

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

**REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS DE LINHAS DE  
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS: MÉTODO  
DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO**

**RONY MARCELO ARTEAGA VELASQUEZ**

**ORIENTADOR: PASTOR WILLY GONZALES TACO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**BRASÍLIA / DF: JULHO / 2015**

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

**REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS DE LINHAS DE  
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS: MÉTODO  
DE AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO**

**RONY MARCELO ARTEAGA VELASQUEZ**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES DO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM  
TRANSPORTES**

**APROVADA POR:**

---

**PASTOR WILLY GONZALES TACO, Dr. (PPGT/UnB)  
(ORIENTADOR)**

---

**MICHELLE ANDRADE, Dr. (PPGT/UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**ALEXANDRE HENRIQUE SILVA, Dr. (Metrô-DF)  
(EXAMINADOR EXTERNO)**

**DATA: BRASÍLIA/DF, 14 DE JULHO DE 2015.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ARTEAGA, RONY MARCELO VELASQUEZ

Representações Esquemáticas de Linhas de Transporte Público Urbano por Ônibus: Método de Avaliação da Percepção do Usuário. [Distrito Federal] 2015.

xviii, 130 p., 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2015).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Mapas de Transporte Público

2. Geografia da Percepção

3. Sistemas de Informação Geográfica

4. Análise Fatorial Confirmatória

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ARTEAGA, R. M. V. (2015). Representações Esquemáticas de Linhas de Transporte Público Urbano por Ônibus: Método de Avaliação da Percepção do Usuário. Dissertação de Mestrado em Transportes, Publicação T.DM-008A/2015, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 130 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Rony Marcelo Arteaga Velasquez.

TÍTULO: Representações Esquemáticas de Linhas de Transporte Público Urbano por Ônibus: Método de Avaliação da Percepção do Usuário.

GRAU: Mestre

ANO: 2015

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

---

Rony Marcelo Arteaga Velasquez  
ronyarteagavel@gmail.com  
SCLN 406 Bloco B – Asa Norte  
Brasília – Distrito Federal, Brasil.

*“No importa de dónde vengas, serás bienvenido.  
No importa en qué lengua hables, serás entendido.  
No importa si vienes solo o traes compañía.  
Lo que importa es que por fin estás aquí”*  
(Octavia – Bolivia)

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação em memória do meu querido avô Edgar Velasquez (1934-2015). O senhor não manteve sua promessa de esperar eu retornar para Bolívia, mas sei que você está muito orgulhoso de mim. Deus te proteja querido papai, a gente voltará a estar juntos no céu.

## **AGRADECIMENTOS**

A meus pais Ovidio Arteaga Rojas e Vilma Velazques Navarro, por todo seu amor, dedicação, esforço, apoio e compreensão. Tudo o que eu sou é por causa de vocês, nem em cinquenta vidas poderia devolver a metade do que vocês me deram.

A minha irmãzinha Eliana, por ser minha princesa e a razão mais importante da minha vida.

A minha irmã Patricia, meu cunhado Roberto e minhas sobrinhas Haziell e Vane, por me ensinar que a família é o mais importante, e me dar o próximo objetivo da minha vida.

A minha tia Shirley, por todo o apoio ao longo de muitos anos, e ser minha irmã mais velha.

Aos meus grandes amigos Ronny, Alexandre e Walysson, pelo apoio nos tempos mais difíceis nesta etapa da minha vida, tornando-se em meus irmãos e a minha família adotiva no Brasil.

À CNPQ por me dar a oportunidade de fazer o mestrado e conhecer o Brasil.

Ao Professor Dr. Pastor Willy Gonzales Taco, por confiar em mim e aceitar ser meu orientador, fazendo esta dissertação uma realidade.

À Professora Dr. Michelle Andrade e ao Dr. Alexandre Henrique Silva por aceitar ser parte da banca de avaliação desta dissertação.

A meus amigos Leonardo, Ada, Julio, Denise, Cinthia, Nataniel, Claudio, Laura, Harley, Helard, Rubén, Alejandra, Janneth, Alda, Maria, Juan David, que me ensinaram que a amizade não tem divisões de continentes, línguas, fronteiras, nem cores de bandeiras.

A meus colegas do mestrado, especialmente a meus amigos da turma 2013 (minha querida turma): Aline, Luca, Hudson, Edwin, Wesley, Jean, Gerardo, Gal, Walysson, Emmanuel e Leonel.

A todos os professores e pessoal administrativo do Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília (PPGT).

A meus professores na Universidad Mayor de San Andrés Eng. Msc. Waldo Yanaguaya e Eng. Msc. Juan Luís Maldonado pelas cartas de recomendação.

## RESUMO

Os mapas esquemáticos de transporte público são o principal componente gráfico dos sistemas de informação de usuários em todo o mundo. Sabe-se que as características visuais dos mapas esquemáticos de transporte público afetam diretamente a interação dos usuários com o sistema de transporte público, como também com a interpretação da cidade. O objetivo geral desta dissertação é avaliar a percepção geográfica que os usuários de ônibus têm das representações esquemáticas de linhas de transporte público urbano para auxiliar no desenvolvimento de representações que facilitem a compreensão da informação contida nos mapas esquemáticos.

Foram usados os conceitos e técnicas da geografia da percepção para construir um método que permite identificar os parâmetros que influenciam o usuário de ônibus na percepção geográfica das representações esquemáticas de linhas de transporte público urbano e as principais características da construção gráfica dos mapas esquemáticos de transporte público. Uma vez estabelecido, o método foi aplicado para um estudo de caso junto aos usuários de transporte público por ônibus de Brasília.

O método proposto para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público consta de 19 atividades divididas em cinco etapas, que são: concepção, geração de mapas esquemáticos, avaliação dos mapas esquemáticos por parte dos usuários, tratamento dos dados e análise dos resultados. A realização do estudo de caso no Plano Piloto de Brasília serviu para validar o método, conseguindo-se aplicar todas as etapas metodológicas.

O modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público, que é o principal componente do método e também o principal produto da dissertação, foi baseado no modelo de orientação espacial dos usuários de transporte público, e para gerar os mapas esquemáticos foi usado o método automático aplicando ferramentas próprias dos sistemas de informação geográfica (SIG). Finalmente a análise de dados foi realizada de forma quantitativa e qualitativa, usando principalmente a análise fatorial confirmatória para avaliar e validar o modelo proposto.

A análise estatística descritiva dos dados mostrou que as pessoas com menos de 20 anos de idade são as que mais usam o transporte público, também revelou que as mulheres têm um maior sucesso no planejamento da viagem usando mapas esquemáticos. Com relação aos tipos de representação esquemática dos mapas, conseguiu-se estabelecer que nem sempre o mapa com maior grau de compreensão e aceitação por parte dos usuários permite o planejamento das viagens com maior sucesso. A análise fatorial confirmatória do modelo mostrou que existe uma correlação importante entre a decisão da rota e o monitoramento da rota na hora de usar os mapas esquemáticos de transporte público.



## **ABSTRACT**

The schematic maps of public transport are the main graphic component of the user's information systems around the world. It is known that the visual characteristics of schematic maps of public transportation directly affect how users can interact with the public transport system, as well as to the interpretation of the city. The overall objective of this work is to evaluate the geographic perception that bus users have of the schematic representations of urban public transportation lines to assist in the development of representations that facilitate comprehension of the information contained in the schematic maps.

The concepts and techniques of geography of perception were used to construct a method that allows identify the parameters that influencing the bus user in the geographical perception of schematic representations of urban public transport lines and the main features of the graphical construction of schematic maps of public transport . Once established, the method was apply in a case study with bus public transport users of Brasília.

The method proposed to evaluate the perception of public transport's schematic maps consists of 19 activities divided into five stages, namely: deception, generation of schematic maps, evaluation of schematic maps by users, data processing and analysis of results. The completion of the case study in the Plano Piloto of Brasilia served to validate the method, achieving apply all methodological stages.

The geographic perception model of public transport users, which is the main component of the method and also the main product of the thesis was based on the spatial orientation model of public transport users, and to generate the schematic maps was used the automatic method applying own tools of geographic information systems (GIS). Finally, the data analysis was performed by quantitatively and qualitatively form, using mainly confirmatory factor analysis to evaluate and validate the model.

Descriptive statistical analysis of the data showed that people under 20 years of age are the most likely to use public transport, also revealed that women have greater success in planning the trip using schematic maps. Regarding the types of schematic representation of the maps, it was

possible to establish that not always the map with a higher degree of understanding and acceptance by users allows the planning of trips with greater success. The confirmatory factor analysis model showed that there is an important correlation between the decision of the route and monitoring the route in time to use the schematic maps of public transport.

## **RESUMEN**

Los mapas esquemáticos de transporte público son el principal componente gráfico de los sistemas de información de usuarios en todo el mundo. Se sabe que las características visuales de los mapas esquemáticos de transporte público afectan directamente la interacción de los usuarios con el sistema de transporte público, así como con la interpretación de la ciudad. El objetivo general de este trabajo es evaluar la percepción geográfica que los usuarios de autobuses tienen de las representaciones esquemáticas de las líneas de transporte público urbano para ayudar en el desarrollo de representaciones que faciliten la comprensión de la información contenida en los mapas esquemáticos.

Los conceptos y técnicas de la geografía de la percepción fueron utilizados para desarrollar un método que permita identificar los parámetros que influyen en la percepción geográfica de las representaciones esquemáticas de las líneas de transporte público urbano del usuario de autobús y las principales características de la construcción gráfica de mapas esquemáticos de transporte público. Una vez establecido, el método fue aplicado a un caso de estudio con los usuarios de transporte público de autobús en Brasilia.

El método propuesto para evaluar la percepción de los mapas esquemáticos de transporte público consta de 19 actividades divididas en cinco etapas, a saber: concepción, generación de mapas esquemáticos, evaluación de los mapas esquemáticos por parte de los usuarios, tratamiento de los datos y análisis de los resultados. La realización del estudio de caso en el Plano Piloto de Brasilia sirvió para validar el método, logrando aplicar todas las etapas metodológicas.

El modelo de percepción geográfica de los usuarios del transporte público, que es el componente principal del método y también el producto principal de la tesis se basó en el modelo de orientación espacial de los usuarios de transporte público, y para generar los mapas esquemáticos se utilizó el método automático aplicando herramientas propias de los sistemas de información geográfica (SIG). Por último, el análisis de los datos se llevó a cabo cuantitativamente y cualitativamente, usando principalmente el análisis factorial confirmatorio para evaluar y validar el modelo propuesto.

El análisis estadístico descriptivo de los datos mostró que las personas menores de 20 años de edad son los más propensos a utilizar el transporte público, también reveló que las mujeres tienen un mayor éxito en la planificación de su viaje usando mapas esquemáticos. En cuanto a los tipos de representación esquemática de los mapas, se pudo establecer que no siempre el mapa con un mayor grado de entendimiento y aceptación por parte de los usuarios permite la planificación de viajes con mayor éxito. El modelo de análisis factorial confirmatorio mostró que existe una correlación importante entre la decisión de la ruta y el seguimiento de la ruta, en el momento de utilizar los mapas esquemáticos de transporte público.

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. APRESENTAÇÃO .....	1
1.2. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	2
1.3. HIPÓTESE .....	3
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo Geral .....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	4
1.5. JUSTIFICATIVA.....	4
1.6. METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO .....	5
1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	7
<b>2. PERCEPÇÃO GEOGRÁFICA DO USUÁRIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....</b>	<b>10</b>
2.1. APRESENTAÇÃO .....	10
2.2. USUÁRIO DE TRANSPORTE PÚBLICO .....	10
2.2.1. A Necessidade de Informação Espacial do Usuário de Transporte Público .....	11
2.2.1.1. Usuário com Conhecimento Local.....	12
2.2.1.2. Experiência do Usuário no Uso de Transporte Público .....	12
2.2.1.3. Tipo de Viagem.....	13
2.2.1.4. Deficiências Físicas e Cognitivas.....	13
2.2.1.5. Fatores Demográficos .....	14
2.2.1.6. Preferências do Usuário .....	16
2.2.1.7. Principais Problemas do Usuário de Mapas de Transporte Público.....	17
2.2.2. O Processo de Orientação Espacial do Usuário de Transporte Público.....	18
2.3. GEOGRAFIA DA PERCEPÇÃO .....	21
2.3.1. Aspectos Históricos da Geografia da Percepção .....	23
2.3.1.1. Período de 1960 a 1980: Revolucionando a Geografia.....	24
2.3.1.2. Período desde 1980: Continuidade Sem Revoluções.....	27
2.4. TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	28
<b>3. MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO .....</b>	<b>30</b>
3.1. APRESENTAÇÃO .....	30
3.2. ASPECTOS HISTÓRICOS DOS MAPAS DE TRANSPORTE PÚBLICO .....	31
3.3. TIPOS DE REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS .....	33
3.3.1. Representações Geoesquemáticas .....	34
3.3.1.1. Algoritmo Geo – Angle Directed .....	34
3.3.1.2. Algoritmo Geo – Compression .....	35
3.3.1.3. Algoritmo Geo – Force Directed.....	36
3.3.1.4. Algoritmo Geo - Linear Dispatch.....	37
3.3.1.5. Algoritmo Geo – Spatial Dispatch .....	37
3.3.1.6. Algoritmo Geo – Rotate Nodes Along Links.....	38
3.3.1.7. Algoritmo Geo – Partial Overlapping Links .....	39
3.3.2. Representações Puramente Esquemáticas .....	39

3.3.3.	Representações Hierárquicas.....	40
3.4.	<b>CARACTERÍSTICAS DOS MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO.....</b>	<b>41</b>
3.4.1.	Distorção .....	42
3.4.2.	Restauração .....	42
3.4.3.	Codificação.....	43
3.4.4.	Cognição.....	44
3.5.	<b>CONSTRUÇÃO DE MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO.....</b>	<b>45</b>
3.5.1.	Métodos de Construção de Mapas Esquemáticos de Transporte Público .....	46
3.5.2.	Estilos de Mapas Esquemáticos de Transporte Público .....	47
3.5.2.1.	Estilo Francês .....	48
3.5.2.2.	Estilo Clássico .....	48
3.5.2.3.	Estilo Escandinavo .....	49
3.5.2.4.	Estilo Holandês .....	50
3.6.	<b>TÓPICOS CONCLUSIVOS .....</b>	<b>51</b>
<b>4.</b>	<b>MÉTODO PARA AVALIAR A PERCEPÇÃO DOS MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO.....</b>	<b>53</b>
4.1.	APRESENTAÇÃO .....	53
4.2.	CONSIDERAÇÕES DE APLICABILIDADE DO MÉTODO .....	55
4.3.	ETAPAS METODOLÓGICAS .....	56
4.3.1.	Etapa I: Concepção.....	56
4.3.2.	Etapa II: Geração de Mapas Esquemáticos .....	59
4.3.2.1.	Obtenção de Dados Espaciais de Fontes Secundarias.....	59
4.3.2.2.	Conversão para Formato Shapefile (shp).....	60
4.3.2.3.	Estruturação e Correção Topológica .....	61
4.3.2.4.	Definição do Sistema de Coordenadas Geográficas .....	62
4.3.2.5.	Construção do Banco de Dados Geográficos .....	62
4.3.2.6.	Integração com os Algoritmos de Geração de Esquemas Visuais .....	64
4.3.2.7.	Geração de Esquemas Visuais.....	65
4.3.3.	Etapa III: Avaliação dos Mapas Esquemáticos por Parte dos Usuários.....	67
4.3.3.1.	Preparação do Material da Pesquisa de Campo .....	68
4.3.3.2.	Planejamento da Pesquisa de Campo .....	70
4.3.3.3.	Pesquisa de Campo.....	70
4.3.4.	Etapa IV: Tratamento dos Dados .....	71
4.3.5.	Etapa V: Análise de Dados e Resultados .....	72
4.3.5.1.	Análise Estatística Descritiva.....	72
4.3.5.2.	Análise Fatorial Confirmatória.....	73
4.3.5.3.	Análise de Aceitabilidade do Mapa .....	75
4.4.	<b>TÓPICOS CONCLUSIVOS .....</b>	<b>75</b>
<b>5.</b>	<b>ESTUDO DE CASO NOS USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE BRASÍLIA.....</b>	<b>77</b>
5.1.	APRESENTAÇÃO .....	77
5.2.	CONTEXTUALIZAÇÃO DE BRASÍLIA .....	77
5.2.1.	Morfologia Urbana.....	78
5.2.2.	Sistema de Transporte Público.....	82
5.3.	<b>GERAÇÃO DE MAPAS ESQUEMÁTICOS.....</b>	<b>83</b>

5.3.1.	Obtenção de Dados Espaciais de Fontes Secundarias.....	84
5.3.2.	Adequação dos Dados Espaciais .....	85
5.3.3.	Construção do Banco de Dados Geográficos .....	87
5.3.4.	Integração com os Algoritmos de Geração de Esquemas Visuais .....	88
5.3.5.	Geração de Esquemas Visuais.....	89
5.4.	<b>AValiação dos Mapas Esquemáticos por parte dos Usuários</b>	<b>91</b>
5.4.1.	Preparação do Material da Pesquisa de Campo .....	91
5.4.2.	Planejamento da Pesquisa de Campo .....	93
5.4.3.	Pesquisa de Campo.....	93
5.5.	<b>TRATAMENTO DOS DADOS</b> .....	<b>93</b>
5.6.	<b>TÓPICOS CONCLUSIVOS</b> .....	<b>95</b>
<b>6.</b>	<b>ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE BRASÍLIA</b> .....	<b>96</b>
6.1.	APRESENTAÇÃO .....	96
6.2.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA.....	96
6.2.1.	Dados Demográficos .....	96
6.2.2.	Utilização do Mapa .....	98
6.2.3.	Percepção Geográfica.....	100
6.2.4.	Parecer Pessoal.....	103
6.3.	ANÁLISE FATORIAL CONFIRMATÓRIA.....	105
6.3.1.	Validação do Modelo de Percepção Geográfica dos Usuários de Transporte Público.....	106
6.3.2.	Análise dos Resultados da Modelagem.....	107
6.4.	ANÁLISE DE ACEITABILIDADE DO MAPA.....	110
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>114</b>
7.1.	CONCLUSÕES.....	114
7.2.	RECOMENDAÇÕES .....	115
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>116</b>
	ANEXOS .....	124
	ANEXO I – Mapas Esquemáticos de Transporte Público de Brasília.....	125
	ANEXO II – Questionário .....	129

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Metodologia e Estrutura da Dissertação .....	7
Figura 2.1: Processo de Orientação Espacial.....	20
Figura 2.2: Modelo <i>Wayfinding</i> , ou Modelo de Processo de Orientação Espacial .....	21
Figura 2.3: Envolturas da Percepção .....	23
Figura 2.4: Representação dos Elementos Morfológicos Urbanos de Lynch.....	25
Figura 3.1: Mapa Esquemático de Transporte Público da Viena .....	30
Figura 3.2: Primeira Versão do Diagrama de Metrô de Beck em 1933 .....	33
Figura 3.3: Algoritmo <i>Geo – Angle Directed</i> .....	35
Figura 3.4: Algoritmo <i>Geo – Compression</i> .....	36
Figura 3.5: Algoritmo <i>Geo – Force Directed</i> .....	36
Figura 3.6: Algoritmo <i>Geo – Linear Dispatch</i> .....	37
Figura 3.7: Algoritmo <i>Geo – Spatial Dispatch</i> .....	38
Figura 3.8: Algoritmo <i>Geo – Rotate Nodes Along</i> .....	38
Figura 3.9: Algoritmo <i>Geo – Partial Overlapping</i> .....	39
Figura 3.10: Representações Puramente Esquemáticas.....	40
Figura 3.11: Representações Hierárquicas .....	41
Figura 3.12: Abordagem Orientada para os Dados (DDA).....	46
Figura 3.13: Estilo Francês.....	48
Figura 3.14: Estilo Clássico.....	49
Figura 3.15: Estilo Escandinavo .....	50
Figura 3.16: Estilo Holandês .....	50
Figura 4.1: Estrutura do Método para Avaliar a Percepção dos Mapas Esquemáticos de Transporte Público Urbano.....	54
Figura 4.2: Modelo de Orientação Espacial Proposto .....	57
Figura 4.3: Modelo de Percepção Geográfica dos Usuários de Transporte Público .....	58
Figura 4.4: Conversão de Formato <i>dwg</i> para Formato <i>shp</i> .....	61
Figura 4.5: Processo de Estruturação e Correção Topológica.....	61
Figura 4.6: Geodatabase de <i>ArcGIS</i> .....	62
Figura 4.7: Estrutura Básica do Banco de Dados Geográficos ou <i>Geodatabase</i> .....	63
Figura 4.8: Processo de Geração de Representações Esquemáticas.....	65
Figura 4.9: Tipos de Representação Esquemática do Mapa de Metrô de Washington DC.....	67
Figura 4.10: Partes do Questionário .....	69
Figura 4.11: Modelo de Análise Fatorial Confirmatória .....	74
Figura 5.1: Eixo Monumental e Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília .....	78
Figura 5.2: Limites do Plano Piloto de Brasília .....	79
Figura 5.3: Bairros do Plano Piloto de Brasília. ....	79
Figura 5.4: Vias do Plano Piloto de Brasília .....	80
Figura 5.5: Pontos Nodais do Plano Piloto de Brasília .....	81
Figura 5.6: Marcos do Plano Piloto de Brasília.....	81
Figura 5.7: Bacias de Operação do Serviço Convencional do Distrito Federal .....	83
Figura 5.8: Dados Geográficos Fornecidos pelo DFTRANS .....	84
Figura 5.9: Erros Topológicos no Arquivo <i>SistemaViario.shp</i> .....	86
Figura 5.10: Dados Geográficos Adequados do Plano Piloto de Brasília.....	87
Figura 5.11: Estrutura do Banco de Dados Geográfico do Plano Piloto de Brasília.....	88
Figura 5.12: Mapas Esquemáticos de Transporte Público de Brasília .....	90



Figura 6.1: Uso de Transporte Público por Idade.....	97
Figura 6.2: Entrevistados por Semestre .....	97
Figura 6.3: Porcentagem Relativo de Sucesso no Planejamento da Viagem por Sexo .....	99
Figura 6.4: Planejamento Errado da Viagem por Tipo de Mapa.....	99
Figura 6.5: Planejamento Errado da Viagem por Tipo de Alternativa.....	100
Figura 6.6: Coeficiente de Variação de cada Pergunta por Mapa .....	103
Figura 6.7: Características Bem Acolhidas dos Mapas .....	104
Figura 6.8: Características Mal Acolhidas dos Mapas .....	104
Figura 6.9: Aspectos a Ser Acrescentados no Mapa .....	105
Figura 6.10: Modelo de Percepção Geográfica dos Usuários de Transporte Público com Resultados Padronizados.....	110
Figura A.I.1: Mapa 1 Ortogonal Horizontal.....	126
Figura A.I.2: Mapa 2 Octalinear Vertical.....	127
Figura A.I.3: Mapa 3 Dodecalinear Obliquo.....	128
Figura A.II.1: Questionário de Pesquisa de Campo .....	130

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1: Índices Comparativos de Ajuste .....	74
Tabela 6.1: Distribuição Etária da Amostra .....	96
Tabela 6.2: Planejamento da Viagem com Sucesso por Alternativas e Mapas .....	98
Tabela 6.3: Medidas de Posição e Dispersão dos Dados de Percepção Geográfica.....	101
Tabela 6.4: Índices Comparativos de Ajuste do Modelo.....	106
Tabela 6.5: Efeitos Totais Calculados entre Variáveis.....	107
Tabela 6.6: Correlações entre os Fatores.....	108
Tabela 6.7: Matriz de Percepção Espacial dos Mapas Esquemáticos .....	111

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. APRESENTAÇÃO

Os mapas de transporte público são provavelmente, uma das formas mais comuns de comunicação gráfica (Avelar, 2002), e certamente um dos mais reconhecidos itens cartográficos do mundo (Ovenden, 2005). Eles estão presentes nas áreas urbanas mais desenvolvidas e auxiliam a milhões de usuários para se deslocarem no ambiente urbano. Os mapas de transporte público tornaram-se eficazes ferramentas visuais para comunicar conceitos espaciais (como localização, orientação, posição, distância, etc.) e apresentar informações de deslocamento (como direção de rotas, modos de transporte, estações, conexões, etc.) por meio de linguagens gráficas e técnicas de *design* particulares (Allard, 2009).

O conhecimento e controle dos *designers* sobre estas linguagens e técnicas não só afeta a característica visual do mapa e da interação dos usuários com o sistema de transporte público, como também com a interpretação da cidade. O ramo da geografia que estuda a interação e interpretação do espaço é a geografia da percepção. Para Valentí (1983) a geografia da percepção é uma abordagem geográfica que entende o espaço não como uma concepção objetiva ou abstrata, mas em termos de seu valor subjetivo, como o espaço conhecido, apreendido individualmente; é o espaço vivido. Também é importante destacar aqui que as percepções estudadas por este ramo da geografia não são apenas compreensões individuais do espaço, algo mais próprio da psicologia, mas principalmente compreensões coletivas (Vara, 2008).

Cientistas da computação, como Avelar e Hurni (2006), Wolff (2007), Barkowsky *et al.* (2000) e outros especialistas interessados na automatização e visualização de redes de transporte público têm notado a importância de contar com um instrumento de *design*. Uma vez que eles também desempenharam o papel de *designers* de mapas na criação de uma representação cartográfica esteticamente agradável e de fácil compreensão, de uma rede de transporte público para milhares ou milhões de passageiros, focando-se no mapeamento fornecido pelos sistemas de consulta do transporte público (Avelar, 2008).

Os sistemas de consulta do transporte público cada vez mais estão fazendo uso dos sistemas de mapeamento fornecidos pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Pun-Cheng, 2012). Segundo Xiao-lin (2006) o mapeamento SIG para o plano de transporte é uma ferramenta essencial, eficiente e eficaz para o planejamento e gestão de recursos de informação de transporte. As pesquisas sobre SIG para o transporte (SIG-T) têm atraído muita atenção e tem sido estudados por muitos pesquisadores (Antenucci *et al.*, 1991; Vonderohe *et al.*, 1993; Peng e Jan, 1999; Leite *et al.*, 2012).

O sistema de transporte público urbano com base em SIG permite visualizar a distribuição global dos transportes e alcançar funções básicas do SIG, tais como adicionar, modificar, apagar, consultar e navegar, relacionando os atributos dos gráficos geográficos básicos, das ruas, rodovias, estradas, estações, pontos de parada, linhas de ônibus e dados operacionais (Zeng *et al.*, 2010).

## **1.2. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA**

Com o passar dos anos, as redes de transportes públicos tornaram-se mais complexas e a necessidade dos usuários obterem informação clara e compreensível sobre o planejamento de uma viagem é maior (Pun-Cheng, 2012), tornando importante uma representação mais legível dos esquemas visuais que são apresentados nos mapas de transporte público.

Isso, combinado com a falta de informação padronizada (clara e legível) outorgada pelos órgãos de transporte público, tem gerado muitos problemas, posto que acabam dificultando o entendimento do deslocamento e não auxiliam na correta escolha espacial por parte do usuário de transporte público (Pilon, 2009). Os problemas gerados não afetam apenas a vida cotidiana dos usuários comuns de transporte público, mas também os potenciais usuários, tais como turistas que visitam uma cidade. Para Allard (2009) estes problemas podem se refletir na geração de atrasos de viagens e impossibilitando ao usuário de escolher uma rota ou um conjunto de rotas que permitam o seu deslocamento de uma maneira segura e confiável a partir de uma origem para um destino.

No Brasil são poucas as cidades que dispõem de esquemas visuais entendíveis que possibilitem aos usuários elaborar itinerários por meio de mapas e tabelas de horários como Curitiba ou Rio de Janeiro. Essa falta de informação é justificada por Avelar (2002) com razões diversas, tais como: pouca documentação que aborde o tema, falta de fundos para a elaboração desses materiais, além da necessidade de pessoal especializado para produção de mapas de rede de transporte, e o tempo excessivo necessário para a produção dos materiais.

Na maioria das vezes, o sistema de criação dos mapas de transporte público tem que corresponder a várias condições locais, tais como a rede, o contexto e os usuários. A natureza diversa de todas essas variáveis transforma o desenvolvimento destes mapas em uma tarefa bastante complexa e única. Isto pode explicar porque não existe nenhuma cidade com um mapa de sistema de transporte público igual a outro (Allard, 2009).

Assim sendo, o problema abordado neste trabalho pode ser resumido pela seguinte questão: **"Como identificar as principais características de construção gráfica que facilitem a compreensão dos mapas esquemáticos de transporte público urbano?"**.

### **1.3. HIPÓTESE**

Avaliando a percepção geográfica que os usuários de transporte público urbano têm das representações esquemáticas de linhas de ônibus, é possível identificar as principais características de construção gráfica dos mapas esquemáticos facilitando sua compreensão.

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo Geral**

Avaliar a percepção geográfica que os usuários de ônibus têm das representações esquemáticas de linhas de transporte público urbano que facilitem a compreensão da informação contida nos mapas.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Para atingir o objetivo geral é preciso cumprir com os seguintes objetivos específicos:

- i) Identificar os parâmetros que influenciam ao usuário de ônibus na percepção geográfica das representações esquemáticas de linhas de transporte público urbano;
- ii) Identificar as principais características da construção gráfica dos mapas esquemáticos de transporte público;
- iii) Realizar um estudo de caso nos usuários de transporte público por ônibus de Brasília.

### **1.5. JUSTIFICATIVA**

As cidades brasileiras, na sua maioria, possuem o ônibus como principal meio de transporte público. Como as redes de ônibus são complexas o planejamento de uma viagem pode ser uma tarefa muito dispendiosa dependendo da complexidade e do tamanho da rede de transporte (Galvão, 2010). Uma vez que os mapas esquemáticos estão entre as fontes de informação mais importantes dos sistemas de transporte público, o surgimento dessas redes cada vez mais complexas, aumentou a demanda por uma orientação gráfica mais compreensível na construção dos mapas (Avelar, 2008; Cain *et al.*, 2007; Casakin *et al.*, 2000).

Avelar e Allard (2009) argumentam que a eficácia dos sistemas de transporte urbano não só depende de um sistema funcional e bem planejado, mas também da disponibilidade de informação gráfica (mapas) que melhoram a capacidade dos usuários para navegar pelo sistema. Na construção destes mapas o conhecimento e controle das linguagens e técnicas por parte dos desenhistas, não só afeta a característica visual do mapa e da interação dos usuários com o sistema de transporte público, mas também com a interpretação da cidade, fazendo que a maioria dos mapas de transporte público ainda transmitam os critérios dos desenhistas dificultando sua automatização e normalização (Allard, 2009). Pela essa razão é importante conhecer quais são os elementos dos mapas esquemáticos que facilitam sua compreensão.

Nos anos 2000 os mapas de transporte público tornaram-se objeto de estudos acadêmicos, experimentos e publicações, especialmente a partir de disciplinas como ciência cognitiva, psicologia, ciência da computação e geografia da percepção. Principalmente orientados para o estudo de mapas esquemáticos, esses estudos têm-se centrado em aspectos perceptivos e cognitivos de orientação espacial e ultimamente no impacto das novas tecnologias na produção de mapas aprofundando os conceitos da geografia da percepção (Avelar 2014). É neste campo onde é relevante conhecer como o usuário de transporte público entende as representações esquemáticas.

O presente trabalho justifica-se uma vez que aborda as principais questões com relação à concepção e construção gráfica dos mapas de transporte público mediante a avaliação da percepção dos usuários de ônibus, respeito das representações esquemáticas de linhas de transporte público urbano, procurando identificar os diferentes aspectos e elementos que devem ser considerados na sua concepção e como eles são representados graficamente, para melhorar seu entendimento e compreensão. Por conseguinte, é importante dispor de uma representação esquemática da informação geográfica simples e compreensível que permita ao usuário um melhor planejamento de sua viagem em um tempo razoavelmente curto.

