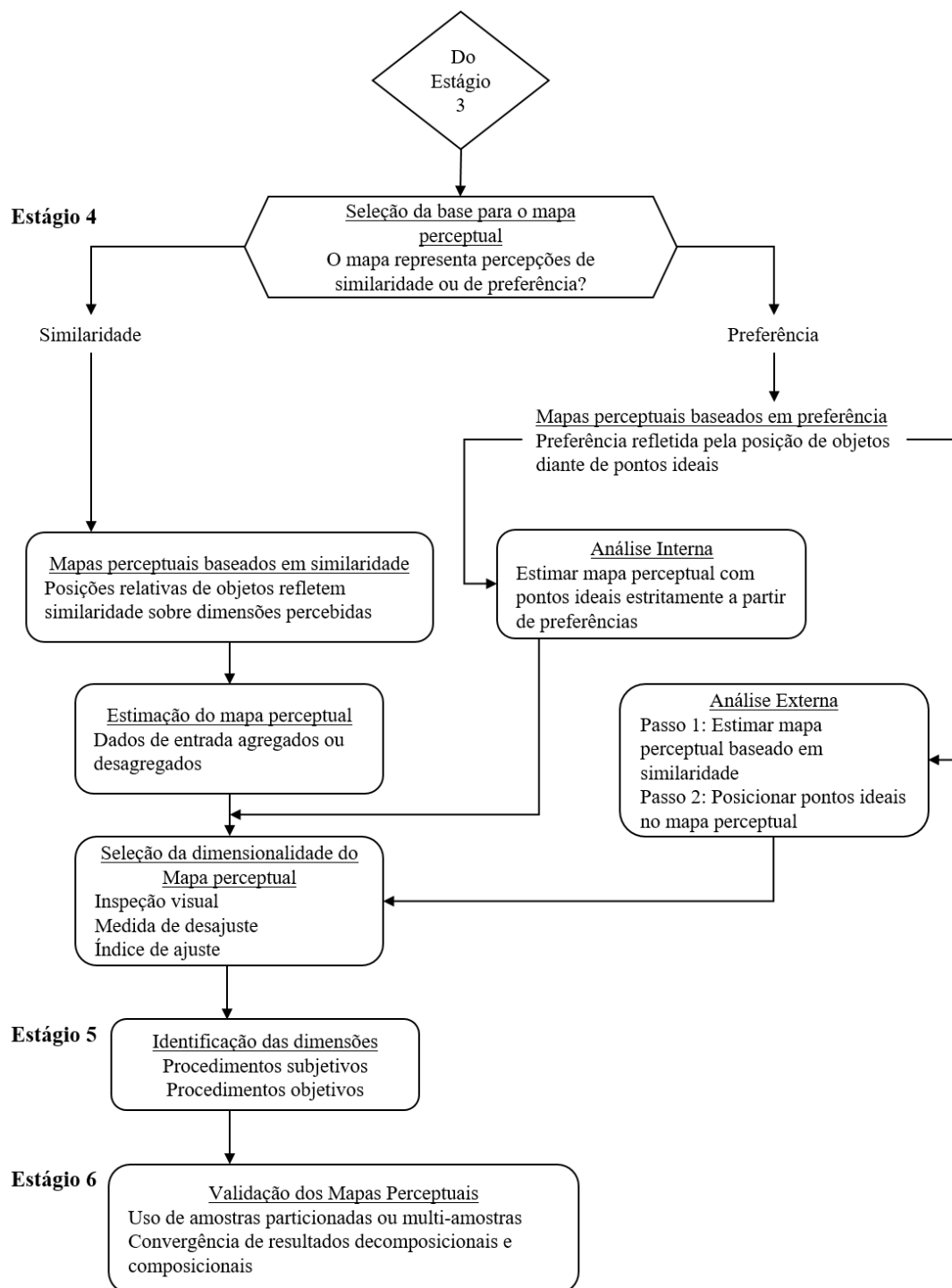


Figura 7.1. Estágios no diagrama de decisões do escalonamento multidimensional
Fonte: Hair et al. (2009)

Buscando utilizar o EMD para priorizar os objetos (projetos de mobilidade) classificando-os, o caminho escolhido seguirá para a escolha pelo método tradicional de escalonamento multidimensional, que permite trabalhar com a identificação geral dos objetos, convergindo para a construção de mapas perceptuais de similaridade com dados de entrada desagregados a

partir de matrizes de dissimilaridade entre as variáveis de cada objeto (projeto de mobilidade).

7.2 CONCEITOS

O Escalonamento Multidimensional (EMD) busca representar medidas de proximidade entre objetos de tal forma que seja possível uma inspeção visual, incorporando dimensões suficientemente capazes de representar a similaridade ou dissimilaridade entre os pares de objetos (SOUZA, 2010).

A medida de distância usualmente utilizada em EMD é a distância Euclidiana. Conforme Esmalifalak *et al.* (2015), a métrica euclidiana é uma função $d: \mathbb{R}^M \times \mathbb{R}^M \rightarrow \mathbb{R}$ que designa a quaisquer dois vetores (objetos, indivíduos, projetos) $i = i_1, \dots, i_m$ e $j = j_1, \dots, j_m$ e $m = 1, \dots, M$ espaço dimensão, que dará a distância entre quaisquer dois vetores. Matematicamente, a distância Euclidiana entre o vetor de i e j podem ser definidos da seguinte forma:

$$d(i, j) = \sqrt{\sum_{m=1}^M (i_m - j_m)^2} \quad (7)$$

onde:

$M = 1, 2, \dots, m$

$i_m =$ valor da variável m para o vetor i

$j_m =$ valor da variável m para o vetor j

Cardoso Junior e Scarpel (2010, p.6) apontam que o Escalonamento Multidimensional produz uma Matriz das distâncias d_{ij} e procura encontrar a disposição dos pontos no espaço com M -dimensões, “de tal forma que as coordenadas dos n pontos ao longo das dimensões produza uma matriz de distâncias Euclidianas cujos elementos estão tão próximos quanto possível aos elementos da matriz de distâncias”. A diferença entre essas duas matrizes representa um ruído dada a imprecisão na medida, e conforme Souza (2010), quantificável pela soma de todos os erros sobre os pares (i, j) , definido por Kruskal (1964) por nível de Stress.

O nível de Stress representa a fidedignidade do modelo, “medida semelhante ao coeficiente de correlação, mensurando quanto seria ruim a diferença entre as medidas de proximidade e as correspondentes distâncias” (BEVILACQUA, 2004, p.48). Para medir o nível de Stress, existe disponíveis o Modelo de Stress, conforme Equação 8:

$$Stress = \frac{\sum_{ij}(\delta(ij)-d_{ij})^2}{\sum d_{ij}^2} \quad (8)$$

Onde:

$\delta(ij)$ = dissimilaridade entre os i-ésimos e o j-ésimos objetos;

d_{ij} = distância original entre os i-ésimos e o j-ésimos objetos

É interessante observar na Equação 8 que à medida em que a dissimilaridade aproxima-se da distância original entre os objetos i e j, menor é o Stress; e o oposto irá demonstrar que a quantidade de dimensões utilizadas para estimar a dissimilaridade encontra-se insuficiente, mesmo que com duas dimensões torne melhor a visualização para a análise. Contudo, o número de dimensões também depende do número de objetos avaliados, sendo interessante adotar “um número de objetos quatro vezes maior do que o de dimensões” (HAIR *et al.*, 2009, p.496).

Para auxiliar a definição da quantidade de dimensões suficientes, os métodos *Elbow Criterion* e o Diagrama de Shepard atendem aos testes adotados na bibliografia de EMD e amplamente utilizados. O *Elbow Criterion*, ou Teste do cotovelo, relaciona o Stress de Kruskal com a dimensionalidade. Ao identificar uma formação convexa, ou seja, uma ruptura na relação, há indicativo para a melhor quantidade de dimensões, conforme Figura 7.2.

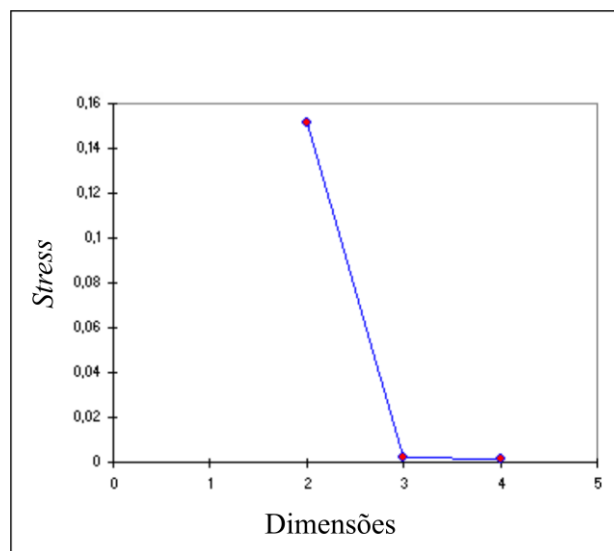


Figura 7.2. Definição da Dimensão (*Elbow Criterion*)

Fonte: XLStat (2016)

Conforme Figura 7.2 o número de dimensões ideais é encontrado na parte convexa do gráfico, onde existe a formação de um “cotovelo”, que dá nome ao método, indicando que três dimensões são suficientes.

O outro método, Diagrama de Shepard, que conforme Cardoso Junior e Scarpel (2010) é representado por um gráfico de dispersão dos pontos em uma regressão monotônica em que quanto mais os pontos estão espalhados, menos o mapa escalonamento multidimensional é confiável. Assim sendo, se o *ranking* de abscissa for respeitado em ordenadas, o gráfico é confiável, por outro lado, se os pontos estão na mesma linha, então a qualidade é perfeita (XLSTAT, 2016). Na Figura 7.3 pode-se observar dois resultados distintos para o Diagrama de Shepard.

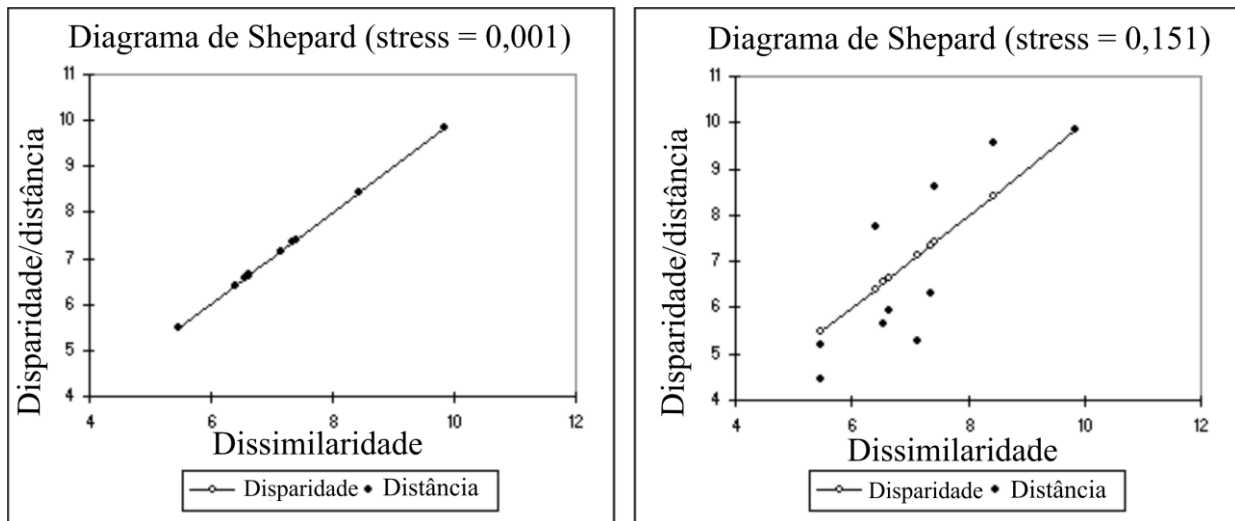


Figura 7.3. Dois exemplos de Diagrama de Shepard
 Fonte: XLStat (2016)

Na Figura 7.3, o primeiro diagrama (da esquerda), um exemplo hipotético de três dimensões que possui um valor de stress 0,001, o diagrama de Shepard apresenta uma baixa dispersão entre disparidade e distâncias, enquanto no segundo (da direita), do mesmo exemplo hipotético, mas com duas dimensões que o stress é de 0,151, apresenta mais dispersão das distâncias causando uma menor confiabilidade deste em relação ao primeiro.

Após o cálculo das distâncias entre cada par de pontos, obtido o nível de Stress entre as distâncias e as disparidades, sendo este Stress considerado alto, os pontos deverão ser movidos para minimizar o Stress; caso o Stress esteja baixo, o Mapa Perceptual poderá ser construído, conforme a quantidade de dimensões aceitas pelo nível de Stress, Diagrama de Shepard e teste do “cotovelo”. A Figura 7.4 representa um exemplo de Mapa Perceptual de duas dimensões, e a Figura 7.5 retrata um mapa perceptual de três dimensões.

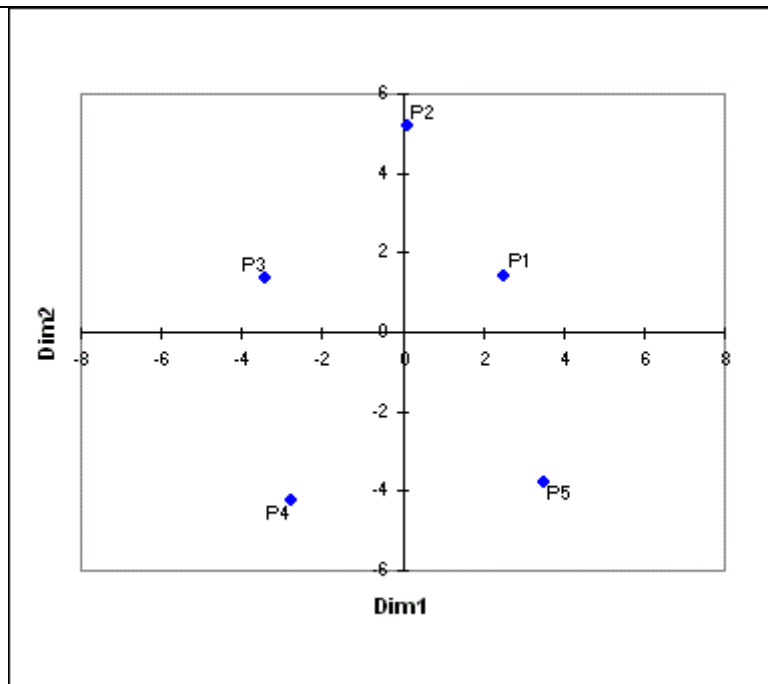


Figura 7.4. Mapa Perceptual com duas dimensões
 Fonte: XLStat (2016)

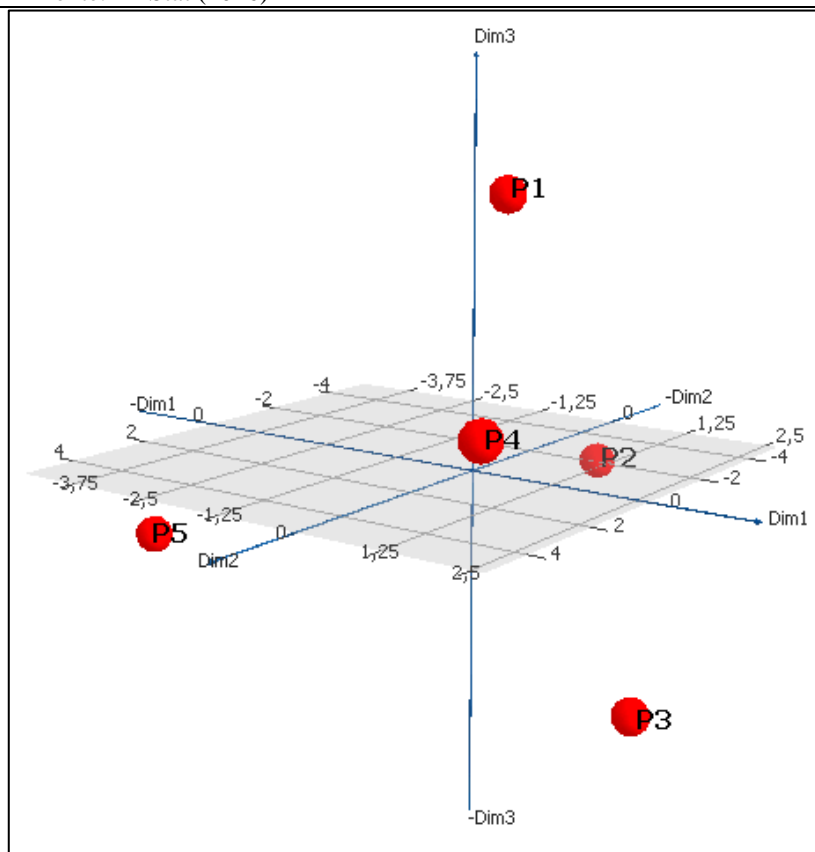


Figura 7.5. Mapa Perceptual com três dimensões
 Fonte: XLStat (2016)

A Figura 7.4 e Figura 7.5 apresentam os projetos hipotéticos P1, P2, P3, P4 e P5, distribuídos no mapa conforme a distância entre todas as respectivas variáveis. Quando for necessária a

utilização de quatro ou cinco dimensões, a representação gráfica destas demais dimensões podem seguir uma escala de cores, ou o tamanho das esferas que representam os projetos.

O EMD busca alocar dentro dos quadrantes do espaço cartesiano os pontos que representam os projetos priorizando a busca das melhores possibilidades de distâncias que retratam a dissimilaridade entre eles. Isso significa que um ponto que esteja em um quadrante com tripla ordenada negativa (-x, -y, -z) não necessariamente represente um projeto ruim, pois serão os Pontos Ideais que representarão a referência para a distância relativa entre projetos – aqueles representados por pontos distantes dos Pontos Ideais definitivamente são ruins.