## **1.6. METODOLOGIA DA DISSERTAÇÃO**

Para atingir os objetivos propostos foi adotada uma abordagem hipotético-dedutiva, na qual a partir de uma hipótese, a pesquisa é realizada na tentativa de comprová-la. Como método de procedimento, foi desenvolvida uma pesquisa descritiva, com observações diretas, por meio de um estudo de caso. O estudo de caso permite verificar a aplicabilidade da metodologia proposta. De forma mais sistematizada e para atingir os objetivos propostos, a dissertação foi dividida em quatro fases, as quais são apresentadas na Figura 1.1 e detalhadas a seguir:

**1ª Fase:** Essa fase é composta por duas partes: a primeira parte é a introdução que fornece a contextualização da pesquisa apresentando a delimitação do problema, a hipótese, os objetivos, a justificativa, a metodologia da dissertação e sua estrutura. A outra parte que compõe essa fase é a revisão bibliográfica que teve por objetivo, em um primeiro momento, o entendimento das bases teóricas que norteariam o desenvolvimento da pesquisa. Em um segundo momento,

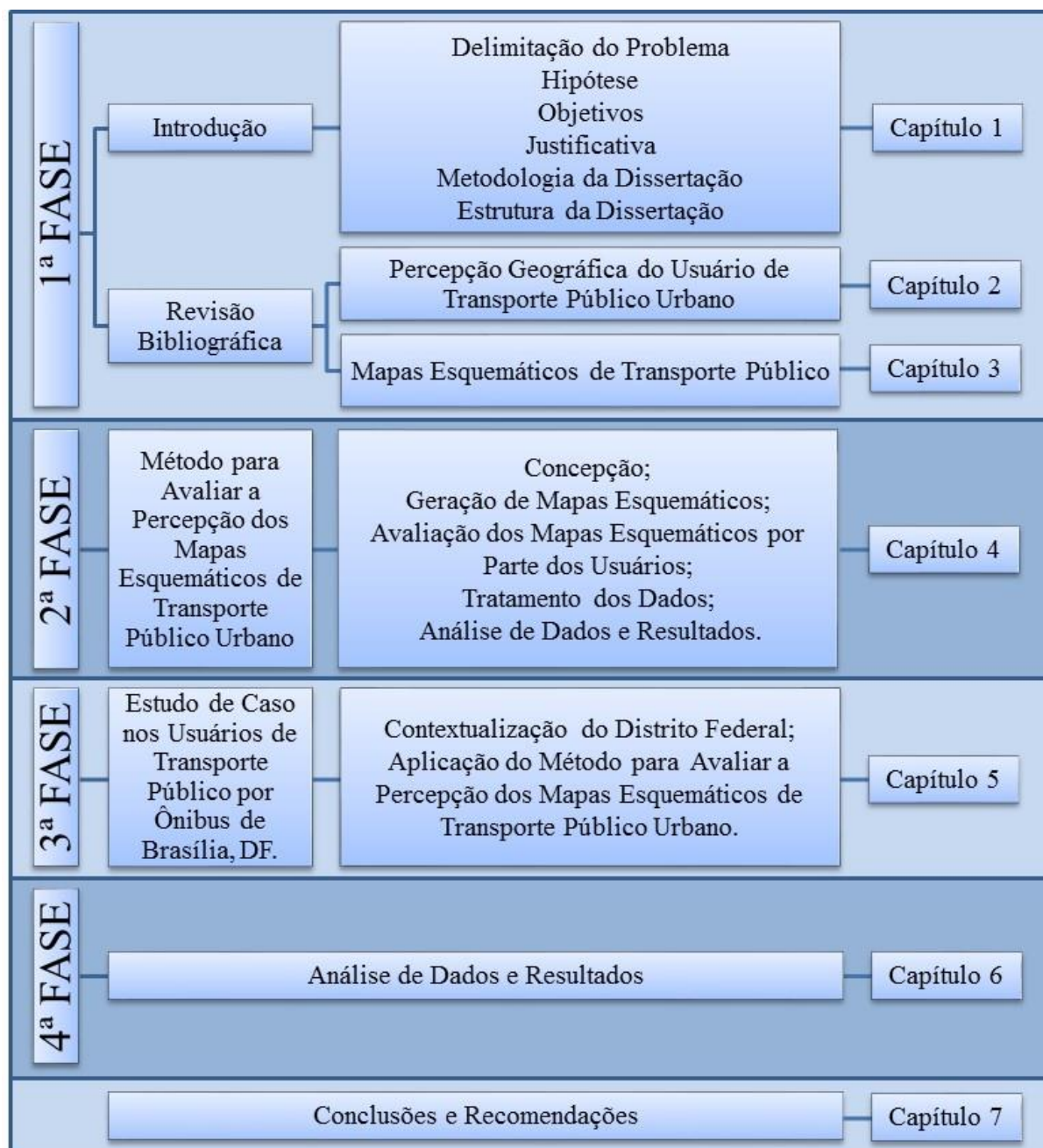
objetivou-se a consolidação e o amadurecimento desse conhecimento. Finalmente, está incluída a revisão sobre: a percepção geográfica do usuário de transporte público urbano e os mapas esquemáticos em transporte público.

**2ª Fase:** Essa fase envolve o método para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano o qual foi proposto com base no referencial teórico desenvolvido na primeira fase e na busca de atingir os objetivos previstos para a pesquisa. Se propõe um método baseado na geografia da percepção que permita avaliar a percepção que têm os usuários de transporte público com relação aos mapas esquemáticos.

**3ª Fase:** Essa fase tem como objetivo, aplicar o método de avaliação da percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano desenvolvido na fase anterior, em um estudo de caso nos usuários de transporte público por ônibus de Brasília, com a finalidade de validar cada uma das etapas metodológicas e verificar que elas atendem o objetivo geral da dissertação.

**4ª Fase:** Essa fase tem como finalidade realizar a análise de dados e resultados que decorrem da aplicação do método de avaliação da percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano, no estudo de caso realizado nos usuários de transporte público por ônibus de Brasília.





**Figura 1.1: Metodologia e Estrutura da Dissertação**

## 1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Com o fim de cumprir os objetivos propostos e a validação da hipótese apontada, as quatro fases que compõem esta dissertação foram divididas em 7 capítulos conforme mostra a Figura 1.1, sendo cada um deles descritos a seguir:

**Capítulo 1:** É desenvolvida a introdução, a qual fornece toda a estruturação da dissertação. Essa estruturação baseou-se na contextualização e na identificação do problema, na abordagem da hipótese, na definição dos objetivos geral e específicos da pesquisa, no estabelecimento da justificativa, na definição da metodologia da dissertação e na sua estrutura.

**Capítulo 2:** Traz uma abordagem ao respeito da percepção geográfica do usuário de transporte público urbano, apresentando os elementos essenciais que facilitam sua compreensão tais como os conceitos de usuário de transporte público e geografia da percepção.

**Capítulo 3:** São desenvolvidos temas relacionados com os mapas esquemáticos de transporte público como: aspectos históricos dos mapas de transporte público, tipos de representações esquemáticas, características dos mapas de transporte público e construção de mapas esquemáticos de transporte público.

**Capítulo 4:** Detalha o método proposto para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano levando em conta os conceitos desenvolvidos na revisão bibliográfica feita nos capítulos anteriores, e traz os temas de: considerações de aplicabilidade do método e etapas metodológicas.

**Capítulo 5:** Apresenta o estudo de caso nos usuários de transporte público por ônibus de Brasília, a fim de validar o método proposto para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano, iniciando com a contextualização do Distrito Federal, com o foco na morfologia urbana do Plano Piloto de Brasília e no sistema de transporte público por ônibus, passando em seguida à aplicação das etapas metodológicas.

**Capítulo 6:** Apresentada à análise de dados e resultados obtidos no estudo de caso nos usuários de transporte público por ônibus de Brasília. São feitos três tipos de análise: análise estatística descritiva, análise fatorial confirmatória e análise de aceitabilidade do mapa.

**Capítulo 7:** São apresentadas as conclusões obtidas, sistematizando os resultados e análise feita, com a intenção de responder ao objetivo da dissertação, e finalmente são apresentadas as recomendações.

Depois dos capítulos, estão as referências bibliográficas que serviram de base teórica para dissertação, e os anexos.

## **2. PERCEPÇÃO GEOGRÁFICA DO USUÁRIO DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

### **2.1. APRESENTAÇÃO**

A orientação espacial, a localização e o modo de encontrar os melhores caminhos de um local para outro, fascinaram as pessoas ao longo dos séculos (Arthur e Passini, 1992). Lynch (1960) argumenta que no processo de orientação, a ligação estratégica é a imagem ambiental, o quadro mental generalizado do mundo físico exterior de que cada indivíduo é portador, produto da sensação imediata e das lembranças de experiências passadas, estabelecendo assim uma das principais premissas para um novo ramo da geografia que estuda a percepção do indivíduo em relação aos elementos que formam o ambiente geográfico circundante.

Sendo o foco do estudo da presente dissertação, a percepção geográfica dos usuários de transporte público, este capítulo traz uma abordagem a respeito, apresentado os elementos essenciais que facilitam a compressão deste tema. Define-se primeiro o conceito de usuário de transporte público para depois desenvolver os conceitos da geografia da percepção e finalmente identificar os parâmetros que influenciam na percepção geográfica do usuário de transporte público.

### **2.2. USUÁRIO DE TRANSPORTE PÚBLICO**

O transporte público urbano desempenha um papel crucial em prover mobilidade para público em geral e garantir que as pessoas tenham acesso às oportunidades que existem dentro de suas comunidades (Cain, 2007). Morlok (1978) afirma que o transporte no papel de propiciar o deslocamento de pessoas e bens, é considerado um sistema complexo que tem quatro componentes principais: infraestrutura (vias), material rodante (veículos), usuário (comportamento) e equipamentos de operação (terminais). O sistema de transporte público opera com rotas fixas e horários predeterminados, e pode ser usado por qualquer pessoa mediante o pagamento de uma tarifa previamente estabelecida (ônibus e metrô).

Para Cypriane *et al.* (2002) usuário é um cidadão que detém uma série de direitos inalienáveis, como o de deslocamento para a realização de uma série de atividades essenciais à sua vida. Além disso, quando os fornecedores de serviços públicos são estatais, o usuário deve ser visto como um acionário, com poder de interferência nas decisões. Baseados nesse conceito pode-se definir usuário como toda pessoa que habitualmente usa o serviço de transporte público para suprir suas necessidades de deslocamento e não tem maiores preocupações com a operação dos serviços. Quanto à utilização do transporte público o usuário pondera uma série de atributos do sistema tais como: regularidade, tempo de deslocamento, conforto, custos etc. para tomar uma decisão referida a quando, onde e como usar o transporte.

Segundo Larzoni (2011) os sistemas de transporte público apresentam dois tipos de problemas que são: os problemas operacionais que estão normalmente ligados à estrutura das vias de circulação e tráfego, número de veículos disponíveis para efetuar os deslocamentos, infraestrutura, frequência e contratação de funcionários, como motoristas, cobradores, fiscais, entre outros. E os problemas informacionais que estão relacionados ao entendimento geral do sistema pelo usuário. É uma área mais humana, que está ligada diretamente à compreensão e o uso efetivo deste sistema. Então não adianta o sistema ser rápido e possuir uma boa estrutura de ônibus e vias se ele não oferece as informações necessárias, de forma organizada e compreensível, para os usuários efetuarem um deslocamento eficiente. Por esta razão é importante conhecer quais são as necessidades de informação e o processo de orientação dos usuários de transporte público com relação ao sistema.

### **2.2.1. A Necessidade de Informação Espacial do Usuário de Transporte Público**

O usuário utiliza o sistema de transporte por uma necessidade de deslocamento para cumprir um objetivo específico, isto é, deslocar-se de uma origem para o destino por algum motivo, numa determinada hora, fazendo determinado trajeto, utilizando o meio de transporte que achar mais conveniente (Balcombe e Vance, 1998). Para Wricht (1999) e Spinillo (2002) uma tarefa que envolve o cumprimento de um objetivo específico só será compreendida e realizada corretamente se as informações e sua representação gráfica estiveram compiladas de uma forma completa e coerente com seu contexto.

A efetivação dessa informação espacial ocorre quando o usuário consegue, a partir de uma rápida observação do material encontrar, compreender e aplicar as informações disponibilizadas (Scariot *et al.*, 2011). Diferentes estudos citados por Cain (2007), que são baseados em usuários de transporte público permitem identificar diversos problemas que afetam a compreensão do usuário e sua interação com o material informativo. Estes estudos demonstraram que os usuários de transporte público têm uma ampla gama de diferentes necessidades e preferências de informação espacial. Na mesma pesquisa Cain (2007) tipifica as diferentes questões que afetam essas necessidades e preferências como:

#### *2.2.1.1. Usuário com Conhecimento Local*

O conhecimento local, obviamente, reduz a quantidade requerida de nova informação para concluir uma tarefa de planejamento de viagem. A pesquisa mostra que muitos indivíduos formam um "mapa cognitivo" de sua área local, no qual eles podem simplesmente sobrepor a rota de viagem que pretendem tomar, usando pontos de referência para traçar seu progresso (Higgins e Koppa, 1999). Uma pessoa que desconhece a área não terá a vantagem de um "mapa cognitivo" e exigirá mais informação local sobre a topografia, pontos de referência e infraestrutura de transporte para planejar sua viagem.

#### *2.2.1.2. Experiência do Usuário no Uso de Transporte Público*

Um indivíduo que usa regularmente o transporte público terá diferentes necessidades de informação de alguém que nunca usou o transporte público antes ou que nunca usou esse sistema em particular, mesmo que ambos planejem a mesma viagem. A frequência de uso do transporte público também tem uma influência. Um usuário regular estará muito mais familiarizado com as características do serviço e convenções de informação que alguém que ocasionalmente ou raramente usa o transporte público.

Cain (2004) verificou que não existe diferença na habilidade de planejamento de viagens entre os usuários e não-usuários do transporte público. No entanto, existe uma diferença estatisticamente significativa no tempo necessário para completar a tarefa de planejamento de viagem. Aqueles que nunca utilizaram o transporte público, demoraram mais tempo para

concluir a tarefa, do que aqueles que utilizaram o transporte público quatro ou mais vezes por semana.

#### *2.2.1.3. Tipo de Viagem*

Existem diferenças claras na necessidade de informação e o tempo de planejamento de viagem requerido pelos usuários frequentes (ou seja, pendulares) e aqueles que acessam ao sistema pela primeira vez. Em um estudo britânico sobre os usuários de ônibus Balcombe e Vance (1998) descobriram que 83 por cento dos passageiros regulares declararam que não precisavam absolutamente nenhuma informação antes de embarcar em um ônibus para uma viagem regular. No entanto, para novas viagens, apenas sete por cento afirmaram que não iria precisar de alguma informação antes de começar a viagem. Ao testar a capacidade de planejamento de viagem, o estudo constatou que: os usuários infrequentes de ônibus tiveram proporcionalmente um desempenho muito bom, enquanto os usuários regulares pareciam ter problemas consideráveis (Balcombe e Vance, 1998). Assim, sendo um usuário regular de transporte público pode realmente reduzir sua capacidade de planejamento de viagem, devido à falta de necessidade de praticar a habilidade.

#### *2.2.1.4. Deficiências Físicas e Cognitivas*

A bem sucedida utilização do transporte público assim como o processo de planejamento de viagem requer um certo conjunto de habilidades físicas e mentais. Cada um dos usuários de transporte público, tem um conjunto diferente de atributos físicos e cognitivos que influenciam em sua capacidade de planejar uma viagem. Cain (2007) identifica três principais categorias de deficiências que afetam no acesso à informação sobre a viagem por meio de material impresso:

- Deficiência visual e cegueira: A gravidade pode variar de problemas de visão, visão de túnel e daltonismo até cegueira total. O usuário de transporte público pode ter muita dificuldade, ou ser totalmente incapaz de ler qualquer material informativo impresso, como um mapa;

- Deficiência na destreza: Refere-se à diminuição da função dos braços e mãos que faz difícil ou impossível mover, girar ou pressionar objetos. Pode tornar difícil segurar e mesmo desdobrar um mapa;
- Deficiência cognitiva: Há muitos tipos diferentes de deficiência cognitiva, incluindo dislexia, demência, doença de Alzheimer e outras limitações cognitivas relacionadas com a idade. As deficiências cognitivas podem afetar a atenção, raciocínio, memória, coordenação, leitura, comunicação, competência social e maturidade emocional. O planejamento da viagem em transporte público requer várias habilidades cognitivas diferentes. Passageiros com deficiência cognitiva podem ter dificuldades com a compreensão da informação e do processo de planejamento. Podem precisar de assistência pessoal no planejamento e execução da viagem. As pessoas mais velhas tendem a demorar mais tempo para aprender novas habilidades e pode ter dificuldades com a memória de curto prazo.

#### 2.2.1.5. Fatores Demográficos

Os fatores demográficos desempenham um papel muito importante nas necessidades de informação espacial dos usuários de transporte público, a seguir se detalham os principais:

- Gênero: As pesquisas sobre *wayfinding* no campo da psicologia mostram que há diferenças fundamentais na maneira em que os homens e as mulheres conseguem orientar-se (Lawton e Kallai, 2002). Estes estudos sugerem que os homens são mais propensos a usar pontos de referência globais, como pontos cardeais, enquanto as mulheres são mais propensas a confiar em informações dos pontos de referência locais da rota. Uma observação semelhante foi feita por Cain (2004), que descobriu que as mulheres tinham maior dificuldade com direções de viagem fornecida no formato de ponto cardinal. Na mesma pesquisa, ele também constatou que, em média, as mulheres obtiveram as menores pontuações do que os homens em tarefas de planejamento de viagem e tomaram mais tempo para completar os exercícios, e essas diferenças foram estatisticamente significativas. No entanto, um estudo britânico (Balcombe e Vance, 1998) descobriu que não era possível distinguir de forma consistente entre a habilidade de orientação de homens e mulheres. A abordagem baseado em pontos de referência



locais para *wayfinding* favorecido por mulheres é consistente com a primeira etapa no desenvolvimento do conhecimento espacial. Isto sugere que os homens têm maior tendência a progredir para as fases mais avançadas do desenvolvimento de conhecimento espacial que envolvem a formação de "mapas cognitivos" (Higgins e Koppa, 1999);

- Idade: O processo de envelhecimento pode ter impactos físicos, tais como a diminuição da visão e da mobilidade, bem como alguma disfunção cognitiva e diminuição da capacidade de aprender novas habilidades. A idade também pode desempenhar um papel determinante na atitude individual dos usuários para utilizar as novas ferramentas de planejamento de viagem. Muitas pessoas mais velhas preferem a assistência humana mais que a utilização de terminais de autoatendimento (Gill, 1997). A pesquisa de Cluett *et al.* (2003) descobriu que as pessoas mais jovens eram mais confortáveis com dispositivos de alta tecnologia, portanto mais propensos a utilizá-los no planejamento e execução de suas viagens. Cain (2004) constatou que não houve diferença na realização do planejamento de viagem entre diferentes faixas etárias, mas havia uma diferença estatisticamente significativa no tempo necessário para planejar uma viagem de transporte público, as pessoas com mais de 50 anos demoram mais tempo do que as pessoas com menos de 50 anos. O grupo de idade de 18 a 34 anos completou a tarefa de planejamento de viagem no menor tempo médio. Balcombe e Vance (1998) descobriram que a taxa de sucesso para o planejamento de viagem de transporte público diminuiu com o aumento da idade;
- Nível de escolaridade: Poucos estudos analisaram a influência do nível de escolaridade na habilidade do planejamento de viagem usando materiais informativos impressos. Cain (2004) constatou que não existe diferença estatisticamente significativa na capacidade, mas uma diferença estatisticamente significativa foi encontrada no tempo necessário para completar a tarefa. Aqueles usuários sem diploma de ensino médio demoraram mais tempo, em média, para completar os exercícios, enquanto aqueles com um grau de pós-graduação tiveram o tempo mais curto. A mesma tendência também foi observada por Fallat *et al.* (2004), que constatou que o tempo médio necessário para completar as tarefas de planejamento de viagem utilizando materiais impressos diminuiu com o aumento do nível de escolaridade, assim como o número médio de erros. Outro estudo comparou as preferências por meios de informação de pessoas com

diferentes níveis de escolaridade (Cluett *et al.*, 2003). Este estudo descobriu que aqueles usuários que apenas concluíram o ensino médio tinham uma maior preferência por serviços de planejamento de viagem, rotas alternativas e locais de parada, e também expressaram uma maior preferência para a obtenção de informações a partir de um funcionário do transporte público. Aqueles com um nível mais elevado de educação expressaram maior preferência pela utilização da Internet, vídeo ou quiosques de acesso à informação. No geral, isto sugere que as pessoas com níveis mais elevados de educação estão melhor equipadas com os processos cognitivos necessários para o planejamento de viagens de transporte público, utilizando materiais informativos impressos, portanto estão mais dispostos a assumir a responsabilidade do planejamento de suas próprias viagens (Allard, 2009). Isto pode explicar a preferência por serviços de planejamento de viagem entre as pessoas com níveis mais baixos de educação, onde a responsabilidade pelas tarefas do planejamento de viagem é essencialmente delegada para outra pessoa ou fonte de informação interativa;

- Idioma: A habilidade de executar a tarefa de planejamento, obviamente, requer algum nível de destreza na língua em que o mapa é apresentado. A maior parte do tempo as agências de transporte público normalmente fornecem materiais nos principais idiomas falados na área local. No entanto, algumas cidades com alta média de imigrantes e turistas têm considerado a implementação de mapas em diferentes línguas, por exemplo, os diagramas de metro de Londres. Versões de mapas em idiomas alternativos podem tornar-se críticos para usuários não familiarizados com um sistema de escrita diferente (cirílica, romana, árabe ou ideográfica). Uma boa solução nesses casos é usar números ou pictogramas que complementam os nomes das estações.

#### 2.2.1.6. *Preferências do Usuário*

De acordo com Avelar (2008), os usuários de transporte público têm certas preferências que podem determinar o *design* dos elementos e o estilo do mapa. O *design* pobre pode confundir ou frustrar os usuários do mapa. Portanto, a função do cartógrafo não está em fornecer uma solução rápida, mas deve estar preparado para modificar o que pode parecer à primeira vista um *design* agradável, uma representação cartográfica elegante na opinião do cartógrafo, deve ser o suficientemente compreensível para um número grande de usuários de transporte público

no contexto considerado. Idealmente, o mapa resultante pode tornar-se um motivo de orgulho para a empresa de transportes e os moradores da cidade.

#### *2.2.1.7. Principais Problemas do Usuário de Mapas de Transporte Público*

Cain (2004) pesquisou em detalhe como o público em geral realiza o planejamento das viagens em transporte público utilizando materiais de informação impressos. De acordo com o estudo, os principais problemas encontrados na utilização do mapa de transporte público na fase do processo de planejamento de viagem foram em localizar a origem e o destino no mapa, e em lidar com os pequenos tamanhos das fontes no mapa. Embora menos frequentemente mencionados pelos participantes, houve alguns problemas com a seleção das rotas, como a localização do ponto de transferência e o uso da combinação e codificação de cores.

O estudo de Cain (2004) sobre a compreensão do mapa foi dividido em duas etapas, de acordo com as principais tarefas: identificação da origem e o destino da viagem e a seleção de rotas de ônibus e pontos de transferência.

- Identificação da origem e o destino da viagem: De acordo com o estudo essa é a primeira etapa do planejamento de qualquer viagem, e isso significava localizar a origem e o destino da viagem especificado em um mapa de transporte público. Para a maioria dos participantes, esta era uma tarefa simples, e os dois pontos foram localizados por meio dos endereços fornecidos, ou simplesmente explorando o mapa aleatoriamente até que sejam encontrados os pontos. Apesar deste elevado nível de sucesso, alguns participantes tiveram dificuldade para localizar os pontos, levando uma quantidade considerável de tempo. As causas das dificuldades apontam que as fontes utilizadas para identificar os pontos de interesse eram relativamente pequenas, todos os pontos de interesse foram mostrados na mesma cor, e que alguns cruzamentos de ruas usados para identificar os pontos não eram mostrados no mapa;
- Seleção de rotas de ônibus e ponto de transferência: Após ter identificado corretamente a sua origem e destino no mapa, os participantes, em seguida, tiveram que determinar quais das rotas de ônibus seriam utilizadas para realizar sua viagem. Isto envolveu localizar diferentes rotas adjacentes à origem e destino codificadas com distintas cores,

seguindo as rotas pela cidade o participante decidiu onde realizar a transferência. Verificou-se que ambas rotas foram corretamente identificadas pela maioria dos participantes, mostrando que houve um alto nível de sucesso nesta fase. No entanto, alguns problemas foram identificados nesta fase, tais como: tamanho da fonte muito pequena no número de rotas, pobre contraste de cor em rotas adjacentes, difícil identificação dos locais em que as transferências entre as rotas poderiam ser feitas, difícil acompanhamento visual das rotas através de áreas "congestionadas", tais como centros de transferência.

O presente trabalho centra-se nas principais informações sobre as tarefas mais difíceis descritas pelos usuários de mapas de transporte público, as quais são:

- Localização da origem e destino;
- Identificação de rotas;
- Tamanho da fonte;
- Identificação de pontos de transferência;
- Contraste de cores;
- Acompanhamento visual de rotas através de áreas congestionadas;
- Localização de ruas;
- Rótulos e legendas compreensíveis no mapa.

### **2.2.2. O Processo de Orientação Espacial do Usuário de Transporte Público**

Segundo Garling e Golledge (1989), a orientação espacial refere-se ao processo pelo qual uma pessoa sabe onde está em relação a alguma outra coisa. Para Ely (2003) estar orientado significa saber onde se está no espaço e no tempo, e poder definir seu próprio deslocamento. Sendo que o processo de orientação está intimamente relacionado com as características individuais, experiência do usuário, e com a capacidade do espaço de lhe oferecer informação espacial por meio de elementos e sistemas informativos.

Os sistemas de transporte público são obrigados de forma geral a fornecer a informação necessária com o fim de orientar, direcionar e auxiliar aos usuários durante seu deslocamento

até o destino pretendido. Os elementos e sistemas informativos que ajudam na orientação do usuário de transporte público, variam em função da escala do ambiente em questão e devem estar relacionados entre si para uma maior eficiência, sendo eles:

- Informação arquitetônica: Refere-se à configuração espacial, à presença ou não de elementos referenciais e ao zoneamento funcional;
- Informação do objeto: Refere-se às características particulares do objeto e suas relações com o ambiente, responsável pela identificação do objeto e sua função de uso. O reconhecimento desse tipo de informação está relacionado a fatores culturais e conhecimento prévio do objeto/função por parte do indivíduo;
- Informação adicional: Complementa às duas outras modalidades, pode ser transmitida por meio de suportes físicos permanentes ou transitórios locados em um espaço (placas, sinais, displays, mapas, banners); fornecida para uso individual (folhetos, brochuras, etc.); transmitida de forma sonora (apitos, sirenes); verbal (informações por funcionários ou usuários) ou tátil (sinalização no piso através de textura).

Para Arthur e Passini (1992), o processo de orientação espacial abrange três aspectos: o primeiro é a tomada de decisão, referente ao planejamento das ações; o segundo é a execução da decisão, que é a transformação do plano em ações, e o terceiro é o processamento da informação, que corresponde à percepção do ambiente e a transformação das informações em imagem ambiental. Esses três aspectos se inter-relacionam para dar condições ao indivíduo de se movimentar de forma orientada.

Kishnani (1994), afirma que o processo de orientação espacial envolve primeiramente, o conhecimento pelo usuário da tarefa a ser executada e o local de destino. Em seguida, o ambiente deve fornecer ao indivíduo informações para que este possa reconhecer o local onde se encontra - ponto de origem - e o local onde deseja chegar – ponto de destino. Com essas informações o usuário pode definir, escolher e executar seu trajeto.

Conforme Satalich (1995), o processo de orientação espacial de um usuário pode ser descrito em quatro passos, conforme apresenta a Figura 2.1 a seguir:



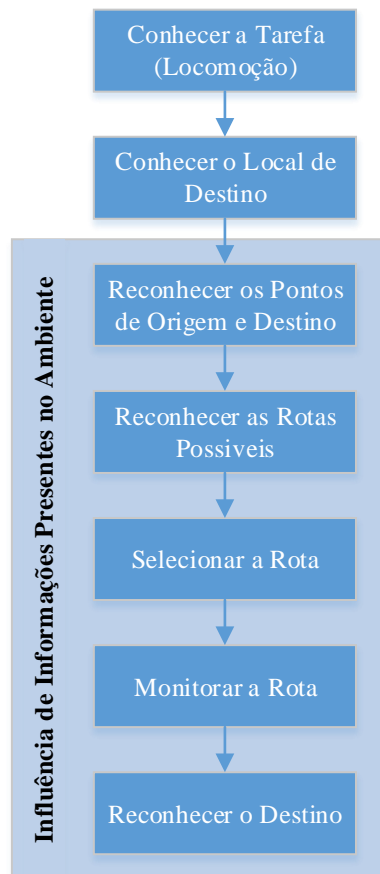
**Figura 2.1: Processo de Orientação Espacial**

Fonte: Satalich (1995)

Cada um dos passos é desenvolvido a seguir:

- **Orientação:** Reconhecer sua localização em relação aos objetos vizinhos e o local da meta (destino) onde deseja chegar;
- **Decisão da Rota:** Selecionar uma rota que conduza ao local da meta (destino);
- **Monitoramento da Rota:** Monitorar a rota selecionada para conferir se ela está levando ao objetivo esperado;
- **Reconhecimento do Destino:** Reconhecer que chegou (ou está bem próximo) ao local desejado (destino).

Scariot *et al.* (2011) propõem um modelo *wayfinding*, ou modelo de processo de orientação espacial para um sistema de informação visual de usuários de transporte público, baseado no processo de orientação espacial de Satalich (1995), o qual é apresentado na Figura 2.2.



**Figura 2.2: Modelo Wayfinding, ou Modelo de Processo de Orientação Espacial**

Fonte: Scariot *et al.* (2011)

Nesse modelo é possível identificar os elementos que compõem o processo de orientação, prestando uma especial atenção aos elementos de informação presentes no ambiente que influenciam este processo, onde tarefas de reconhecimento de origem e destino, e a seleção e monitoramento da rota, são diretamente influenciadas pela informação presente no ambiente.

### 2.3. GEOGRAFIA DA PERCEPÇÃO

A geografia da percepção tem uma abordagem subjetiva, já que se relaciona com a psicologia, antropologia psicológica e psicologia social, para tentar compreender o valor do espaço subjetivo (dos usuários), em oposição à geografia objetiva (dos planejadores, geógrafos) (Vara, 2010). Ao concentrar-se no usuário, tenta encontrar nele as decisões espaciais, avaliando seu comportamento. Isto significa um retorno para a humanização da geografia.

O termo "percepção" é muito amplo. A geografia da percepção está interessada em um campo mais restrito, o campo da percepção social. A percepção social depende das experiências grupais, atitudes, valores, necessidades, circunstâncias sociais ou expectativas, mais que dos estímulos do indivíduo (Eastwood, 1992). De acordo com Moles e Rohmer (1976), o homem reconhece oito envolturas da percepção que são:

- O próprio corpo: Que estabelece um limite e um contato com o exterior, através da pele, reforçada pelas roupas;
- O gesto imediato: Refere-se a tudo aquilo muito próximo, que usamos muitas vezes de uma forma automatizada e infra consciente, como a nossa mesa de trabalho;
- O quarto: Que pode-se dominar apenas com um olhar;
- A casa ou apartamento: Em onde estamos rodeados por seres e objetos familiares, o espaço que reconhecemos de forma espontânea e com facilidade;
- O bairro: Equivalente urbano da área da aldeia, âmbito do conhecido e apreciado, socialmente controlado e sem necessidade de qualquer programação para deslocar-se e interagir dentro dela;
- A cidade centrada: Mais conhecida na zona de concentração de serviços (centro) e onde nos tornamos estranhos para alguns. Pode-se circular neste âmbito observando e sendo observados inadvertidamente;
- A região: Em relação às experiências, é tudo o que pode ser percorrido em uma jornada, sem planos antecipados. Se bem que não estamos muito familiarizados com ela, ainda não experimentamos uma sensação de insegurança;
- O vasto mundo: Confronta-nos com o excepcional, o novo. É um espaço de projetos, viagens e exploração.

A Figura 2.3 apresenta as envolturas da percepção, representando as mesmas em um sistema de coordenadas de distância aproximada e intervalo de tempo.





**Figura 2.3: Envolturas da Percepção**

Fonte: Moles e Rohmer (1976)

### 2.3.1. Aspectos Históricos da Geografia da Percepção

Segundo Vara (2008) as origens da geografia da percepção podem ser situadas no final dos anos cinquenta, quando a subjetividade individual ou coletiva começa a ganhar importância para explicar os fatos geográficos, embora já, em 1913 Throwbridge estava interessado pelos métodos de orientação e mapas imaginários e, em 1935 Koffka resumia toda a problemática destes estudos com uma questão “*Todos vivemos na mesma cidade?*”, que tem duas respostas corretas: sim, se consideramos a cidade geográfica; não, se nos referimos à cidade do comportamento (Bosque *et al.*, 1992).

Mas é até o começo da década dos anos sessenta com a publicação dos trabalhos de Kevin Lynch, “*The image of the city*” em 1960, e de Lowenthal “*Geography, experience and imagination: towards a geographical epistemology*” em 1961, onde a geografia da percepção surge inicialmente como um método definido e aplicável, especialmente por meio dos mapas mentais (Vara, 2008).

Desde então, os métodos utilizados por este ramo da geografia estão em constante evolução, incorporando técnicas diferentes enquanto os estudos teóricos e práticos vão ocorrendo. Para Bosque *et al.* (1992), com base em métodos de disciplinas tão diversas como a psicologia, estatística, urbanismo, planejamento e geografia, encontramos ao longo da evolução da geografia da percepção, tanto interpretações qualitativo-descritivas como interpretações quantitativas, ampliando e complementando dessa maneira as formas de análise das informações coletadas.

Para estudar a evolução da geografia da percepção Vara (2008) propõe uma divisão em dois grandes períodos que correspondem também com seu desenvolvimento em duas zonas geográficas diferentes: o primeiro de 1960 a 1980 que corresponde aos momentos de nascimento e desenvolvimento da geografia da percepção no âmbito anglo-saxão principalmente. Aparece como uma reação contra a geografia quantitativa, que procurava prescindir do caráter subjetivo do espaço.

O segundo período a partir de 1980, que supõe a introdução da geografia da percepção na Europa continental com o desenvolvimento de uma corrente de maior influência francesa, com uma evolução significativa do paradigma científico em que a metodologia é baseada: a partir da psicologia à sociologia. A seguir, são detalhados os principais aspectos que caracterizam cada um destes períodos.

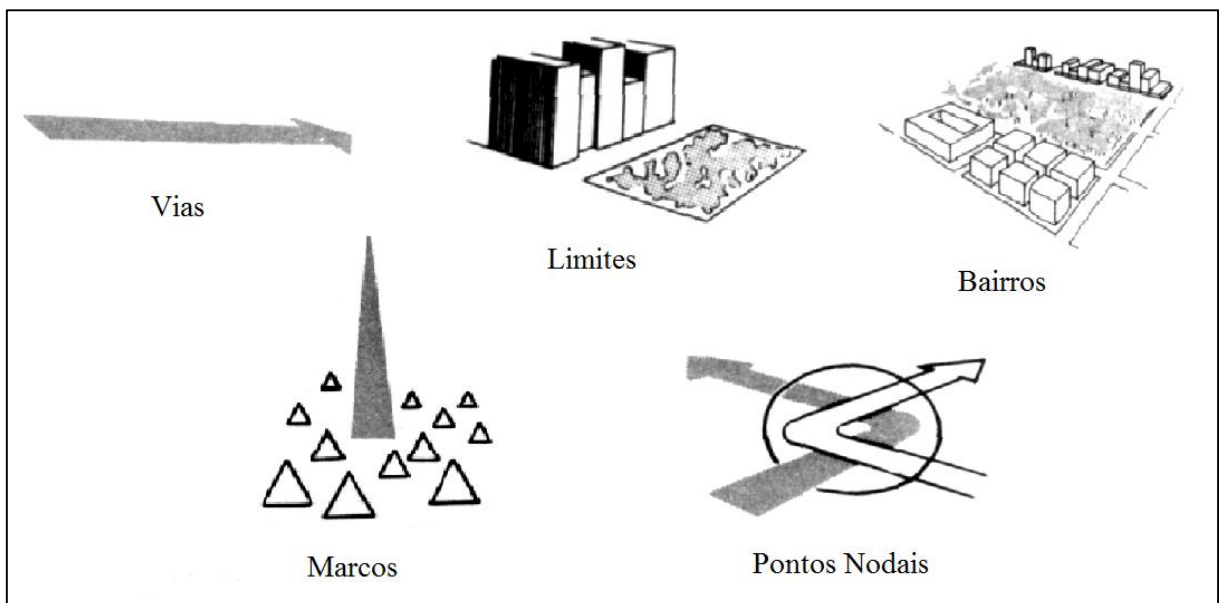
#### *2.3.1.1. Período de 1960 a 1980: Revolucionando a Geografia*

A publicação da obra de Kevin Lynch em 1960, será a referência para estudar os inícios da geografia da percepção, cujas origens estão nas aplicações de técnicas de análise provenientes da psicologia. É dizer, as abordagens iniciais nascem do urbanismo e da psicologia (Vara, 2008). Não obstante Lowenthal é considerado como o primeiro geógrafo da percepção, é importante conhecer as abordagens de Lynch, referidas a uma geografia sem mapas baseada só nas imagens mentais.

O arquiteto Kevin Lynch no início dos anos sessenta, conseguiu elaborar um sistema de análise da consciência perceptiva que os habitantes tinham da cidade onde moravam, usando os mapas mentais. Com este sistema limitado ao campo visual, Lynch obteve as bases da percepção específica da cidade e, com elas estabeleceu as constantes que deveria ter qualquer proposta de ordenamento urbano.

Para Lynch (1960) a cidade é uma construção espacial em grande escala, que é só perceptível mediante sequências temporais de forma diacrônica não linear. A percepção de uma pessoa ou grupo de pessoas a respeito da cidade, pode sofrer interferências ao longo do tempo, pode ser interrompida, pode sofrer oscilações de intensidade, etc. Ele também afirma que a cidade é um elemento permanentemente inacabado sem um resultado final, uma vez que está composto por elementos perceptíveis fixos e por milhares e milhões de elementos móveis (habitantes) que contribuem de forma ativa na sua construção.

Kevin Lynch traz uma realidade de participação pessoal e coletiva na construção da unidade funcional que é a região metropolitana, onde limita sua observação aos elementos mais significativos que são fisicamente perceptíveis, aqueles elementos que aparecem em qualquer mapa mental. Conseguindo identificar seis elementos da morfologia urbana que são: vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos, que são apresentados na Figura 2.4.



**Figura 2.4: Representação dos Elementos Morfológicos Urbanos de Lynch**  
Fonte: Lynch (1960)

- Vias (*paths*): são todos os elementos por onde o observador circula por exemplo ruas, passeios, calçadas, canais, estradas, e com base nos quais organiza mentalmente os outros elementos do ambiente na medida em que eles se relacionam com as vias todos os dias. Este elemento é muito decisivo na hora de captar uma imagem ordenada e significativa do ambiente percebido nas grandes cidades, onde os deslocamentos são muito importantes;
- Limites (*edges*): são os muros, lindes, subdivisões e outros elementos que sendo lineares, atuam como uma fronteira entre duas fases. Algumas vias também podem cumprir essa função, ao delimitar diferentes zonas como zonas de habitação ou bairros. Eles são, em qualquer caso, os pontos de referência laterais na imagem da cidade;
- Bairros (*districts*): são fragmentos da cidade internamente coesos por sua forte identidade, percebida tanto de dentro como de fora, quando eles são visíveis desde outras partes da cidade;
- Pontos nodais (*nodes*): são lugares que servem para passar de uma estrutura urbana a outra como ser empalmes, cruzamentos, interseções de vias ou também locais de encontro coletivo como praças. Às vezes, eles funcionam como o foco da vida dos bairros, uma vez que ao seu redor, numerosas atividades sociais e comerciais estão concentradas;
- Marcos (*landmarks*): são elementos únicos da cidade como edifícios, acidentes geográficos, centros comerciais, monumentos, os quais servem como pontos de referência. Estes pontos são escolhidos pela significação individual ou coletiva que tem para o observador. Alguns desses pontos de referência como torres, cúpulas, campanários, por serem muito altos têm uma influência radial, ao serem visíveis desde outras zonas urbanas. No entanto, outros pontos de referência como placas comemorativas ou murais, são referências locais e só podem ser visíveis desde determinados ângulos.

Para Ganau (1998), Lowenthal pode ser considerado o primeiro geógrafo da geografia da percepção, porque é com a publicação de sua obra em 1961, onde a partir dos princípios da abordagem que ele propôs, a geografia da percepção começou a se separar de um determinado psicologismo que fazia da imagem percebida um reflexo mecânico da realidade. Com a

incorporação de geógrafos, a mediação de fatores humanísticos entre o espaço objetivo e a imagem do mesmo se tornara cada vez mais importante.

No início da década dos anos setenta, a tradição geográfica francesa começa a introduzir a abordagem da percepção desde o lado da sociologia, ao contrário da abordagem anglo-saxão (Vara, 2008). O iniciador é Ledrut (1970, 1973), que utiliza como principal técnica de pesquisa a entrevista por meio de questionários. A aplicação de questionários sobre os estereótipos regionais e as análises dos mapas mentais servem para abrir uma nova etapa da geografia da percepção (Alvarez, 1979).

#### 2.3.1.2. *Período desde 1980: Continuidade Sem Revoluções*

Na década de oitenta foi consolidando a geografia da percepção na Europa com a realização de muitos estudos, onde as técnicas próprias da Sociologia (principalmente entrevistas) foram adicionadas às técnicas psicológicas do início, especialmente aos mapas cognitivos. Assim, muitos trabalhos começaram a usar o mapa mental e a entrevista de maneira sistemática. Esses estudos tinham uma metodologia comum, mas variavam no uso ou exploração mais ou menos sistemática de umas ou outras técnicas, com as quais haviam trabalhado os principais pesquisadores da geografia da percepção (Vara, 2008).

No início dos anos noventa já estava consolidada como técnica da geografia da percepção a aplicação de entrevistas usando questionários com respostas muito limitadas (completar, escolher ou ordenar) porque permite quantificar os valores e realizar uma análise simples da informação coletada (Eastwood, 1992). Mas é com a publicação do trabalho de Eastwood (1992) que três técnicas são combinadas pela primeira vez: observação direta, entrevista e TAT. A última é uma técnica projetiva chamada *Thematic Apperception Test* (Teste de Apercepção Temática), que permite a associação de certas respostas da entrevista com fotografias.

No final do século XX e início do século XXI são Francini e Dal (2000) com seu trabalho a partir da perspectiva da arquitetura urbana e com base no princípio do bem-estar social, sugerem o uso de indicadores estatísticos para refletir as percepções dos habitantes de uma cidade em

relação ao local de moradia, esses indicadores seriam a renda familiar e o desemprego registrados nos anuários estatísticos da comunidade de Madrid dos anos 1992 e 1997. Millán (2004) usa a geografia da percepção para o desenvolvimento rural, ampliando a metodologia que até então estava direcionada só para a área urbana.

Na última década, alguns pesquisadores estão começando a usar as técnicas e métodos da geografia da percepção, para estudar temas relacionados aos usuários de transporte público. Entre os primeiros trabalhos pode-se citar os de Hotchmair (2009), Avelar e Allard (2009) e Guo (2011), que se enfocam no comportamento e na compreensão que os usuários de transporte público têm dos mapas esquemáticos. Roberts *et al.* (2013) publicaram um estudo do mapa de metrô de Paris onde é feita uma comparação entre dois tipos de representações esquemáticas e mediram sua usabilidade desde o ponto de vista dos usuários.

## **2.4. TÓPICOS CONCLUSIVOS**

Nesta seção é feita a maneira de conclusão, um resumo dos principais conceitos a respeito da geografia da percepção dos usuários de transporte público, que servem como ponto de partida para desenvolver o trabalho realizado na presente dissertação, e fornecem as bases indispensáveis para realizar as análises posteriores.

O primeiro conceito importante é a definição de usuário de transporte público, que é um dos quatro componentes principais do sistema de transporte público (Morlok, 1978). Neste trabalho é adotado o termo “usuário”, para identificar todas as pessoas que usam ou podem usar o serviço de transporte público para suprir suas necessidades de deslocamento, por essa razão eles precisam ser orientados, direcionados e auxiliados pelos sistemas de informação para sair de uma origem e chegar a um destino.

Foram identificadas as principais informações sobre as tarefas mais difíceis que os usuários de mapas de transporte público devem cumprir, quais sejam: localização da origem e destino, identificação de rotas, tamanho da fonte, identificação de pontos de transferência, contraste de cores, acompanhamento visual de rotas através de áreas congestionadas, localização de ruas e rótulos, e legendas compreensíveis no mapa esquemático.

Também foram definidos os quatro passos do processo de orientação espacial para um usuário de transporte público os quais são: orientação, decisão da rota, monitoramento da rota e reconhecimento do destino; e quais deles são influenciados pela informação presente no ambiente. A ligação das informações necessárias para os usuários e o processo de orientação servirá no capítulo da metodologia, para definir o modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público.

Em relação à geografia da percepção, pode-se dizer que não existe um método único que permita estudar os aspectos cognitivos do ambiente em um grupo da população e estabelecer a sua imagem. Mas depois de um pouco mais de meio século de evolução, é possível descrever como trabalha atualmente a geografia da percepção (Vara, 2008):

- A base conceitual em que se baseia a geografia da percepção, surge da contraposição e comparação entre o espaço objetivo (físico) e o espaço subjetivo (comportamental);
- Há uma estreita relação entre "percepção" e "comportamento", sendo que o espaço subjetivo é o espaço vivido;
- As técnicas utilizadas são geralmente a entrevista, o mapa mental e a análise adicional de outras fontes de dados tais como mapas esquemáticos, fotografias ou imagens;
- A análise dos dados e a obtenção de conclusões devem ser realizadas tanto de forma quantitativa (análise estatística), como qualitativa (interpretações humanísticas feitas pelos pesquisadores).
- Os resultados devem ser expostos, tanto por escrito, como por meio de mapas e gráficos que deverão refletir os resultados da pesquisa e facilitar sua visualização.

### 3. MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

#### 3.1. APRESENTAÇÃO

Os mapas esquemáticos são mapas altamente generalizados usados para representar qualquer cenário de uma rede, onde o fluxo de objetos nos nós, seja nas redes de transporte, gás, água ou eletricidade, desempenha um papel muito importante (Avelar e Hurni, 2006). Para Monmonier (1996), os mapas esquemáticos expressam somente as características essenciais e importantes de uma rede. Portanto, pode-se dizer que os mapas esquemáticos são representações gráficas da topologia, onde os elementos lineares são abstraídos até que apenas a sua função de conexão permanece, mas não necessariamente a sua localização ou seu comprimento (Elroi, 1988).

Os mapas esquemáticos são muito usados para representar as redes de transporte público por preservarem as informações topológicas essenciais como: a conectividade das paradas e os terminais, e não somente a forma e o comprimento das rotas. Assim, por meio da criação de um diagrama esquemático da informação relacionada com a representação dos dados geográficos da rede de transporte; é fornecida uma representação que destaca as relações da conectividade (Brazile, 1998). Fazendo que os mapas esquemáticos de transporte público se tornem uma ferramenta visual muito útil para a comunicação dos usuários com os conceitos espaciais que facilitem sua orientação (Avelar e Hurni, 2006). Um exemplo de mapa esquemático é apresentado na Figura 3.1.

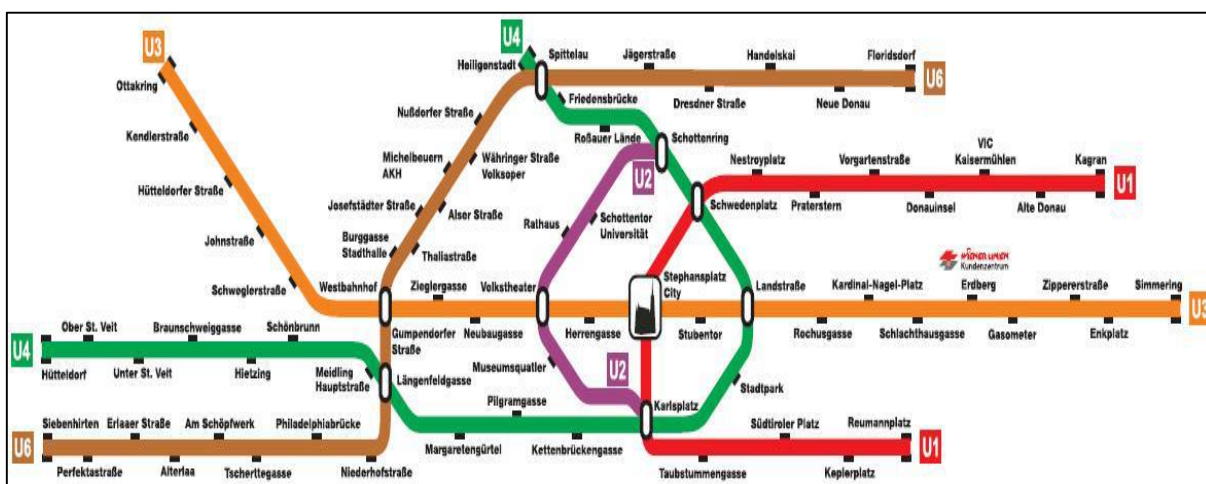


Figura 3.1: Mapa Esquemático de Transporte Público da Viena

Fonte: [www.wienerlinien.at](http://www.wienerlinien.at)



Sendo os mapas esquemáticos de transporte público muito importantes para o desenvolvimento da presente dissertação, o capítulo traz uma abordagem apresentada inicialmente uma breve história dos mapas de transporte público. Em seguida é feita uma explicação dos tipos de representações esquemáticas, enfatizando as representações que são usadas na construção dos mapas de transporte público, assim é possível identificar e explicar os principais elementos característicos que constituem os mapas esquemáticos. Finalmente enfatiza-se os métodos desenvolvidos para construção de mapas esquemáticos de transporte público.

### **3.2. ASPECTOS HISTÓRICOS DOS MAPAS DE TRANSPORTE PÚBLICO**

Os mapas de rotas tais como os mapas de itinerários têm sido usados como uma ajuda no deslocamento ao longo da história. A maioria dos primeiros mapas de rotas foram os mapas de itinerários, que descrevem as rotas em forma linear. Os primeiros exemplos desses mapas, datam de 2000 A.C., e podem ser encontrados em tumbas egípcias antigas e em itinerários da rota romana. Um exemplo são as tabelas de *Peutinger* que mostram os "*cursus publicus*", a rede viária do império, que cobria aproximadamente desde o sudeste da Inglaterra até o Sri Lanka (Goss, 1993). Representava uma lista de paradas ao longo do caminho, como aldeias, vilas e cidades, e as distâncias entre elas.

Embora ao longo da história, as rotas e redes de transporte foram descritas frequentemente da mesma forma como os itinerários romanos, é durante o século XIX com a expansão das ferrovias, que a maioria das características gráficas e formas dos mapas de transporte público atuais se tornaram reconhecíveis.

Durante este período, o transporte se tornou a salvação das cidades industriais, garantindo que os trabalhadores chegassem aos postos de trabalho, e que os bens chegassem ao mercado. Desta forma o transporte público de passageiros por ferrovia e rodovia tornou-se essencial para a economia e a qualidade de vida nas regiões metropolitanas (Allard, 2009). Consequentemente, tornar essa informação acessível provou ser crucial para as empresas e o público em geral. De acordo com Ovenden (2005), como a complexidade das redes ferroviárias cresceu, a forma como cada operador informava aos passageiros de suas rotas, os tornava superiores aos concorrentes, assim mapas e cartazes foram a chave para ganhar novos usuários e novas rotas.

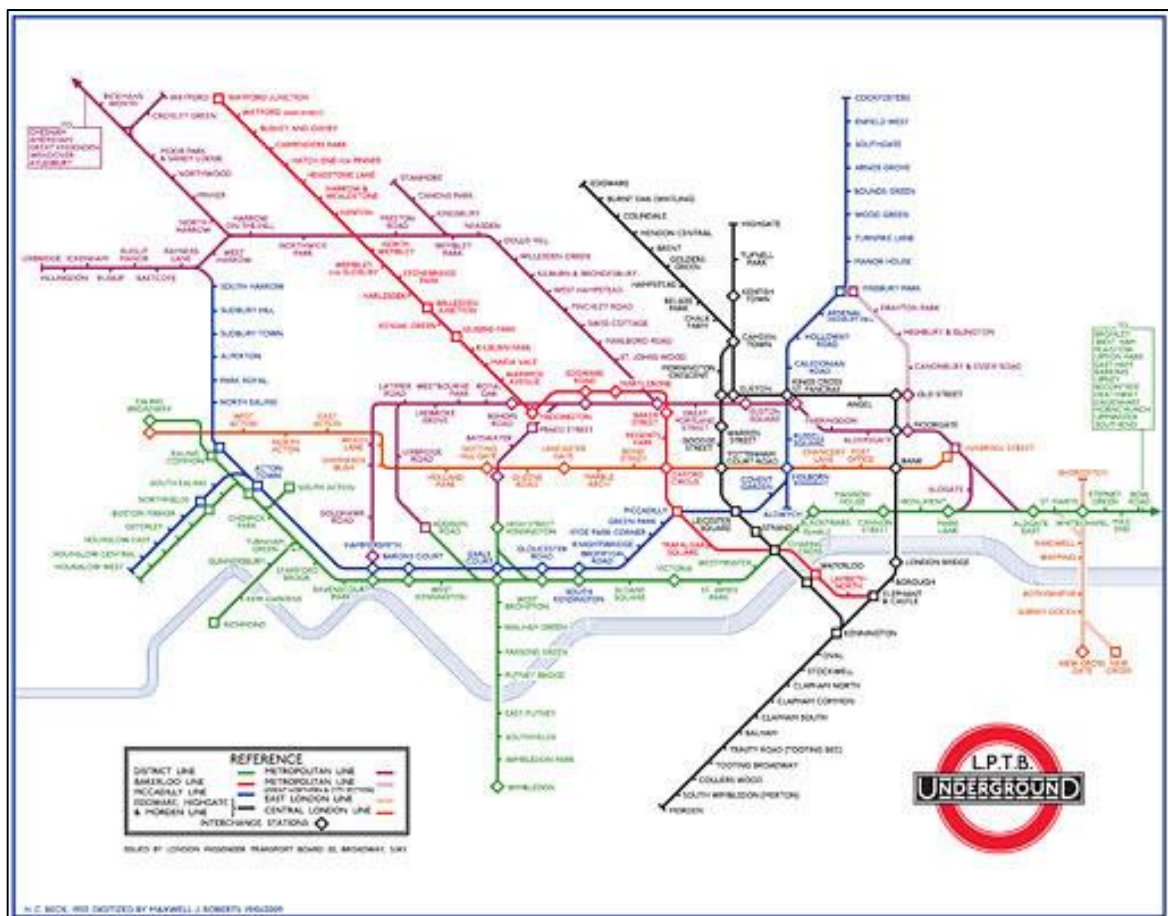
As primeiras rotas ferroviárias foram, muitas vezes, impressas sobre placas existentes de mapas topográficos, dessa maneira tentaram manter o controle da rápida expansão das ferrovias. Embora esta operação funcionasse bem, com poucas linhas, a técnica de sobreimpressão começou a mostrar sérios problemas em redes como Londres, Berlim e Paris, onde várias linhas se sobrepunham. Na verdade, muitas vezes, há uma quantidade importante de rotas que concentram densamente seus cruzamentos na área central de uma cidade, com estações em estreita proximidade, enquanto que na periferia as linhas são menos densas. Para Allard (2009), isso gera uma restrição severa nos mapas geográficos em termos de escala.

Lentamente os cartógrafos começaram a reconhecer que os usuários de metrô basicamente não precisam saber a localização exata das ruas por onde viajam, quando eles de fato estão abaixo da superfície. Já em 1874 um mapa da *Metropolitan Railway* de Londres removeu quase toda a topografia da superfície, incluindo o padrão urbano das ruas. Da mesma forma, no final do século XIX, Berlim tinha um complexo sistema de ferrovias urbanas e ele foi também representado sem as características da superfície (Ovenden, 2005).

A escala e a legibilidade surgiram como questões chave na elaboração dos mapas de transporte público. Os mapas estavam se tornando muito difíceis de manejar e transportar, então o próximo passo seria distorcer a verdadeira natureza da distância entre as estações. Esta mudança foi crucial para a linha metropolitana em Londres, que tinha um número importante de estações com uma separação menor a um quilômetro de distância no centro da cidade, mas até 10 km de distância na periferia. Em 1896 seu mapa introduz uma distorção significativa, conseguindo reduzir todo o comprimento da linha em uma única folha (Allard, 2009).

A maioria das cidades norte americanas, como Chicago, inicialmente, apresentaram um problema menor, impondo uma distribuição mais uniforme de estações. No entanto, o mapa de Boston de 1926 removeu todas as ruas e características topográficas e distorceu a verdadeira extensão das linhas. O mesmo pode ser dito do mapa de Londres de 1917, que também introduziu outra característica fundamental; a simplificação da representação das ferrovias, substituindo sua forma real por linhas retas ou curvas simples.

Em Berlin o diagrama do *S-Bahn* em 1931 e o plano do *U-Bahn* em 1934, mostram sinais da propagação da concepção de representação esquemática. Porém foi em Londres que se criou o primeiro mapa de metrô que serviu de referência mundial (Allard, 2009). Em 1933 Harry Beck realizou um esquema do sistema de transporte de Londres (Figura 3.2), uma versão muito mais simplificada com relação as representações anteriores. As rotas foram construídas de forma tal que obedeceram uma série de regras, usando linhas verticais e horizontais, e algumas linhas diagonais com um ângulo de inclinação de 45°, mudando assim a forma de representar os mapas de transporte público.



**Figura 3.2: Primeira Versão do Diagrama de Metrô de Beck em 1933**  
**Fonte: Allard (2009)**

### 3.3. TIPOS DE REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS

Para Gibson (1979), um esquema seleciona os aspectos específicos de uma determinada situação ou objeto, enquanto outras peças da informação são descuidadas. Segundo Rumelhart

(1984) um esquema é uma estrutura de dados que serve para representar os conceitos genéricos armazenados na memória das pessoas. Finalmente Johnson (1967) focado especificamente nos esquemas das imagens, os define como padrões imaginativos recorrentes que nos permitem compreender e estruturar experiências enquanto nos deslocamos e interagimos com o ambiente. Com base nesses três conceitos, pode-se definir que as representações esquemáticas são simplificações da realidade que comunicam informação espacial fácil de se compreender.

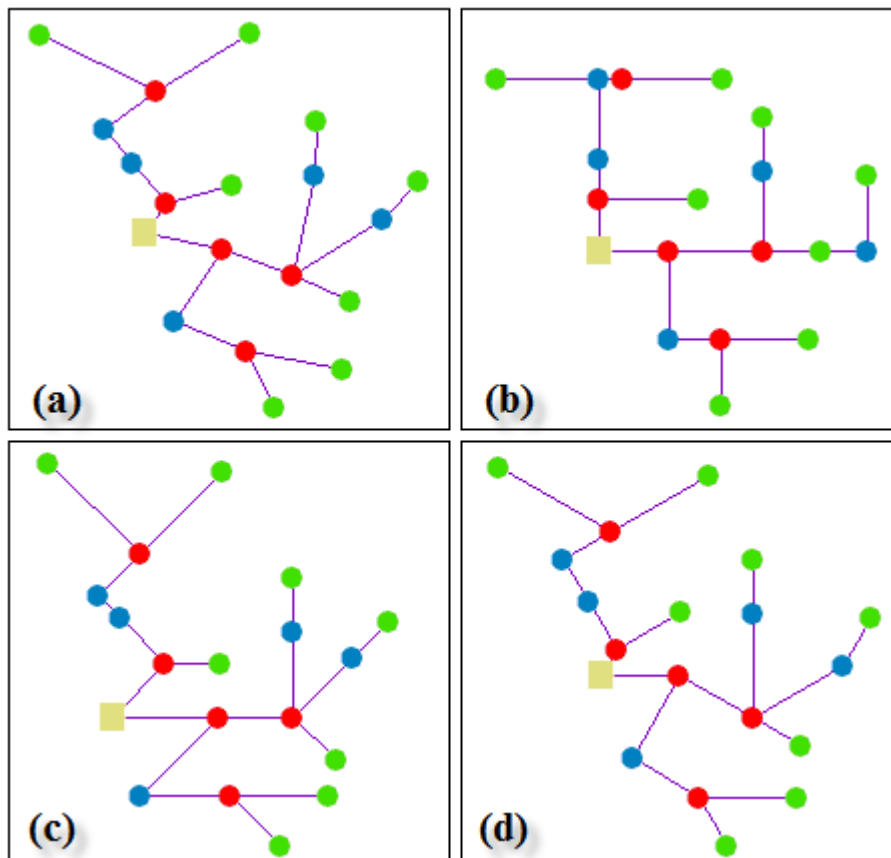
As representações esquemáticas das redes, estão focadas principalmente em mostrar a relação de conectividade topológica que existe entre os nós, realizando uma simplificação dos elementos lineares. Essa simplificação tem como ponto de partida a utilização dos dados espaciais que compõem a rede, por isso é importante a alta precisão da informação geográfica e topológica que facilita o cálculo da relação exata entre os objetos. Existe uma variedade de tipos de representações esquemáticas, as quais podem ser classificadas em três grandes grupos: representações geoesquemáticas, representações puramente esquemáticas e representações hierárquicas (Seyedi-Shandiz, 2014).

### **3.3.1. Representações Geoesquemáticas**

A característica principal das representações geoesquemáticas, é que elas conseguem manter algumas das precisões espaciais dos dados geográficos originais ao representar a rede. Também permitem uma independência para modificar as redes deixando que os dados ilustrem informação mais entendível. Isso significa que os nós em uma rede são mantidos em suas localizações geográficas originais ou quase perto de tais locais. No entanto, as características lineares são explodidas, simplificadas, ou alteradas conforme fora necessário. Sete algoritmos podem ser utilizados para construir este tipo de representações esquemáticas (Esri, 2006).

#### *3.3.1.1. Algoritmo Geo – Angle Directed*

O algoritmo *Geo – Angle Directed* movimenta progressivamente os *links* (elementos lineares de ligação entre nós) em direções de alinhamento especificadas pela determinação de um ângulo desejado. Para cada ligação esquemática, o algoritmo considera sua direção atual, logo procura a direção mais próxima entre as especificadas, e depois movimenta o *link* nessa direção.