7.2.1 PONTO IDEAL (PI)

Os mapas perceptuais, tais quais os apresentados na Figura 7.4 e 7.5, representam quão distantes os objetos estão uns dos outros, indicando a dissimilaridade entre eles, mas a disposição espacial não indica qual o melhor ponto, ou qual deverá ser o critério de seleção e priorização. Para Hair *et al.* (2009) alcançar este fim é possível com a inclusão de um ponto que represente a combinação perfeita entre os atributos, indicando um objeto ideal que sirva de referência para identificar quão distante os objetos estão do ponto ideal (PI), conforme demonstra a Figura 7.6.

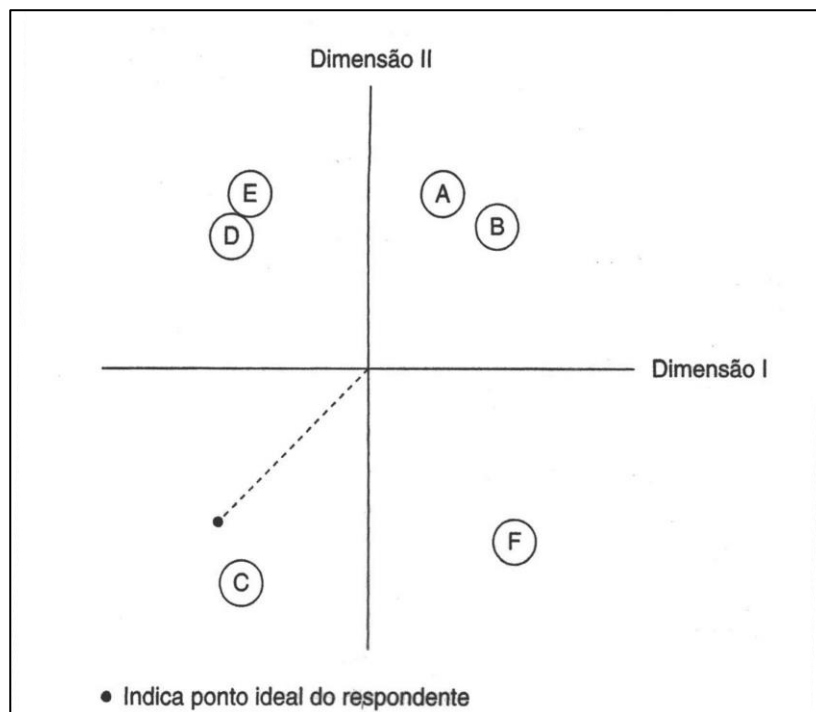


Figura 7.6. Ponto Ideal no Mapa Perceptual
Fonte: Hair *et al.* (2009, p.501)

Na Figura 7.6 existe um ponto ideal que foi construído a partir dos interesses de um ponto que

representasse as melhoras características esperadas. Observando este mapa a proximidade com o ponto ideal vai identificar a ordem de preferência entre os pontos do mapa. Neste caso, a ordem seria C, F, D, E, A, B, sendo C o de maior preferência e B o de menor preferência. O método utilizado foi a representação pontual, que é o método mais facilmente compreendido, pois usa a distância euclidiana, ou seja, uma distância em linha reta para ordenar a preferência (HAIR *et al.*, 2009, p.503).

Desta forma, com a inserção de ponto ideal é possível escalonar preferência, sendo possível identificar os pontos que mais tenham prioridade que os outros, dado um determinado grupo de características para cada ponto.

Outra característica que torna essencial a existência de um Ponto Ideal é que este, dentro do modelo que este estudo pretende desenvolver, representa o conjunto de características que um projeto de mobilidade urbana possa significar em relação ao desejo de soluções para aquele momento específico.

Neste sentido, se durante o processo de seleção dos projetos o mapa perceptual representar que todos os projetos em questão, representados como objetos, estão distantes do Ponto Ideal, permite o gestor responsável pela seleção de identificar que nenhum vai atender os objetivos esperados. Assim, evita-se o risco de escolher o melhor projeto dentre um conjunto de projetos ruins, ou distantes do que se pretende alcançar com o investimento.

7.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo teve por objetivo apresentar a possibilidade de avaliar variáveis de distintas naturezas utilizando a Análise Multivariada Escalonamento Multidimensional. O grande benefício desta metodologia é a não necessidade de converter os benefícios esperados em variáveis financeiras para compor a análise, o que se acredita que trará um ganho de qualidade por manter a natureza das variáveis.

Em comparação com as demais abordagens de análises multivariadas amplamente utilizadas em transportes, tais como Análise de Clusters, a vantagem do Escalonamento Multidimensional está em conseguir oferecer condições de encontrar tanto a similaridade quanto a dissimilaridade, o que torna possível além de escolher os melhores projetos, poder identificar quais, na sua individualidade, podem ser priorizados nas escolhas.

A possibilidade de criar um Ponto Ideal para nortear esta escolha é outro ponto importante do Escalonamento Multidimensional como um método de escolha com mais possibilidades que a Análise Multicritério, visto que todos os projetos podem ser comparados com um projeto

ideal que contenha a subjetividade esperada, mas descartando a subjetividade indesejada dos tomadores de decisão e identificar o quão distante o grupo de projetos possa estar do ponto ideal.

8 METODOLOGIA PARA ANÁLISE E PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA

Até então, nos capítulos anteriores, foram apresentadas as dimensões que o modelo pretende alcançar em sua avaliação: viabilidade econômica, configuração urbana e modelos de financiamento. Para conseguir utilizar todas estas variáveis, o EMD foi apontado como a ferramenta estatística capaz de associar estas dimensões de avaliação de acordo com os objetivos desta pesquisa. Desta forma, neste capítulo é apresentado o modelo de avaliação multidimensional para os projetos dos PDTMs, para classificação e priorização destes projetos.

8.1 PRESSUPOSTOS DO MODELO E SEU DESENHO METODOLÓGICO

O modelo de avaliação que se pretende propor, tem como pressuposto, que os benefícios estimados em análises CBA podem ser compreendidos tal como efeitos de um processo de causa e consequência, sendo que a configuração urbana pode contribuir com a formação de congestionamentos, número de acidentes, população atendida, tempo de viagem e consumo de combustível, entre outros. Portanto, entender as melhorias de configuração urbana à luz das mudanças provadas pelos projetos nos mapas de segmentos, que apresenta uma aplicabilidade maior à análise em pesquisas de Transportes do que o mapa axial (BARROS, 2006; 2014), é olhar para a potencialidade do movimento das pessoas, e, por conseguinte, as reais necessidades potenciais das cidades e a influência dos projetos neste processo.

Outro pressuposto que fundamenta a proposição deste novo modelo está na necessidade de indicar a sustentabilidade financeira do projeto, sendo importante priorizar projetos que não causem impactos fiscais e tarifários. Atualmente, o Ministério das Cidades utiliza como critério de desempate entre projetos a priorização aquele que apresenta o maior valor em contrapartidas, mas não considera as origens dos recursos. No entanto, acredita-se que mais do que priorizar os projetos pelo porte da contrapartida, é identificar o quão sustentável é a fonte dos recursos que será comprometida para a conclusão dos projetos selecionados.

Esses dois novos conceitos, somados às análises financeiras e econômicas utilizadas atualmente nos PDTMs, servem como fonte de origem dos dados de entrada para o tratamento estatístico. Na Figura 8.1, é representada a estrutura do método de classificação e priorização,

dividida em oito etapas para permitir a classificação e priorização da amostra a partir dos mapas perceptuais, que apontam a distância relativa dos projetos, considerando o conjunto de variáveis proposto.

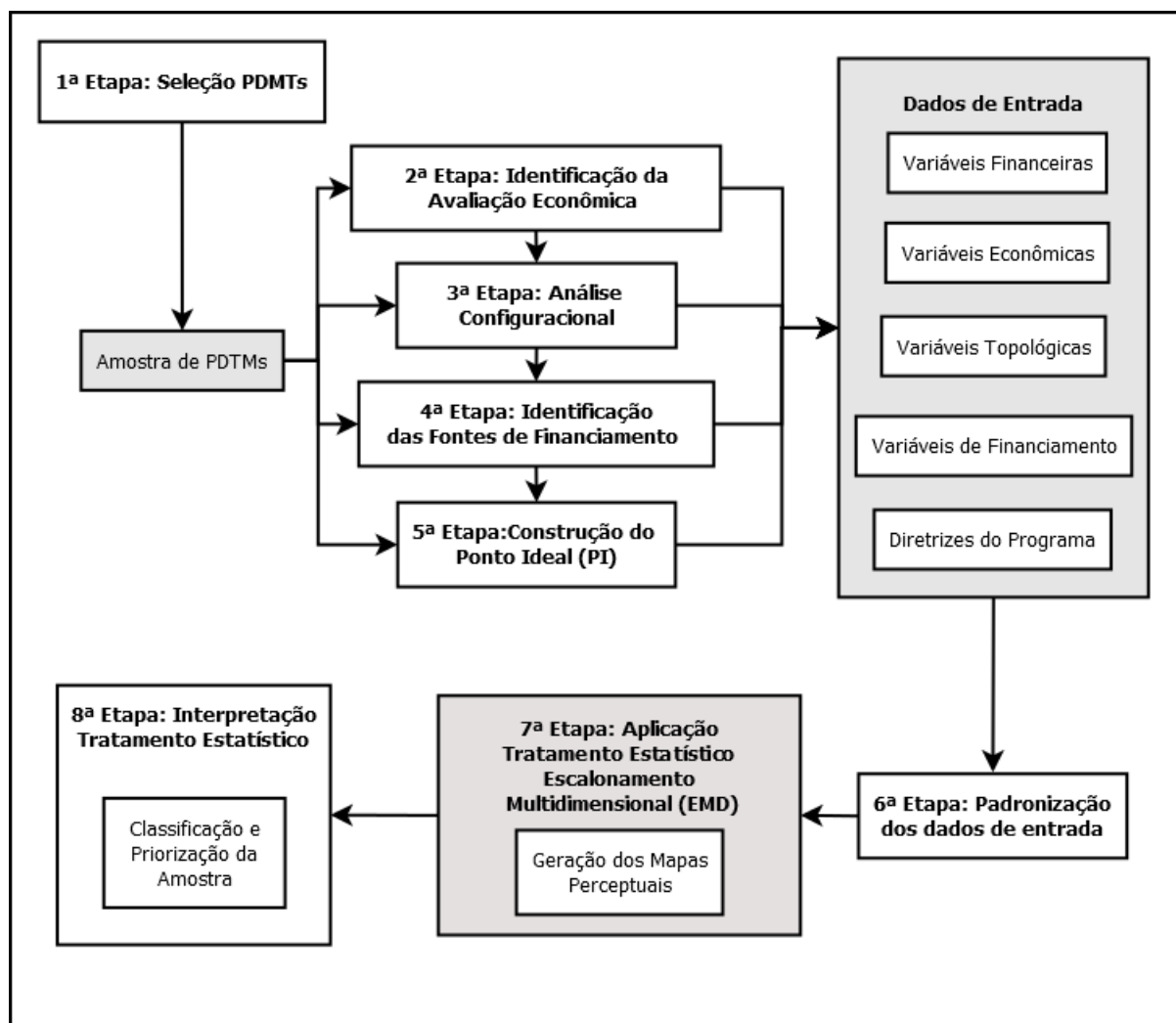


Figura 8.1- Estrutura do método para classificar e priorizar os projetos

8.2 PRIMEIRA ETAPA: SELEÇÃO DOS PDMTS

A seleção dos PDMTs para a composição da amostra terá como fonte um determinado programa para financiamento de infraestrutura de mobilidade urbana. Essa ideia segue o processo atual adotado pelo Governo Federal em habilitar municípios conforme a característica definida em diretriz do programa.

Nada impede que o modelo possa ser utilizado pelos demais entes federados para uma seleção prévia de seus projetos, aumentando assim o potencial de sucesso em arrecadação de recursos. Até mesmo as prefeituras podem, durante o processo de planejamento de seus PDMTs,

acolherem as sugestões da população – durante o processo de participação popular – e identificar os projetos mais hábeis a atender às expectativas da população.

8.3 SEGUNDA ETAPA: IDENTIFICAÇÃO DA AVALIAÇÃO FINANCEIRA E ECONÔMICA

Os PDMTs precisam apresentar os resultados econômico-financeiros dos projetos, utilizando “indicadores de viabilidade já consagrados na análise econômica: taxa interna de retorno (TIR), relação benefício/custo (B/C) e valor presente líquido (VPL)” (PLANMOB, 2015, p.161). Para desenvolver esta etapa, serão utilizados, como variáveis financeiras e econômicas, os resultados encontrados para estes indicadores em seus respectivos projetos.

Contudo, é possível que ocorram conflitos entre Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL), apresentando resultados que classificam projetos de forma distinta, porque em determinadas condições um projeto com maior TIR em relação a outro pode apresentar classificação distinta utilizando o método VPL. Existe na literatura a sinalização de optar pelo método VPL [ASSAF NETO, 2011; BRIGHAM e EHRTHARDT, 2012] visto que o cálculo do VPL positivo de um projeto ($VPL > 0$) indica que o projeto vale mais do que custa, maximizando a geração de riqueza de uma empresa. Contudo, dois motivos justificam a inclinação na decisão do uso da TIR, conforme Barbosa (2005): (i) evidências apontam por uma preferência da TIR como ferramenta em análises financeiras, e (ii) O VPL é a melhor opção caso não exista restrição de capital. Mesmo que o motivo “ii” seja suficiente para a escolha, é importante sinalizar que os projetos não buscam a maximização de riqueza de uma empresa, mas sim, a maximização dos benefícios que o sistema irá oferecer.

Como variável que contribua à análise econômica, essa sim que se pretende maximizar, a razão benefício/custo não só atenderá esta demanda de análise econômica, como também suprirá a ausência do uso do VPL, visto que é um indicador progênie da razão benefício/custo.

8.4 TERCEIRA ETAPA: ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE SEGMENTOS

Para atender o objetivo desta etapa, a construção dos mapas de segmentos contribui na geração de variáveis topológicas sobre as condições da configuração urbana e as possíveis melhoras que os projetos realizam às intervenções nesta configuração. As variáveis utilizadas serão Integração Global e Profundidade Média Global, por representarem os impactos das

intervenções em todo o sistema, identificando quão integrado é o sistema e o seu grau de acessibilidade. Esta etapa será dividida em sete partes:

- Parte I: Construção dos mapas axiais das cidades que compõem a amostra, sem a existência das intervenções descritas nos projetos;
- Parte II: Transformação dos mapas axiais em mapas de segmentos;
- Parte III: Levantamento das variáveis topológicas (Integração Global e Profundidade Média Global) identificadas nos mapas de segmentos;
- Parte IV: Construção de novos mapas axiais das cidades que compõem a amostra, considerando as mudanças causadas na configuração urbana pelas intervenções descritas nos projetos;
- Parte V: Transformações dos novos mapas axiais em mapas de segmentos;
- Parte VI: Levantamento das novas variáveis topológicas (Integração Global e Profundidade Média Global) identificadas nos novos mapas de segmentos;
- Parte VII: Aferição da variação percentual entre as variáveis topológicas (Integração Global e Profundidade Média) de antes e depois.

Os mapas axiais, bem como os mapas de segmentos, serão produzidos, utilizando a ferramenta QGis. As variáveis que irão compor o modelo, como dados de entrada, serão as variações das variáveis topológicas mensuradas: Integração Global e Profundidade Média dos mapas de segmentos de antes da intervenção do projeto e dos mapas, considerando a existência do projeto e suas intervenções na configuração urbana.

8.5 QUARTA ETAPA: IDENTIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE FINANCIAMENTO

No capítulo 6, foram apontados modelos de formas diversas para financiamento da mobilidade urbana, praticados e não praticados ainda no Brasil. O que ficou diagnosticada é a existência de uma polarização dos modelos em duas categorias: os que geram opções de receitas extra tarifárias, e os que dependem de subsídios para sua execução e manutenção. O grande problema dos subsídios está na falta de existência de recursos o que implica instabilidade fiscal e aumento tarifário, ou, como vem ocorrendo no Brasil as duas situações – endividamento público para manutenção dos subsídios e aumento de tarifas do transporte

público.

Desta forma, nesta etapa, as variáveis de financiamento serão identificadas de acordo com o que os projetos apresentarem como fonte de recursos, e dependendo da fonte de recurso serão classificados em dois grupos, gerando variáveis dicotômicas, conforme Figura 6.3: Projetos que geram receitas para sua implantação e os projetos que dependem exclusivamente de dispêndio público gerando impacto fiscal. Caso exista no PDTM a descrição destes recursos, enquadrados como geradoras de receitas, será atribuído valor 1; caso o projeto demonstre uma dependência de subsídios e/ou não deixe claro a origem destas receitas, será atribuído valor 0. Estes valores podem ser alterados segundo pares (2,1) ou (3,2), mas a escolha de (1,0) dá-se pela existência da menor variância entre os valores. Atribuir valores dicotômicos com maior variância pode implicar em um impacto maior a este conjunto de variáveis no modelo, sobrepondo-se às outras variáveis.

8.6 QUINTA ETAPA: CONSTRUÇÃO DO PONTO IDEAL (PI)

A quinta etapa pode ser considerada a mais complexa de todas, pois encerra em si a definição do que seria um ponto ideal – ‘o que é um bom projeto?’. Contudo, abstendo-se de uma perspectiva estática a esta pergunta é possível recorrer às diretrizes gerais do programa específico da política que seleciona os projetos.