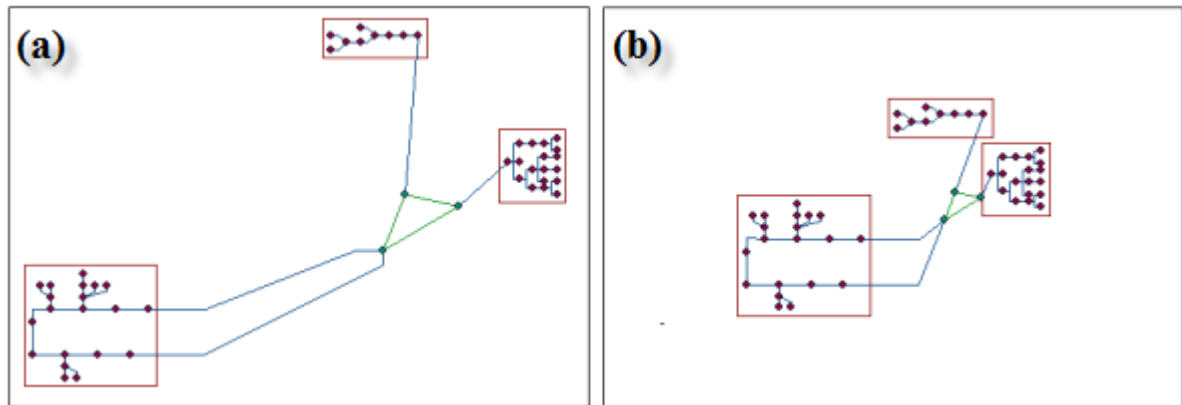
**Figura 3.3: Algoritmo *Geo - Angle Directed***

Fonte: Esri (2006)

Na Figura 3.3 (a) são representadas as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.3 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo especificando quatro direções (ângulo de 90 graus). A Figura 3.3 (c) mostra o resultado da aplicação do algoritmo especificando oito direções (ângulo de 45 graus). A Figura 3.3 (d) mostra o resultado da aplicação do algoritmo especificando 12 direções (cada 30 graus).

### 3.3.1.2. Algoritmo *Geo - Compression*

O algoritmo *Geo - Compression* comprime as características esquemáticas contidas numa representação gráfica, para o centro do diagrama, enquanto tenta manter o posicionamento relativo. Ele é útil para redes muito extensas que abarcam superfícies grandes e que sejam difíceis de visualizar e entender em suas verdadeiras posições geográficas.

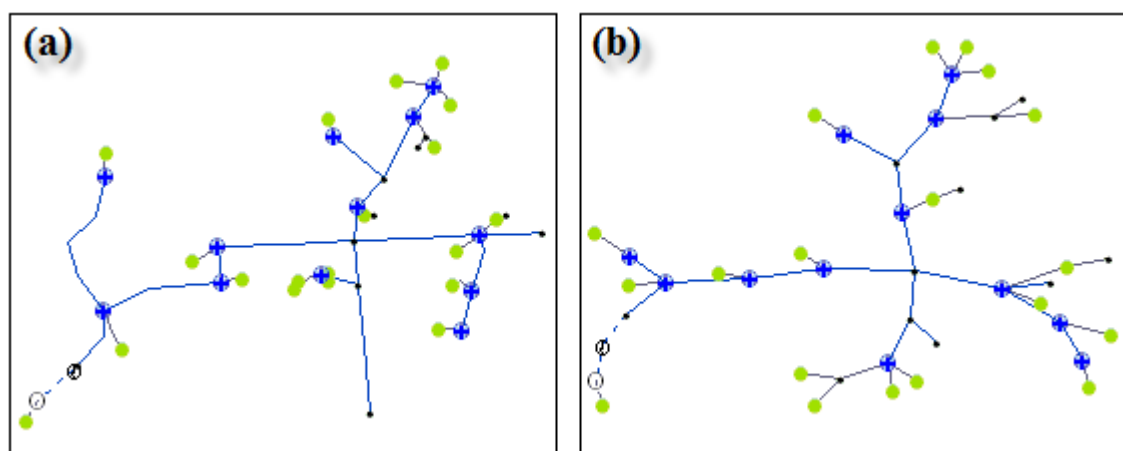


**Figura 3.4: Algoritmo Geo – Compression**  
 Fonte: Esri (2006)

Na Figura 3.4 (a) se representam as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.4 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo realizando a compressão na direção do centro da rede.

### 3.3.1.3. Algoritmo Geo – Force Directed

O algoritmo *Geo – Force Directed* usa uma analogia física para desenhar gráficos, considerando um gráfico como um sistema de forças em que tenta se minimizar localmente a energia. Procura-se um estado de equilíbrio do sistema de forças, que é definido como a posição para cada nó onde a somatória total das forças que atuam sobre ele é igual a zero. Como este algoritmo tem uma tendência para enfatizar as ligações contidas nos diagramas esquemáticos, é usado frequentemente para redes de malha complexa, tais como água, esgoto ou gás.

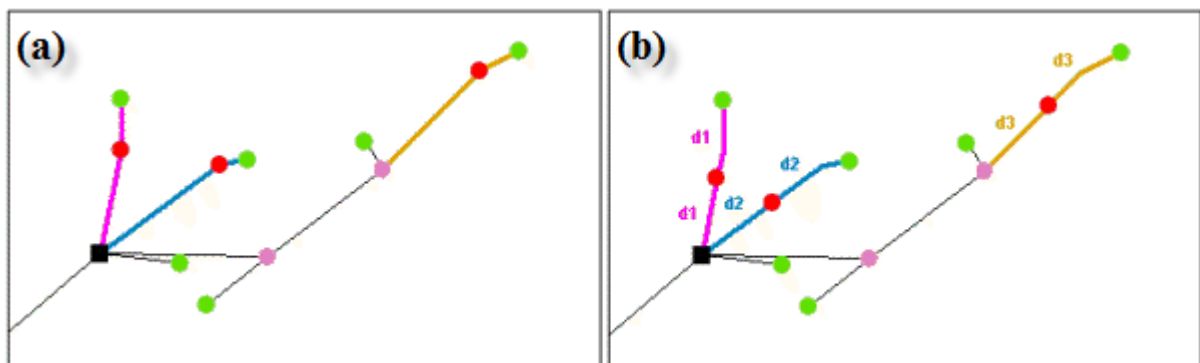


**Figura 3.5: Algoritmo Geo – Force Directed**  
 Fonte: Esri (2006)

Na Figura 3.5 (a) são apresentadas as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.5 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo onde o sistema de forças está equilibrado.

#### 3.3.1.4. Algoritmo Geo - Linear Dispatch

O algoritmo *Geo - Linear Dispatch* separa os nós que estão visualmente perto da sobreposição no diagrama esquemático. Ele move esses nós linearmente ao longo de suas ligações. O movimento depende das posições atuais dos nós existentes e dos parâmetros lineares definidos. Este algoritmo trabalha com as ligações esquemáticas conectadas aos nós de destino. Considera o número de ligações conectadas a cada nó, e é possível a preservação de suas formas.



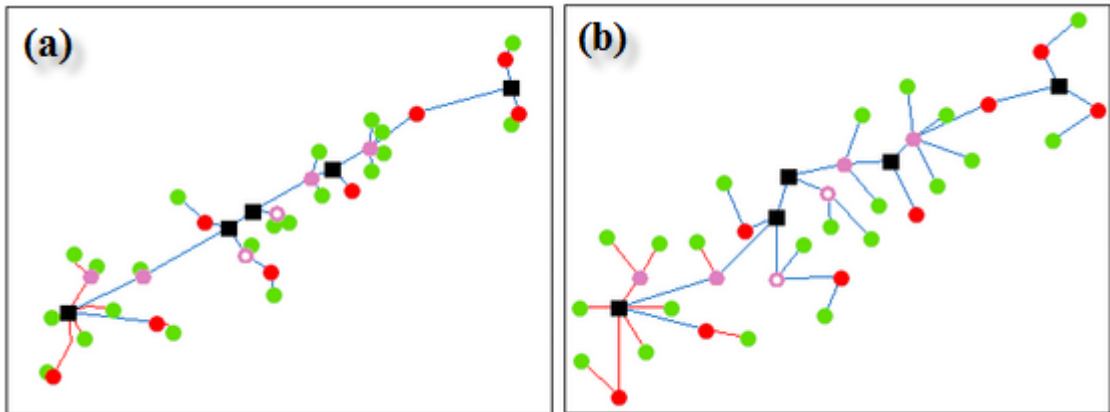
**Figura 3.6: Algoritmo Geo – Linear Dispatch**

Fonte: Esri (2006)

Na Figura 3.6 (a) são representadas as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.6 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo separando os nós e conservando a forma dos elementos lineares de ligação.

#### 3.3.1.5. Algoritmo Geo – Spatial Dispatch

O algoritmo *Geo – Spatial Dispatch* separa os nós que estão visivelmente perto da sobreposição no diagrama esquemático, com base em suas posições atuais e de acordo com os parâmetros definidos.

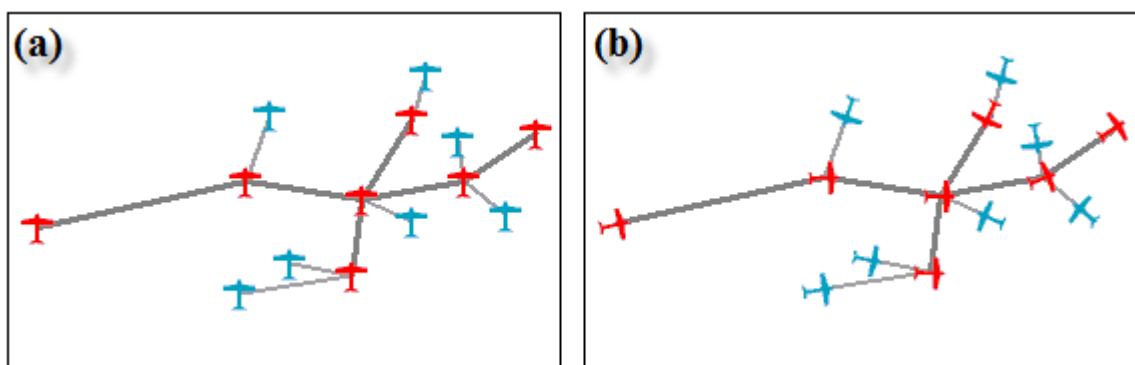


**Figura 3.7: Algoritmo *Geo - Spatial Dispatch***  
 Fonte: Esri (2006)

Na Figura 3.7 (a) são representadas as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.7 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo separando os nós sem conservar a forma dos elementos lineares de ligação.

### 3.3.1.6. Algoritmo *Geo - Rotate Nodes Along Links*

O algoritmo *Geo - Rotate Nodes Along Links* muda a rotação dos símbolos usados para representar os nós de acordo com as direções das ligações conectadas. Os nós são rotados com base num determinado ângulo. A direção do fluxo definido para as ligações esquemáticas pode ser ou não considerada, porém não é indispensável. Uma das opções para se definir é que o algoritmo se execute automaticamente cada vez que as características esquemáticas sejam movidas manualmente ou após que outro algoritmo esquemático seja executado.



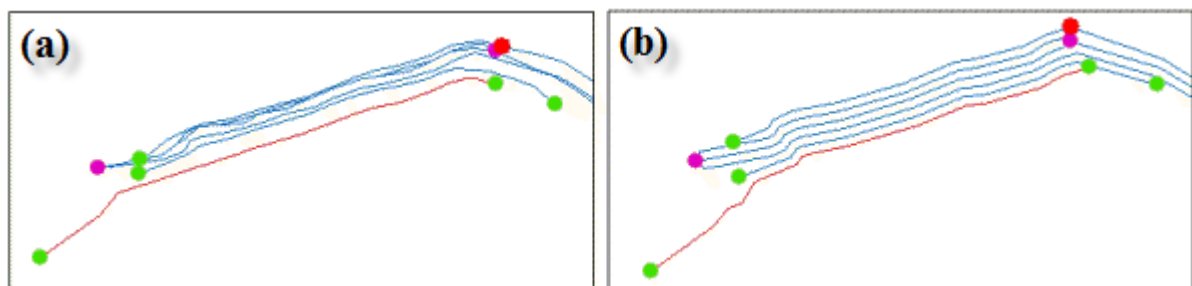
**Figura 3.8: Algoritmo *Geo - Rotate Nodes Along***  
 Fonte: Esri (2006)



Na Figura 3.8 (a) são representadas as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.8 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo rotando os nós na direção do fluxo das ligações.

### 3.3.1.7. Algoritmo Geo – Partial Overlapping Links

O algoritmo *Geo – Partial Overlapping Links* detecta as ligações colineares ou os segmentos (partes) das ligações colineares que se sobrepõem ou quase se sobrepõem no diagrama esquemático e, eles são separados de acordo com os parâmetros definidos. O algoritmo detecta e agrupa os segmentos das ligações que são próximos uns dos outros, que sejam paralelos, e que tenham praticamente o mesmo comprimento. Esses segmentos são separados e distribuídos igualmente sobre os lados esquerdo e direito do meio do conjunto de segmentos. O processo preserva a orientação dos segmentos originais para que um segmento que se encontrasse no lado esquerdo de um outro, ainda acabe no lado esquerdo.



**Figura 3.9: Algoritmo Geo – Partial Overlapping**  
Fonte: Esri (2006)

Na Figura 3.9 (a) são representadas as posições iniciais dos nós e as ligações antes da aplicação do algoritmo. A Figura 3.9 (b) mostra o resultado da aplicação do algoritmo com a separação dos segmentos sobrepostos.

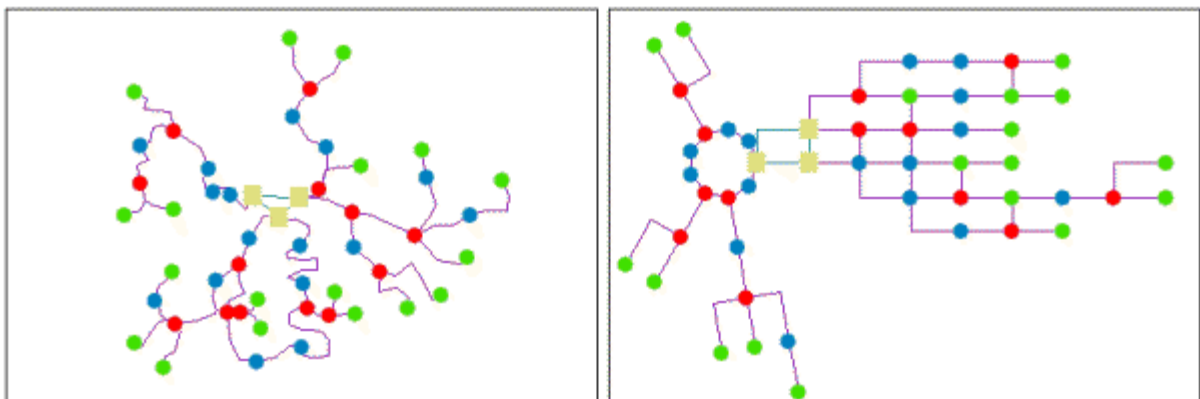
### 3.3.2. Representações Puramente Esquemáticas

São representações onde a localização geográfica do nó não é utilizada para seu posicionamento e a sua localização no esquema. Os nós estão localizados apenas pela conectividade e a gestão completa de suas posições esquemáticas permitidas (Seyedi-Shandiz, 2014). Isso significa que a conectividade de rede é mantida, mas os nós são localizados de acordo com um conjunto de

regras que determinam as suas posições relativas, criando assim um esquema onde as distâncias entre os nós são normalizadas.

Essa nova localização também inclui a gestão e minimização da quantidade de espaço em branco em torno de nós adjacentes. A posição relativa dos nós não é mantida, e o sistema de referência geográfico é descartado. Os valores das coordenadas espaciais são substituídos por aqueles gerados a partir dos algoritmos (Esri, 2006). Não são representações muito usadas na esquematização de redes de transporte, por essa razão, a seguir só se nomeará os seis algoritmos que são utilizados para construí-las.

- Algoritmo *Grid*;
- Algoritmo *Main Ring*;
- Algoritmo *Orthogonal*;
- Algoritmo *Relative Main Line*;
- Algoritmo *Separate Overlapping Links*;
- Algoritmo *Reduce Vertices*.



**Figura 3.10: Representações Puramente Esquemáticas**

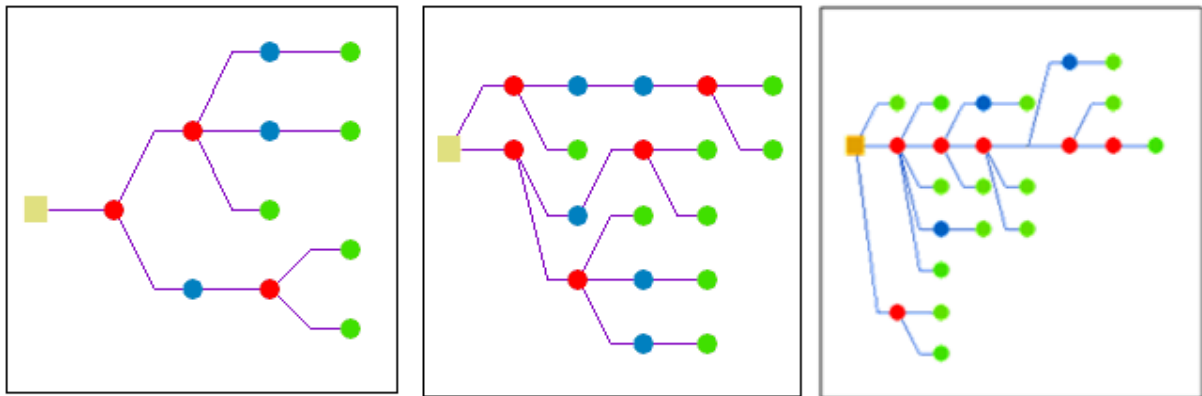
Fonte: Esri (2006)

### 3.3.3. Representações Hierárquicas

São representações que organizam hierarquicamente a informação, para logo apresenta-la como um diagrama esquemático (Esri, 2006). Igual às representações puramente esquemáticas, que usam coordenadas relativas ou locais para posicionar os nós e, por essa razão não são usadas

com frequência na representação de redes de transporte. A seguir serão apresentados os quatro algoritmos que podem ser aplicados para construir estas representações.

- Algoritmo *Hierarchical – Compact Tree*;
- Algoritmo *Hierarchical – Main Line Tree*;
- Algoritmo *Hierarchical - Radial Tree*;
- Algoritmo *Hierarchical - Smart Tree*.



**Figura 3.11: Representações Hierárquicas**  
Fonte: Esri (2006)

### 3.4. CARACTERÍSTICAS DOS MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Eastman (1985) discutiu em cartografia, as características dos mapas esquemáticos, ou seja, a natureza hierárquica incorporada nas representações esquemáticas. Ele observou que os esquemas não são usados apenas para estruturar e armazenar o conhecimento declarado, mas também são aplicados na representação de sequências e ações, ou seja, para organizar o conhecimento procedimental.

As características específicas das representações esquemáticas como a representação do conhecimento declarado e o conhecimento procedimental, e sua capacidade de explicar relativamente a percepção visual, têm levado pesquisadores a aplicá-las na orientação espacial (Raubal *et al.*, 1997; Frank e Raubal, 1999). Focando as pesquisas na representação das vias, as superfícies e as ligações (arcos), como elementos importantes para a orientação espacial e propondo que a direção das rotas seja um conceito chave da cognição espacial.

Um mapa esquemático de transporte público é um diagrama esquemático que representa as localizações, direções, orientações e conexões de estações, pontos de parada e linhas em um sistema de transporte público. Ele normalmente não inclui informações sobre o serviço, tais como tempo de viagem. Um mapa esquemático de transporte público tem quatro características principais: distorção, restauração, codificação e cognição (Guo, 2011).

#### **3.4.1. Distorção**

Um mapa esquemático de transporte público é muitas vezes geograficamente impreciso em termos de representação de distância e direção. Pode exibir a distância entre duas estações mais longa ou curta de como realmente ela é. Uma linha desenhada como linha reta no mapa pode realmente ter muitas mudanças de direção. A maioria dos mapas esquemáticos utilizam uma distância fixa entre as estações, comprimem a zona exterior do sistema, e expandem o centro (Larkin e Simon, 1987).

A distorção e a simplificação podem aliviar a carga de processamento de informações e facilitar a tomada de decisão dos usuários de transporte público (Hochmair, 2009). A informação geográfica detalhada muitas vezes pode não ser necessária, especialmente para os passageiros que viajam de metrô, e inviável, especialmente para sistemas grandes com muitas linhas e estações localizados em uma pequena área no centro urbano.

#### **3.4.2. Restauração**

A restauração refere-se à conservação das características geográficas neste ambiente distorcido dos mapas esquemáticos. Ela depende de três fatores principais: a estrutura do sistema de transporte, por exemplo, uma estrutura de superfície tende a ser mais um mapa geográfico que um metrô; a distribuição espacial da cidade, por exemplo, aqueles com características geográficas mais leves tendem a ter mapas geográficos; e a história única de desenvolvimento dos mapas de transporte da cidade, por exemplo, em Madrid e Paris. A restauração também ocorre porque a distorção tem seus limites; é possível que os usuários verifiquem muita distorção inaceitável (Guo, 2011).

A restauração é normalmente feita por meio da inclusão de características geográficas, como vias principais, áreas verdes, montanhas ou rios no mapa. Algumas agências de transporte fornecem mapas geográficos aos usuários como uma alternativa para os mapas esquemáticos. Por exemplo, em Paris os mapas de transporte público nas paredes da estação permanecem totalmente geográficos. Em São Paulo, um mapa geográfico com todas as linhas de metrô da região é impresso no verso do mapa esquemático (Ovenden, 2007).

### **3.4.3. Codificação**

A codificação refere-se à maneira que as linhas, estações e conexões são codificadas como símbolos em um mapa esquemático. O efeito da codificação do mapa em seu uso, tem sido bem documentada na literatura da cartografia (Larkin e Simon, 1987; Montello, 2002). Nos mapas cognitivos das pessoas, as cores, visibilidade e rótulos fazem algumas estações e linhas mais relevantes que outras (Garland *et al.*, 1979; Dziekan, 2008). Um bom exemplo é a Cidade do México, onde cada estação no mapa de metrô tem seu próprio emblema para ajudar os analfabetos.

Para Guo (2011) a codificação em geral é essencial para ressaltar as conexões num mapa esquemático de transporte público. Existem diversas maneiras de representar as transferências, tais como estações sobrepostas (a maioria dos sistemas), estações semi-sobrepostas (Kiev, Ucrânia), estações separadas ligadas por um *link* (Moscou, Berlim, Tóquio), ou nenhuma conexão em absoluto (Bilbao).

Dentro do caso de estações sobrepostas, o símbolo pode variar de tamanho (Munique), cor ou padrão, por exemplo, pontos segmentados (Moscou, Cidade do México, Budapeste), símbolo da bandeira nacional (Seul), ou um esquema muito complicado de interpretar (Miami). Diferentes codificações de conexões provavelmente poderiam afetar as decisões de transferência dos usuários de transporte público.

#### 3.4.4. Cognição

A cognição refere-se ao efeito cognitivo de um mapa esquemático de transporte público na percepção do sistema de transporte e de todo o espaço urbano. A psicologia tem mostrado que o tipo de esquematização visual afeta às representações cognitivas internas (Uttal, 2000; Hegarty, 2004). Um mapa esquemático de transporte público certamente afeta a percepção do sistema: não só da simplicidade ou complexidade da estrutura da rede, mas também da imagem global do sistema de transporte público (Guo, 2011).

No entanto, o impacto do mapa esquemático de transporte público provavelmente vai além do sistema de transporte (Vertesi, 2008). As redes de transporte muitas vezes agem como uma espinha dorsal no mapa cognitivo das pessoas (Lynch, 1960). A rede de transporte público, o metrô em particular, poderia reformular o mapa mental de um espaço urbano em pelo menos duas formas:

- Primeiro, a viagem subterrânea substitui a viagem na superfície e "priva" o usuário de ter uma chance para formar uma percepção espacial da região, por meio de sua própria experiência.
- Em segundo lugar, um mapa de transporte público muitas vezes oferece "assistência" alternativa com uma representação clara, simplificada, estável e amplamente difundida da estrutura urbana.

A privação e a assistência atuando como forças de atração e repulsão, muitas vezes ocorrem ao mesmo tempo e lugar, reforçando o impacto do mapa de transporte público na percepção espacial do usuário (Guo, 2011).

Especificamente, um mapa esquemático de transporte público pode afetar três elementos de um mapa cognitivo: o limite, o marco, e a distância percebida. As linhas de transporte muitas vezes atuam como limites de diferentes áreas de uma região metropolitana. As principais estações muitas vezes tornam-se novos marcos ou reforçam marcos existentes em um mapa cognitivo. Hannes *et al.* (2006) mostram que cidades ou bairros nomeados por linhas de metrô são mais proeminentes no mapa mental das pessoas.

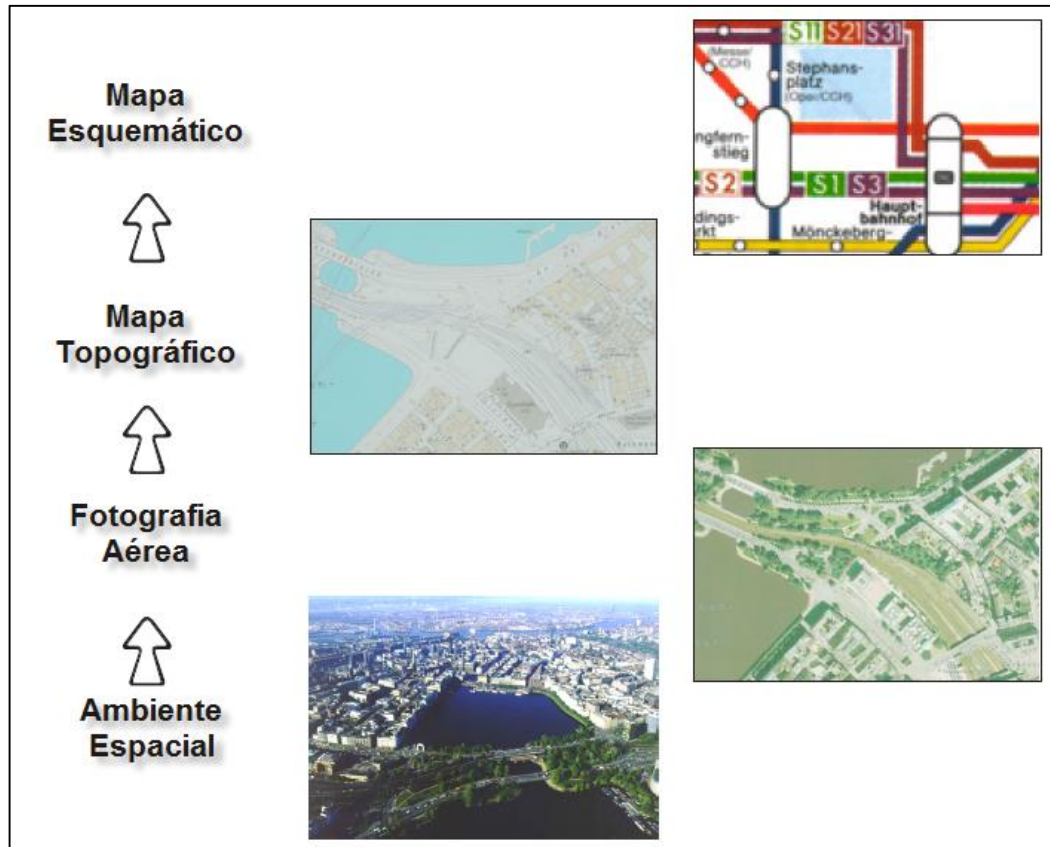
Em alguns casos o número de estações ou pontos de parada, ao em vez do número de quilômetros ou milhas, é utilizado pelos usuários de transporte público para medir as distâncias. Alguns críticos argumentam que os mapas esquemáticos de transporte público na verdade representam uma imagem ideal do tempo e do espaço moderno, por ser uma representação urbana ordenada, lúcida, regular, eficiente, e inteiramente funcional (Hadlaw, 2003).

### **3.5. CONSTRUÇÃO DE MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO**

Klippel (2003) define a construção de mapas como a investigação sobre seus elementos constitucionais, ou seja, quais são os blocos de construção de representações cartográficas, estabelecendo que desde uma perspectiva cartográfica, esses elementos são pontos, linhas e áreas. Para ele a construção dos mapas esquemáticos centra-se mais nas entidades básicas e nas suas relações (espaciais), e menos em sua aparência visual na tela ou no papel.

A abordagem geral mais usada para construir mapas esquemáticos é a abordagem orientada para os dados ou DDA (*data-driven approach*). Essa abordagem se liga com a área de pesquisa de generalização cartográfica, ou seja, em termos gerais com a simplificação temática e gráfica de expressões cartográficas (Weibel, 1997). Segundo Dent (1996) as regras clássicas de simplificação e generalização cartográfica são: a eliminação, agregação, colapso, tipificação, exageração, seleção, classificação, simplificação, resolução de conflitos (deslocamento), refinamento e simbolização.

Para construção de mapas esquemáticos de transporte público, a DDA começa de um ambiente espacial. Um passo concebível de abstração é uma fotografia aérea tirada de forma ortogonal que tem as mesmas características e restrições de representação meia dos mapas, mas sem a simbologia correspondente. A partir desta representação se derivam os mapas topográficos que são as representações primárias que cumprem critérios mensuráveis sobre a precisão da informação espacial e a integridade dos dados. Finalmente por simplificação são geradas as representações esquemáticas que incide apenas sobre um conjunto relevante de aspectos espaciais (klippel, 2003). A Figura 3.12 apresenta graficamente todo o processo descrito.



**Figura 3.12: Abordagem Orientada para os Dados (DDA)**  
 Fonte: Klippel (2003)

### 3.5.1. Métodos de Construção de Mapas Esquemáticos de Transporte Público

Avelar e Hurni (2006) argumentam que para a construção de mapas esquemáticos de transporte público a partir de uma rede original de linhas, as rotas e os pontos de parada ou terminais são selecionados, esquematizados, e em seguida simbolizados. A esquematização de rotas inclui a simplificação e deslocamento de linhas conforme os lineamentos e direções estabelecidos pela representação esquemática selecionada. Este processo pode ser realizado por diferentes métodos, detalhados a seguir.

- Método manual: nesse método o cartógrafo produz desenhos à mão, procurando a solução gráfica mais agradável sem perda de informação topológica da rede. A rede é ajustada e reajustada até que o mapa atinge um estado satisfatório. Este é um método pouco prático e muito trabalhoso;



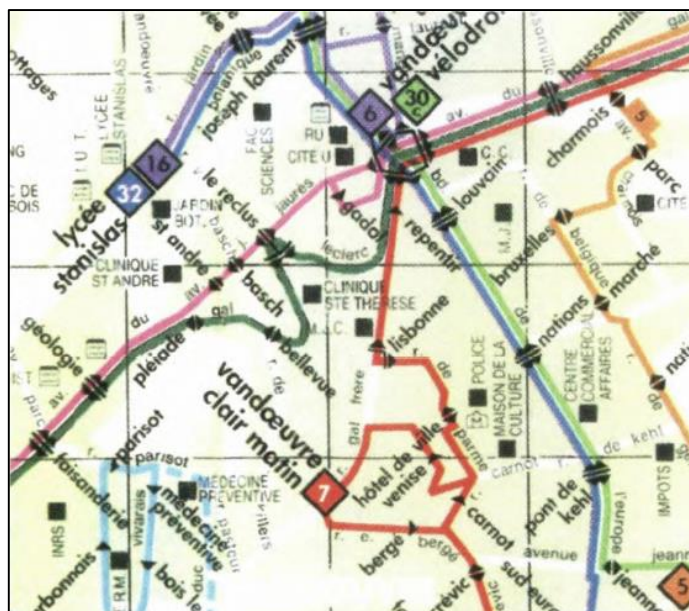
- Método assistido: é aplicado um programa de computador para elaborar os desenhos do mapa. Em geral a rede rodoviária original é escaneada ou digitalizada para ser usada como plano de fundo para desenhar e projetar os novos esquemas das linhas. Este método requer o mesmo grau de controle visual e manual, uma vez que é ainda um procedimento de teste e erro, mas os resultados podem ser obtidos mais rapidamente, as tentativas podem ser armazenadas, e a reprodução no papel pode ser facilmente providenciada;
- Método automático: abordagens específicas são usadas para automatizar o processo de esquematização de um banco de dados espacial, por exemplo, de forma iterativa relaxar restrições espaciais e cartográficas de rotas mais detalhadas (Cabello *et al.* 2005; Avelar 2002; Agrawala e Stolte, 2001). O método automático tem a vantagem das possibilidades gráficas e analíticas de um sistema baseado em vetores, melhorando os resultados com facilidade e tornando mais rápida e barata a produção de mapas esquemáticos;
- Método mecânico: Elroi (1988) propôs a utilização de um dispositivo pelo qual a rede é duplicada com cordas elásticas coloridas sobre uma placa matriz. Então pinos são inseridos em cada polígono resultante e vão mudando de lugar em procura do melhor resultado. Obviamente o método não é prático, mas a sua autora enfatiza que ele fornece um fundo regular da matriz e mantém as características topológicas da rede.

### **3.5.2. Estilos de Mapas Esquemáticos de Transporte Público**

Pode-se encontrar diferenças nos critérios geométricos e estéticos utilizados para representar mapas esquemáticos das redes de transporte público de diferentes cidades, mas todos esses mapas compartilham a necessidade de simplicidade gráfica, mantendo o conteúdo de informação da rede e apresentando legibilidade. De acordo com Petchenik (1974), um estilo emerge quando muitos exemplos têm alguma semelhança visual reconhecível e amplamente aceita. Morrison (1996) identificou e sugeriu diferentes estilos de representação de mapas esquemáticos de transporte público, os quais são apresentados a seguir.

### 3.5.2.1. Estilo Francês

No estilo francês, é identificada cada rota de ônibus com uma linha de cor diferente, como apresenta a Figura 3.13. Geralmente os números que identificam as rotas só aparecem nos dois terminais. É o único estilo usado na França, e também é usado universalmente nas áreas de língua francesa da Suíça e da Bélgica, e em várias cidades na Itália, onde o francês é a segunda língua mais comum. Ele também é usado por algumas cidades de outros países, especialmente pelas cidades menores, onde o ônibus é o único meio de transporte público (Avelar e Hurni, 2006).



**Figura 3.13: Estilo Francês**  
Fonte: Morrison (1996)

### 3.5.2.2. Estilo Clássico

É o outro extremo da representação dos mapas esquemáticos de transporte público. Utiliza apenas uma linha para representar todas as rotas de ônibus que passam por uma mesma rua, e os números que identificam as rotas individuais são indicados apenas por um escrito ao lado destas linhas (Figura 3.14). Morrison (1996) tinha a intenção de chamá-lo como "estilo britânico" porque no passado foi o método universalmente utilizado na Grã-Bretanha. Depois ele descobriu que também é o estilo característico da Itália, e de fato a maioria das cidades

britânicas já não têm mapas de ônibus, e aquelas que ainda têm, às vezes usam outros estilos. Portanto, "estilo clássico" talvez seja o nome mais apropriado.



**Figura 3.14: Estilo Clássico**  
Fonte: Morrison (1996)

### 3.5.2.3. *Estilo Escandinavo*

Nomeado assim porque é o estilo usado em muitas cidades da Escandinávia como: København, Oslo, Helsinki, Região de Helsinki e Malmo. É semelhante ao estilo clássico, mas aplicado separadamente a várias subdivisões da rede de transporte. As subdivisões são escolhidas de tal modo que apenas duas ou três linhas diferentes são exibidas em cada rua, cada linha ilustrada com uma cor diferente (Figura 3.15).

Alguns exemplos das subdivisões utilizadas são: ônibus, bonde e metro (Helsinki); ônibus urbano e ônibus regional (Região de Helsinki); ônibus urbano, dois tipos de ônibus expresso e ônibus rural (Kobenhavn); ônibus comum, ônibus expresso, serviços de ônibus para os serviços de saúde, micro-ônibus rural / táxi e serviços de ônibus para equipamentos de lazer como o estádio (Malmo). Este estilo também é frequentemente usado em outros países, especialmente na Alemanha e na Áustria, e em alguns mapas esquemáticos de transporte público de cidades espanholas.

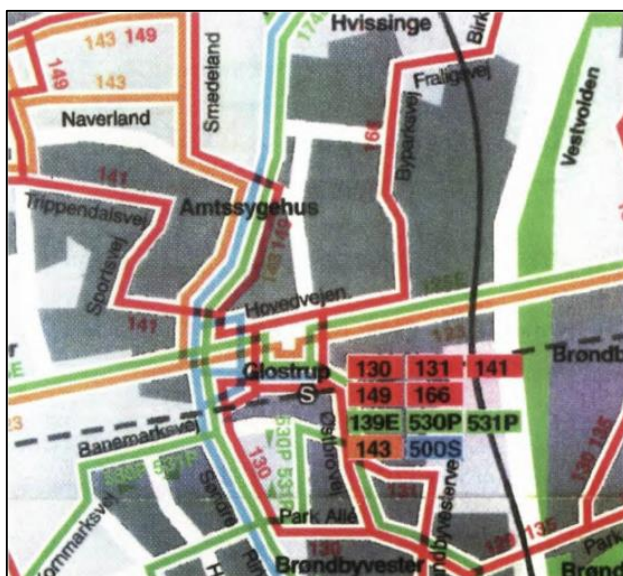


Figura 3.15: Estilo Escandinavo  
Fonte: Morrison (1996)

#### 3.5.2.4. Estilo Holandês

Também é semelhante ao estilo clássico, mas com uma simbologia diferente para cada modo de transporte (Figura 3.16). Normalmente, não há mais do que duas linhas desenhadas em cada rua, representando bonde e ônibus, ou duas empresas de ônibus. Muitas vezes, os bondes são representados por uma linha dupla. As ferrovias e muitas vezes o metrô são representados pelo símbolo tradicional dos mapas topográficos: uma linha dupla com um preenchimento quebrado.

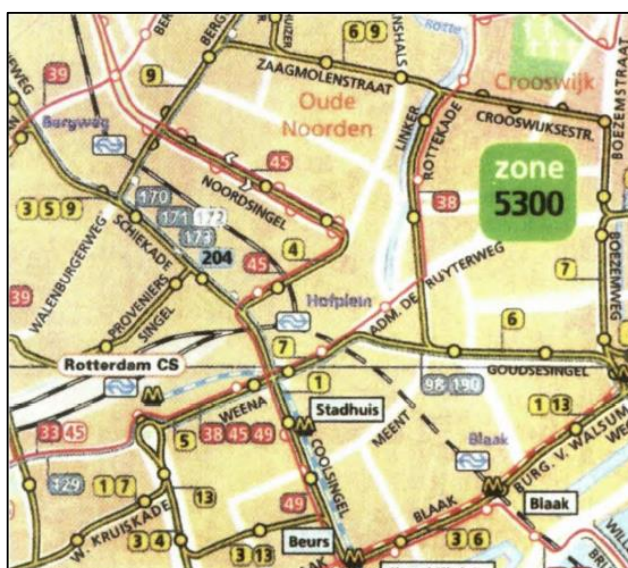


Figura 3.16: Estilo Holandês  
Fonte: Morrison (1996)

### 3.6. TÓPICOS CONCLUSIVOS

Neste capítulo foram tratados os conceitos mais importantes dos mapas esquemáticos de transporte público, e é importante iniciar esta seção fazendo ênfase nos objetivos pretendidos ao usar estas representações. Esses objetivos são: facilitar o acompanhamento dos deslocamentos através de sistemas complexos de transporte, comparar rapidamente as diferentes conexões e localizar facilmente os destinos (Radoczky e Gartner, 2005). Para cumprir esses objetivos, as representações esquemáticas têm evoluído ao longo do tempo.

Desde 1930 quando o movimento em direção à representação esquemática começou ao redor do mundo, uma infinidade de estilos e convenções foram desenvolvidas. As diferenças não foram apenas em características gerais de desenho, tais como tipo e espessura da linha ou o símbolo da estação de transferência; mas também em outras características de representação esquemática como: orientação e número de ângulos, distorção geográfica, detalhes da superfície que são mostrados, e modos e serviços que são apresentados individualmente ou agrupados em linhas (Allard, 2009).

Embora existam vários tipos de representações esquemáticas que geram muitos estilos de mapas esquemáticos de transporte público, todos eles têm características comuns que são as tidas em conta nesta dissertação e estão detalhadas a seguir:

- Os mapas esquemáticos de transporte público geralmente representam todas as rotas como linhas retas entre os pontos de parada ou terminais adjacentes;
- A orientação das linhas (nível de linearidade) varia por meio de ângulos fixos, geralmente de 45 a 90 graus ou de 30, 60 e 90 graus;
- As rotas sobrepostas são separadas por uma distância mínima, que pode ser zero ou uma constante escolhida para cada mapa em particular;
- Um pequeno número de interrupções ou mudanças de direção da linha, pode ser adicionado para proporcionar uma melhor visualização e acrescentar a correspondência com a geometria original;

- A escala do mapa é variável, relativamente grande no interior da cidade onde muitas rotas convergem e se conectam; e relativamente pequena nas margens da cidade onde as estações são mais distantes umas de outras e os detalhes são menos densos.

Pela ausência de uma orientação específica sobre como construir mapas esquemáticos de transporte público, na presente dissertação baseamos o método construtivo nos três passos essenciais definidos por Elroi (1988), já que eles contemplam as características principais das representações esquemáticas. Esses passos são:

- Simplificação das linhas a suas formas mais elementares;
- Reorientação das linhas para conformar uma grade regular, de tal forma que a orientação de cada uma delas coincida, ou com a horizontal, ou com a vertical, ou com uma diagonal de ângulo definido;
- Ampliação da escala em áreas congestionadas e redução da escala em áreas de menor densidade de nós.

## **4. MÉTODO PARA AVALIAR A PERCEPÇÃO DOS MAPAS ESQUEMÁTICOS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO**

### **4.1. APRESENTAÇÃO**

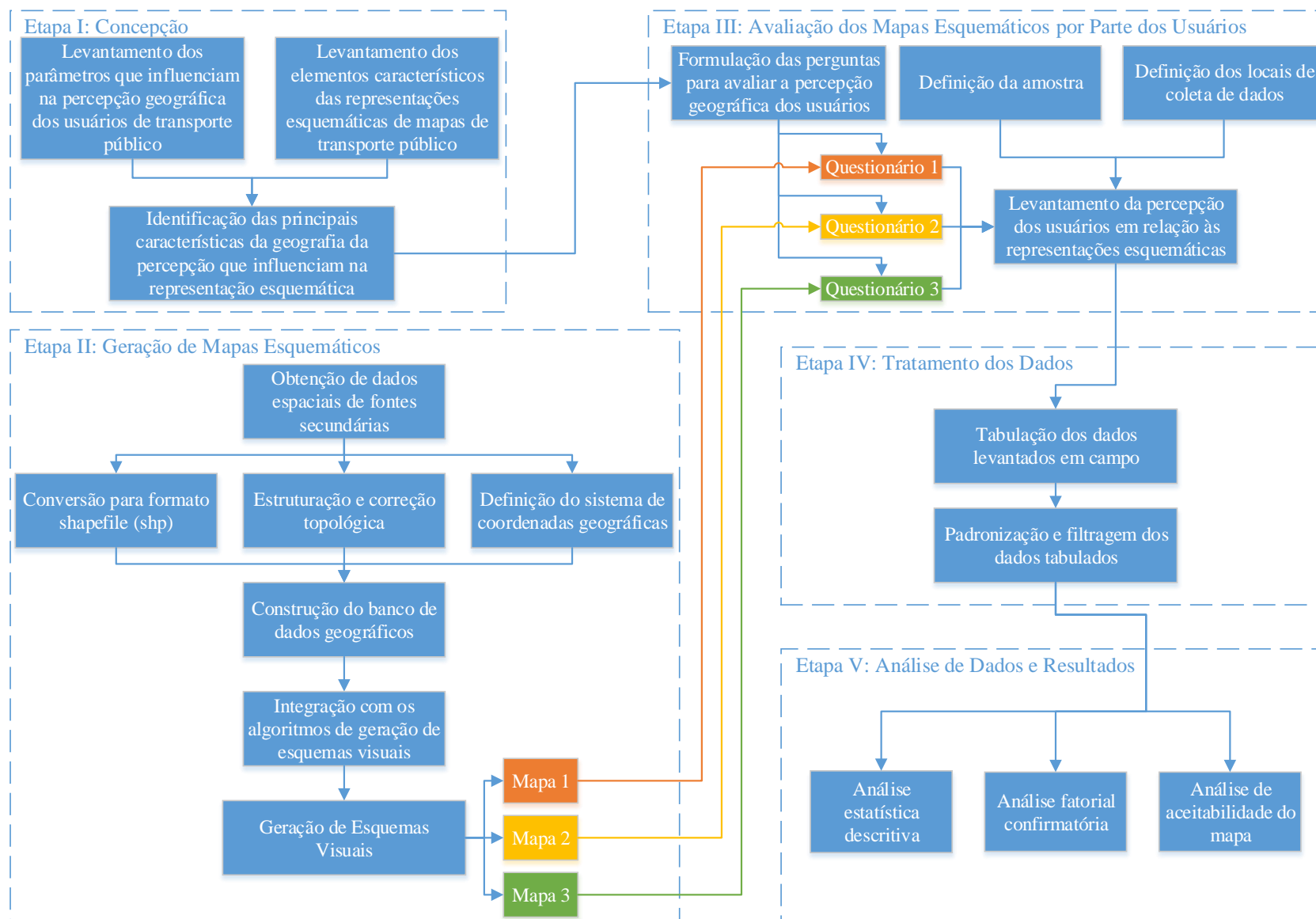
O método proposto nesta dissertação, tem como objetivo avaliar a percepção das representações esquemáticas de linhas de transporte público urbano por ônibus, que são os principais componentes gráficos dos mapas de transporte público, e está baseado na teoria da geografia da percepção e na aplicação de suas ferramentas de pesquisa, além do modelo do processo de orientação espacial para um sistema de informação visual de usuários de transporte público, desenvolvido por Scariot *et al.* em 2011. Todos estes conceitos foram detalhados e aprofundados no capítulo dois deste documento.

Nesta pesquisa não é feito um estudo de todo o sistema de informação visual que pode ser disponibilizado para os usuários, enfatizando-se unicamente nos mapas esquemáticos e suas características de representação esquemática, que são parte importante desta informação visual. Por essa razão o método desenvolvido procura fazer a ligação entre o modelo de processo de orientação espacial para um sistema de informação visual e os elementos principais que compõem os mapas esquemáticos de transporte público urbano, os quais foram desenvolvidos no capítulo três.

Tomando como pontos de partida o problema e a hipótese mostrados no primeiro capítulo, o presente método é desenvolvido para identificar as principais características de construção gráfica dos mapas esquemáticos de transporte público urbano por meio da avaliação da percepção geográfica que os usuários têm das representações esquemáticas de linhas de ônibus, procurando facilitar sua compreensão.

Para atingir o objetivo geral, este método concentra-se em fornecer o apoio necessário para cumprir com facilidade, cada um dos três objetivos específicos desenvolvidos, que se resumem em: identificar os parâmetros que influenciam na percepção geográfica dos usuários de transporte público; identificar as principais características da construção gráfica dos mapas esquemáticos; e realizar um estudo de caso dos usuários de ônibus de Brasília.





**Figura 4.1: Estrutura do Método para Avaliar a Percepção dos Mapas Esquemáticos de Transporte Público Urbano**



A estrutura do método para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano é apresentada na Figura 4.1. Essa estrutura está composta por 19 atividades divididas em cinco etapas, que são: concepção, geração de mapas esquemáticos, avaliação dos mapas esquemáticos por parte dos usuários, tratamento dos dados e análise dos resultados. Cada uma dessas etapas é explicada e desenvolvida posteriormente neste mesmo capítulo. Mas primeiramente é necessário definir as considerações de aplicabilidade do método proposto.

## **4.2. CONSIDERAÇÕES DE APLICABILIDADE DO MÉTODO**

Para avaliar a percepção que os usuários de transporte público têm em relação à representação esquemática de linhas de ônibus em mapas esquemáticos de transporte, o método desenvolvido se restringe à análise de três subcomponentes do planejamento da viagem: a identificação de dois pontos no mapa (origem e destino); a identificação das possíveis rotas entre eles; e a eleição de uma rota entre as diferentes opções (caso seja necessário).

Essa análise dos subcomponentes será feita por meio de entrevistas aos usuários de transporte público, buscando avaliações subjetivas para diferentes tipos de mapas, por meio de perguntas de classificação e realização de tarefas, que servem para medir a preferência por certas características esquemáticas dos mapas. A aplicação dos questionários para as entrevistas seguirá o método da pesquisa intra-sujeitos.

Roberts (2014) define o método da pesquisa intra-sujeitos como aquele onde cada pessoa entrevistada avalia e experimenta cada tipo de mapa, com diferentes, mas equivalentemente difíceis conjuntos de viagens, a serem planejadas com cada um de eles. As vantagens de usar este método são: seu poder estatístico pois a quantidade de pessoas a serem entrevistadas é menor, tornando assim mais fácil a identificação de diferenças entre mapas apresentados; e a capacidade de fornecer informação sobre qual mapa em particular foi mais difícil ou mais fácil de ser utilizado por cada indivíduo.

O conhecimento espacial neste método, baseia-se em conceitos matemáticos do espaço, e faz uma distinção entre: o conhecimento topológico que se refere às relações de conexão entre os objetos espaciais em um mapa; o conhecimento de orientação que se refere às relações que

localizam pontos com respeito a eixos ou linhas direcionadas (na direita, sobre, na esquerda) e o conhecimento métrico que se refere à distância e direção.

- Para determinar as relações topológicas no mapa esquemático de transporte público, são considerados os segmentos de linha entre os símbolos dos pontos de parada ou das estações, e as relações como: é a próxima estação na linha x ou são conectadas por meio da linha x e podem ser determinadas a partir dos mapas de uma forma simples.
- As relações de orientação do mapa esquemático são definidas para os símbolos das estações e dos pontos de parada, em relação aos eixos de referência, que podem ser as direções das linhas que ligam a estação, ou os eixos de um sistema de referência imposto externamente, por exemplo, com base nas direções cardeais.
- Para determinar as relações métricas, os pontos centrais dos símbolos da estação estão ligados por linhas retas. O comprimento desta linha é a distância entre os dois símbolos de estação, e o seu ângulo em relação a uma direção de referência fixa (por exemplo, a horizontal da esquerda para a direita) representa a direção entre os símbolos das estações.

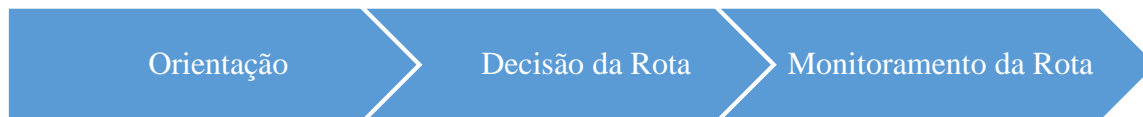
### **4.3. ETAPAS METODOLÓGICAS**

#### **4.3.1. Etapa I: Concepção**

Essa etapa está composta por três atividades, as duas primeiras referem-se ao levantamento dos parâmetros que influenciam na percepção geográfica dos usuários de transporte público, e ao levantamento dos elementos característicos das representações esquemáticas de mapas de transporte público, a terceira atividade à identificação das principais características da geografia da percepção que influenciam na representação esquemática, sendo o resultado das duas atividades anteriores.

No capítulo dois foi desenvolvida a teoria que se refere à percepção geográfica do usuário de transporte público urbano, onde, com base nos passos do processo de orientação espacial definidos nos modelos de Satalinch (1995) apresentado na Figura 2.1 e Sacariot *et al.* (2011) apresentado na Figura 2.2, foi definido o modelo de orientação espacial que servirá como ponto

de partida para avaliar a percepção dos usuários de transporte público com relação as representações esquemáticas dos mapas. O modelo é apresentado na Figura 4.2.



**Figura 4.2: Modelo de Orientação Espacial Proposto**

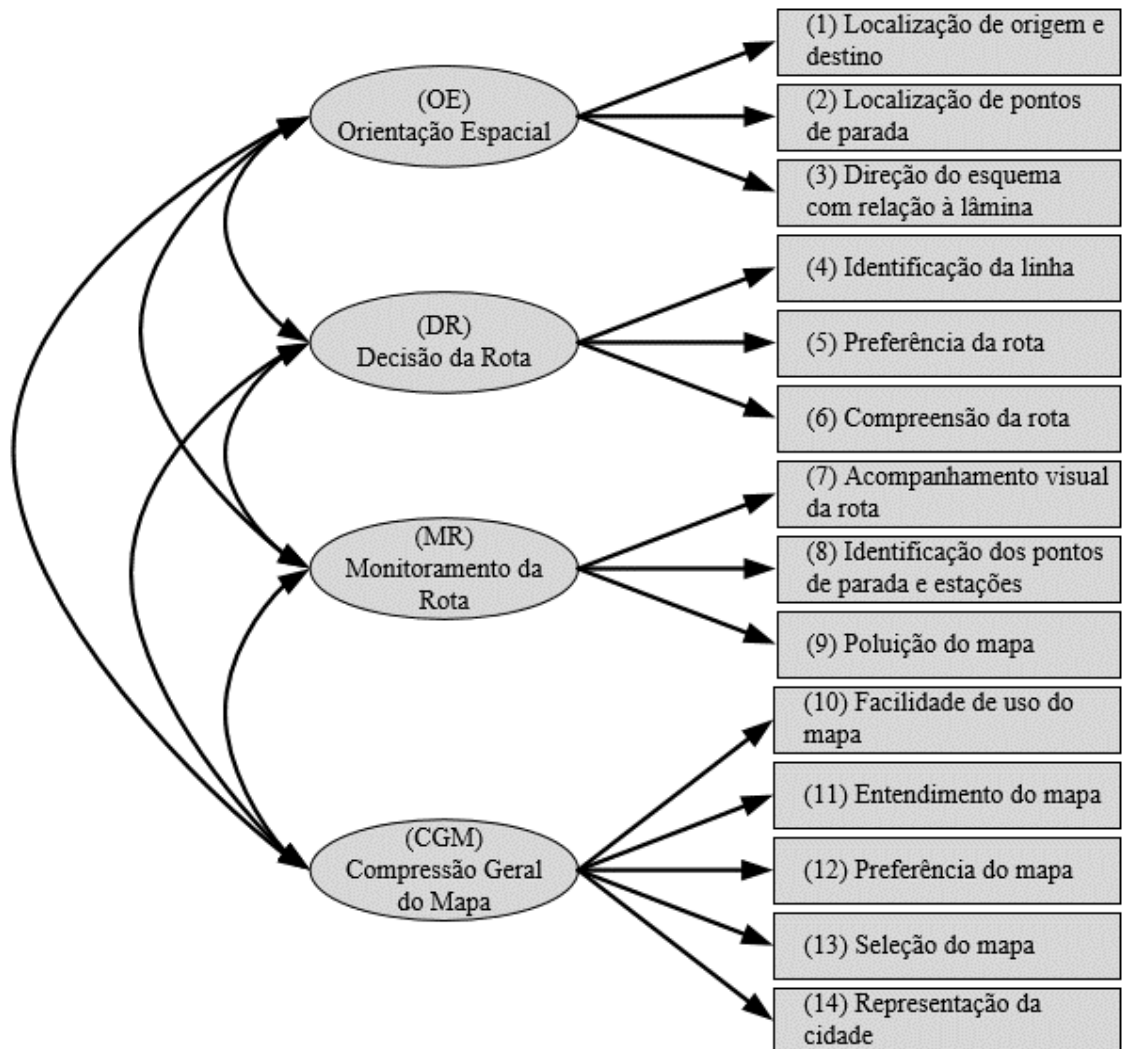
O modelo de orientação proposto é composto por três passos gerais, pertencentes à etapa que precede à viagem, onde o usuário realiza o planejamento para deslocar-se. Cada um dos passos é constituído por um conjunto de atividades e tarefas que serão detalhados a seguir:

- A orientação, considerando as seguintes tarefas: reconhecer os pontos de origem e destino tanto de forma geográfica, como por meio da leitura dos nomes de cada um deles, além de identificar as características da cidade com respeito à direção de desenho do mapa esquemática, que pode ser vertical, horizontal ou oblíquo.
- A decisão da rota, compreendendo as seguintes tarefas: reconhecer as linhas de transporte público que ligam a origem e o destino, identificar as possíveis rotas e selecionar a mais fácil para chegar ao destino.
- O monitoramento da rota, composto pela tarefa de acompanhamento visual da rota usando o mapa esquemático, a identificação dos pontos de parada e estações que servem como pontos de transferência de uma linha a outra e a compressão das zonas visualmente poluídas do mapa, que geralmente se encontram na parte central das cidades.

Definido o modelo de orientação espacial, que está focado na utilização dos mapas esquemáticos por parte dos usuários na etapa que precede à viagem, é importante incorporar as principais características das representações esquemáticas, levantadas e estudadas no capítulo três, as quais se referem aos diferentes tipos de representação e a maneira que afetam na compressão geral do mapa esquemático de transporte público.

No modelo proposto para avaliar a percepção do usuário, esta parte foi denominada compreensão geral do mapa e levanta os pareceres dos indivíduos com relação aos mapas

esquemáticos, levando em conta: a facilidade de planejamento da viagem, o entendimento do mapa, a predisposição do usuário usar o mapa e o reconhecimento do mapa como uma representação entendível da cidade ou cognição.



**Figura 4.3: Modelo de Percepção Geográfica dos Usuários de Transporte Público**

Onde:

- O fator denominado Orientação Espacial (OE), está composto por três indicadores que são: (1) localização de origem e destino, (2) localização de pontos de parada, (3) direção do esquema com relação à lâmina de impressão;
- O fator denominado Decisão da Rota (DR), está composto por três indicadores que são: (4) identificação da linha, (5) preferência da rota, e (6) compreensão da rota;

- O fator denominado Monitoramento da Rota (MR), está composto por três indicadores que são: (7) acompanhamento visual da rota, (8) identificação dos pontos de parada e estações, e (9) poluição do mapa;
- O fator denominado Compressão Geral do Mapa (CGM), está composto por cinco indicadores que são: (10) facilidade de uso do mapa, (11) entendimento do mapa, (12) preferência do mapa, (13) seleção do mapa, e (14) representação da cidade.

A Figura 4.3 apresenta o modelo proposto para avaliar a percepção geográfica dos usuários de transporte público, cujos quatro fatores componentes, foram explicados acima. Na Figura é possível observar que cada um dos fatores está relacionado com os outros, de modo que é possível expressar a interdependência que existe entre todos eles, sendo assim que a variação de um dos fatores atinge aos outros. É também importante notar que no modelo proposto, cada um dos fatores, por sua vez está ligado a um conjunto de indicadores ou variáveis observadas, numeradas de 1 a 14.

#### **4.3.2. Etapa II: Geração de Mapas Esquemáticos**

No presente estudo se propõe o método automático de construção de mapas esquemáticos de transporte público, explicado na seção 3.5.1. Esse método foi escolhido pelas vantagens gráficas e analíticas que oferece, ao utilizar um sistema baseado em vetores para realizar o processo de esquematização. Esse sistema de vetores é um banco de dados espacial georreferenciado, pelo qual é necessária a construção de um sistema de informação geográfica (SIG) (Cabello *et al.* 2005). Levando em conta a construção do SIG e a geração de esquemas visuais, esta etapa está composta por sete atividades, que são:

##### *4.3.2.1. Obtenção de Dados Espaciais de Fontes Secundárias*

Todo projeto de construção de um sistema de informação geográfica, tem como ponto de partida a obtenção de dados espaciais ou geográficos. Esses dados podem vir de dois tipos de fontes de informação: fontes primárias, quando os dados são levantados em campo por meio da utilização de instrumentos especializados para medição de dados geográficos como GPS ou estações

totais; e fontes secundárias, quando os dados são obtidos dos bancos de dados geográficos oficiais, disponibilizados pelas instituições públicas ou privadas.

No presente estudo é adotada a obtenção de dados geográficos de fontes secundárias, posto que para gerar os mapas esquemáticos de transporte público é importante ter uma rede viária da cidade, e uma rede do sistema de transporte público, ambas duas representadas em termos de arcos e nós. As duas redes podem ser geradas a partir de informações geográficas da malha viária, o percurso das linhas de transporte público e a localização dos pontos de parada e terminais. De forma geral todas essas informações são de propriedade das instituições públicas de cada cidade.

Por essa razão é importante nesta etapa, identificar quais são as instituições públicas da cidade, que tem como atribuição principal o gerenciamento e a regulação do sistema de transporte público, como exemplo as direções de transporte dependentes das prefeituras. Também é importante conferir se essas instituições têm informações geográficas atualizadas da cidade e do sistema de transporte.

#### 4.3.2.2. Conversão para Formato Shapefile (*shp*)

Após a obtenção da informação geográfica necessária para a construção do SIG, são desenvolvidas, em paralelo, três atividades referentes à adequação dos dados espaciais. A primeira atividade é descrita nesta seção e consiste em converter para o formato compatível (se for necessário) e importar essa informação para o programa que irá servir como motor de construção e gestão do SIG.

O programa escolhido para a construção e gestão do SIG foi o *ArcGIS* 10.2 da *ESRI*, por suas próprias características que facilitam a construção de redes geométricas e de transporte, e sua capacidade de gerar representações esquemáticas de forma automática. O *shapefile* cuja extensão é “*shp*” é o formato de arquivo com que trabalha o *ArcGIS*, o qual armazena tabelas de atributos e informação geográfica, por essa razão é importante que para realizar operações com esta plataforma, toda a informação obtida seja convertida para formato *shapefile* no caso

que ela esteja em outro formato. A Figura 4.4 mostra o exemplo da conversão de um arquivo de AutoCad (dwg) para um arquivo *shapefile* (shp).

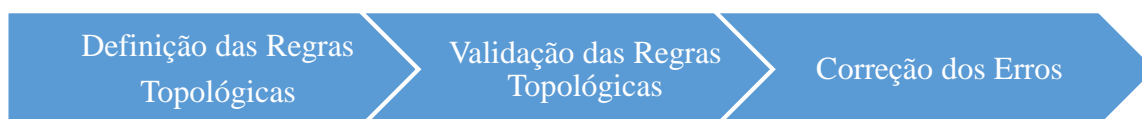


**Figura 4.4: Conversão de Formato dwg para Formato shp**

#### 4.3.2.3. Estruturação e Correção Topológica

Essa é outra atividade importante que faz parte da adequação dos dados espaciais e pode ser desenvolvida de forma paralela junto com a anterior. A estruturação topológica consiste na detecção e correção de possíveis erros de desenho que possam surgir nos arquivos *shapefile* gerados pela importação e conversão a partir de arquivos de outros formatos. Esses erros podem ser linhas duplas, polilinhas que não convergem em um mesmo ponto, polilinhas que não se intersectam ou cruzamentos entre polilinhas fora dos vértices de início e fim.