É bem verdade que as diretrizes de um programa, assim como seus objetivos são muito genéricos, como, por exemplo, a diretriz e os objetivos do Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) Mobilidade Grandes Cidades, descritos na Portaria nº65, de 21 de fevereiro de 2011, da Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades, conforme Quadro 8-1.

Quadro 8-1. Objetivo e Diretrizes PAC Mobilidade Grandes Cidades

Objetivo	Diretrizes
Requalificar e implantar sistemas estruturantes de transporte público coletivo, visando a ampliação da capacidade e promovendo a integração intermodal, física e tarifária do sistema de mobilidade nos grandes centros urbanos. As orientações constantes do presente manual apoiarão a execução das obras, elaboração de projetos e aquisição de equipamentos que promovam a articulação das políticas de transporte, trânsito e planejamento territorial urbano.	a) qualificar o sistema de mobilidade urbana das cidades por meio do acesso amplo e democrático ao espaço de forma segura, socialmente inclusiva e sustentável; b) incentivar e apoiar sistemas de transportes público coletivo urbano nas cidades e regiões metropolitanas, que contemplem mecanismos de integração intermodal e institucional, e acessibilidade das pessoas com deficiência ou com restrição de mobilidade; c) integrar o transporte ao desenvolvimento urbano, reduzir as deseconomias geradas pela circulação, ofertar transporte público eficiente e de qualidade e

Fonte: MCid (2011)

Quando não existir identificação quantitativa dos objetivos e diretrizes do programa, será utilizado como referência para a construção do Ponto Ideal o cenário mais favorável possível para cada variável. No caso das variáveis da Sintaxe Espacial (Integração Global e Profundidade Média) a melhor variação seria a variação da média nacional em relação à cidade com melhor resultado da variável em questão. No caso das variáveis de modelo de financiamento, a melhor variável é a que não dependa de subsídios, e, nas variáveis financeiras, a TIR definida como referencial pelo DNIT, no ano em questão.

8.7 SEXTA ETAPA: PADRONIZAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

Como as variáveis possuem valores distintos entre si, algumas podem apresentar um valor nominal muito distinto entre si, causando uma distorção no seu uso. Por exemplo, a TIR por ser um valor percentual poderá ser sempre menor que 1 (100%), sendo que 1 seria um resultado demasiadamente grande para esta variável, enquanto que na razão custo benefício, se os benefícios forem do tamanho exato dos custos, o valor seria 1, um resultado demasiadamente pequeno para esta variável. Sweeney *et al* (2014) sinalizam que o uso de escore-z, para padronizar dados, permite que observações de conjuntos de dados diferentes possuam uma mesma posição relativa entre si, pois padroniza cada dado dos conjuntos para que a média seja igual a zero e desvio-padrão igual a 1, conforme equação 9.

$$Z_i = \frac{x - \bar{x}}{s} \quad (9)$$

Onde:

Z_i = Escore Z para x_i

\bar{x} = média amostral

S = desvio padrão amostral

Essa etapa é fundamental para que a diferença de proporção entre os conjuntos de dados, descritos, não favoreçam uma determinada variável em detrimento das demais. Quando os dados forem aplicados no Escalonamento Multidimensional, todas as variáveis terão o mesmo poder de influenciar no resultado da classificação e priorização dos projetos.

8.8 SÉTIMA ETAPA: APLICAÇÃO EMD

Esta etapa segue os estágios previstos na metodologia do Escalonamento Multidimensional (EMD), descritos no Capítulo 7, conforme os passos, a seguir:

- Parte I: Geração das Matrizes de proximidade: a matriz de proximidade representa a combinação da distância euclidiana de todas as variáveis entre si dos projetos em uma matriz quadrática;
- Parte II: Realização do Teste de *Stress* e Diagrama de *Shepard*: estes testes objetivam determinar quantas dimensões serão necessárias para a melhor representação das distâncias entre os projetos, conforme a distância entre as variáveis em números relativos;
- Parte III: Construção do Mapa Perceptual: a indicação de dimensões irá definir como deverá ser o mapa perceptual;
- Parte IV: Obtenção do comparativo de distâncias entre pares de projetos.

8.9 OITAVA ETAPA: CLASSIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DOS PROJETOS

Com os as informações de saída fornecido pelo XLStat[®] do Escalonamento Multidimensional, o comparativo das distâncias entre pares fornece a dissimilaridade, disparidade e distância entre os projetos. A classificação desses projetos será por uma hierarquização dos projetos que possuem a menor distância com o Ponto Ideal (PI) definido.

A priorização, por sua vez, ficará por conta da identificação do orçamento financeiro de cada projeto, sendo que a soma dos projetos ordenados por proximidade ao PI, conforme recurso disponível determinado na divulgação do programa que seleciona estes projetos. É importante que o orçamento de cada projeto deva ser apenas o que se busca apoio do programa. Caso ainda assim ocorra empate, deve-se atender o critério de desempate definido na Instrução Normativa nº45.

8.10 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Este capítulo buscou mostrar como se propõe a aplicação do modelo para classificar e priorizar projetos de mobilidade urbana, considerando variáveis econômicas, financeiras, topológicas e origem de recursos. Para tanto, foram definidas oito etapas que encerram em si a prática deste modelo.

Além de definir como será a origem dos dados de entrada, também existe a preocupação do tratamento dos dados para que ocorra uma padronização entre estes, evitando discrepância entre as variáveis e que algumas se beneficiem sobre as outras pelo gradiente de seus dados de entrada. Assim, para realizar o Escalonamento Multidimensional, o uso das variáveis padronizadas pelo *escore-z* representa que as variáveis terão a mesma influência nas

distâncias euclidianas das variáveis dos projetos. No próximo capítulo, será definida uma amostra de projetos de mobilidade urbana de um programa, para aplicação do modelo e análise de seus resultados.

9 APLICAÇÃO DO MODELO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo deste capítulo é realizar a aplicação do modelo em um estudo de caso concreto, selecionando projetos apresentados pelas cidades junto ao Ministério das Cidades, na Secretaria de Mobilidade Urbana. Para tanto, este capítulo será dividido em duas partes: na primeira será realizada a efetiva aplicação do modelo em uma amostra de projetos e, na segunda, uma análise e avaliação dos resultados do modelo, apontando suas principais características, vantagens e eventuais dificuldades.

9.1 APLICAÇÃO DO MODELO

9.1.1 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA

Para realizar a aplicação do modelo será necessária a definição prévia da amostra. Para tanto, a amostra deverá ser o conjunto de projetos selecionados em um determinado programa governamental de investimento em infraestrutura urbana. Também, é importante que estes projetos tenham o PDMT, ou pelo menos o projeto segundo o PanMob, e que o Plano possua informações econômicas e financeiras, bem como a descrição das fontes de recursos para toda a execução do projeto. Especificamente para o desenvolvimento desta tese, a amostra deverá ter um último requisito: já haver os mapas axiais produzidos, por uma questão exclusivamente da disponibilidade temporal para a realização desta investigação. De fato, em outras ocasiões, seria importante que todos os projetos, que se inscrevessem em uma seleção, possuissem os mapas axiais. O universo das cidades para compor a amostra será definido considerando a existência dos seguintes quesitos para análise:

- Conjunto A: Cidades contempladas no Plano de Aceleração do Crescimento (PAC) Mobilidade Grandes Cidades, conhecido como PAC2 Mobilidade Grandes Cidades;
- Conjunto B: Cidades com mapas axiais disponíveis;
- Conjunto C: Cidades com PDMT, ou PlanMob;
- Conjunto D: Cidades com PDMT, ou PlanMob, com informações Econômicas e Financeiras.

A amostra será o Conjunto E, conforme Figura 9.1, definida pela interseção dos conjuntos que condicionam a seleção ($E = A \cap B \cap C \cap D$).

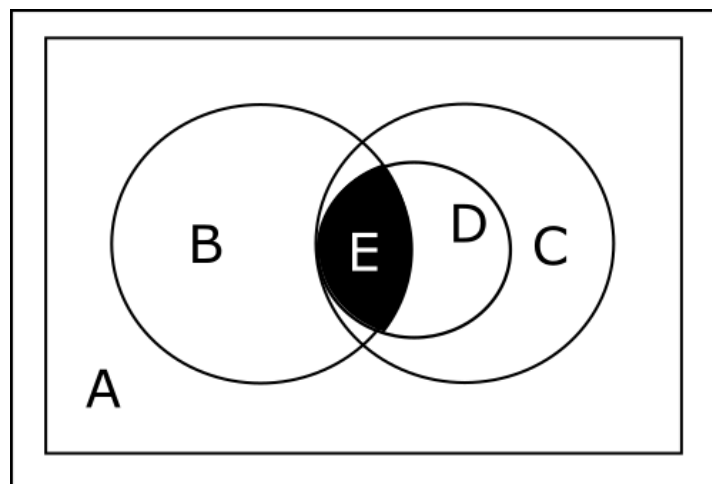


Figura 9.1 - Universo e amostra selecionada

As cidades, classificadas em cada conjunto são elencadas no Quadro 9-1.

Quadro 9-1 Lista das Cidades e critérios de seleção

Cidades selecionadas no PAC2 Mobilidade Grandes Cidades	Mapa Axial	Possui Plano de Mobilidade Urbana	Análise Econômica do Projeto
Belém	X	X	X
Belo Horizonte			
Brasília	X	X	X
Campinas			
Campo Grande			
Cuiabá	X	X	
Curitiba			
Fortaleza	X	X	
Goiânia	X		
Guarulhos			
João Pessoa	X		
Maceió	X		
Manaus	X	X	X
Mogi das Cruzes			
Natal	X		
Nova Iguaçu			
Porto Alegre	X	X	
Recife	X		
Rio de Janeiro	X	X	
Salvador	X		
São Bernardo do Campo			
São Luís	X		
São Paulo	X	X	
Teresina	X	X	

Partindo desses quesitos, as cidades selecionadas foram: Belém (PA), Brasília (DF) e Manaus

(AM). Será adicionada a cidade de Cuiabá (MT), que possui mapa axial e o projeto de mobilidade, porém não possui os indicadores de viabilidade econômica. O motivo desta inclusão é observar se o modelo vai conseguir diferenciar Cuiabá (MT) de forma negativa em relação às outras três cidades que possuem todas as variáveis, objetivando identificar se o Escalonamento Multidimensional irá transmitir em seus resultados a deficiência na falta de indicadores de viabilidade econômica do projeto desta cidade.

9.1.2 LEVANTAMENTO DOS ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A cidade de Manaus possui em seu Plano de Mobilidade Urbana os valores relativos ao Valor Presente Líquido (VPL), e o levantamento pecuniário dos benefícios e custos, bem como a taxa de desconto adotada para a avaliação. Desta forma, é possível fazer o cálculo da variável razão Benefício/Custo do projeto e da Taxa Interna de Retorno (TIR). Os projetos de Belém e Brasília e Entorno, possuem discriminados VPL, TIR e B/C no Quadro 9-2, a seguir:

Quadro 9-2. TIR e B/C da amostra

Cidade	TIR	B/C
Belém	41,0%	2,53
Brasília	37,8%	3,67
Cuiabá	0,0%	0,00
Manaus	21,0%	1,36

É bom lembrar, que das quatro cidades que compõem a amostra, apenas Cuiabá não possui esses resultados, visto que seu Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) não está concluído, e os indicadores de viabilidade econômica ainda não foram divulgados. Este fato é curioso, pois mesmo sem a conclusão dos estudos, Cuiabá iniciou as obras do projeto, justificando a emergência da conclusão das obras para a realização da Copa do Mundo que ocorreu em 2014 e devido a erros de engenharia na execução e a falta de recursos, as obras foram paralizadas e não ficaram prontas a tempo da realização do evento, que ocorreu mesmo sem as obras concluídas. Independente do ocorrido, adotaram-se valores nulos para estas variáveis para a cidade Cuiabá, sendo que não é possível medir os benefícios e assim dizer se serão maiores ou menores que os custos.

9.1.3 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE SEGMENTOS

Todos os projetos que compõe a amostra apresentam detalhes das intervenções na infraestrutura urbana de suas cidades. Neste caso, é possível, a partir de um mapa axial preexistente, projetar estas intervenções e construir um mapa de segmentos da malha viária antes da existência do projeto e um segundo com a existência do projeto.

- Belém

O Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belém busca atender os conceitos expostos no PDTU de 2001, no tocante à projeto de infraestrutura de mobilidade urbana, cinco intervenções viárias:

- Avenida Independência;
- Prolongamento da Avenida Primeiro de Dezembro;
- Prolongamento da Avenida Pedro Miranda;
- Rua da Marinha; e
- Ligação da Avenida Primeiro Dezembro para Cidade Nova.

O mapa de segmento antes das intervenções do projeto foi construído a partir do mapa axial de Belém, elaborado por Medeiros (2013, p.438), com crédito à Ana Barros e Valério Medeiros, conforme Figura 9.2.

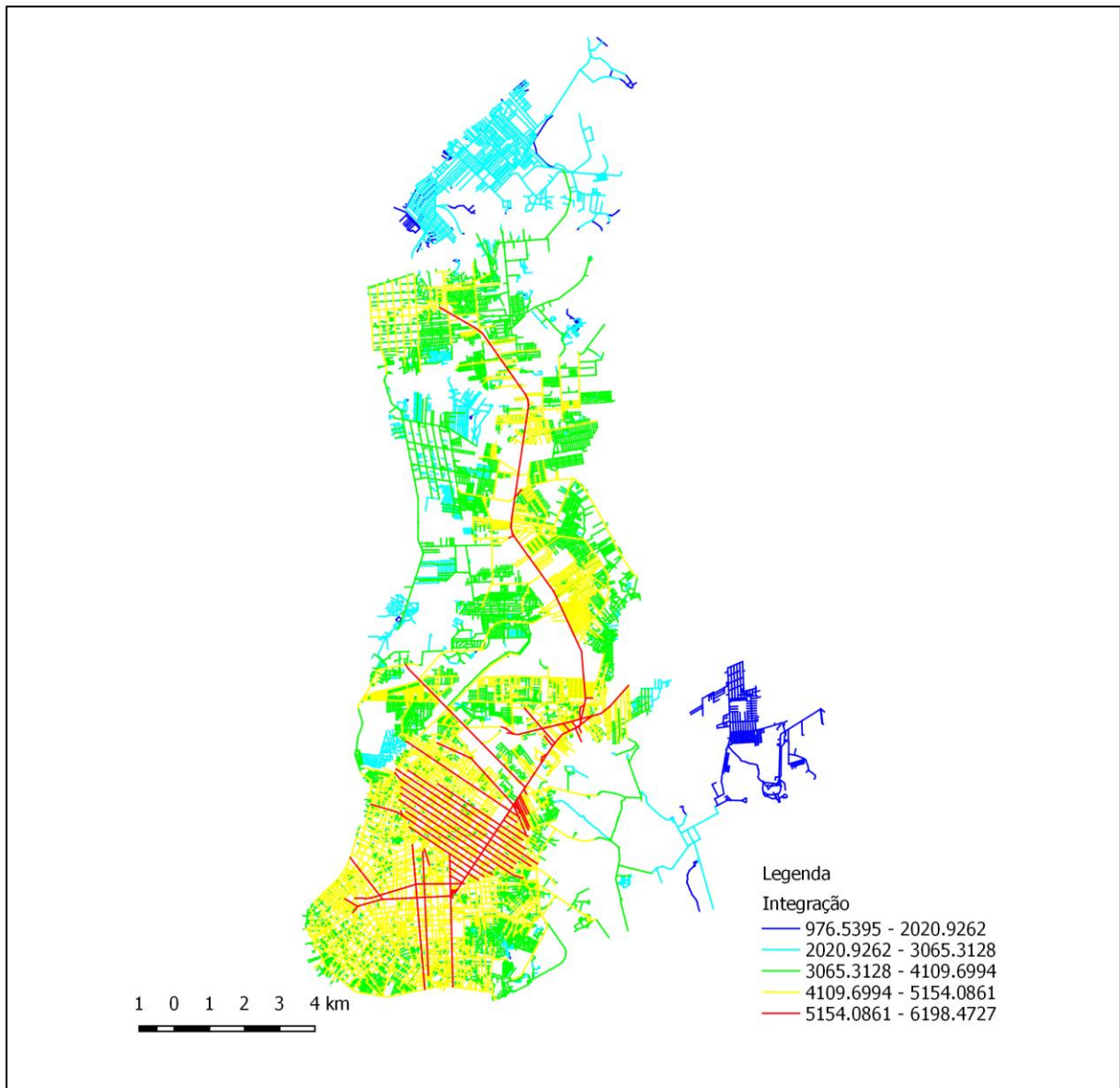


Figura 9.2. Belém: Mapa de Segmentos sem obras PDTU - Integração Global (Rn)

Sobre a Figura 9.2, foram projetadas as alterações previstas. Sendo assim, foi possível projetar estas intervenções sobre o mapa axial de Medeiros (2013, p.438) e construir o mapa de segmentos da cidade de Belém com PDTU, conforme Figura 9.3.

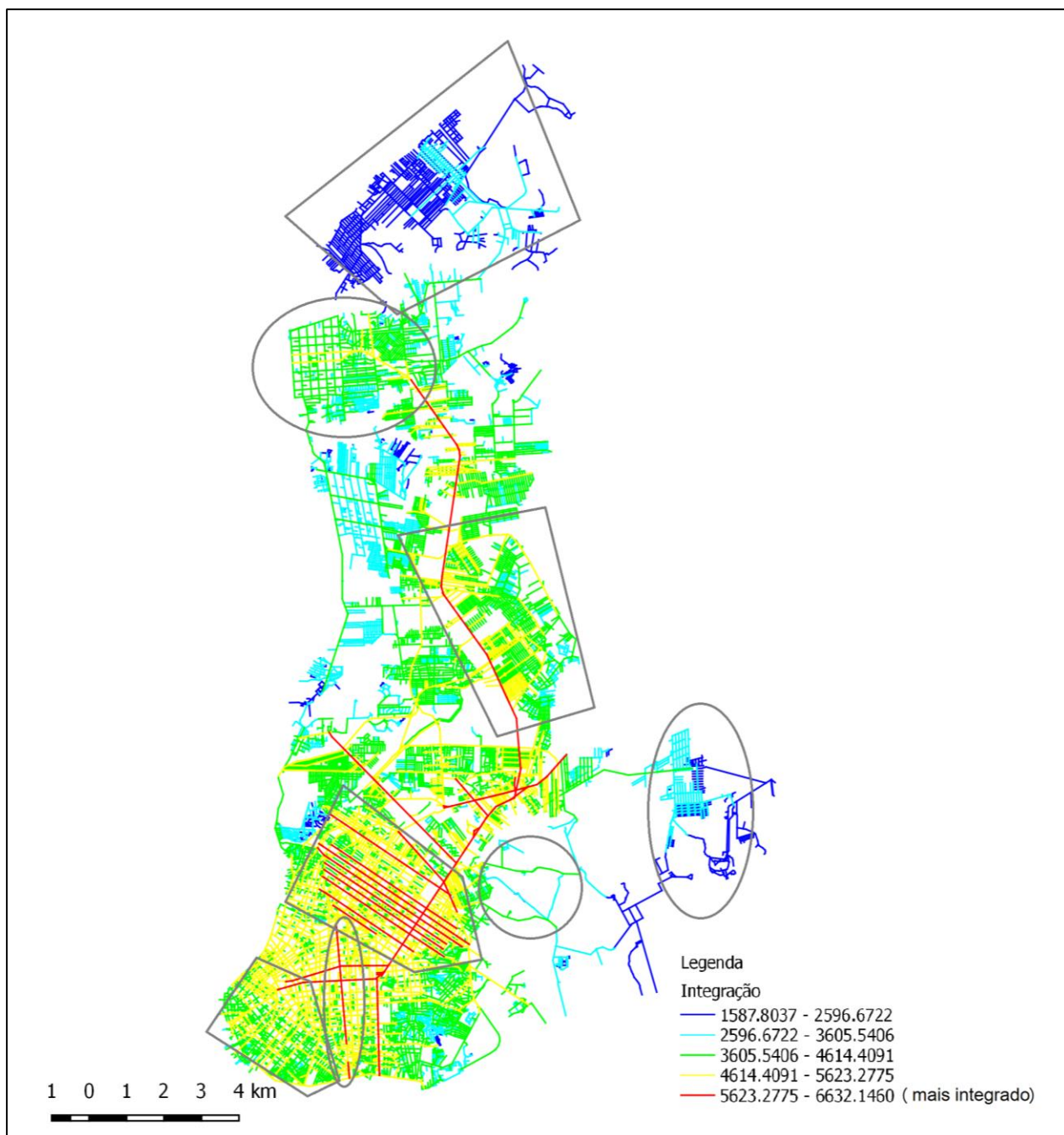


Figura 9.3. Belém: Mapa de Segmentos com obras PDTU - Integração Global (Rn)

Analisando as estatísticas produzidas pelo QGIS sobre a Integração Global e Profundidade Média foram identificados os valores das medidas topológicas e calculada a variação, apresentados no Quadro 9-3.

Quadro 9-3 Belém: Valores variáveis da Sintaxe Espacial

	Belém	Belém com PDTU	$\Delta\%$
Integração	3.784,27	4.023,11	+6,31%
Profundidade	252.400,82	233.470,76	-7,50%

Calculando-se a variação percentual entre as variáveis antes e depois da execução do projeto foi possível identificar que a Integração Média de Belém aumentaria 6,31% com o projeto, e a Profundidade Média reduziria em 7,50%, o que aponta que com o projeto Belém há um aumento na integração de suas vias, indicando que estão potencialmente mais acessíveis e permeáveis. Já a Profundidade Média indica o oposto: quanto maior a profundidade, menos integradas são as vias, e no caso de Belém ocorreu uma redução da Profundidade Média Global em 7,5% (MEDEIROS, 2013). Esses resultados da variação serão utilizados como dados de entrada no modelo.

- Brasília e Entorno

O PDTU do Distrito Federal e Entorno em seus levantamentos de viabilidade entre alternativas possíveis, demonstrou em seu relatório final apresenta opções de três alternativas de investimentos, além da alternativa ‘nada a fazer’, sendo que o relatório aponta para a realização de duas alternativas (1A e 1B) , segmentadas em eixos: Oeste, Sul, Sudoeste, Norte, Leste e Área Central, conforme Quadro 9-4.

Quadro 9-4. Lista de Intervenções PDTU/DF

Eixo Oeste	Eixo Sul
Estrada Parque Indústrias Gráficas	DF-480 e DF-065 -EPIP – Estrada Parque Ipê
Estrada Setor Policial Militar	BR-040
Avenida Hélio Prates	EPIA - Estrada Parque Indústria e Abastecimento
Avenida Comercial	EPDB (Estrada Parque Dom Bosco)
Avenida Central	Av. Santa Maria e Av. Alagados em Santa Maria
Avenida SAMDU	Eixo Sudoeste
EPCT (Estrada Parque Contorno)	EPNB – Estrada Parque Núcleo Bandeirante
EPCL - Estrada Parque Ceilândia	EPCT – Estrada Parque Contorno
Via Interbairros	Av. Recanto das Emas
Via do Parque Nacional	Via de ligação entre Recanto das Emas e Samambaia
Via do Centro Administrativo	Ligação entre Riacho Fundo I e Núcleo Bandeirante
Eixo Norte	Área Central
BR-020/ EPIA	Eixo Monumental
Av. Independência	W4 e W5
Sobradinho I, Sobradinho II e Planaltina	Ligação da Via L2 Norte com a L4 Norte
Ligação L4 Norte a Sobradinho	VLT e Corredor W3

Fonte: GDF (2010)

Neste sentido, com a representação axial das intervenções urbanas elencadas no Quadro 9-4, sobrepondo o mapa axial desenvolvido por Medeiros (2013, p. 439), foi possível realizar a construção do mapa de segmentos de Brasília e entorno considerando as intervenções viárias do PDTU/DF. Essas alterações podem ser observadas na Figura 9.5.

Assim como Belém, o mapa de segmentos que representa Brasília e Entorno antes das intervenções do projeto foi construído a partir do mapa axial de Medeiros (2013, p.439), com créditos ao DIMPU/UnB, conforme Figura 9.4.

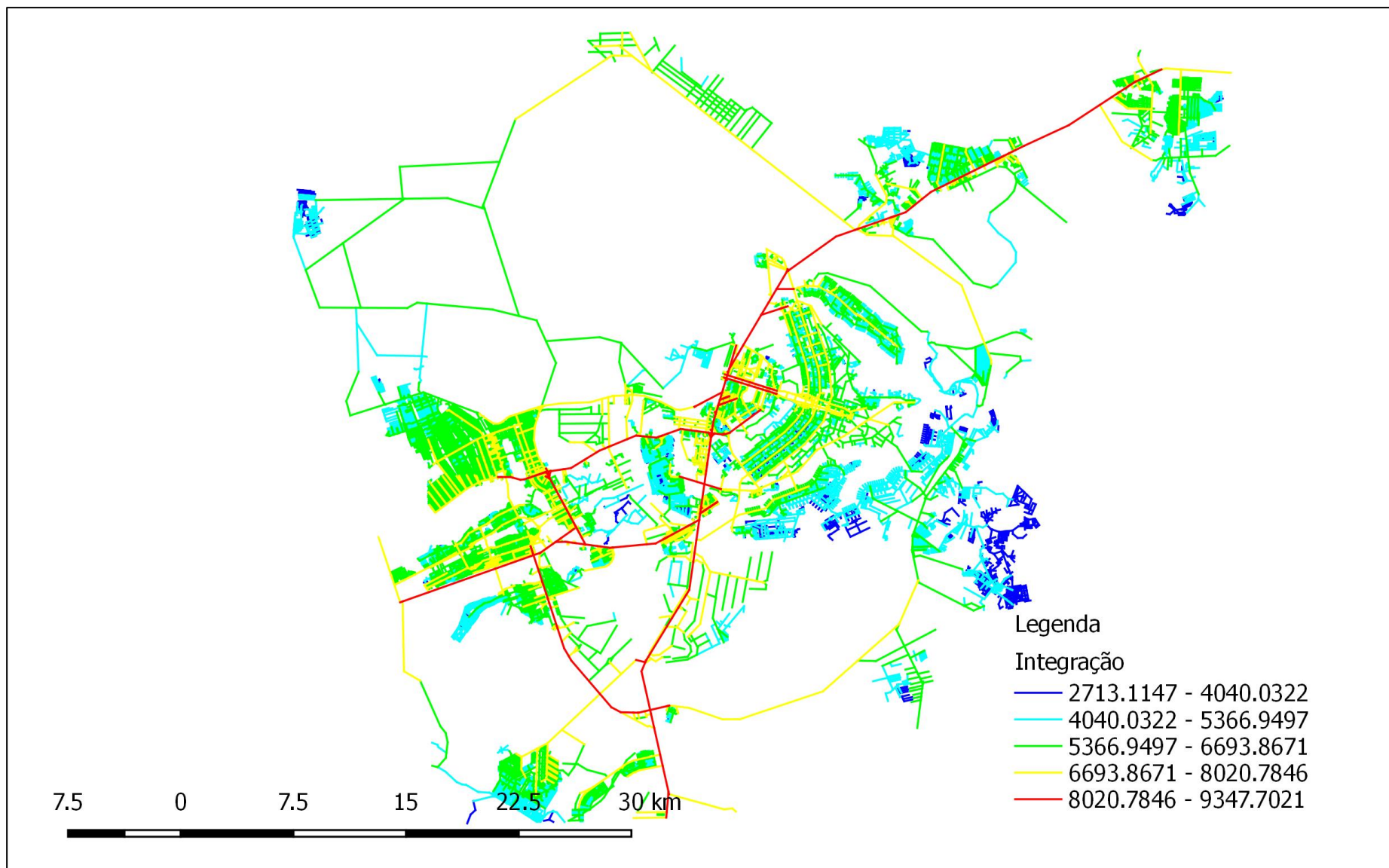


Figura 9.4. Brasília e Entorno: Mapa de Segmentos sem PDTU - Integração Global (R_n)

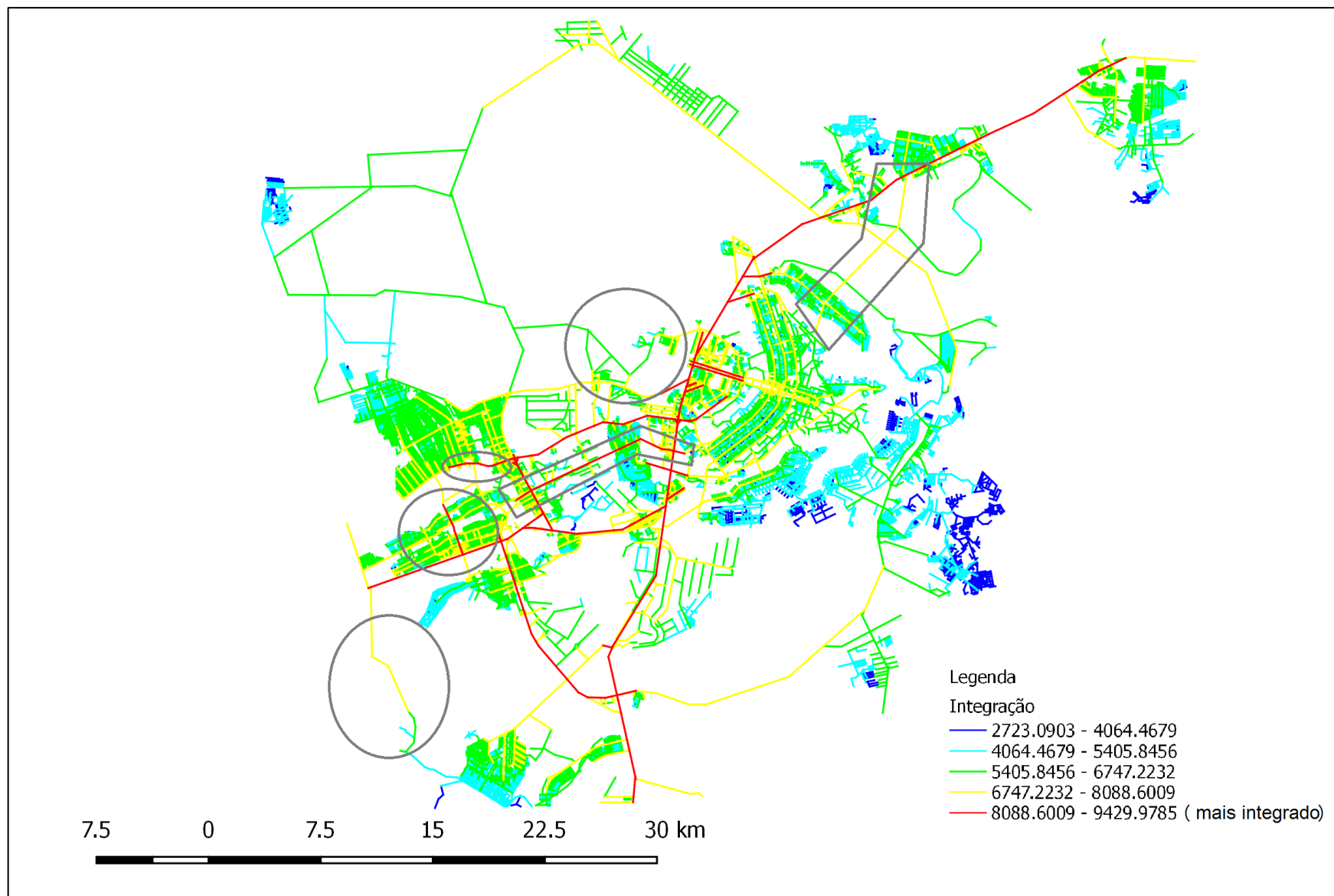


Figura 9.5. Brasília e Entorno Mapa de Segmentos PDTU - Integração Global (Rn)

Analisando as estatísticas produzidas pelo *QGis*, foi possível identificar que a Integração média Global de Brasília e Entorno bem como a Profundidade Média apresentadas no Quadro 9-5.

Quadro 9-5 Brasília e Entorno: Valores variáveis da Sintaxe Espacial

	Brasília e entorno	Brasília e entorno com PDTU	$\Delta\%$
Integração	5.451,32	5.538,30	+1,60%
Profundidade	520.365,17	514.935,50	-1,04%

A variação da Integração Global apresentaria um aumento de 1,60% com o projeto, e a profundidade média reduziria em 1,04%, ou seja, as variáveis topológicas de Brasília e entorno apresentaram uma variação menor, tanto de integração e profundidade média, comparadas com as variações que aconteceram nas mesmas variáveis de Belém, pelo fato de o sistema conter mais vias, e neste caso, mais segmentos.

- Cuiabá

Mesmo ainda não tendo o Plano Diretor de Mobilidade Urbano concluído, existem materiais preliminares das obras de intervenção na cidade de Cuiabá. Além do Projeto desenvolvido pela Agencia Estadual de Execução dos projetos da Copa do Mundo do Pantanal para atender as demandas da *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA), Guimarães (2013) possui um detalhamento das obras que apresentam intervenções viárias:

- Seis corredores viários, sendo dois os corredores VLT (VLT CPA-Aeroporto; VLT Coxipó-Centro);
- Travessia Urbana Cuiabá-Várzea Grande;
- Duplicação da Rodovia Mário Andreazza – MT 444;
- Duplicação da Estrada Guarita (Várzea Grande);
- Quatorze obras de desbloqueio e desvio de tráfego.

O mapa de segmento que representa Cuiabá antes das intervenções do projeto foi construído a partir do mapa axial de Cuiabá, elaborado por Medeiros (2013, p.440) conforme Figura 9.6.