O *ArcGIS* permite realizar a estruturação e correção topológica de um arquivo *shapefile*, utilizando a ferramenta *topology*. O processo é apresentado na Figura 4.5 e consta essencialmente de três passos importantes: a definição das regras topológicas, onde são estabelecidas as condições de sobreposição, interseção e cruzamentos entre linhas e polilinhas; a validação das regras topológicas, sendo a forma como o *ArcGIS* detecta os erros produto do incumprimento das regras; e a correção dos erros detectados.



**Figura 4.5: Processo de Estruturação e Correção Topológica**

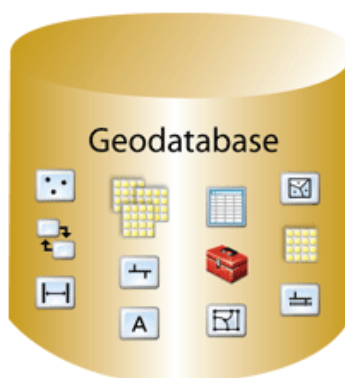
#### 4.3.2.4. Definição do Sistema de Coordenadas Geográficas

Dentro do processo de adequação dos dados espaciais esta é a última atividade, também pode ser desenvolvida de forma paralela com as outras duas atividades precedentes. A definição do sistema de coordenadas geográficas é muito importante porque em base a ele é que o SIG realiza as medições e os cálculos geográficos, primeiramente para conformação e construção das redes viária e de transporte, e depois a simplificação destas para obter as diferentes representações esquemáticas por meio da aplicação de algoritmos.

É importante conhecer a localização geográfica da cidade de estudo, para desta maneira poder definir a projeção cartográfica mais adequada, que cumpra todas as exigências da referência espacial e facilite a geração automática dos mapas esquemáticos de transporte público, diminuindo os erros que possam surgir e, desta forma, diminuindo também o tempo de edição manual.

#### 4.3.2.5. Construção do Banco de Dados Geográficos

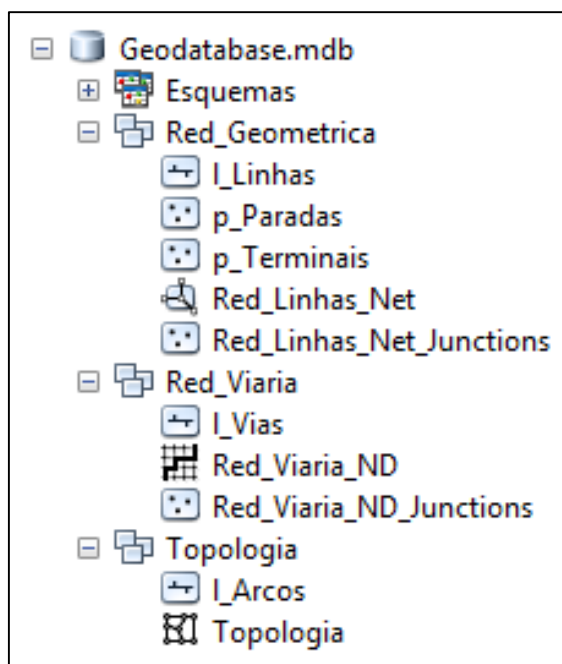
A construção do banco de dados geográficos refere-se à geração de uma *geodatabase* de *ArcGIS*. Em seu nível mais básico a *geodatabase* é uma coleção de conjuntos de dados geográficos (*datasets*) de vários tipos contidos em uma pasta comum de sistema de arquivos. É o principal formato utilizado para edição e gerenciamento de dados geográficos, tem um modelo de informação integral que permite trabalhar com operações avançadas como construção de redes de transporte, construção de redes geométricas e geração de representações esquemáticas (ESRI, 2006).



**Figura 4.6: Geodatabase de ArcGIS**  
Fonte: ESRI (2006)



Na presente dissertação se propõe a construção de um banco de dados geográfico ou *geodatabase* formado basicamente por quatro *datasets* que são: o conjunto de dados dos esquemas, o conjunto de dados da rede geométrica, o conjunto de dados da rede viária, e o conjunto de dados da estruturação e correção topológica. Na Figura 4.7 é apresentada a estrutura básica proposta para construção do banco de dados geográficos.



**Figura 4.7: Estrutura Básica do Banco de Dados Geográficos ou *Geodatabase***

Onde:

- *Esquemas* é o *dataset* que contém todos os parâmetros dos algoritmos definidos para geração automática das representações esquemáticas;
- *Red\_Geometrica* é o *dataset* que contém uma rede geométrica formada pelas camadas que compõem o sistema de transporte público, e podem ser: linhas de ônibus e/ou metrô, pontos de parada e terminais;
- *Red\_Viaria* é o *dataset* que contém uma rede de transporte formada pelas camadas que compõem a malha viária e/ou ferroviária da cidade;
- *Topologia* é o *dataset* que contém regras para correção topológica das camadas.

#### 4.3.2.6. Integração com os Algoritmos de Geração de Esquemas Visuais

Uma vez estruturado o banco de dados geográficos ou *geodatabase*, o passo seguinte é realizar a integração das camadas que formam as redes com os algoritmos de geração de representações esquemáticas. Para isso se propõe a utilização da extensão *schematic* do *ArcGIS*. Essa extensão ajuda a criar automaticamente, visualizar, editar e controlar mapas esquemáticos, a partir de dados de uma rede ou desde dados cujos atributos contêm algumas informações sobre a conectividade das entidades (Esri, 2006).

*Schematic* do *ArcGIS*, tem esquemas ajustados para diversas áreas de aplicação. Isso significa que é consistente com uma variedade de exigências, porque diferentes indústrias têm diferentes métodos para representar suas redes. Eles geram e utilizam esquemas há muito tempo com os quais estão familiarizados, e *ArcGIS schematic* oferece uma possível solução para este problema (Esri, 2006). Os algoritmos de geração de *ArcGIS schematic* podem representar muitos tipos diferentes de redes ou diagramas. Esses algoritmos podem ser personalizados para atender às necessidades dos usuários e os padrões da empresa (Seyedi-Shandiz, 2014).

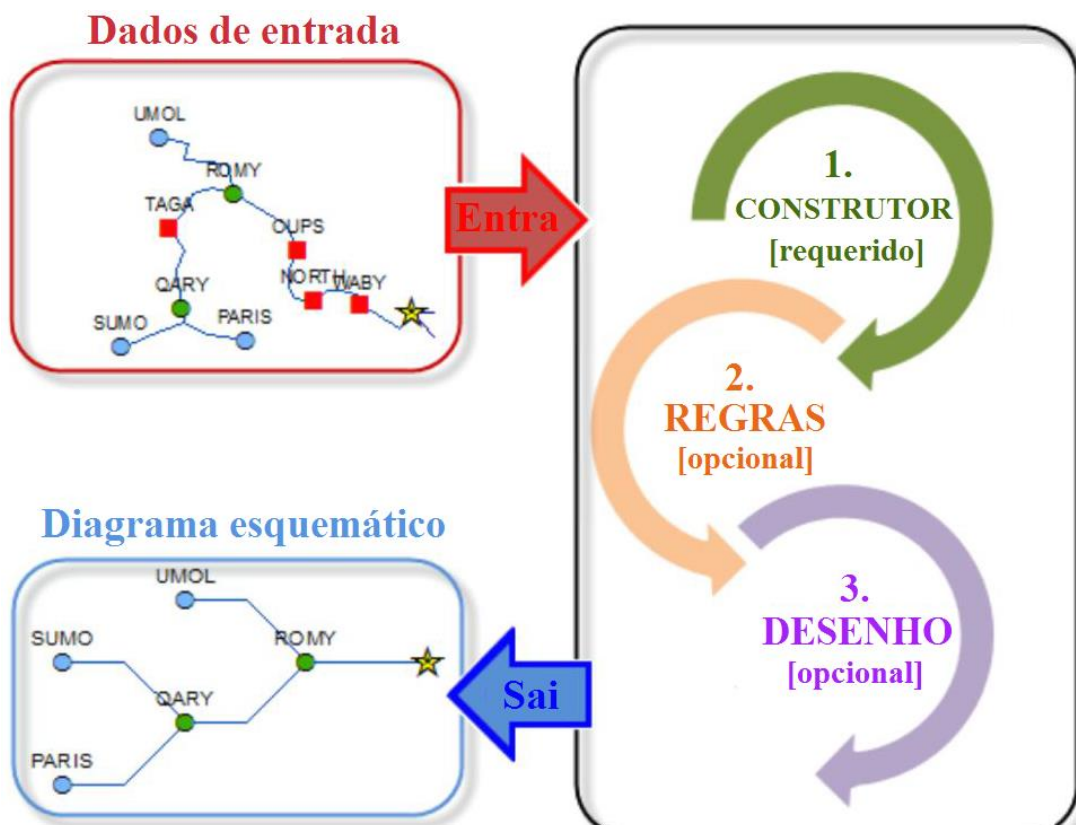
Os três tipos de representações esquemáticas foram explicados na seção 3.3.1, e a extensão *schematic* do *ArcGIS* tem a capacidade de trabalhar com cada um deles. Nesta dissertação se resolveu trabalhar com as representações geoesquemáticas para conseguir gerar os mapas esquemáticos. Essa decisão justifica-se porque este tipo de representação esquemática consegue manter algumas das precisões espaciais dos dados geográficos originais, requisito necessário para construir mapas de transporte público.

Os algoritmos das representações geoesquemáticas trabalham com as funcionalidades SIG que vêm de redes geométricas, tais como redes viárias ou ferroviárias. As redes geométricas estão formadas por dois tipos de elementos que são os arcos (elementos lineares) e os nós (elementos pontuais). *ArcGIS schematic* tem a capacidade de trabalhar com esses dois tipos de elementos, reconhecendo os nós como os vértices da rede e os arcos como as ligações existentes entre dois nós (ESRI, 2006).

#### 4.3.2.7. Geração de Esquemas Visuais

A finalidade de gerar representações esquemáticas é construir diagramas muito simples para conseguir imaginar e compreender facilmente as interdependências da rede, destacando e esclarecendo os elementos críticos e substanciais para forma-la. Além, gerar um mapa esquemático é também uma forma importante de facilitar a visualização dos objetos que aparecem relacionados com a rede de uma boa maneira.

A extensão *schematic* do *ArcGIS* tem a capacidade de gerar de forma rápida diagramas esquemáticos a partir de dados espaciais de um SIG. Para criar uma representação esquemática, essa ferramenta utiliza três componentes: o construtor esquemático, as regras esquemáticas, e o desenho automático. Estes componentes são apresentados na Figura 4.8 e podem ser dispostos como um processo repetível para a geração das representações esquemáticas (Seyedi-Shandiz, 2014).



**Figura 4.8: Processo de Geração de Representações Esquemáticas**  
Fonte: ESRI (2006)

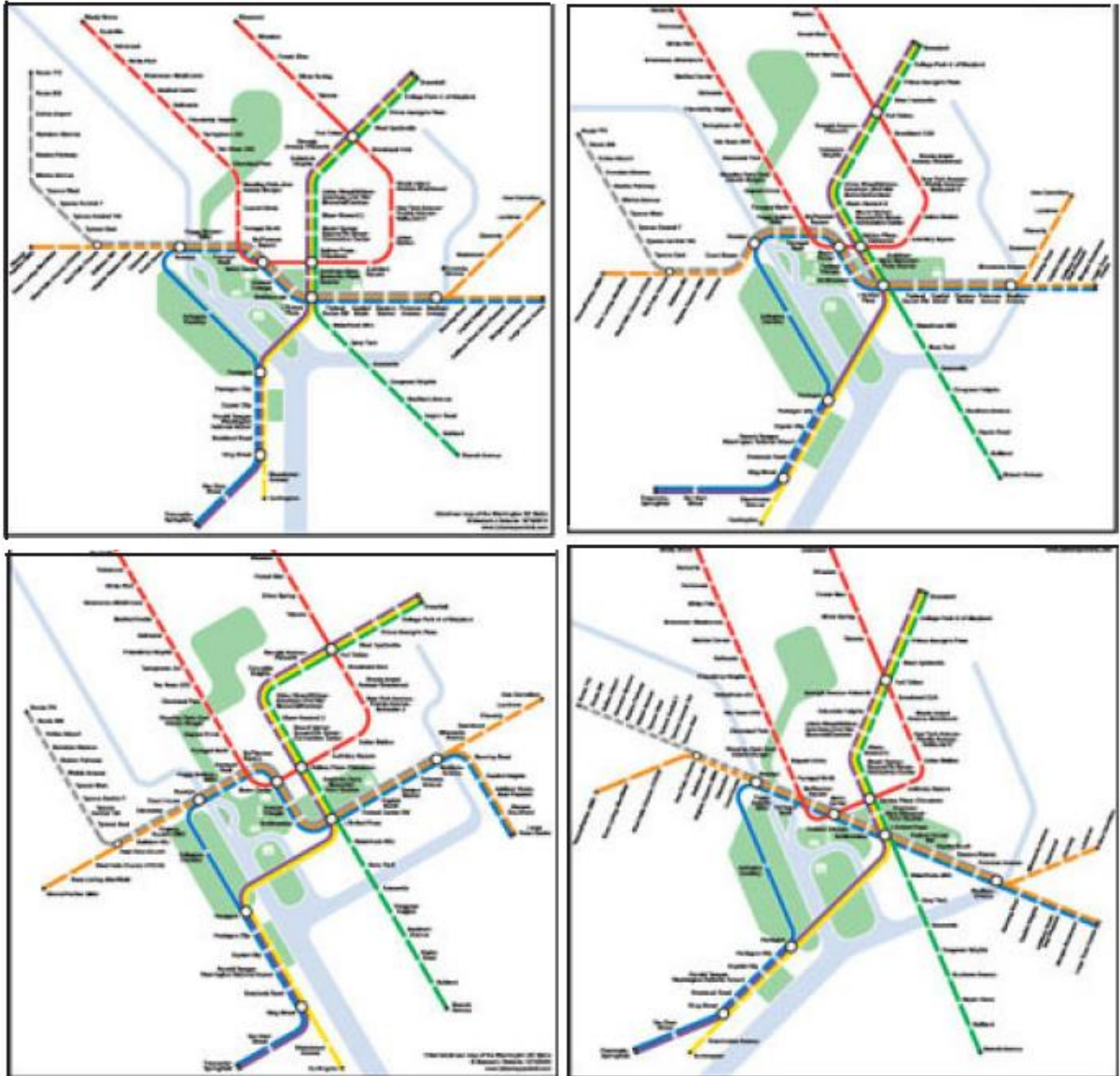
Como pode ser visto na Figura 4.8 o único componente requerido para gerar as representações esquemáticas é o construtor esquemático, sendo opcionais os outros dois componentes que são as regras esquemáticas e o desenho automático. A seguir é explicado cada um dos componentes fazendo uma recopilação das explicações contidas em ESRI (2006).

- Construtor esquemático, é o componente principal para gerar os diferentes tipos de representações esquemáticas, necessita dos dados de entrada. Ele pode analisar e interpretar os dados antes de transformá-los em entidades esquemáticas. Além disso, trabalha na memória do computador criando e definindo uma entidade esquemática para cada elemento reconhecido como dado de entrada;
- Regras esquemáticas, são definidas para cada um dos tipos de representações esquemáticas que serão geradas. São executados em sequência cada um dos algoritmos definidos para gerar cada esquema. As regras esquemáticas são aplicadas na memória do computador para realizar a simplificação automática dos diagramas e criar novas entidades esquemáticas;
- Desenho automático, é especificado para sua realização e execução na memória do computador. Algumas vezes ler as representações esquemáticas é muito difícil, especialmente quando a proximidade entre as entidades não é adequada (muito perto ou muito longe), por essa razão, este componente permite usar um conjunto de ferramentas para facilitar e esclarecer a visualização dos diagramas, isolando-os e apresentando cada um deles em uma janela independente.

Finalmente é muito importante ressaltar que o resultado final desta segunda etapa metodológica, é gerar três tipos de mapas esquemáticos de transporte público, de uma mesma cidade ou área de estudo, mantendo em todos os mapas as mesmas características gerais de desenho que são: o estilo de mapa (seção 3.5.2.); tipo, espessura e cores das linhas; e os símbolos dos pontos de parada, estações de transferência e terminais.

Isso facilitará a avaliação da percepção geográfica dos usuários, porque as diferenças entre os mapas serão apenas as suas características de representação esquemática tais como: a simplificação das linhas, orientação e número de ângulos, ampliação e redução da escala em diferentes áreas do mapa e todas as outras características detalhadas na seção 3.4. A forma de

exemplo na Figura 4.9 são apresentadas diferentes formas de representação esquemática do mapa de metrô de Washington DC.



**Figura 4.9: Tipos de Representação Esquemática do Mapa de Metrô de Washington DC**  
Fonte: Roberts (2012)

#### **4.3.3. Etapa III: Avaliação dos Mapas Esquemáticos por Parte dos Usuários**

Essa etapa metodológica refere-se ao levantamento de dados de campo, e como foi estabelecido na seção 4.2. onde foram definidas as considerações de aplicabilidade do método, o levantamento de dados de campo será feito por meio de entrevistas aos usuários de transporte público, onde a aplicação dos questionários seguirá o método da pesquisa intra-sujeitos definido

por Roberts (2014), cuja característica principal é que cada pessoa entrevistada tem que avaliar e experimentar cada um dos três tipos de mapas gerados como resultado da etapa dois. Com base nessas considerações esta etapa metodológica está composta por quatro atividades divididas em três grupos.

#### *4.3.3.1. Preparação do Material da Pesquisa de Campo*

O material de pesquisa de campo está composto pelos três tipos de mapas esquemáticos de transporte público, elaborados na etapa anterior e o questionário que será respondido pelos usuários para avaliar sua percepção com relação a cada mapa. Como foi colocado na seção 4.3.2. cada um dos mapas terá diferentes características de representação esquemática e todos eles serão impressos em lâminas do mesmo tamanho e, em uma escala razoável, tal que permita sua utilização para realizar o planejamento de viagens.

Propõe-se dividir o questionário em quatro partes. A primeira parte terá como objetivo coletar informações dos usuários referidas a: seu conhecimento local, sua experiência no uso de transporte público e seus principais dados demográficos (idade, gênero e nível de escolaridade). Como foi explicado na seção 2.2.1. essas informações são muito importantes porque podem influenciar na percepção geográfica dos usuários de transporte público. Portanto as questões desta primeira parte devem ser formuladas para obter esse tipo de informação.

A segunda parte do questionário refere-se à utilização do mapa para planejar uma viagem. Nesta parte serão propostas três alternativas de viagem, todas com o mesmo grau de dificuldade para seu planejamento. Cada uma das pessoas entrevistadas planejará uma única viagem com cada mapa de tal forma que não repita as alternativas de viagem nem os mapas. Para verificar se a viagem foi planejada com sucesso o entrevistado terá que escrever na caixa da alternativa escolhida a sequência de linhas e pontos de parada que permitam realizar a viagem.

O objetivo da terceira parte do questionário é coletar os dados da percepção geográfica dos usuários, por meio de questões formuladas com base no modelo da percepção geográfica dos usuários de transporte público, apresentado na Figura 4.3. Essas questões foram concebidas para a obtenção de avaliações subjetivas de diversos aspectos do mapa por meio de uma escala

de *Likert* de cinco pontos que são: discordo plenamente, discordo, indiferente, concordo e concordo plenamente. É importante ressaltar que todas as questões desta parte foram redigidas como declarações de afirmação ou negação para facilitar a aplicação do questionário.

A quarta e última parte do questionário contém questões dissertativas, cujo foco é conhecer a opinião pessoal dos usuários de transporte público, em relação às características de representação esquemática próprias de cada mapa, levantando os aspectos que mais gostaram, os que menos gostaram e os que deveriam ser considerados para serem acrescentados. O modelo do questionário proposto é apresentado na Figura 4.10, onde suas quatro partes componentes são mostradas.

Idade: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Sexo:  M  F Usa Transporte Público:  S  N Morou no Exterior:  S  N

Mapa:

**Alternativas de viagem.**

1. Origem1 - Destino1
2. Origem2 - Destino2
3. Origem3 - Destino3

	Discordo Plenamente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Plenamente
	1	2	3	4	5
<b>ORIENTAÇÃO ESPACIAL</b>					
1. Foi difícil reconhecer o ponto de origem (de onde saio) e o ponto de destino (para onde vou) usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Os nomes dos pontos de ônibus foram fáceis de identificar neste mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. A orientação (vertical, horizontal ou oblíqua) do desenho deste mapa dificulta seu uso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>DECISÃO DA ROTA</b>					
4. As linhas de ônibus (rotas) foram difíceis de discriminar (identificar) usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Prefiro procurar uma rota direta, não importa quantas vezes mude de uma linha para outra.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Algumas partes do mapa pareciam confusas, e eu planejei as viagens desconsiderando as partes confusas do mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>MONITORAMENTO DA ROTA</b>					
7. As rotas das linhas de ônibus foram fáceis de seguir usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Os pontos de parada para mudar de uma linha de ônibus a outra (estações de transferência), foram difíceis de identificar com este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Encontrei o mapa visualmente poluído (muita informação desnecessária).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>COMPREENSÃO GERAL DO MAPA</b>					
10. Foi fácil planejar as viagens usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11. Achei o mapa confuso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Ficaria feliz em usar este mapa para planejar viagens.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. Procuraria outro desenho de mapa de ônibus para usar na próxima vez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. O mapa é destinado para planejar viagens, mas acho que ele também é uma representação compreensível da cidade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>PARECER PESSOAL</b>					
15. Que aspecto(s) do mapa você mais gostou?					
16. Que aspecto(s) do mapa você menos gostou?					
17. Que você sugere que deveria ser acrescentado no mapa?					

**Figura 4.10: Partes do Questionário**

#### 4.3.3.2. *Planejamento da Pesquisa de Campo*

O planejamento da pesquisa é a etapa intermediária entre a elaboração dos materiais e a realização da pesquisa de campo ou coleta de dados em campo. É composta por duas atividades, a primeira refere-se à definição da amostra e a segunda refere-se à definição dos locais de coleta de dados. Essas duas atividades estão inter-relacionadas desde que para acontecer uma deve necessariamente acontecer com a outra.

Como o objetivo principal da dissertação é avaliar a percepção geográfica dos usuários de transporte público, a população a ser estudada é composta pelos usuários de transporte público, conceito definido na seção 2.2. A amostra necessária para o trabalho de campo deve ser definida como um subconjunto desta população, respeitando os critérios de heterogeneidade e propõe-se usar o método não probabilístico para definir seu tamanho.

A definição dos locais de coleta de dados estará em função à amostra definida pelo pesquisador. Neste trabalho propõe-se escolher locais com uma importante concentração de pessoas como estações de transporte público, praças, colégios, universidades entre outros, onde as pessoas tenham a disponibilidade de tempo para realizar o planejamento de viagens usando os mapas e responder os questionários. Pelas características do material e o método empregado para a coleta de dados, também é possível realizar as entrevistas em locais fechados tipo escritórios ou salas de aula.

#### 4.3.3.3. *Pesquisa de Campo*

Essa seção refere-se ao levantamento da percepção dos usuários em relação às representações esquemáticas de transporte público. É feita uma explicação detalhada do conjunto de procedimento que compõe a aplicação dos questionários aos usuários nos locais de coleta de dados. Antes de iniciar a explicação, é importante notar que o método proposto é uma adaptação do método usado por Roberts *et al.* (2013) numa pesquisa do metrô de Paris. A adaptação foi necessária para fazer com que o método possa ser aplicável tanto para entrevistar uma pessoa de cada vez (abordagem pessoal) como para entrevistar um grupo de pessoas de uma só vez (abordagem grupal).



Na realização da pesquisa de campo inicialmente os participantes serão informados que eles deverão planejar uma série de viagens usando os três tipos de mapas esquemáticos fornecidos, assumindo que a rede de transporte é totalmente operacional e que o custo não tem que ser considerado. Eles não devem receber nenhuma orientação em relação aos critérios ou prioridades da viagem, indicando-se simplesmente que eles deverão planejar a viagem que escolham como se fossem realizá-la. Eles também serão informados de que só devem mudar de linhas nos pontos de parada e terminais assinalados no mapa.

Uma vez dadas todas estas instruções cada participante deverá planejar uma viagem e responder o respectivo questionário, para cada um dos três mapas fornecidos. Para planejar a viagem o participante selecionará uma das três alternativas sugeridas na segunda parte do questionário, uma vez feito isso, ele deverá reconhecer no mapa os pontos de origem e destino, para logo identificar a rota ou possíveis rotas de ligação entre eles, se foram muitas rotas o respondente deverá escolher uma delas, terminando dessa forma o planejamento da viagem e ficando em condições para responder o questionário.

O participante começará a responder o questionário pela primeira parte onde será feito o levantamento de seus dados demográficos. Logo na segunda parte escreverá na caixa da alternativa da viagem planejada a sequência de linhas e pontos de parada. Na terceira parte responderá as questões referidas a sua percepção do mapa. Para finalmente na quarta parte dar seu parecer e sugestões com relação às características esquemáticas do mapa. A pesquisa de campo finalizará quando todos os participantes avaliem os três mapas.

#### **4.3.4. Etapa IV: Tratamento dos Dados**

Essa etapa metodológica refere-se à adequação dos dados coletados em campo, e compõe-se de duas atividades. A primeira atividade é a tabulação dos dados, cujo objetivo é a conformação de um banco de dados que possa ser utilizado para realizar as análises a ser definidas na etapa V. Pelas características do questionário, proposto como instrumento de coleta de dados, um *software* de cálculo de planilhas eletrônicas como o *Microsoft Excel* pode ser usado para a tarefa de tabulação.

A segunda atividade que faz parte desta etapa metodológica é a padronização e filtragem dos dados tabulados. A padronização aplica-se aos dados obtidos na terceira parte do questionário, onde as questões foram escritas como declarações afirmativas ou negativas, e avaliadas por meio de uma escala de *Likert*. Com a padronização procura-se garantir a coerência da direção da escala, invertendo os valores das questões negativas, para que assim, altas pontuações refletem uma avaliação positiva do mapa. Também se aplica a padronização nas questões dissertativas da quarta parte do questionário, para agrupar respostas parecidas.

#### **4.3.5. Etapa V: Análise de Dados e Resultados**

Não existe um único método próprio da geografia da percepção para realizar a análise de dados e obtenção de resultados, porque este ramo da geografia combina técnicas de diferentes ciências, tal como foi explicado no capítulo dois. Por esse motivo o método de análise de dados e resultados proposto nesta seção, é baseado nas técnicas de análise de dados e obtenção de resultados resumidas por Vara (2008) e discutidas na seção 2.4. Assim esta etapa metodológica compreende três atividades que são: análise estatística descritiva, análise fatorial confirmatória e análise da aceitabilidade do mapa.

##### *4.3.5.1. Análise Estatística Descritiva*

Segundo Murteira (1993) a estatística descritiva refere-se ao estudo e análise dos dados obtidos numa amostra e é usada para descrever e resumir as observações de um fenômeno, um evento ou um fato. Para Kachigan (1986) é a parte da estatística que procura somente descrever e avaliar um grupo, sem tirar quaisquer conclusões ou inferências sobre um grupo maior. Nesta dissertação se propõe usar a estatística descritiva como a etapa inicial da análise, para apresentar, descrever e resumir os dados coletados na etapa metodológica III.

Serão usados dois métodos para a apresentação e descrição resumida dos dados. O primeiro é o método gráfico que envolve apresentações gráficas e/ou tabulares. Entre as apresentações gráficas serão usados os gráficos de barras, os gráficos de setores ou de pizza e os histogramas entre outros. E entre as apresentações tabulares será utilizada a distribuição de frequência. O

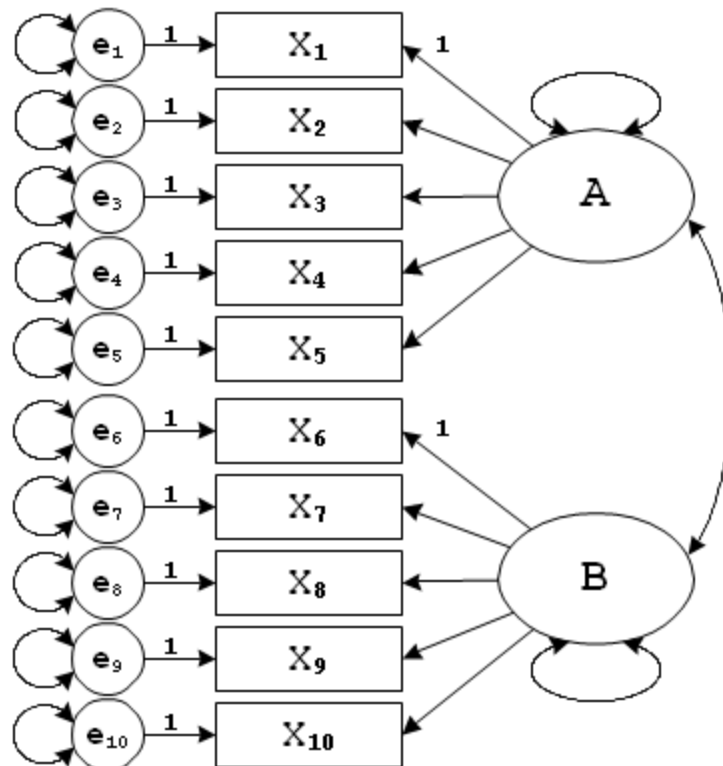
segundo método para apresentação e descrição resumida dos dados é o método numérico que envolve apresentações de medida de posição e/ou dispersão como: a média entre as medidas de posição e o desvio padrão entre as medidas de dispersão (Murteira, 1993).

#### 4.3.5.2. *Análise Fatorial Confirmatória*

A análise fatorial é uma técnica estatística multivariada, cuja finalidade principal é resumir de forma segura e concisa, as relações observadas entre um conjunto de variáveis, para ajudar na construção de novos conceitos e teorias. Para isso utiliza um conjunto de variáveis aleatórias não observáveis, que são nomeados fatores, de modo que todas as covariâncias ou correlações são explicadas por esses fatores e qualquer porção da variância não explicada pelos fatores comuns é atribuída a termos de erro residual (Kachigan, 1986). A análise fatorial pode ser exploratória ou confirmatória.

A análise fatorial confirmatória (AFC) é um método de análise enquadrado nos modelos de equações estruturais (SEM, *Structural Equation Models*), cujo objetivo é focado no estudo dos modelos de medida, ou seja, em analisar as relações entre um conjunto de indicadores ou variáveis observadas e uma ou mais variáveis latentes ou fatores (Kline, 1998). Uma característica essencial da AFC é que o pesquisador deve especificar antecipadamente todas as características relevantes do modelo (número de fatores, indicadores e as relações entre eles), questões que devem ser firmemente baseadas na teoria e na evidência conhecida (Hair *et al.*, 2005).

Na Figura 4.11 é apresentado um exemplo simples de análise fatorial confirmatória, onde os indicadores são representados pela letra X, os erros de medição pela letra e, e os fatores pelas letras A e B. A hipótese testada pelo modelo é: X1, X2, X3, X4 e X5 medem o fator A; X6, X7, X8, X9 e X10 medem o fator B; ambos fatores covariam; e os erros de medição são independentes.



**Figura 4.11: Modelo de Análise Fatorial Confirmatória**  
 Fonte: Kline (1998)

A análise fatorial confirmatória será feita com o objetivo de validar e confirmar o modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público, definido na primeira etapa metodológica. Para a avaliação do ajuste será inicialmente usado o teste qui-quadrado que ajuda a indicar o ajuste conveniente entre o modelo e os dados. Esse teste será complementado com os índices comparativos de ajuste apresentados na Tabela 4.1.