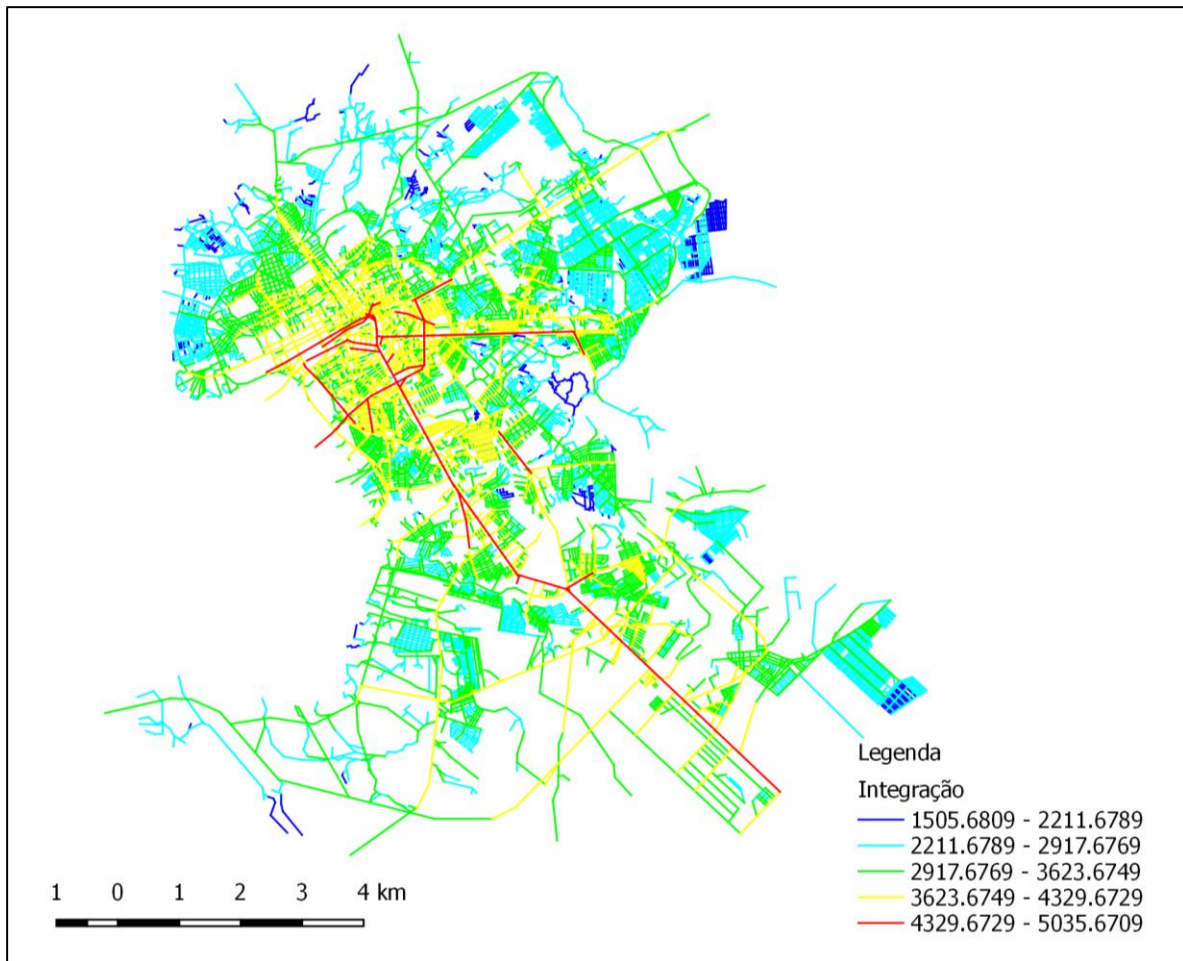


Figura 9.6. Cuiabá: Mapa de Segmentos sem Projeto - Integração Global (Rn)

Ao inserir as alterações propostas apresentadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, sobre o mapa axial de Medeiros (2013, p.440), o processo de construção do novo mapa de segmentos da Cidade de Cuiabá, representado na Figura 9.7, configura como seria o sistema viário após a implantação de todas as alterações no sistema.

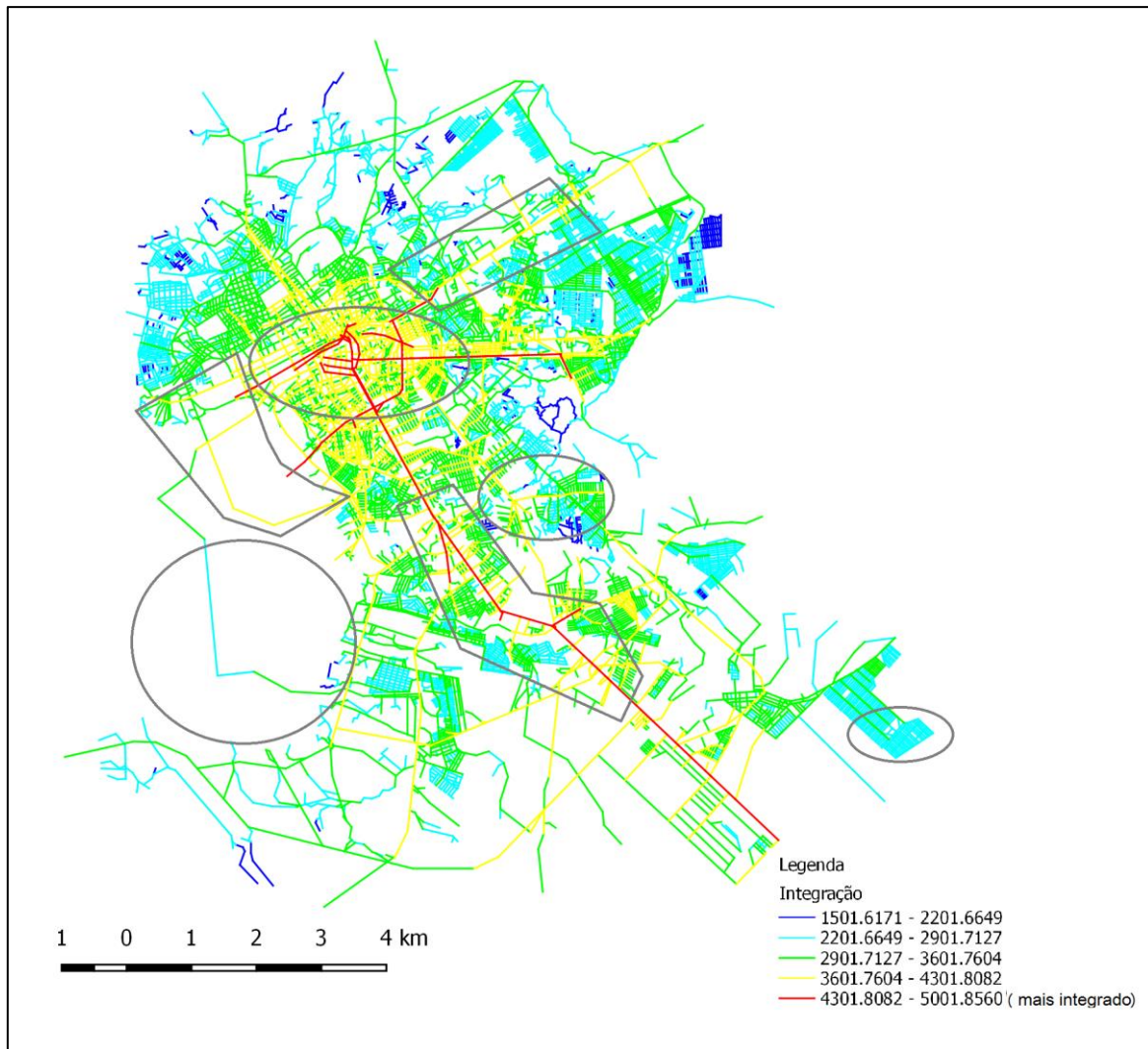


Figura 9.7. Cuiabá: Mapa de Segmentos com Projeto - Integração Global (Rn)

Os valores das variáveis dos mapas de segmentos de Cuiabá antes e depois do projeto estão apresentados no Quadro 9-6.

Quadro 9-6 Cuiabá: Valores das variáveis da Sintaxe Espacial

	Cuiabá	Cuiabá com Projeto	$\Delta\%$
Integração	3149,488	3130,469	-0,60%
Profundidade	174427,755	176821,85	+1,37%

Dos projetos que compõe a amostra, Cuiabá é a única cidade que teve variações desfavoráveis das variáveis topológicas: a Integração Global reduziu 0,60% e ocorreu aumento na Profundidade Média em 1,37% e por menor que sejam estas variações, apontam uma redução do potencial de acessibilidade das vias em relação à toda a malha antes da implantação do projeto.

Pode-se concatenar este acontecimento com o projeto de mobilidade urbana inicial de Cuiabá no qual existia a previsão de corredores de BRT (*Bus Rapid Transport*), e o VLT foi substituído pelo projeto anterior, mas os corredores foram mantidos, conforme Figura 9.8. Por ser uma obra de grande extensão, cruzando a cidade de Leste-Oeste e de Norte-Sul, pode-se identificar restrição de uma série de acessos e vias, criando uma forma de bloqueio à mobilidade que a cidade apresentava antes da implantação dos corredores.



Figura 9.8. Obra VLT de Cuiabá
Fonte: Lucas Ninno/Gcom

Estes indicativos de redução de potencialidade de deslocamento, com a redução de integração e aumento da profundidade, alertam que, mesmo com as obras concluídas e o VLT em funcionamento, ainda assim os habitantes de Cuiabá perderiam mobilidade, considerando a situação da malha viária após a implantação de todo o projeto.

- Manaus

O PlanMob de Manaus propõe uma ampliação e reconfiguração da malha viária estrutural em 133 km de vias, em dez ações, conforme Quadro 9-7.

Quadro 9-7. Intervenções previstas na Diretriz 4 do PlanMob Manaus

Ligação da Rua Comendador Clementino e Avenida Eduardo Ribeiro	Prolongamento da Avenida do Futuro até a Avenida Max Teixeira
Diagonal Noroeste/ Sudeste	Ligação Sudeste/ Nordeste
Ligação Igarapé dos Franceses a Avenida Margarita	Ligação das avenidas do Turismo e Des. João Machado
Ligação Avenida Efigênio Salles à Avenida Marquês da Silveira	Contorno do distrito industrial
Arco Central	Grande Perimetral

Fonte: Prefeitura de Manaus (2015, p.307)

Um fato importante sobre o PlanMob de Manaus é que este possui a análise sintática das propostas de intervenção na malha, apontando melhorias nas variáveis topológicas, contudo, os valores das variáveis topológicas dos cenários não são apresentados, existindo apenas uma análise visual da Integração Global (Rn) que aponta “apresentaram evoluções significativas em relação à situação atual” (PREFEITURA DE MANAUS, 2015, p.242). Desta forma, assim como as demais cidades da amostra, o mapa de segmento que representa Manaus antes das intervenções do projeto foi construído a partir do mapa axial elaborado por Medeiros (2013, p.445) conforme Figura 9.9.

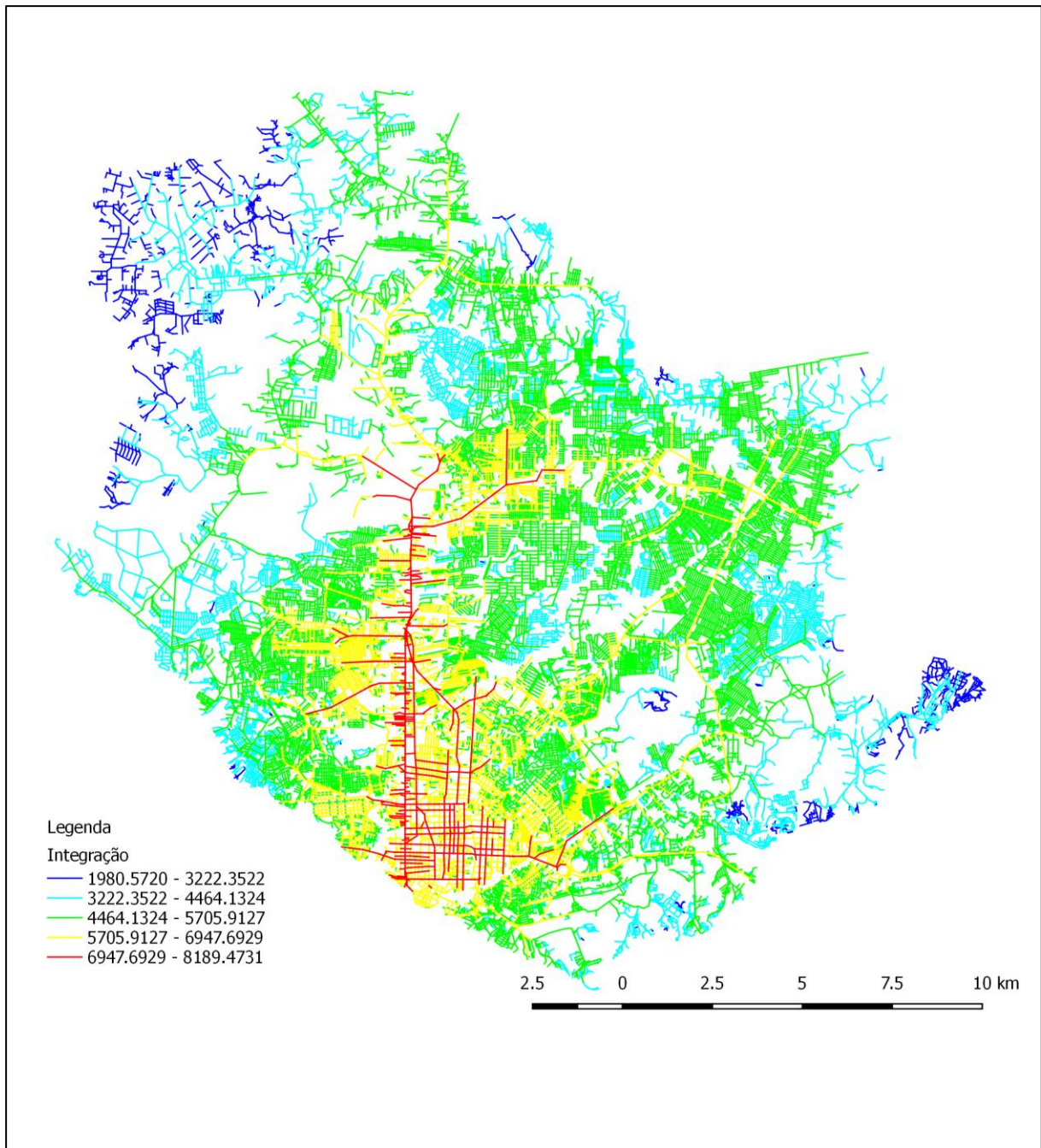


Figura 9.9. Manaus: Mapa de Segmentos da Situação atual - Integração (Rn)

Com as intervenções propostas, descritas no Quadro 9-7 e aplicadas no mapa axial desenvolvido por Medeiros (2013, p. 445), foi possível realizar a construção do mapa de segmentos de Manaus, considerando as intervenções viárias do PlanMob de Manaus. Essas alterações podem ser observadas na Figura 9.10.

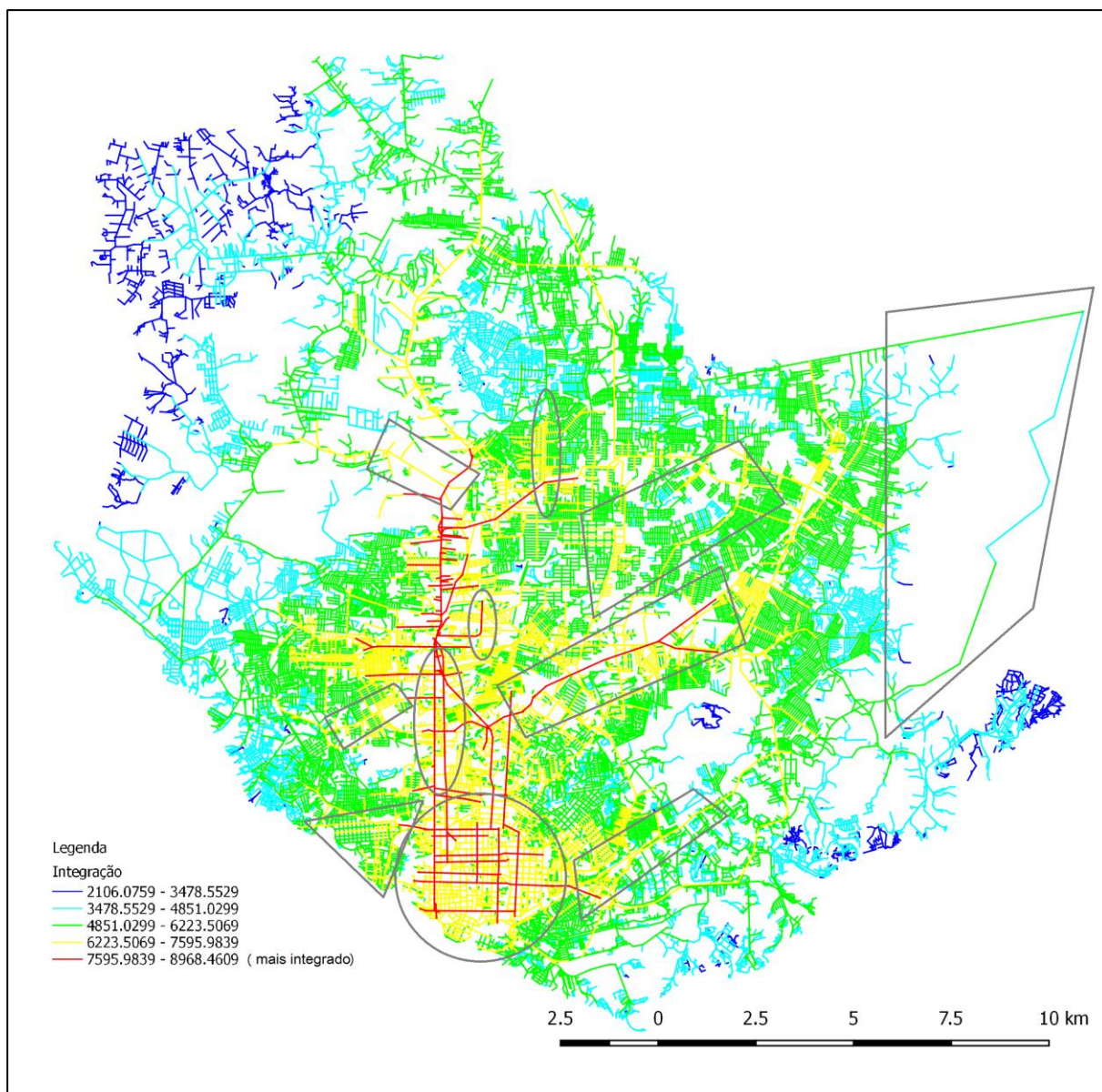


Figura 9.10. Manaus: Mapa de Segmentos da Situação proposta - Integração (Rn)

No Quadro 9-8 estão presentes os valores e variações das variáveis para a cidade de Manaus.

Quadro 9-8 Manaus: Valores das Variáveis da Sintaxe Espacial

	Manaus	Manaus com PlanMob	$\Delta\%$
Integração	5018,64	5421,58	+8,03%
Profundidade	715446,916	676977,38	-5,38%

A análise topológica permitiu identificar que a Integração Global média de Manaus apresentou uma variação positiva de 8,03%, enquanto a Profundidade média reduziu em 5,38%. Conforme observado em Belém e Brasília, um aumento de integração provoca uma redução da profundidade média, aumentando a potencialidade de movimentos, enquanto em Cuiabá ocorreu o contrário, apresentando um breve indicativo de uma redução de mobilidade.

Para compor os dados de entrada para o modelo nesta etapa, que buscou levantar as variáveis da Sintaxe Espacial para estas cidades, os dados estão expostos no Quadro 9-9.

Quadro 9-9. Quadro remissivo dos dados de entrada originados das variáveis topológicas

Cidade	Variação da Integração Média	Oposto da Variação da Profundidade Média
Belém	6,31%	+7,50%
Brasília	1,60%	+1,04%
Cuiabá	-0,60%	-1,37%
Manaus	8,03%	+5,38%

As variações dispostas desta forma, ou seja, trocando o sinal da variação da Profundidade Média, irão facilitar para que, ao realizar o Escalonamento Multidimensional o modelo entenda que variações negativas da Profundidade Média são, na verdade, indicadores de melhoria, e, quando a profundidade média apresentar variações positivas, o modelo irá identificá-las como retrocesso na mobilidade.

9.1.4 MÉTODOS DE FINANCIAMENTO

A quarta etapa para aplicação do modelo propõe o levantamento da estrutura de financiamento dos projetos, seja na captação de recursos, seja na operação e manutenção dos mesmos. Os métodos de financiamento dos projetos da amostra foram colhidos em seus respectivos projetos e classificados conforme caracterização apresentado na Figura 6.3. O resultado pode ser observado no Quadro 9-10.

Quadro 9-10. Quadro remissivo dos dados de entrada originados dos métodos de financiamentos dos projetos

Cidade	Receitas extra tarifárias	Receitas Alternativas	Subsídios Orçamentários	Subsídios cruzados	Valor Variável Dicotômica (1,0)
Belém			X	X	0
Brasília			X	X	0
Cuiabá			X		0
Manaus			X	X	0

Além dos recursos federais solicitados dentro do programa PAC Mobilidade Grandes Cidades, Belém prevê a utilização de um fundo consorciado com recursos do Governo do Estado do Pará; Brasília propõe uma melhoria na gestão tarifária para criação de fundo consorciado e empréstimo com Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), além da concessão de subsídios; Cuiabá sinaliza origem de recursos de convênios com DNIT, linha de

crédito da Caixa Econômica Federal e contrapartidas do Governo do Mato Grosso; e, Manaus aponta recursos tarifários. De fato, todos os projetos fazem recomendações para que as origens de financiamento sejam elaboradas, exceto o Plano de Cuiabá que não faz menção à forma de captação dos recursos para cobrir os investimentos propostos no projeto.

9.1.5 CONSTRUÇÃO DO PONTO IDEAL (PI)

A principal contribuição do modelo aqui proposto é a ideia de Ponto Ideal, para seguir de ponto de comparação relativa entre projetos, mas também, porque sua definição é um grande desafio. Isso se dá pelo fato das diretrizes e os objetivos das políticas públicas não deixarem claro ‘o quanto’ espera de melhora da mobilidade e ‘o como’, apenas evidenciando ‘o que se espera’. Para tanto, serão construídos dois Pontos Ideais (PI), para que, de forma comparativa, possam suprir a subjetividade presente nos objetivos da política pública em questão:

- Ponto Ideal – Tipo 1: Para construção deste PI serão utilizados os maiores valores de cada variável da amostra. Assim, servirá como referencial para verificar qual é o melhor projeto em relação aos demais, e suas dissimilaridades;
- Ponto Ideal – Tipo 2: Para construção deste PI são utilizados valores que atendam a subjetividade dos objetivos da política pública, para verificar a distância relativa dos projetos com o que se espera. Neste critério, é possível eliminar todos os projetos caso estejam em distâncias relativas muito grandes do PI, e muito próximas a ele. Os critérios serão:
 - TIR: Conforme Portal PPP (2017), as concessões em transportes orbitam em torno de uma taxa interna de retorno de 11% ao ano;
 - Razão B/C: Em um cenário que os benefícios minimamente supram os custos o valor adotado dessa variável é 1;
 - Variáveis topológicas: As cidades que pertencem à amostra foram avaliadas por Medeiros (2013) dentro de um mesmo grupo de cidades, composto por 18 cidades, sendo 17 capitais. Assim, os valores das variáveis podem ser a maior variação das variáveis da amostra em relação à média do grupo construído por Medeiros (2013);
 - Financiamento: O valor a ser adotado será 1, que é o indicativo de sustentabilidade financeira, sem ônus para a população – direta ou indiretamente.

9.1.6 PADRONIZAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

Para atender a sexta etapa, os valores levantados para a aplicação no Escalonamento Multidimensional, possuem os seguintes valores nominais, conforme Quadro 9-11 para o Ponto Ideal – Tipo 1, e Quadro 9-12 para o Ponto Ideal – Tipo 2.

Quadro 9-11. Dados de Entrada com PI-Tipo 1 (valores nominais)

Grupo	Variável	Cidade	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI-1
Financiamento	Tipo de Modelo		0	0	0	0	0
Econômica	TIR		41%	37,78%	0	21%	41%
	B/C		2,53	3,66	0	1,36	3,66
Topológica	Variação Integração Média		6,31%	1,60%	-0,60%	8,03%	8,03%
	Número simétrico da Variação da Profundidade Média		7,50%	1,04%	-1,37%	5,38%	7,50%

Quadro 9-12. Dados de Entrada com PI-Tipo 2 (valores nominais)

Grupo	Variável	Cidade	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI-2
Financiamento	Tipo de Modelo		0	0	0	0	1
Econômica	TIR		41%	37,78%	0	21%	11%
	B/C		2,53	3,66	0	1,36	1
Topológica	Variação Integração Média		6,31%	1,60%	-0,60%	8,03%	34,55%
	Número simétrico da Variação da Profundidade Média		7,50%	1,04%	-1,37%	5,38%	15,75%

Conforme Equação 9, score-Z para padronizar dados, apresentada no capítulo 8, os valores que servirão de fato como dados de entrada são apresentados no Quadro 9-13, para o Ponto Ideal – Tipo 1, e Quadro 9-14 para o Ponto Ideal – Tipo 2.

Quadro 9-13. Dados de Entrada com PI-Tipo 1 (score-Z)

Grupo	Variável	Cidade	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI-1
Financiamento	Tipo de Modelo		0	0	0	0	0
Econômica	TIR		0,722	0,541	-1,582	-0,402	0,722
	B/C		0,181	0,901	-1,424	-0,560	0,901
Topológica	Variação Integração Média		0,414	-0,778	-1,335	0,849	0,849
	Número simétrico da Variação da Profundidade Média		0,872	-0,742	-1,345	0,342	0,872

Quadro 9-14. Dados de Entrada com PI-Tipo 2 (score-Z)

Grupo	Variável	Cidade	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI-2
Financiamento	Tipo de Modelo		-0,447	-0,447	-0,447	-0,447	1,789
Econômica	TIR		1,081	0,896	-1,271	-0,066	-0,640
	B/C		0,577	1,378	-1,207	-0,247	-0,502
Topológica	Variação Integração Média		-0,259	-0,591	-0,747	-0,137	1,734
	Número simétrico da Variação da Profundidade Média		0,277	-0,696	-1,060	-0,042	1,521

Estes dados padronizados pelo escore-Z servirão de dados de entrada para o Escalonamento Multidimensional, utilizando a ferramenta estatística XLSTAT®, um suplemento do Excel, na próxima etapa.

9.1.7 APLICAÇÃO EMD

Para atender o proposto para esta etapa iniciou-se com a geração das matrizes de proximidade, uma matriz quadrática, considerando a distância euclidiana entre as variáveis dos projetos para calcular a dissimilaridade entre estes projetos. A Tabela 9.1 representa a matriz com PI-Tipo 1, e a Tabela 9.2, a matriz com PI-Tipo 2.

Tabela 9.1. Matriz Quadrática para PI-Tipo 1

	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI
Belém	0	2,140	3,983	1,511	0,842
Brasília	2,140	0	3,254	2,617	2,300
Cuiabá	3,983	3,254	0	3,123	4,517
Manaus	1,511	2,617	3,123	0	1,918
PI- Tipo 1	0,842	2,300	4,517	1,918	0

Tabela 9.2. Matriz Quadrática para PI-Tipo 2

	Belém	Brasília	Cuiabá	Manaus	PI-Tipo2
Belém	0	1,317	3,277	1,453	3,827
Brasília	1,317	0	3,396	2,049	4,606
Cuiabá	3,277	3,396	0	1,944	4,325
Manaus	1,453	2,049	1,944	0	3,368
PI-Tipo2	3,827	4,606	4,325	3,368	0

Os dados de saída das matrizes quadráticas devem ser submetidos a testes para identificar a quantidade de dimensões que melhor representa a dissimilaridade entre os projetos e Pontos Ideais. Para tanto, foram realizados os Testes de Stress de Kruskal para a matriz com PI-Tipo 1 e PI-Tipo 2, conforme Figura 9.11 e Figura 9.12, respectivamente. Os testes apontam que, para as duas matrizes o uso de três dimensões reduz de forma considerável o Stress. Confirmando esse resultado, foi realizado o teste Diagrama de Shepard para as duas matrizes com três dimensões, apresentando uma baixa dispersão entre disparidade e distâncias, conforme Figura 9.13 e Figura 9.14, respectivamente.

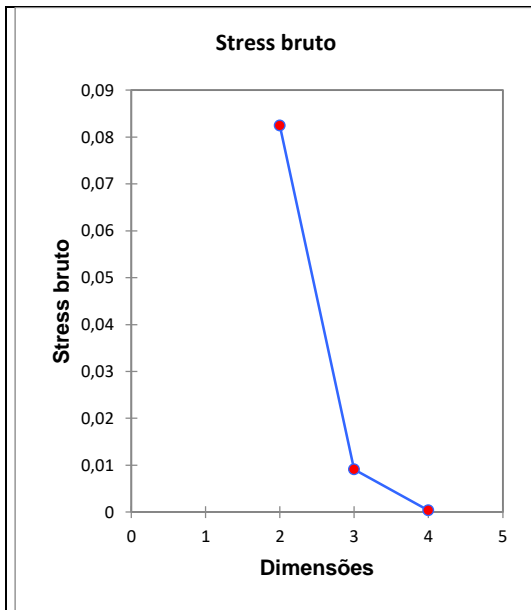


Figura 9.11. Testes de Stress de Kruskal (PI-Tipo1)

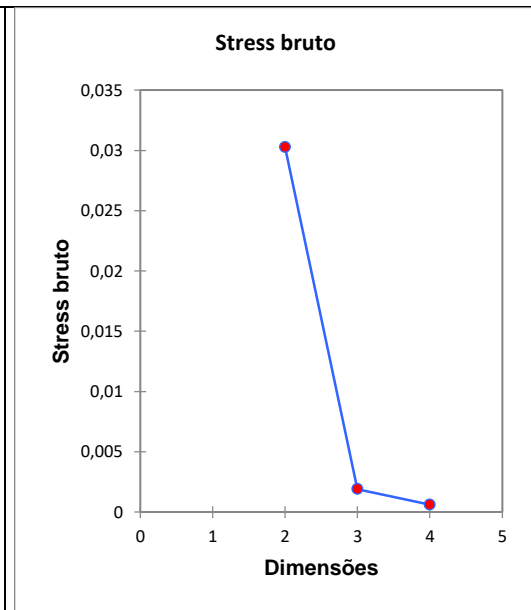


Figura 9.12. Testes de Stress de Kruskal (PI-Tipo2)

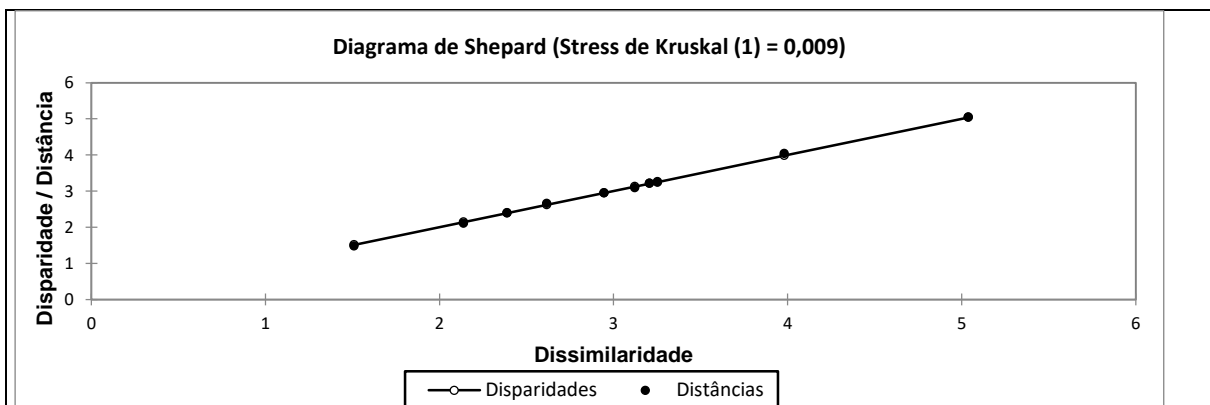


Figura 9.13. Diagrama de Shepard para 3 dimensões (PI-Tipo1)

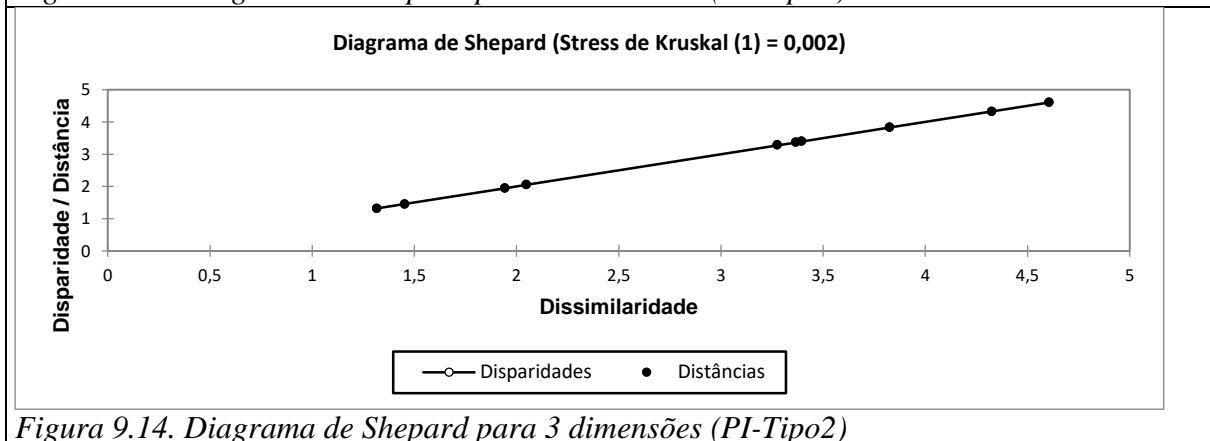


Figura 9.14. Diagrama de Shepard para 3 dimensões (PI-Tipo2)

Desta forma, é possível afirmar que o mapa perceptual deva ser construído utilizando três dimensões, que serão suficientes para representar a melhor configuração de distâncias relativas entre os projetos e Pontos Ideais.

O Mapa perceptual da condição em que o Ponto Ideal é do Tipo 1 está representado na Figura 9.15, e o Mapa perceptual da condição em que o Ponto Ideal é do Tipo 2 na Figura 9.16.