**Tabela 4.1: Índices Comparativos de Ajuste**

Índice de Ajuste Absoluto	Valor Ideal
Raiz do Erro Quadrático Médio de Aproximação (RMSEA)	< 0,08
Índices de Ajuste Incremental	
Índice de Ajuste Comparativo (CIF)	> 0,9
Índice de Ajuste Normalizado (NFI)	> 0,9
Índice de Tucker – Lewis (TLI)	> 0,9
Índice de Ajuste Incremental (IFI)	> 0,9
Índices de Ajuste Parcimonioso	
Índice de Qualidade de Ajuste Parcimonioso (PCFI)	próximo a 1
Critério de Informação de Akaike (AIC)	quanto maior melhor

Fonte: Hair *et al.* (2005)

Os índices de ajuste absoluto, ajudam a determinar o grau em que o modelo prediz a matriz observada de covariâncias; os índices de ajuste incremental, permitem comparar o ajuste do modelo em relação ao modelo de referência, o qual não estipula nenhuma relação entre as variáveis; e os índices de ajuste parcimonioso, indicam a simplicidade do modelo em relação ao número de parâmetros livres (Kline 1998). Para realizar a AFC será utilizado o *software* Amos 20.0.0 e analisaram-se só os dados da parte três do questionário.

#### 4.3.5.3. *Análise de Aceitabilidade do Mapa*

A análise de aceitabilidade do mapa, refere-se à análise qualitativa das questões dissertativas da quarta parte do questionário. Como produto desta análise, será obtida uma matriz que relaciona os fatores do modelo da percepção geográfica dos usuários de transporte público, com o parecer sob as características de representação esquemática de cada mapa. Para isso propõem-se duas atividades que são: codificar e integrar a informação.

Para Rubin e Rubin (1995) a codificação da informação é o processo pelo qual a informação recolhida é agrupada em categorias que concentram as ideias, conceitos ou temas semelhantes descobertos pelo pesquisador. E integrar a informação é relacionar essas categorias entre si e com os fundamentos teóricos da pesquisa. Aplicando esses conceitos os dados coletados serão agrupados em categorias e depois relacionados com os fatores obtidos na análise fatorial confirmatória, para formar a matriz.

## 4.4. TÓPICOS CONCLUSIVOS

A concepção do método parte da contraposição e comparação entre o espaço objetivo e o espaço subjetivo por meio da avaliação de mapas esquemáticos, tomando como ponto de partida o modelo de orientação espacial dos usuários de transporte público. A geração dos mapas esquemáticos, segue uma metodologia baseada na construção e exploração de um SIG, utilizando a ferramenta *schematic* do *ArcGIS* para automatizar a simplificação e reorientação das linhas e a variação da escala das diferentes áreas do mapa.

O método para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público desenvolvido neste capítulo, abrange a aplicação de três técnicas de pesquisa da geografia da percepção: a entrevista por meio de questionários com respostas muito limitadas, observação direta e o teste de percepção temática (Eastwood, 1992), permitindo desta forma realizar a associação entre as respostas da entrevista e os mapas esquemáticos avaliados. Essa associação é muito importante porque nela se baseia toda a análise de dados e resultados obtidos.

A análise de dados e resultados é realizada de forma quantitativa com a análise estatística descritiva e a análise fatorial confirmatória, e de forma qualitativa por meio da análise de aceitabilidade do mapa. Usando essas análises procura-se apresentar os resultados de três formas: de forma escrita, por meio do uso de gráficos e por meio de tabelas. Tentando facilitar sua visualização e entendimento.

## **5. ESTUDO DE CASO NOS USUÁRIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE BRASÍLIA**

### **5.1. APRESENTAÇÃO**

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso realizado na cidade de Brasília com o objetivo de aplicar e validar o método para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público desenvolvido no capítulo anterior. Inicialmente é feita uma contextualização da cidade de Brasília e mais propriamente do Plano Piloto descrevendo sua morfologia urbana e as características de seu sistema de transporte público. Depois são aplicadas as etapas metodológicas iniciando com a geração de mapas esquemáticos, e finalizando com o tratamento de dados, deixando a análise de dados e resultados para ser tratado no capítulo sete.

É interessante notar que a etapa I do método referida a sua concepção, não é desenvolvida no estudo de caso porque é o ponto de partida em base ao qual foi desenvolvido todo o método. Isso quer dizer que se considera que o modelo de percepção geográfica dos usuários proposto na seção 4.3.1. deste documento é invariável e independente das características próprias de cada local ou área de estudo, variando unicamente seus valores de ajuste.

### **5.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DE BRASÍLIA**

A Cidade de Brasília, atual capital do Brasil, localiza-se no Distrito Federal no coração mesmo do País. Teve o início de sua construção a partir de 1956 sob o governo de Juscelino Kubitschek, e foi inaugurada o 21 de abril de 1960 seguindo o plano urbanístico de Lúcio Costa e a orientação arquitetônica de Oscar Niemeyer. Sua construção foi o resultado de uma política de desenvolvimento, que teve a intenção de favorecer a unidade territorial (Araújo, 2010).

Brasília foi criada sob o signo da novidade, destacando que a nova capital surge carregada de atributos de racionalidade, planejamento, modernidade e segurança. Brasília destaca-se por sua morfologia urbana, fato gerador de atratividade (Costa, 1974). Segundo os dados do Instituto de Geografia e Estatística do Brasil (IBGE), atualmente o Distrito Federal tem

aproximadamente 2,8 milhões de habitantes e por ser o centro político administrativo do país a principal atividade econômica é o serviço público.

### 5.2.1. Morfologia Urbana

A estrutura da cidade de Brasília foi criada simetricamente a partir do cruzamento num ângulo reto de duas vias centrais: o eixo monumental e o eixo rodoviário. O eixo monumental se estende na direção Leste-Oeste por quase 10 mil metros de extensão, é ocupado pelos edifícios governamentais estabelecendo uma linha de suporte que organizou as relações entre as partes da composição e definido uma espécie de esqueleto para o arranjo destas partes (Marquez, 2007).

O Eixo rodoviário se estende na direção Norte-Sul por quase 13 mil metros de extensão, ao longo de ele estão dispostas as superquadras residenciais e os equipamentos complementares distribuídas em três fileiras de cada lado, formando dessa maneira o corpo da cidade. Na Figura 5.1 são apresentados os dois eixos, o eixo rodoviário em amarelo e o eixo monumental em vermelho.



**Figura 5.1: Eixo Monumental e Eixo Rodoviário do Plano Piloto de Brasília**  
Fonte: Leite e Anjos (2010)

Entendendo a morfologia da cidade como o arranjo de suas formas, e aplicando os elementos morfológicos urbanos definidos por Lynch (1960) e explicados na seção 2.3.1.1., Leite e Anjos



(2010) fazem a seguinte leitura da morfologia urbana de Brasília: Os limites estão formados pelo Parque Nacional, pelo Parque da Cidade e pelo Lago Paranoá que são as áreas identificadas como barreiras de crescimento do tecido urbano, eles são apresentados na Figura 5.2.



**Figura 5.2: Limites do Plano Piloto de Brasília**  
Fonte: Leite e Anjos (2010)

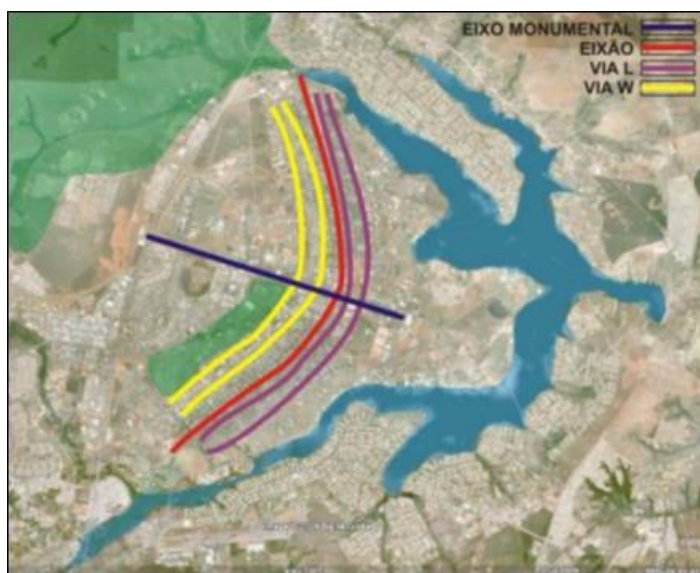


**Figura 5.3: Bairros do Plano Piloto de Brasília.**  
Fonte: Leite e Anjos (2010)

Os bairros de Brasília apresentados na Figura 5.3, foram definidos por Leite e Anjos (2010) de forma perceptiva e resultaram da agrupação de áreas que possuem características comuns em relação ao tecido que permitem se diferenciar com relação do restante da cidade. Essas

características comuns usadas para diferencia-las foram: o gabarito das edificações, a tipologia arquitetônica, a ambientação das vias, e o local de residência das diferentes classes sócias.

As vias que ressaltam como elementos morfológicos urbanos de Brasília são: o eixo monumental, o eixo rodoviário ou eixão, as vias L e as vias W. Elas foram destacadas por Leite e Anjos (2010) porque condicionam o modo de vida na cidade, devido ao caráter de ligação que possuem cruzando o plano piloto de Norte a Sul e de Leste a Oeste, e também pelo uso intenso que fazem as pessoas que se deslocam tanto em transporte público como em carros privados. As vias são apresentadas na Figura 5.4.



**Figura 5.4: Vias do Plano Piloto de Brasília**  
Fonte: Leite e Anjos (2010)

Os pontos nodais de Brasília estão muito ligados ao transporte particular (Leite e Anjos, 2010) e são apresentados na Figura 5.5. Onde o ponto A marca um dos principais acessos à cidade e está representado pela Rodoviária Intermunicipal. O ponto B está localizado no cruzamento entre o eixo monumental e o eixo rodoviário e está representado Rodoviária do Plano Piloto. E o ponto C que é localizado na Praça dos Três Poderes.



**Figura 5.5: Pontos Nodais do Plano Piloto de Brasília**  
 Fonte: Leite e Anjos (2010)

Os marcos de Brasília são: a Rodoviária do Plano Piloto, a Esplanada dos Ministérios, a Torre de TV, a Catedral Metropolitana, o Congresso Nacional e a Praça dos Três Poderes. Todos eles localizados no eixo monumental, que por si só ao igual que as superquadras, a orla do lago e as áreas verdes, já são marcos se fora considerada a cidade como um todo (Leite e Anjos, 2010). Na Figura 5.6 são apresentados os marcos do Plano Piloto de Brasília, que servem como pontos de referência para a orientação na cidade.



**Figura 5.6: Marcos do Plano Piloto de Brasília**  
 Fonte: Leite e Anjos (2010)

Conhecer a morfologia urbana de Brasília nos ajudará para identificar quais são as principais características da cidade, que devem ser tomadas em conta na simplificação dos elementos geográficos, quando sejam construídos os mapas esquemáticos de transporte público.

### **5.2.2. Sistema de Transporte Público**

Devido ao fato de Brasília ter sido construída na época do boom de automóveis, os fundadores assumiram que no momento em que a cidade fosse concluída, cada habitante já teria um carro. Pela essa razão esta cidade capital projetada em forma de avião (ou pássaro), definitivamente não é favorável para se deslocar a pé, tornando-se muito importante o uso do sistema de transporte público de passageiros (STPP) para todas as pessoas que não possuem um carro.

O STPP conforme descrito no Decreto nº 26.048, de julho de 2005 está subdividido em três grandes grupos que são: o sistema de transporte público individual (taxi), o sistema de transporte público de massa (metrô, bonde e similares), e o sistema de transporte público coletivo (ônibus e similares). Os táxis são muito caros em Brasília e para usá-los é preciso chegar ao mais próximo ponto de táxi ou pedir um radiotáxi, eles não param no meio da rua para pegar passageiros.

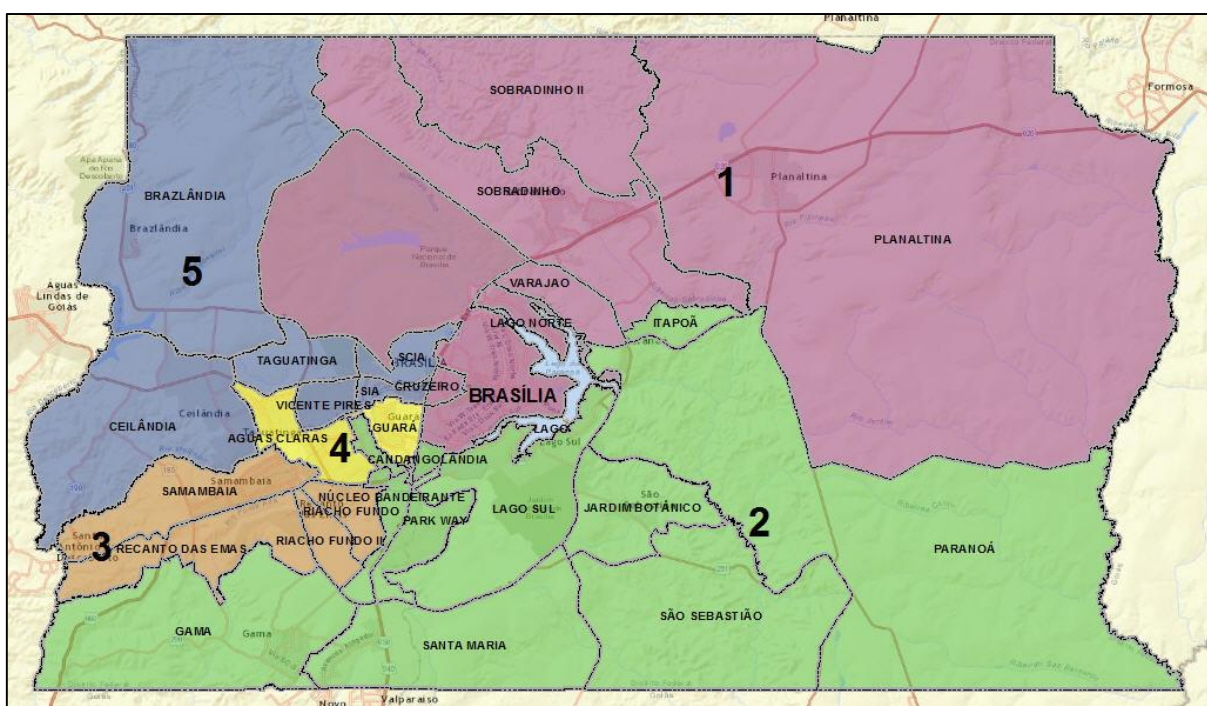
O metrô de Brasília começou suas operações em 2001, foi construído no principal eixo de transporte coletivo do Distrito Federal, cobre 46,5 km de linha em funcionamento, porém o trajeto que ele percorre é bem limitado. Tem duas linhas dispostas em uma geometria com forma de Y que começam na Rodoviária do Plano Piloto, seguem pela Asa Sul, Parkshopping e Rodoviária Interestadual, Feira do Guará chegam até a cidade de Águas Claras onde se dividem, uma em sentido das cidades de Taguatinga e Ceilândia, e outra em sentido da cidade de Samambaia.

O sistema de transporte público coletivo do Distrito Federal fornece um bom acesso para o centro de Brasília, bem como para a maioria dos bairros e as cidades satélites. Ele se divide nos seguintes serviços: serviço convencional (ônibus – STPC), serviço especial vizinhança (zebrinha – STCEV), serviço alternativo (vans – STPA), serviço autônomo rural (rural – STPC/TA), serviço de transporte coletivo privado (fretamento – STCP), serviço de transporte



público básico (micro-ônibus – STPB), e serviço próprio de empregados (fretamento – STPE) (DFTRANS, 2015).

Dos quais o serviço convencional é o mais importante e significativo, transportando em média 14.470.623 passageiros/mês. Ele operacionaliza a rede básica do serviço de transporte por ônibus do Distrito Federal, utilizando um total de 2.337 veículos dos tipos: convencional, alongado, padronizado e articulado. E é composto de 799 linhas divididas em cinco bacias de operação e operadas por 10 empresas (DFTRANS, 2015).



**Figura 5.7: Bacias de Operação do Serviço Convencional do Distrito Federal**

Na Figura 5.7 são apresentadas as cinco bacias de operação nas que são agrupadas as 31 Regiões Administrativas (RA) que compõem o Distrito Federal, em ela é possível observar que a cidade de Brasília (RA-01) se encontra na bacia de operação número um. Na cidade os ônibus circulam predominantemente pelas vias L2, W3 e os eixinhos localizados em ambos lados do eixão.

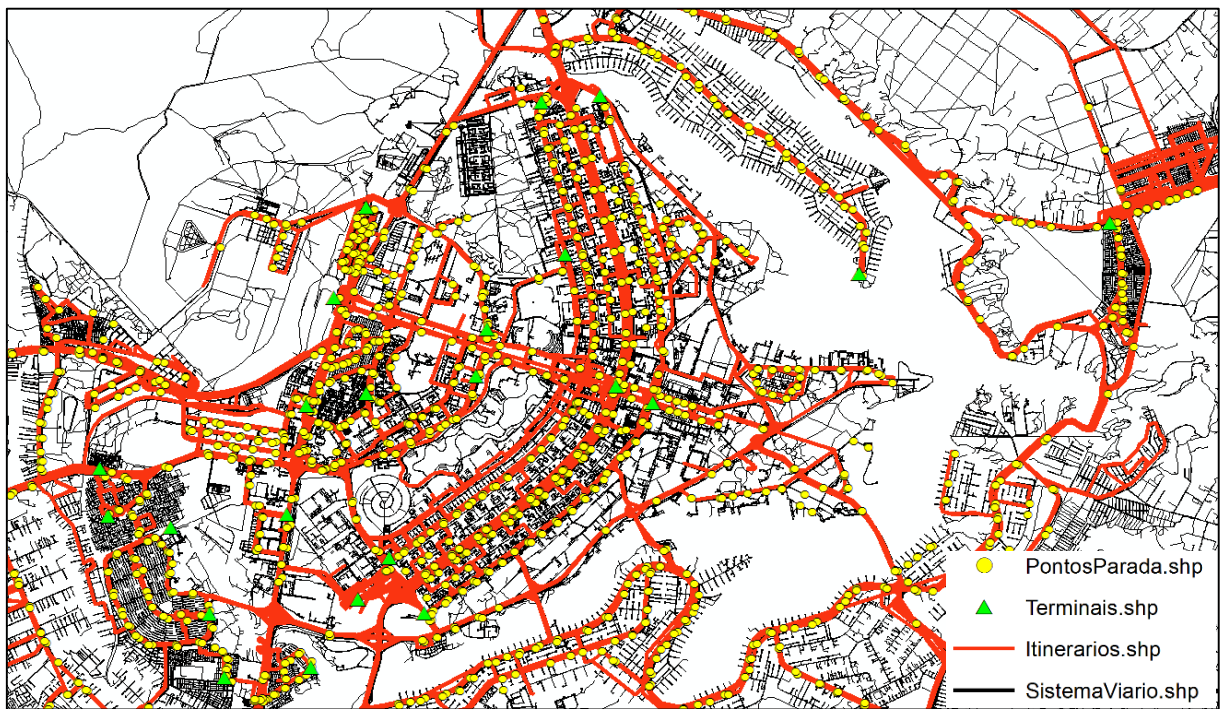
### **5.3. GERAÇÃO DE MAPAS ESQUEMÁTICOS**

Como foi estabelecida na seção 4.3.2. os mapas esquemáticos de transporte público de Brasília serão gerados usando o método automático por meio da utilização das ferramentas de *ArcGIS*

*schematic*, construindo um SIG a partir dos dados geográficos a ser obtidos das fontes de dados secundarias, gerando um banco de dados geográfico integrado com os algoritmos de geração de esquemas visuais e finalmente obter três mapas esquemáticos de transporte público com diferentes características de representação.

### 5.3.1. Obtenção de Dados Espaciais de Fontes Secundarias

Inicialmente e como é estabelecido na seção 4.3.2.1., foi necessário identificar a instituição que possui os dados geográficos da malha viária, o percurso das linhas de transporte público e a localização dos pontos de parada, os quais são essenciais para gerar a rede viária e a rede de transporte público de Brasília. Essa instituição pública é o DFTRANS cuja atribuição principal é gerenciar e regular o sistema de transporte público do Distrito Federal. Os dados geográficos fornecidos pelo DFTRANS são apresentados na Figura 5.8.



**Figura 5.8: Dados Geográficos Fornecidos pelo DFTRANS**

Onde:

- *PontosParada.shp*, é o arquivo em formato *shapefile* tipo ponto que tem a localização dos pontos de parada de transporte público coletivo do Distrito Federal, contém 5099 registros e está no sistema de coordenadas geográficas WGS 84;
- *Terminais.shp*, é o arquivo em formato *shapefile* tipo ponto que tem a localização dos terminais e os pontos de controle de transporte público coletivo do Distrito Federal, contém 60 registros e está no sistema de coordenadas geográficas PSAD 69;
- *Itinerarios.shp*, é o arquivo em formato *shapefile* tipo polilinha que tem os percorridos das linhas de transporte público coletivo do Distrito Federal, contém 2441 registros e está no sistema de coordenadas geográficas Moznet;
- *SistemaViario.shp*, é o arquivo em formato *shapefile* tipo polilinha que tem as ruas, avenidas, estradas e caminhos do Distrito Federal, contém 212101 registros e está no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000.

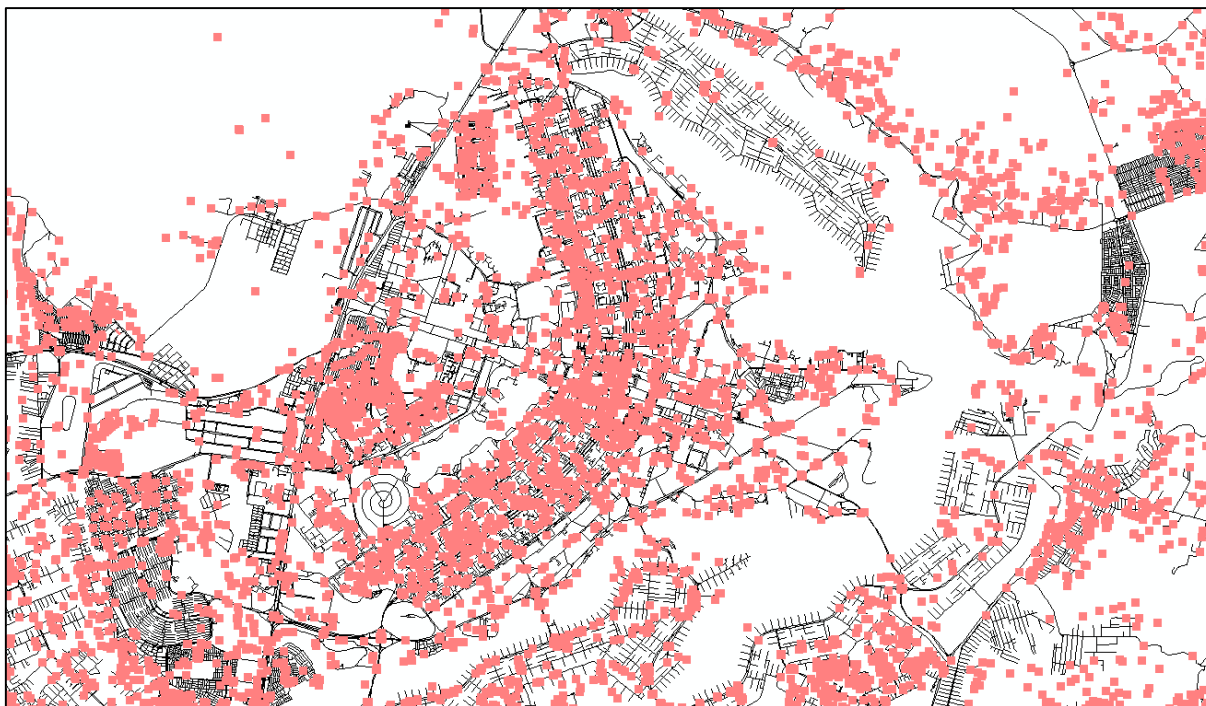
### **5.3.2. Adequação dos Dados Espaciais**

Envolve as atividades de conversão para formato *shapefile* (seção 4.3.2.2.), Estruturação e correção topológica (seção 4.3.2.3.), e definição do sistema de coordenadas geográficas (seção 4.3.2.4.), as que foram desenvolvidas em paralelo trabalhando com os dados geográficos obtidos do DFTRANS. É importante notar que não foi necessário realizar a conversão para formato *shapefile* porque os dados coletados já estavam nesse formato.

Como a área de trabalho escolhida para o estudo de caso é a cidade de Brasília, foi escolhido como referencial planimétrico o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas do ano 2000 (SIRGAS 2000) que é o datum horizontal oficial do Brasil desde o ano 2014. Adicionalmente pelo tamanho da área de estudo e para facilitar apresentação da informação em mapas, foi decidido trabalhar com um sistema de coordenadas geográficas planas. Definindo finalmente o sistema de coordenadas geográficas como SIRGAS 2000 UTM Zona 23 Sul.

Pela qualidade da informação geográfica fornecida pelo DFTRANS, só foi necessário fazer a estruturação e correção topológica do arquivo *SistemaViario.shp*, para garantir a coerência da

informação a ser utilizada na construção da rede viária. Neste processo foi usada a ferramenta *topology* do *ArcGIS* definindo sete regras topológicas referidas à sobreposição, intersecção e continuidade das entidades. Os erros destetados com a validação das regras foram corrigidos manualmente. Na Figura 5.9 são apresentados em vermelho os erros topológicos detectados no Plano Piloto de Brasília.



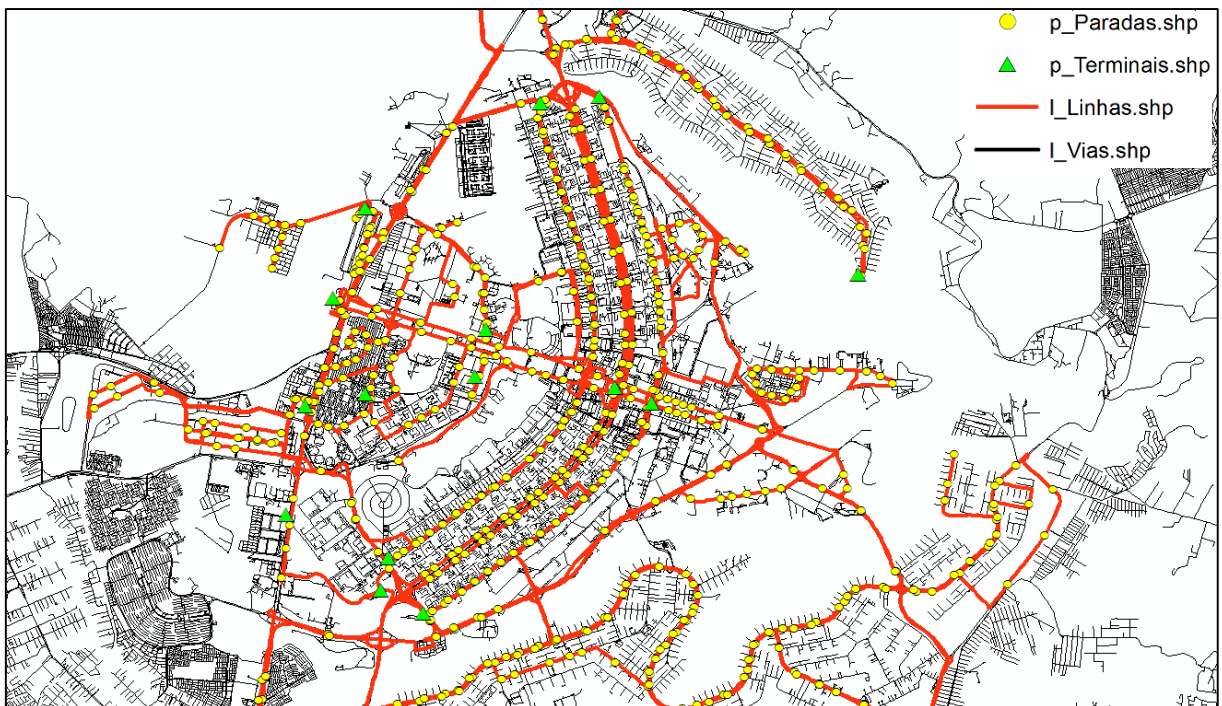
**Figura 5.9: Erros Topológicos no Arquivo *SistemaViario.shp***

Finalmente para terminar a adequação dos dados espaciais, foi realizada uma atividade complementar que é a criação de novos arquivos *shapefile* com só a informação referida ao Plano Piloto de Brasília, os quais são apresentados na Figura 5.10 e detalhados a seguir.

- *p\_Paradas.shp*, *shapefile* tipo ponto que tem a localização dos pontos de parada de transporte público coletivo do Plano Piloto de Brasília, contém 807 registros e está no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000 UTM Zona 23 Sul;
- *p\_Terminais.shp*, *shapefile* tipo ponto que tem a localização dos terminais e os pontos de controle de transporte público coletivo do Plano Piloto de Brasília, contém 18 registros e está no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000 UTM Zona 23 Sul;



- *l\_linhas.shp*, *shapefile* tipo polilinha que tem os percursos das linhas de transporte público coletivo do Plano Piloto de Brasília, contém 140 registros e está no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000 UTM Zona 23 Sul;
- *l\_Vias.shp*, *shapefile* tipo polilinha que tem as ruas, avenidas, estradas e caminhos do Plano Piloto de Brasília, contém 114745 registros e está no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000 UTM Zona 23 Sul.



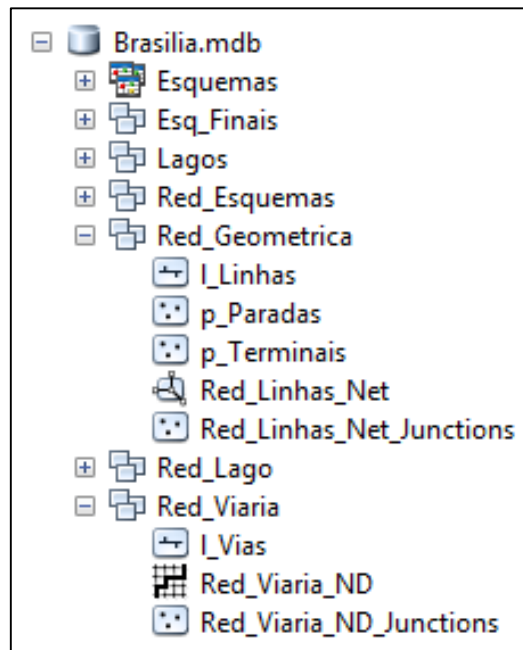
**Figura 5.10: Dados Geográficos Adequados do Plano Piloto de Brasília**

### 5.3.3. Construção do Banco de Dados Geográficos

Uma vez adequados os dados geográficos do Plano Piloto de Brasília, procedeu-se com a geração da *geodatabase* nomeada *Brasilia.mdb* cuja estrutura é apresentada na Figura 5.11. Ela é composta por oito *datasets*, nos quais é ordenada toda a informação geográfica necessária para a geração de mapas esquemáticos de transporte público do Plano Piloto de Brasília. O conteúdo e função de cada um dos *datasets* é explicado a seguir.

- *Esquemas*, é o *dataset* que contém todos os parâmetros dos algoritmos definidos para geração automática das representações esquemáticas;

- *Esq\_Finais*, é o *dataset* que contém as camadas de polilinhas, pontos e rótulos das representações esquemáticas geradas;
- *Lagos*, é o *dataset* que contém as camadas de polígonos das representações esquemáticas do Lago Paranoá. Foi necessário adicioná-lo, por ser um marco natural representativo no Plano Piloto de Brasília;
- *Red\_Esquemas*, é o *dataset* que contém as redes geométricas das representações esquemáticas do sistema de transporte público do Plano Piloto de Brasília;
- *Red\_Geometrica*, é o *dataset* que contém a rede geométrica formada pelas camadas *l\_Linhas*, *p\_Paradas* e *p\_Terminais* que compõem o sistema de transporte público do Plano Piloto de Brasília;
- *Red\_Lago*, é o *dataset* que contém a rede geométrica do Lago Paranoá;
- *Red\_Viaria*, é o *dataset* que contém a rede de transporte formada pela camada *l\_Vias* que compõe a malha viária do Plano Piloto de Brasília;
- *Topologia*, é o *dataset* que contém regras para correção topológica das camadas.