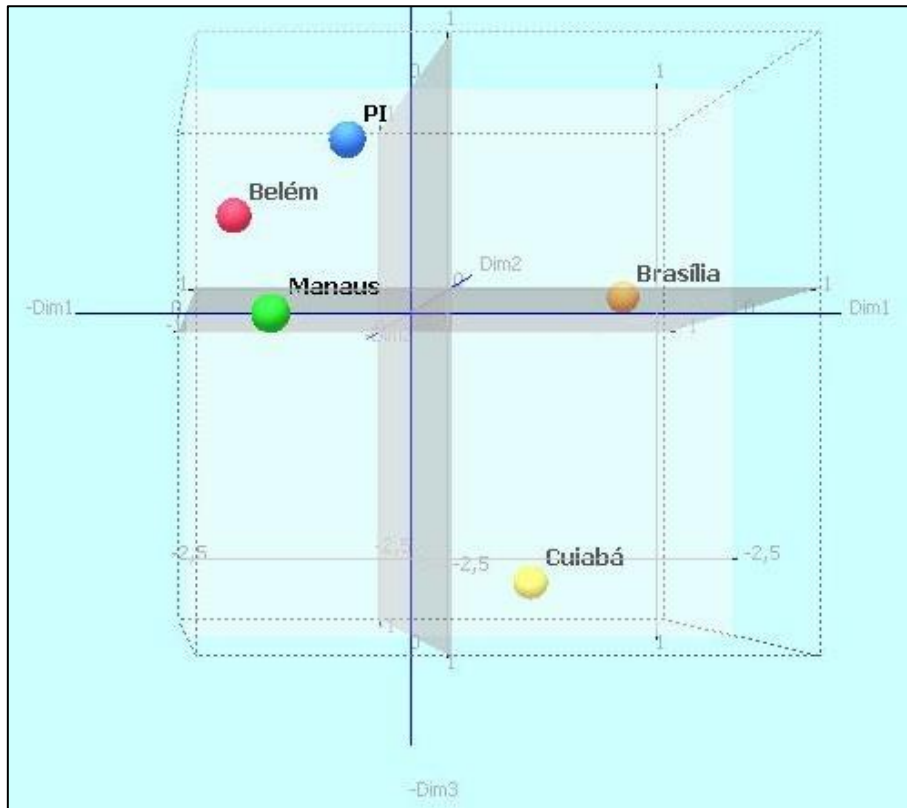


Figura 9.15. Mapa Perceptual com 3 dimensões (PI-Tipo1)

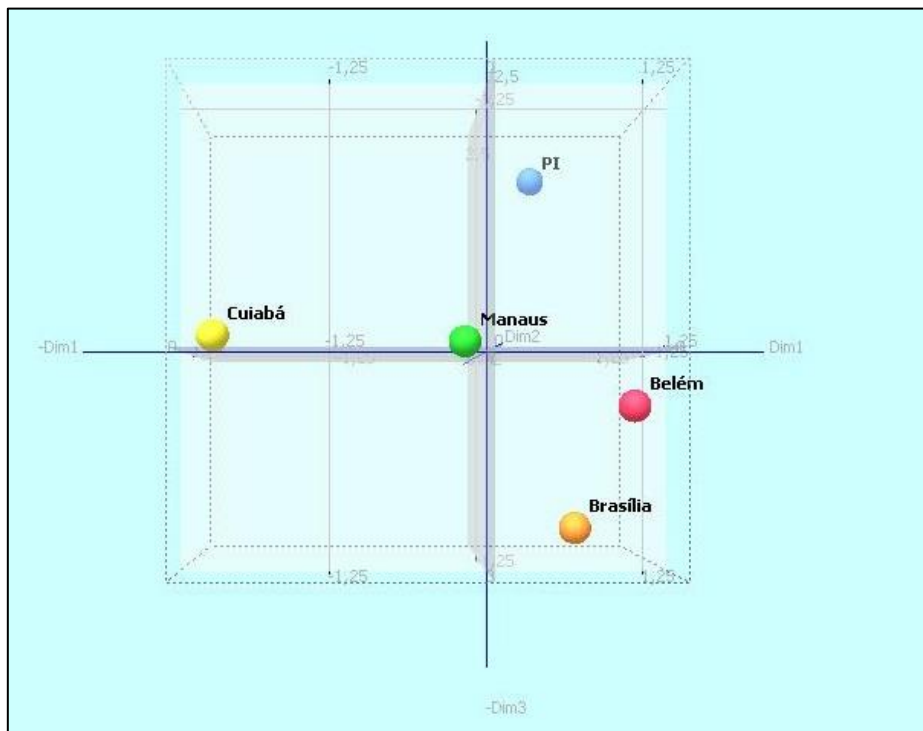


Figura 9.16. Mapa Perceptual com 3 dimensões (PI-Tipo2)

A análise dos Mapas Perceptuais (Figura 9.15 e Figura 9.16) permitiu identificar visualmente que Cuiabá manteve-se distante de todos os projetos, assim como do Ponto Ideal, nas duas situações (PI-Tipo1 e PI-Tipo2). Esperava-se do modelo que isso acontecesse, pois o projeto de Cuiabá apresentou desempenho negativo em todas as dimensões, mas caso, em qualquer uma das situações, este se aproximasse dos Pontos Ideais, ou dos demais projetos, isso seria motivo suficiente para refutar o modelo, o que não ocorreu.

Por fim, os dados de saídas para análise da dissimilaridade entre pontos, são apresentados na Tabela comparativa entre pares de pontos, para PI-Tipo 1 (Tabela 9.3), e para PI-Tipo 2 (Tabela 9.4).

Tabela 9.3. Tabela comparativa entre pares (PI-Tipo1)

Par	Dissimilaridade	Distância	Rank (Dissimilaridade)	Rank (Distância)
Belém – PI-Tipo 1	0,842	0,843	1	1
Belém - Manaus	1,511	1,509	2	2
Manaus - PI-Tipo 1	1,918	1,912	3	3
Belém - Brasília	2,140	2,138	4	4
Brasília - PI-Tipo 1	2,300	2,296	5	5
Brasília - Manaus	2,617	2,624	6	6
Cuiabá - Manaus	3,123	3,116	7	7
Brasília - Cuiabá	3,254	3,250	8	8
Belém - Cuiabá	3,983	3,987	9	9
Cuiabá - PI-Tipo 1	4,517	4,524	10	10

Tabela 9.4. Tabela comparativa entre pares (PI-Tipo2)

Par	Dissimilaridade	Distância	Rank (Dissimilaridade)	Rank (Distância)
Belém - Brasília	1,317	1,316	1	1
Belém - Manaus	1,453	1,442	2	2
Cuiabá - Manaus	1,944	1,935	3	3
Brasília - Manaus	2,049	2,054	4	4
Belém - Cuiabá	3,277	3,287	5	5
Manaus – PI- Tipo 2	3,368	3,366	6	6
Brasília - Cuiabá	3,396	3,394	7	7
Belém - PI- Tipo 2	3,827	3,831	8	8
Cuiabá - PI- Tipo 2	4,325	4,327	9	9
Brasília - PI- Tipo 2	4,606	4,603	10	10

Com os cálculos das dissimilaridades de pares entre todos os projetos e os Pontos Ideais, cabe fazer a análise dos resultados.

9.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO MODELO

Mesmo com uma amostra reduzida, em comparação com o universo de projetos que participaram da seleção do PAC2 Mobilidade Grandes Cidades, 4 de 24 cidades, a amostra escolhida permitiu identificar como as variáveis destes projetos compuseram e influenciaram os resultados do modelo aplicado. Com o Escalonamento Multidimensional (EMD) foi possível fazer a avaliação dos projetos de duas formas distintas entre si para a definição do Ponto Ideal.

O grande questionamento volta-se para a definição do Ponto Ideal. Desta forma, utilizaram-se duas formas de definição de Pontos Ideais e o EMD foi gerado duas vezes – um para comparar as variáveis dos projetos com cada tipo de Pontos Ideais definidos. O Ponto Ideal Tipo-1 foi definido para identificar o melhor projeto entre o grupo da amostra e o Ponto Ideal Tipo-2 foram simuladas condições que atendessem aos objetivos do Programa PAC2 Mobilidade Grandes Cidades.

Analisando os cenários separadamente:

- Cenário com Ponto Ideal Tipo 1:

Neste cenário identificou-se, o melhor projeto da amostra: Belém, pois foi o que mais se aproximou do Ponto Ideal, conforme Tabela 9.5

Tabela 9.5. Ranking das distâncias dos projetos em relação ao PI (Tipo1)

Par	Dissimilaridade	Distância	Rank (Dissimilaridade)	Rank (Distância)
Belém - PI-Tipo1	0,843	0,843	1	1
Manaus - PI-Tipo1	1,912	1,912	3	3
Brasília - PI-Tipo1	2,296	2,296	5	5
Cuiabá - PI-Tipo1	4,524	4,524	10	10

Belém possui a maior TIR entre os projetos (41%) e a melhor variação de profundidade média (redução de 7,50%), e mesmo não sendo o melhor em razão Benefício/Custo e Integração média, possui valores consideráveis para estas variáveis. Belém e Cuiabá eram extremos da amostra e se o modelo não apontasse essa condição deveria ser refutado, o que não ocorreu.

Manaus está mais próximo do PI que Brasília, e Cuiabá que está distante de todos. Quando se compara a distância relativa entre os projetos, Belém e Manaus estão muito próximos (Dissimilaridade 1,511 e Distância 1,471) sendo no ranking a menor distância no mapa perceptual, o que permite agrupá-los como bons projetos, visto que possuem os melhores

desempenhos em todas variáveis. Brasília poderia ser enquadrado como um projeto intermediário, pois mesmo estando na terceira posição de distância relativa de PI, manteve-se distante de Cuiabá (Dissimilaridade 3,254 e Distância 3,234).

- Cenário com Ponto Ideal Tipo 2:

Neste cenário identificou-se que, submetidos a uma condição de objetivos específicos é possível perceber quando todos os projetos estão distantes do PI, conforme Tabela 9.6.

Tabela 9.6. Ranking das distâncias dos projetos em relação ao PI (Tipo2)

Par	Dissimilaridade	Distância	Rank (Dissimilaridade)	Rank (Distância)
Manaus - PI	3,368	3,366	6	6
Belém - PI	3,827	3,831	8	8
Cuiabá - PI	4,325	4,327	9	9
Brasília - PI	4,606	4,603	10	10

Em condições em que os valores para o PI independem dos resultados dos projetos da amostra, foi possível identificar que todos do grupo estão distantes do PI. Isso corrobora a hipótese de que não basta o projeto ser melhor que os demais, mas precisa atender às expectativas de diretrizes e os objetivos da política pública em questão.

Percebeu-se que os projetos de mobilidade urbana buscam mostrar os benefícios, as intenções dos projetos em suas avaliações, mas quando são confrontados com as variáveis que apuram a sustentabilidade da oferta desses benefícios, surge divergência entre variáveis. Brasília apresentou dificuldades em apresentar variações significativas nas variáveis topológicas, pois apresenta uma alta profundidade média, algo muito intrínseco de sua configuração urbana, deixando sua dissimilaridade com o Ponto Ideal Tipo 2 muito próximo do encontrado para a cidade de Cuiabá.

Quando se verifica a proximidade entre os projetos comparados com a dissimilaridade entre estes e o PI, é factível pensar que o gestor que coordena o processo de seleção de propostas poderia recusar todos os projetos, por não atenderem os objetivos propostos. Contudo, é preciso que esses objetivos sejam claramente desenvolvidos e indicados para a construção do Ponto Ideal.

10 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo desta tese foi construir uma metodologia para análise, avaliação e priorização dos projetos de Planos de mobilidade urbana, capaz de auxiliar a tomada de decisão de investimento, considerando variáveis financeiras, econômicas e espaciais.

Para alcançar o objetivo principal do trabalho, foram utilizadas ferramentas de análise econômica, sintática e de avaliação de sustentabilidade financeira, que são metodologias de avaliação de mobilidade urbana, já utilizadas, mas não de forma conjugada. Verificou-se que concatenando essas ferramentas em um único modelo melhorou o desempenho da avaliação e suprir lacunas. Para tanto, o instrumental estatístico Escalonamento Multidimensional conseguiu consolidar o comportamento dessas variáveis, permitindo uma avaliação coerente de uma amostra de quatro projetos do PAC2 Mobilidade Grandes Cidades. Ademais, o Escalonamento Multidimensional permite uma leitura de fácil compreensão, tanto pelo posicionamento dos projetos comparados em um mapa perceptual, representando suas dissimilaridades através de distâncias relativas, tanto como nos dados de saída das tabelas comparativa entre todos os projetos e o Ponto Ideal.

Mais que resultados econômicos e financeiros e gestão do fluxo do tráfego, Jacobs (2001), Vanderbilt (2009) e Gehl (2015) apontam que garantir mais mobilidade, opções e liberdade para as pessoas se deslocarem pode transpassar o aspecto urbanístico e contribuir para oferecer desenvolvimento econômico às cidades e a configuração urbana também apresenta suas interferências no desempenho socioeconômico das cidades. Neste sentido, a análise social do espaço de Hillier e Hanson (1984) contribui com a análise da configuração urbana das cidades.

O uso de EMD com a aplicação de variáveis econômicas, financeiras e espaciais mostrou-se coerente para facilitar a tomada de decisão, seja para apontar o melhor projeto, seja para identificar quão próximos e/ou distantes estão dos objetivos de determinada política pública estejam. Essa última questão é de importância sem precedentes na administração pública, pois permite que mesmo projetos que se destacam entre os demais não sejam aprovados, caso não atendam ao conjunto de condições para o alcance dos objetivos propostos nesses programas.

Especificamente na amostra avaliada, cidades com bons desempenhos nas diversas variáveis apresentaram mais proximidade relativa aos Pontos Ideais, como Belém e Manaus. Por sua vez, para Cuiabá, que possuía valores desfavoráveis em diversas variáveis o modelo

conseguiu evidenciar sua incapacidade de promover melhora na mobilidade urbana. A hipótese de que um modelo que utilizasse essas três dimensões poderia melhorar e deixar mais claro o processo de seleção e priorização de projetos de mobilidade urbana foi confirmado e o modelo em questão responde à pergunta de pesquisa desta Tese.

Também foi possível identificar que o EMD consegue agrupar projetos com desempenhos semelhantes, podendo ser possível definir grupos a serem priorizados em determinados programas de investimento em mobilidade urbana, bem como grupos de projetos que devam ser descartados da avaliação.

10.1 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O uso desta combinação de dimensões de variáveis e a adoção do Escalonamento Multidimensional em Transportes apresentaram algumas limitações, que representam não só a limitação em si, mas, principalmente, recomendações para a continuidade dessa pesquisa:

- Seria possível um uso de mais variáveis em todas as dimensões: de fato, tanto a análise econômica, avaliação de sustentabilidade e Sintaxe Espacial possuem uma gama de variáveis muito maiores que as que foram apresentadas neste modelo. Contudo, não se trata de uma limitação do EMD, sendo possível que em estudos futuros mais variáveis possam ser agregadas, bem como a interpretação que transmitem à análise;
- Modelo poderia considerar em sua análise o uso do solo de forma direta: no capítulo 6 foram apresentados modelos de financiamento sustentável para cidades. Dentro desses, o uso do solo tem um papel fundamental para gerar benefícios que garantam a sustentabilidade de implantação e gestão da mobilidade, ou seja, o uso do solo foi considerado, porém de forma indireta. Mas isso não limita a possibilidade de em estudos futuros ser adicionado o uso do solo no rol de variáveis que compõe a aplicação do EMD;
- O modelo poderia considerar a evolução histórica da mancha urbana: a expansão da cidade e o caminho que esta percorreu até a atualidade têm muito a dizer sobre o futuro da cidade e a potencialidade de movimento no processo de crescimento da cidade;
- A Sintaxe Espacial não ponderou as melhorias da malha e a mudança de direção do tráfego: a Sintaxe Espacial pretende realizar uma análise na dimensão do nível do

olhar, medindo a potencialidade do movimento, seja de carro, ou outro tipo de transporte, por isso acredita-se que a perda não seja significativa, visto que, em todos os projetos os maiores volumes financeiros investidos são para construção, prolongamento de vias e implantação de corredores de BRT e VLT;

- A definição do Ponto Ideal deveria ser mais criteriosa com uma sistematização capaz de espelhar melhor os objetivos das políticas públicas: este é um dos grandes desafios do modelo, não por limitação do método, mas pela precariedade de informações contidas nos objetivos das políticas públicas. Diretrizes e objetivos de políticas públicas, no anseio de sanar em plenitude o acesso ao transporte – como direito constitucional – apresentam uma subjetividade associada a uma visão de longo prazo, do mundo perfeito que se espera. O tipo de análise proposto nesta tese tem o objetivo de instigar a melhoria na definição do que se pretende exigir de projetos de mobilidade urbana como critério de seleção para financiamento, seja público ou privado.

Avaliações econômicas da mobilidade urbana sempre estarão sujeitas a um árduo caminho de melhoramento e até mesmo uma seleção natural, pela mesma regra que rege os causadores de sua existência: a humanidade. Assim, como o trânsito não é simplesmente uma entidade, mas sim um conjunto de pessoas ou padrões de fluxo de movimento que, a partir de decisões individuais, formam um padrão coletivo e que, também, a economia segue a mesma premissa. O planejamento precisa considerar variáveis que levam em conta as ações das pessoas e avançar na busca da inserção de mais variáveis que se comprometam com este fim. Pode, enfim, tornar factíveis os cenários propostos, auxiliando a tomada de decisão para o investimento em mobilidade urbana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. A.; OLIVEIRA A.V.M. (2013) Sistemas de tarifação de congestionamento: estudo de caso de Londres. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*. Ano 35. 1º Quadrimestre. p. 83-100.
- ANDRÉ, S.; ROY, B. (2009). Évaluation de la performance des projets de mécénat en entreprise: Application de la démarche EPISSURE. Cahier du Lamsade n.289. Université Paris Dauphine. 38p.
- ARROW, K (1951) *Social Choice and Individual Values*. New Haven: Yale University Press.
- ASCHER, F. (2010) Os novos princípios do Urbanismo. São Paulo, Romano Guerra 104p.
- ASSAF NETO, A. (2011) *Curso de Administração Financeira*. 2ª Ed. São Paulo; Ed. Atlas.
- BANDEIRA, M. I. V. Q. B (2005) *Metodologia de Priorização da Expansão da Rede de Distribuição de Gás Natural com Base na Sintaxe Espacial: uma Aplicação no Setor Residencial em Fortaleza*. Dissertação de Mestrado - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará.
- BARBOSA, G. M. (2005). Análise de investimento e decisão de projeto. *Pensamento & Realidade. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Administração-FEA* (17) p.49-62.
- BARROS, A. P. B. G (2006) Estudo exploratório da Sintaxe Espacial como ferramenta de alocação de tráfego. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 171p
- BARROS, A. P. B. G (2014). *Diz-me como andas que te direi onde estás: inserção do aspecto relacional na análise da mobilidade urbana para o pedestre*. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. 372p
- BARROS, A. P. B. G.; MEDEIROS, V. A. S.; SILVA, P. C. M.; HOLANDA, A. P.; HOLANDA, F. R. B. (2005). Sintaxe Espacial como Ferramenta de Definições de Parâmetros de Hierarquia Viária. *Anais do XIX Congresso da Associação Nacional de Pesquisas e Ensino em Transporte - ANPET*. Recife, Brasil.
- BARROS, A. P.B.G.; MEDEIROS, V. A. S.; SILVA, P. C. M.; HOLANDA, F. R. B. (2008) Análise de sistemas de transporte urbano por meio da Sintaxe Espacial. *5º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia*. Maputo. Moçambique.
- BEVILACQUA, S. (2004) O emprego da Multidimensional Scaling: estudo de caso envolvendo seis instituições de ensino superior do nordeste paulista, uma contribuição para a Qualidade em Serviços. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia da Produção*. N.3, p.43-53.
- BOUF, D., HENSHER, D. A. (2007). The dark side of making transit irresistible: the example of France. *Transport Policy*, 14, p. 523-532.
- BRASIL (1988). Constituição da república Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal.

BRIGHAM, E. F.; EHRTHARDT, M. C. (2012). *Administração Financeira: Teoria e Prática*. Tradução da 13ª Edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning.

BULHÕES, E. C. (2015) *Proposta alternativa de avaliação econômica aplicada a investimentos em infraestrutura hidroviária brasileira utilizando opções reais*. Tese de doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

CALLAHAN, G., IKEDA, S. (2003) Jane Jacobs, The anti-planner. *Mises Daily Articles*. Ludwig von Mises Institute.

CAMPOS, R. O (1975) A experiência brasileira em planejamento. *In: Simonsen, M.H; CAMPOS, R. O. A nova Economia Brasileira*. Rio de Janeiro. Editora Biblioteca do Exército.

CARDOSO JUNIOR, M.M., SCARPEL, R.A. (2010) Construção do mapa perceptual dos riscos socioambientais utilizando o escalonamento multidimensional (MDS). *XXX Encontro Nacional de Engenharia da Produção*. São Carlos, SP.

CDURP (2014) *Registro de Operação Urbana Consorciada da Região do Porto do Rio de Janeiro*. Código ISIN nº. BRMCRJCPA003. BMFBovespa.

CORRAR, L. J., PAULO, E., DIAS FILHO, J. M. (2007). *Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo: Atlas, 280-323.

CÔRTEZ, J.G.P. (2012) *Introdução à economia da engenharia*. São Paulo: Cengage Learning.

CRUZ, R. O. M. (2013) *Uma proposta de estrutura governamental para regular as relações contratuais multilaterais no investimento em infraestrutura de transportes*. (Tese de doutorado) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 164p.

DA SILVA FILHO, E. B. (2014). *Securitização de Ativos Públicos Para Financiamento de Projetos de Infraestrutura: O Caso Brasileiro e a Experiência dos Brics* (No. 1989).

DALBEM, M.C.; BRANDÃO, L.; MACEDO-SOARES, T.D.L.A. (2010) Avaliação Econômica de Projetos de Transporte: melhores práticas e recomendações para o Brasil. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro 44(1), p. 87-117.

DANTAS, K. E. G. (2008) *A vinculação de receitas pós-constituição federal de 1988 – Rigidez ou Flexibilidade? O caso da CIDE – Combustíveis*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Economia do Departamento de Economia. Universidade de Brasília-UnB. Brasília (DF).

DE CESARE, C. M., SILVA FILHO, L. C. P., UNE, M. Y., & WENDT, S. C. (2003). *Analyzing the Feasibility of Moving to a Land Value-based Property Tax System: A Case Study from Brazil*. Working Paper. Lincoln Institute of Land Policy. Massachusetts.

DE MELO, R. A., SETTI, J. R. (2007). Fluxos mínimos de veículos para implantação de faixas adicionais em aclives de rodovias de pista simples. *TRANSPORTES*,15(1) p. 16-23.

DERYCKE, P.H. (1971) *La Economia Urbana*. Press Universitaires de France. 271p.

DFT (2014) Department for Transport. *WebTAG: Transport Analysis Guidance. An Overview of Transport Appraisal*. Department for Transport. London-UK.

DO CARMO, C. L., JUNIOR, A. A. R., NOGUEIRA, A. D. (2014). Aplicações da Sintaxe Espacial no planejamento da mobilidade urbana. *Ciência & Engenharia*, 22(1), p.29-38

DREVS, F.;TSCHEULIN, D. K.; LINDENMEIER, J.; RENNER, S. (2014) *Crowding-in or crowding out: An empirical analysis on the effect of subsidies on individual willingness-to-pay for public transportation*. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 250-261.

DTF (2012) Department of Treasure and Finance. *Investment Management Standard. A guide for Victorian government departments and agencies*. The Secretary Department of Treasury and Finance. Melbourne-AU.

ELGAR, I.; KENNEDY, C. (2005) Review of Optimal Transit Subsidies: Comparison between Models. *Journal Of Urban Planning And Development*, p. 71-78.

ELSTER, J. (1999). A possibilidade da política racional. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 14(39), 13-40.

ESMALIFALAK, H., AJIRLOU, A. I., BEHROUZ, S. P., ESMALIFALAK, M. (2015). (Dis) integration levels across global stock markets: A multidimensional scaling and cluster analysis. *Expert Systems with Applications*, 42(22), 8393-8402.

FINNERTY, J.D. (1999) *Project Finance: Engenharia Financeira baseada em ativos*, Rio de Janeiro: Qualitymark, 536p.

FLYVBJERG, B. (2009) Survival of the Unfittest: Why the Worst Infrastructure Gets Built, And What We Can Do about It. *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 25, no. 3, pp. 344–367.

FLYVBJERG, B. (2013). Quality control and due diligence in project management: Getting decisions right by taking the outside view. *International Journal of Project Management*, 31(5), 760-774.

FLYVBJERG, B., BRUZELIUS, N., ROTHENGATTER, W. (2003). *Megaprojects and risk: An anatomy of ambition*. Cambridge University Press.

FLYVBJERG, B.; HOLM, M. S.; BUHL, S. (2002) Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie? *Journal of the American Planning Association*, vol. 68, no. 3, Summer, pp. 279-295.

FLYVBJERG, B.; HOLM, M. S.; BUHL, S. (2005). How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? The Case of Transportation. *Journal of the American Planning Association*, vol. 71, no. 2, Spring Issue, pp. 131-146.

GDESZ, M. (2011) *Regulatory Frameworks for Land Value Taxation in Poland*. In: R. Sietchiping ed. *Innovative land and property taxation*. Nairobi, Kenya: UN Habitat. pp. 30-41.

GDF (2010) GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal e Entorno – PDTU/DF. Relatório Final. Brasília. Out/2010.

- GEHL, J. (2015) *Cidades para pessoas*. 3ªEd. Editora Perspectiva. São Paulo.
- GONÇALVES, M. P.; PERES, R. B. (2015). O conceito de desenvolvimento orientado ao transporte (DOT) e suas aplicações no Brasil. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 3(18).
- GONDIM, M. F. (2014) *A Travessia No Tempo: Homens e Veículos, da Mitologia aos Tempos Modernos*. Brasília. Tese de Doutorado. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 343p.
- GOVERNO DO ESTADO DO MATO GROSSO (2010) Plano de Mobilidade Urbana. Agencia Estadual de Execução dos projetos da Copa do Mundo do Pantanal. Diretoria de Planejamento e Gestão. Nov/2010.
- GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ (2003) Estudo de Viabilidade Econômica de Projetos para o Melhoramento do Sistema de Transporte na Região Metropolitana de Belém na República Federativa do Brasil. Relatório Final. Out/2003.
- GUIMARÃES, M.S. (2013) O veículo leve sobre trilhos da Região Metropolitana do Vale do Rio Cuiabá – RMVRC. 19ª Semana da Tecnologia Metroviária. São Paulo-SP. Set/2013.
- H.M. TREASURY (1997). "The Green Book": Appraisal and Evaluation in Central Government, Treasury Guidance. London: Her Majesty's Stationary Office.
- HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman.
- HAYEK, F. A. (1973). *Law, Legislation, and Liberty*, Vol. 1. Chicago: University of Chicago Press.
- HAYEK, F. A. (1985) *Direito, legislação e liberdade: uma nova formulação dos princípios liberais de justiça e economia política*. 1985. São Paulo: Editora Visão.
- HAYEK, F.A. (2013) *O Caminho da Sevidão*. Instituto Liberal. Vide Editorial.
- HERDEIRO, R. F. C. (2012) Escalonamento Multidimensional. In: Corrar, L. J.; Paulo, E.; Dias Filho, J. M. (Org.) *Análise multivariada*. 1ª Ed. 4 Reimpressão. São Paulo: Atlas.
- HILLIER, B. (1996) *Space is the machine*. Londres: Cambridge Press.
- HILLIER, B., PENN, A., HANSON, J., GRAJEWSKI, T., XU, J. (1993). Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and Planning B: planning and design*, 20(1), 29-66.
- HILLIER, B.; HANSON, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge: University Press.
- HOLANDA, F. R. B (2007). Arquitetura sociológica. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v.9, n.1, p.115-129, maio 2007.
- IBGE (2015) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mudança Demográfica no Brasil no Início do Século XXI: subsídios para as projeções da população*. Rio de Janeiro.

- JACOBS, J (2001) Morte e vida de grandes cidades. Editora WMF Martins Fontes. São Paulo
- KARIMI, K.; PARHAM, E.; ACHARYA, A. (2015) Integrated sub-regional planning informed by weighted spatial network models: The case of Jeddah sub-regional system. *10th International Space Syntax Symposium*. London. UK.
- KLEIN, P. (2007) Menger the revolutionary. *The Free Market*. Vol. 25, nº2, p.1-3. Ludwig von Mises Institute.
- KRUSKAL, J. B. (1964). Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*, 29(1), 1-27.
- LIEGGIO JUNIOR, M. L., GRANEMANN, S. R., DE SOUZA, O. A. (2012). Aplicabilidades da análise multicritério às problemáticas de decisão no transporte rodoviário de produtos perigosos: uma perspectiva teórica. *Journal of Transport Literature*, 6(2), 197-217.
- LIMA NETO, V. C.; GALINDO, E. P. (2013) Planos de Mobilidade Urbana: Instrumento efetivo da Política Pública de Mobilidade? *Mobilidade, Cidade e Território*, Paranoá nº. 9.
- LOUREIRO, V. (2016) Mapa Axial – Sintaxe Espacial – Ferramentas de Análise: Workshop introdutório. Uniceub. dez/2016. Brasília-DF
- MACHADO, J. T.; Duarte, F. B.; Duarte, G. M. (2011). *Analysis of stock market indices through multidimensional scaling*. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 16(12), 4610-4618.
- MACKIE, P.; NELLTHORP, J.; LAIRD, J. (2005). Notes on the economic evaluation of transport projects. *Transport Notes series; no. TRN 5*. Washington, DC: World Bank.
- MACKIE, P.; WORSLEY, T. (2013). International comparisons of transport appraisal practice: overview report. Institute for Transport Studies, University of Leeds, Leeds.
- MACKIE, P.; WORSLEY, T.; ELIASSON, J. (2014). Transport appraisal revisited. *Research in Transportation Economics*, 47, 3-18.
- MAJOR, M.D.; PENN, A.; HILLIER, B. (1997) Space Syntax: a theory with a toolkit. In: 1st International Space Syntax Symposium, Londres, Inglaterra.
- MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M. D.; & GREEN, J. R. (1995). *Microeconomic theory*. New York: Oxford university press.
- MEDDA, F. (2011) Land value finance: Resources for public transport. In: R. Sietchiping ed. *Innovative land and property taxation*. Nairobi, Kenya: UN Habitat. pp. 42-54.
- MEDDA, F.R.; MODELEWSKA, M. (2011) *Land Value Capture as a Funding Source for Urban Investment: The Warsaw Metro System*. Better Government Program, Ernst & Young Poland.
- MEDEIROS, V. (2013) *Urbis Brasiliae: o labirinto das cidades brasileiras*. Brasília: Editora UnB. 612p.

- MENGER, C. (1871). *Grundsätze der volkswirtschaftslehre* (Vol. 1). W. Braumüller.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2011) Portaria nº65, de 21 de fevereiro de 2011. Brasília-DF.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2012) Instrução Normativa nº41 de 24 de outubro de 2012. Brasília-DF.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2013) Portaria nº164 de 12 de abril de 2013. Brasília – DF.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES (2015) PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. Brasília-DF.
- MISES, L.v. (1995). *Ação Humana*. Instituto Ludwig von Mises. São Paulo.
- MITRIC, S. (2013). Urban transport lending by the World Bank: The last decade. *Research in Transportation Economics*,40(1), p.19-33.
- MONTE-MÓR, R. L. (2006). As teorias urbanas e o planejamento urbano no Brasil. In Diniz, C. C. & Crocco, M., (eds.), *Economia Regional e Urbana: Contribuições Teóricas Recentes*, p.61–85. UFMG, Belo Horizonte.
- MULDOON-SMITH, K.; GREENHALGH, P.; CONROY-DALTON, R.; ALVANIDES, S.; KING, H.; SPARKES, B. (2015) Urban transactions: Investigating the relationship between spatial preference and spatial configuration in the city of Leeds. *10th International Space Syntax Symposium*. London. UK.
- NETO, A. (2013) *As Cepacs deram certo?* Revista Infraestrutura Urbana. Edição 33, São Paulo. Editora PINI.
- OLIVEIRA, A. V. M.; TUROLLA, F. A. (2013) Financiamento da infraestrutura de transportes. *Journal of Transport Literature*, vol. 7,n. 1, pp. 103-126.
- OLSEN, S.; FEARNLEY, N. (2014) Policy transfer of public transport funding schemes–The case of Norway. *Research in Transportation Economics*.
- PEREIRA, A. C.; NETO, O. S (2013). Viabilidade econômica de projetos e aspectos particulares em empreendimentos tipo project finance aplicados a investimentos em infraestrutura de transportes. *Revista Holos*. Ano 28, vol.6, p.203-219.
- PEREIRA, R. H. M.; BARROS, A. P. B. G.; MEDEIROS, V. A. S. (2011) O uso da Sintaxe Espacial na análise do desempenho do transporte urbano: limites e potencialidades. *Texto para Discussão n. 1630*. IPEA. Rio de Janeiro. 32p.
- PESSOA, L. C. R.; BÓGUS, L. M. M. (2008) *Operações urbanas–nova forma de incorporação imobiliária: o caso das Operações Urbanas Consorciadas Faria Lima e Água Espraiada*. Cadernos MetrÓpole, n.20 p.125-139.
- POPPER, K. (1972) *A lógica da pesquisa científica*. Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. Editora Cultrix. São Paulo.
- PREFEITURA DE MANAUS (2015) Plano de Mobilidade Urbana de Manaus – PlanMob Manaus. Nov/2015.

RATP (2016) Régie Autonome des Transports Parisiens. *Levaluation des projets*. Disponível em <<https://www.fondationgrouperatp.fr/que-faisons-nous/levaluation-des-projets/>> acessado em 10.10.2016.

RAWLS, J. (1971). *A theory of justice*, Harvard. Press, Cambridge.

RIGGENBACH, J. (2011) Jane Jacobs: Libertarian Outsider. . *Mises Daily Articles*. Ludwig von Mises Institute.

RODRIGUEZ DIAS, C.; SAKR, F. L. (2014). Centralidade urbana: configuração espacial e condições socioeconômicas na cidade de São Paulo, Brasil. *Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo (6è: 2014: Barcelona, Bogotá)*.

ROTHBARD, M. N. (1956) Toward a Reconstruction of Utility and welfare economics. *IN: SENNHOLZ, M (ed.) On freedom and free enterprise*. Princenton Press.

ROTHBARD, M.N. (1969) *The Libertarian Forum*. Vol. 1, nº 8. Washington. Jun/69.

SABOYA, R. T (2007) Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos. 231p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Santa Catarina. PPGEC. UFSC. Florianópolis-SC.

SCHUMACHER, F.I (2015) *Análise custo-benefício de ondulações transversais e redutores eletrônicos de velocidade no Brasil*. 170p. Tese de Doutorado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. USP. Piracicaba-SP.

SILVA, J. M. (2008). *Por uma cidade amigável: configuração urbana, andabilidade e atropelamentos em Curitiba*. 290p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. PPGEC/UFSC.

SINGER, P. I (1977) Desenvolvimento econômico e evolução urbana: análise da evolução econômica de São Paulo, Blumenal, Porto Alegre, Belo Horizonte e Recife. São Paulo. Editora Nacional.

SOUZA, A. A.; SILVA, D.; LARA, C. O.; MOREIRA, D. R. (2010) Análise financeira exploratória de hospitais com uso do Escalonamento Multidimensional. *XIII SemeAd*. FEA-USP. São Paulo.

SOUZA, E.C (2010) *Os métodos biplot e escalonamento multidimensional nos delineamentos experimentais*. 135p. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba-SP.

SUZART, J. A. S.; MARCELINO, C. V.; GOMES, S. M. S. (2009) O processo orçamentário das indústrias da Região Metropolitana de Salvador: Uma análise através de escalonamento multidimensional. *XVI Congresso Brasileiro de Custos*. Fortaleza-CE.

SWEENEY, D. J., WILLIAMS, T. A., & ANDERSON, D. R. (2013). *Estatística aplicada à administração e economia*. São Paulo, CENGAGE Learning.

TCU (2015) Tribunal de Contas da União. *Relatório de auditoria operacional, governança em políticas públicas de mobilidade*. TC 020.745/2014-1. TCU. Brasília-DF.

UGALDE, C. M.; RIGATTI, D. (2007). Configuração Espacial e Desenvolvimento Urbano-Regional. *Anais: Encontros Nacionais da ANPUR*,12.

VANDERBILT, T (2009). Por que dirigimos assim? Editora Elsevier. Rio de Janeiro

VARIAN, H.R (1999) Microeconomia: princípios básicos. Rio de Janeiro: Ed. Campus.

VILLELA, T. M. A. (2013) *Estrutura para exploração de portos com autoridades portuárias privadas*. Tese de doutorado em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 173p.