**Figura 5.11: Estrutura do Banco de Dados Geográfico do Plano Piloto de Brasília**

#### 5.3.4. Integração com os Algoritmos de Geração de Esquemas Visuais

Para gerar os mapas esquemáticos de transporte público do Plano Piloto de Brasília, inicialmente se resolveu na seção 4.3.2.6. trabalhar com o tipo de representação

geoesquemática, por essa razão os algoritmos utilizados para simplificar e reorientar as linhas de ônibus foram escolhidos dos oitos algoritmos apresentados na seção 3.3.1. Também decidiu-se usar o estilo de mapa esquemático de transporte público francês explicado na seção 3.5.2.1. Com esses esclarecimentos no *dataset* esquemas foram definidos quatro algoritmos para ser integrados com a rede geométrica do sistema de transporte público do Plano Piloto de Brasília contida no *dataset Red\_Geometrica*. Esses algoritmos são:

- *Algoritmo Geo – Angle Directed*; para simplificar e reorientar a geometria das linhas de transporte público coletivo do Plano Piloto de Brasília;
- *Algoritmo Geo - Linear Dispatch*; para separar os pontos de parada que estão visualmente perto da sobreposição no Mapa esquemático de Transporte público do Plano Piloto de Brasília;
- *Algoritmo Geo – Compression*; para ampliar a escala no eixo monumental do Plano Piloto de Brasília;
- *Algoritmo Geo – Partial Overlapping Links*; para evitar a sobreposição dos segmentos de linhas de transporte público coletivo do Plano Piloto de Brasília.

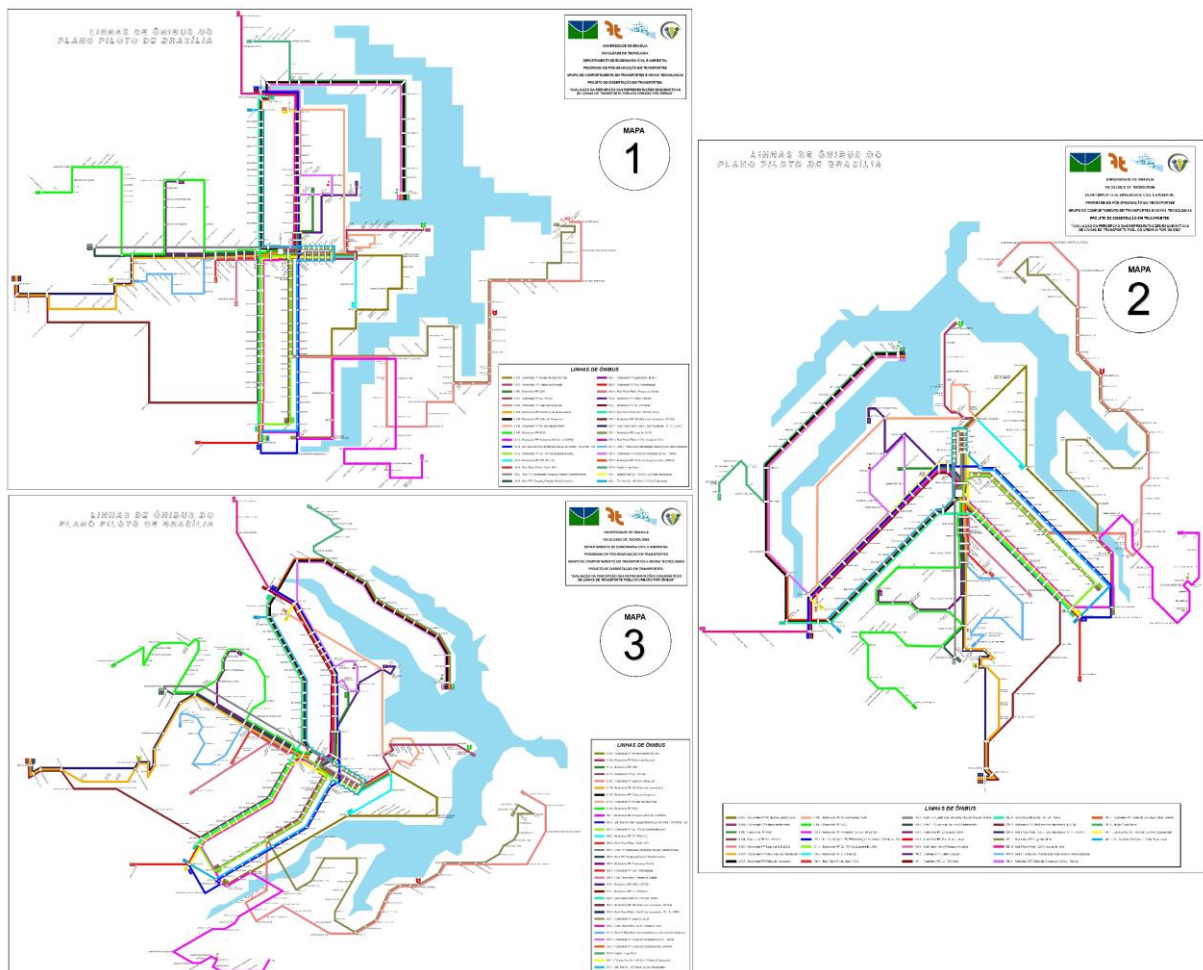
### **5.3.5. Geração de Esquemas Visuais**

Construído o banco de dados geográfico do Plano Piloto de Brasília e feita a integração com os algoritmos de geração de esquemas visuais, foram gerados três tipos de mapas esquemáticos de transporte público com as mesmas características de representação gráfica e variando suas características de representação esquemática, para dessa forma conseguir avaliar a percepção geográfica dos usuários por meio de elas. As características gráficas comuns entre os mapas são as seguintes:

- O estilo de mapa esquemático de transporte público francês onde cada uma das linhas de ônibus é representada com uma cor diferente;
- Os pontos de parada por onde passa uma única linha de ônibus são representados por um círculo da mesma cor da linha;
- Os pontos de parada por onde passam duas linhas de ônibus são representados por um círculo branco;

- Os pontos de parada por onde passam três ou mais linhas de ônibus são representados por um retângulo branco;
- A representação do Lago Paranoá como marco natural de Brasília.

As características de representação esquemática que variam em cada mapa são: a linearidade ou número de ângulos de orientação das linhas e a direção do esquema com relação à lâmina de impressão. Cada um dos mapas tem as seguintes características: o Mapa 1 é ortogonal (4 ângulos que variam cada 90 graus) e horizontal; o Mapa 2 é octalinear (ângulos que variam cada 45 graus) e vertical; e o Mapa 3 é dodecalinear (ângulos que variam cada 30 graus) e oblíquo. Os três mapas são apresentados na Figura 5.12 e com maior detalhe no Anexo I.



**Figura 5.12: Mapas Esquemáticos de Transporte Público de Brasília**

## **5.4. AVALIAÇÃO DOS MAPAS ESQUEMÁTICOS POR PARTE DOS USUÁRIOS**

### **5.4.1. Preparação do Material da Pesquisa de Campo**

Uma vez gerados os três mapas esquemáticos de transporte público de Brasília, foi necessário elaborar o questionário que será respondido pelos usuários para avaliar sua percepção com relação a cada mapa. O questionário foi dividido em quatro partes seguindo o modelo proposto na seção 4.3.3.1. e apresentado na Figura 4.10 . Na primeira parte referida à coleta dos dados demográficos dos entrevistados contém as seguintes perguntas:

- Idade;
- Curso / Profissão;
- Semestre;
- Data;
- Sexo;
- Usa Transporte Público;
- Morou no Exterior.

As primeiras três perguntas são dissertativas e as últimas três são de seleção. É importante explicar que na segunda foi adicionado o curso e também foi adicionada a terceira pergunta de semestre, porque como será explicado na seguinte seção a Universidade de Brasília foi escolhida como local de pesquisa de campo para este estudo de caso. Outra variação em relação ao modelo proposto é que foram adicionadas as instruções de preenchimento do questionário logo depois desta primeira parte.

A segunda parte referida à utilização do mapa para planejar uma viagem está composta por: a pergunta “Mapa” onde o entrevistado tem que preencher o número do mapa que está usando; e as três alternativas de viagem que foram escolhidas tentando manter o mesmo grau de dificuldade para seu planejamento e também tentando abranger todo o Plano Piloto de Brasília, de tal forma que possa ser avaliada a totalidade do mapa. Essas três alternativas de viagem são:

- (1) Jardim Botânico (Setor Lago Sul) – Reitoria da Universidade de Brasília (Asa Norte);
- (2) Feira dos Importados (SIA) – Aeroporto;
- (3) Palácio da Alvorada – Clube do Congresso (Lago Norte).

As perguntas da terceira parte baseadas no modelo da percepção geográfica dos usuários de transporte público, foram redigidas como declarações de afirmação ou negação e divididas em quatro grupos que são: orientação espacial (perguntas 1 – 3); decisão da rota (perguntas 4 – 6); monitoramento da rota (perguntas 7 – 9); e compressão geral do mapa (perguntas 10 – 14). Esses grupos correspondem aos quatro fatores do modelo da percepção do usuário (Figura 4.3) e suas perguntas são:

- (1) Foi difícil reconhecer o ponto de origem (de onde saio) e o ponto de destino (para onde vou) usando este mapa;
- (2) Os nomes dos pontos de ônibus foram fáceis de identificar neste mapa;
- (3) A orientação (vertical, horizontal ou oblíqua) do desenho deste mapa dificulta seu uso;
- (4) As linhas de ônibus (rotas) foram difíceis de discriminar (identificar) usando este mapa;
- (5) Prefiro procurar uma rota direta, não importa quantas vezes mude de uma linha para outra;
- (6) Algumas partes do mapa pareciam confusas, e eu planejei as viagens desconsiderando as partes confusas do mapa;
- (7) As rotas das linhas de ônibus foram fáceis de seguir usando este mapa;
- (8) Os pontos de parada para mudar de uma linha de ônibus a outra (estações de transferência), foram difíceis de identificar com este mapa;
- (9) Encontrei o mapa visualmente poluído (muita informação desnecessária);
- (10) Foi fácil planejar as viagens usando este mapa;
- (11) Achei o mapa confuso;
- (12) Ficaria feliz em usar este mapa para planejar viagens em Brasília;
- (13) Procuraria outro desenho de mapa de ônibus para usar na próxima vez;

- (14) O mapa é destinado para planejar viagens, mas acho que ele também é uma representação compreensível da cidade.

As perguntas dissertativas da quarta parte do questionário foram três, as quais focaram-se em coletar a opinião pessoal de cada entrevistado com relação ao mapa, elas foram: (15) Que aspecto(s) do mapa você mais gostou?; (16) Que aspecto(s) do mapa você menos gostou?; e (17) Que você sugere que deveria ser acrescentado no mapa?. O questionário desenvolvido para o estudo de caso em Brasília é apresentado no Anexo II.

#### **5.4.2. Planejamento da Pesquisa de Campo**

Na seção 1.4.2. foi estabelecido realizar um estudo de caso nos usuários de ônibus de Brasília, como terceiro objetivo específico, definindo assim a população a ser estudada. Com relação ao local de coleta de dados foi escolhida a Universidade de Brasília por ser um local com uma importante concentração de pessoas. Assim a amostra do estudo de caso está composta por 79 alunos de graduação do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília.

#### **5.4.3. Pesquisa de Campo**

A pesquisa de campo foi realizada no mês de abril de 2015, na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, onde foram entrevistados em sala de aula 79 alunos (51 homens e 28 mulheres) de diferentes semestres do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, fazendo um total de 237 questionários respondidos (3 por aluno). As características do local de pesquisa permitiram usar uma abordagem grupal e foi seguida toda a sequência de procedimentos descritos na seção 4.3.3.3.

### **5.5. TRATAMENTO DOS DADOS**

Uma vez realizada a coleta de dados em campo, foram tabulados os 237 questionários (79 por mapa) no *Microsoft Excel*, conformando um banco de dados alfanumérico. Logo depois procedeu-se com a padronização das perguntas da terceira parte do questionário, invertendo os

valores das questões escritas como declarações negativas, para que assim altas pontuações refletem uma avaliação positiva do mapa. Essas questões foram: 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11 e 13.

Depois foi feita uma análise rápida das respostas às perguntas dissertativas da quarta parte do questionário, para determinar similitudes entre elas e assim poder agrupá-las por categorias. Conseguindo assim agrupar os aspectos que mais gostaram do mapa e os aspectos que menos gostaram do mapa em cinco categorias que são:

- *Direção*, refere-se à orientação do esquema com relação à lâmina de impressão;
- *Estilo*, agrupa os pareceres sob as características gráficas como cores, rótulos, representação de linhas e pontos de parada entre outros, próprias dos estilos de mapas esquemáticos de transporte público, lembrando que o estilo adotado nesta dissertação é o estilo francês;
- *Esquema*, refere-se a todas as respostas relacionadas com o tipo de representação esquemática usada no mapa, como ser simplicidade, representatividade da cidade, compactação da informação espacial entre outros;
- *Outro*, refere-se as respostas relacionadas as características dos mapas esquemáticos pouco relevantes para os fins da pesquisa como o tipo de legenda usada, linhas faltantes ou sobrantes entre outros;
- *Nenhum*, agrupa todas as respostas em branco.

Os aspectos que os entrevistados consideraram devem ser acrescentados no mapa também foram divididos em cinco categorias que são:

- *Estilo*, como já foi explicado agrupa os pareceres sob as características gráficas do estilo de mapas esquemáticos de transporte público adotado;
- *Marcos*, refere-se a respostas relacionadas com a adição de pontos geográficos de referência próprios de Brasília, tais como a Ponte JK, o estádio, a identificação de setores;
- *Informação*, agrupa todas as respostas relacionadas com as informações adicionais como tabelas de horários dos ônibus, tempos de viagem, valor da passagem entre outras;
- *Outro*, como já foi explicado agrupa características pouco relevantes;



- *Nenhum*, agrupa todas as respostas em branco.

## 5.6. TÓPICOS CONCLUSIVOS

Brasília é uma cidade simples de ler pelo fato de ser planejada e moderna, apresentando uma morfologia urbana compreensível sendo fácil identificar os elementos morfológicos definidos por Lynch (1960). A realização do estudo de caso no Plano Piloto de Brasília, serviu para validar o método de avaliação da percepção dos mapas esquemáticos de transporte público, conseguindo-se aplicar todas as etapas metodológicas propostas no capítulo quatro.

A disponibilidade de dados geográficos atualizados de Brasília, facilitou a construção do SIG e a posterior geração dos três mapas esquemáticos de transporte público, onde tentou-se manter sempre a morfologia urbana do Plano Piloto. Os questionários foram adaptados para amostra da população definida e com relação ao local de pesquisa escolhido, modificando só a parte um do modelo de questionário proposto.

Também é importante notar que a seleção da Universidade de Brasília como local de pesquisa de campo foi proveitosa, porque proporcionou a oportunidade de fazer as entrevistas usando a abordagem grupal, o que significou uma importante economia de tempo no momento da coleta de dados. Finalmente o tratamento dos dados coletados foi realizado no *Microsoft Excel*, o que facilitará o intercâmbio com o software Amos 20.0.0.

## 6. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS DO TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS DE BRASÍLIA

### 6.1. APRESENTAÇÃO

A análise de dados e obtenção de resultados apresentada neste capítulo é baseada nas técnicas utilizadas pela geografia da percepção, as quais estabelecem que deve realizar-se uma análise tanto estatística como qualitativa dos dados, e que os resultados devem apresentar-se tanto por escrito como em gráficos. É por essa razão que os dados coletados em campo serão analisados usando os três tipos de análise definidos e explicados na seção 4.3.5 referida ao método de análise de dados.

### 6.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

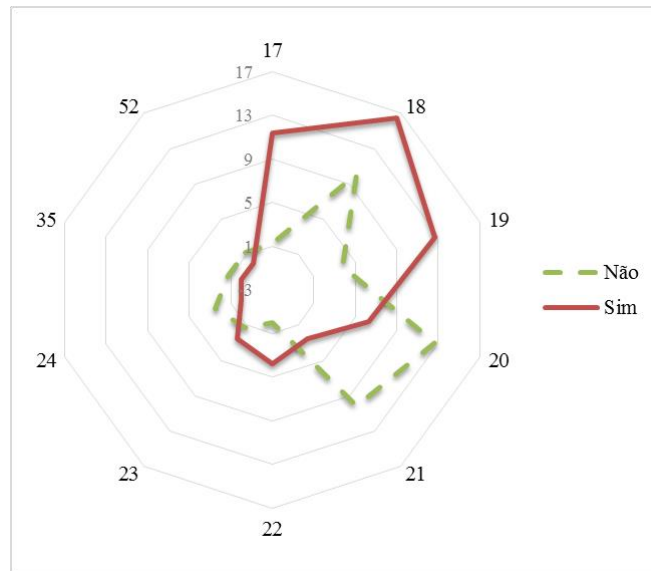
#### 6.2.1. Dados Demográficos

Na coleta de dados de campo foram entrevistados 79 alunos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, 28 mulheres e 51 homens, com idades compreendidas entre 17 e 52 anos, com uma distribuição etária de 74,68% nas idades entre 17 e 20 anos, e um 25,32% nas idades entre 21 e 52 anos, fazendo que a amostra este formada de pessoas jovens na sua maioria. Na Tabela 6.1 são apresentados esses dados.

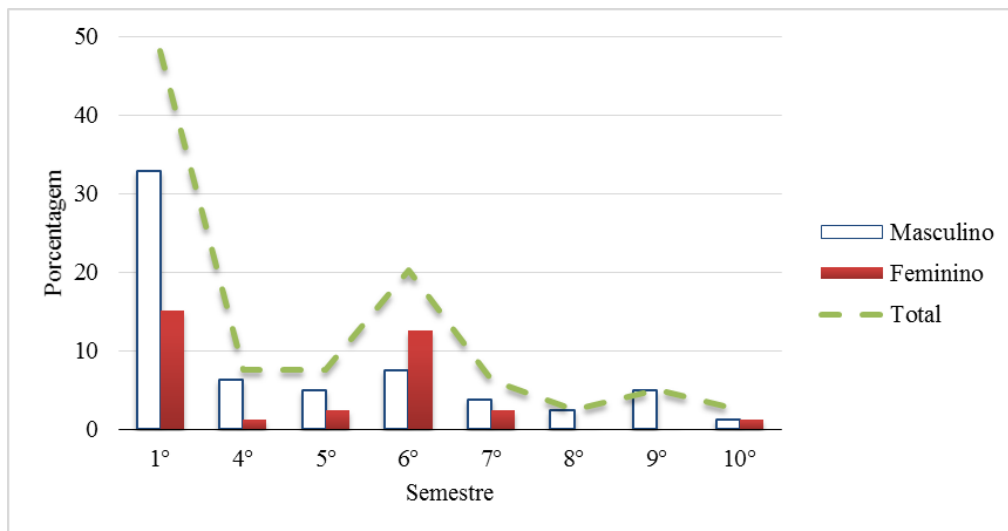
**Tabela 6.1: Distribuição Etária da Amostra**

Idade	Sexo		Total	Porcentagem
	Feminino	Masculino		
17	4	6	10	12,66
18	7	14	21	26,58
19	2	11	13	16,46
20	10	5	15	18,99
21	2	8	10	12,66
22	0	3	3	3,80
23	2	1	3	3,80
24	0	2	2	2,53
35	1	0	1	1,27
52	0	1	1	1,27
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>51</b>	<b>79</b>	<b>100,00</b>

Das 79 pessoas entrevistadas 44 (55,70%) usam transporte público, e 35 (44,30%) não usam, isso resultou interessante porque conseguiu-se coletar dados de ambos grupos de usuários (frequentes e ocasionais) de transporte público em quantidades quase iguais. Na Figura 6.1 é representado o uso de transporte público por idade dos entrevistados, onde pode ser observado um uso maior entre as pessoas de 17 e 19 anos.



**Figura 6.1: Uso de Transporte Público por Idade**



**Figura 6.2: Entrevistados por Semestre**

Na Figura 6.2 são apresentados os dados referidos ao número de entrevistados por semestre que cursam na universidade, onde pode-se notar que dos 79 alunos do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental entrevistados, 38 (48,10%) foram do primeiro semestre, 16 (20,25%) do

sexto semestre e os restantes 25 (31,65%) de outros semestres. Essa composição da amostra majoritária de alunos de primeiro semestre diminuí o possível viés induzido pelo tipo de formação, tornando amostra mais heterogenia.

### 6.2.2. Utilização do Mapa

Na segunda parte do questionário os entrevistados tiveram que planejar uma viagem usando os três mapas esquemáticos de transporte público e as três alternativas de viagem propostas. As informações que foram coletadas são apresentadas na Tabela 6.2, onde a quantidade de viagens planejadas com sucesso está dividida por tipo de mapa e alternativa de viagem escolhida nesse mapa. Além de exibir as quantidades totais, também são apresentados os resultados fazendo uma divisão dos respondentes por sexo.

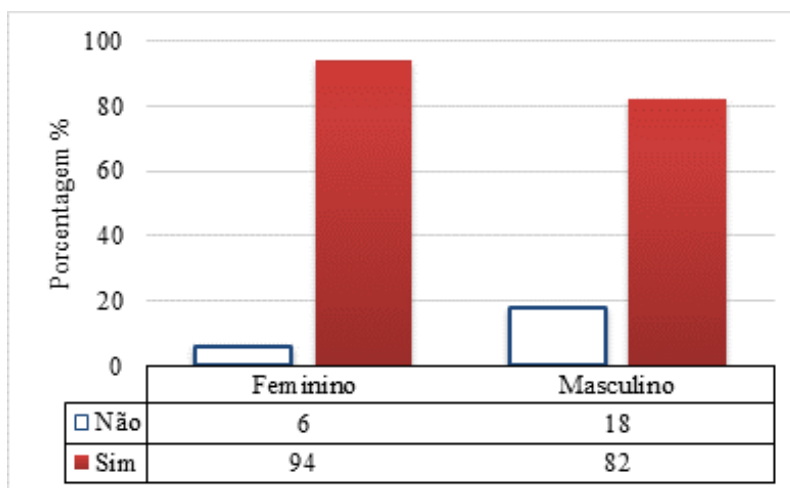
**Tabela 6.2: Planejamento da Viagem com Sucesso por Alternativas e Mapas**

Sexo	Mapa 1			Mapa 2			Mapa 3		
	Não	Sim	Total	Não	Sim	Total	Não	Sim	Total
Alternativa de Viagem 1									
Feminino	3	8	11	1	4	5	0	12	12
Masculino	7	14	21	1	14	15	7	8	15
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>7</b>	<b>20</b>	<b>27</b>
Alternativa de Viagem 2									
Feminino	0	7	7	0	14	14	1	6	7
Masculino	2	11	13	4	25	29	1	8	9
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
Alternativa de Viagem 3									
Feminino	0	10	10	0	9	9	0	9	9
Masculino	1	16	17	2	5	7	3	24	27
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>33</b>	<b>36</b>
<b>Total Geral</b>	<b>13</b>	<b>66</b>	<b>79</b>	<b>8</b>	<b>71</b>	<b>79</b>	<b>12</b>	<b>67</b>	<b>79</b>

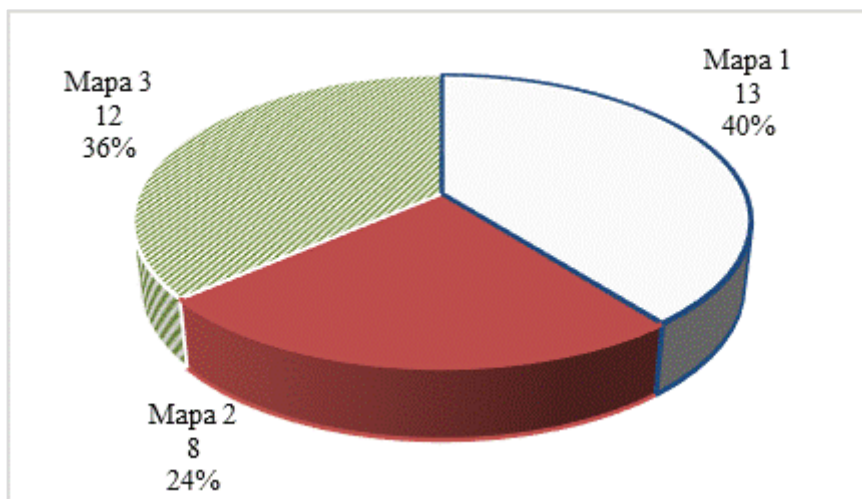
Usando os três mapas esquemáticos, foram planejadas um total de 237 viagens, dos quais 204 (86,08%) foram planejados com sucesso e 33 (13,92%) não, o que demonstra que em forma geral os três mapas desenvolvidos tiveram um bom grau de compreensão e aceitação por parte dos usuários, mais tarde nos parágrafos seguintes será feita uma análise mais detalhada de cada mapa.

Voltando com uma análise geral do sucesso no planejamento das viagens, considerou-se adequado fazer a análise da porcentagem de sucesso com relação ao sexo dos entrevistados,

para isso considerou-se trabalhar com as porcentagens relativas, por ter uma quantidade maior de homens que de mulheres respondentes. Os resultados são apresentados na Figura 6.3 de onde é possível inferir que as mulheres realizaram melhor o planejamento da viagem com um sucesso de 94% enquanto os homens só tiveram êxito no 82%, mostrando que as mulheres têm uma melhor orientação local ao usar os mapas.



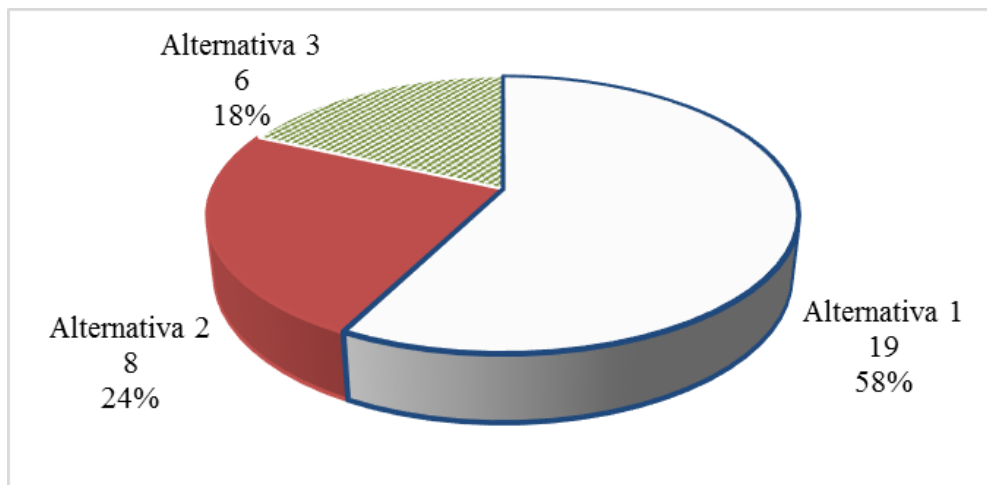
**Figura 6.3: Porcentagem Relativo de Sucesso no Planejamento da Viagem por Sexo**



**Figura 6.4: Planejamento Errado da Viagem por Tipo de Mapa**

Do total de 33 planejamentos errados (Figura 6.4), 13 (40%) ocorreram usando o mapa 1, 8 (24%) ocorreram usando o mapa 2 e 12 (36%) ocorreram usando o mapa 3, dando como resultado que o mapa 2 que tem representação octalinear e é vertical, foi o mapa que demonstrou melhor desempenho na hora de ser usado pelos passageiros. Porém não só o mapa tem que ser

analisado, mas também as alternativas de viagem que apresentaram maior número de planejamentos errados.



**Figura 6.5: Planejamento Errado da Viagem por Tipo de Alternativa**

A Figura 6.4 mostra o número de viagens mal planejados agrupados por tipo de alternativa de viagem, onde a alternativa um que tem como origem o Jardim Botânico (Setor Lago Sul) e como destino a Reitoria da Universidade de Brasília (Asa Norte), apresenta 19 (58%) dos 33 planejamentos errados, agrupando mais da metade dos erros totais cometidos pelos entrevistados, resultando assim a viagem com menor desempenho.

### **6.2.3. Percepção Geográfica**

Os dados da percepção geográfica dos usuários de transporte público com relação aos três mapas, foram coletados na terceira parte do questionário usando uma escala de *Likert* de cinco pontos por meio de questões escritas como declarações afirmativas ou negativas. Como foi explicado na seção 5.5. de tratamento de dados, essas questões negativas foram padronizadas invertendo seus valores para assim conseguir que as pontuações altas representem uma avaliação positiva do mapa. Na Tabela 6.3 são apresentadas a média, o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (C. V.) das perguntas para cada tipo de mapa.

**Tabela 6.3: Medidas de Posição e Dispersão dos Dados de Percepção Geográfica**

Pergunta	Mapa 1			Mapa2			Mapa 3		
	Média	S	C. V.	Média	S	C. V.	Média	S	C. V.
1*	3,42	1,28	37,37	3,42	1,18	34,62	3,72	1,12	30,10
2	3,82	0,97	25,40	3,66	1,00	27,30	3,44	1,17	34,10
3*	3,71	1,13	30,58	3,04	1,26	41,32	3,66	1,11	30,29
4*	3,28	1,14	34,86	3,01	1,03	34,24	3,00	1,05	35,00
5	2,92	1,17	40,16	3,00	1,19	39,58	2,80	1,17	41,82
6*	3,28	1,20	36,53	2,86	1,15	40,26	2,99	1,06	35,35
7	3,76	0,98	25,98	3,33	1,09	32,88	3,70	0,87	23,47
8*	3,47	1,17	33,87	3,41	1,07	31,38	3,48	1,00	28,68
9*	3,58	1,03	28,83	3,44	1,07	31,11	3,53	1,08	30,70
10	3,61	0,95	26,42	3,37	0,95	28,21	3,71	0,79	21,22
11*	3,44	1,05	30,41	3,24	1,00	30,94	3,39	0,94	27,69
12	3,41	1,20	35,35	3,18	1,12	35,19	3,63	1,00	27,59
13*	3,18	1,11	34,83	2,76	1,06	38,59	3,39	1,03	30,38
14	2,81	1,26	44,90	3,15	1,17	37,02	3,90	1,09	28,04
<b>Somatória</b>	<b>47,68</b>			<b>44,86</b>			<b>48,34</b>		

(\*) Perguntas padronizadas

Como foi utilizada uma escala de *Likert* de cinco, considera-se todas as médias de valores maiores a três (valor meio da escala) como avaliações positivas das perguntas. Com base nesta consideração serão analisadas para cada mapa, todas as médias de valores iguais ou inferiores a três. No mapa 1 a questão 5 (média = 2,92) referida ao indicador Preferência da Rota tem uma avaliação negativa; e a questão 14 (média = 2,81) referida ao indicador Representação da Cidade também tem uma avaliação negativa, o que significa que o mapa 1 não é reconhecido como uma representação compreensível da cidade de Brasília.

No mapa 2 a questão 5 (média = 3,00) referida ao indicador Preferência da Rota tem uma avaliação negativa; a questão 6\* (média = 2,86) referida ao indicador Compreensão da Rota tem uma avaliação negativa, o que significa que é difícil escolher uma rota com este mapa; e a questão 13\* (média = 2,76) referida ao indicador Seleção do Mapa, o que significa que o mapa 2 tem pouca aceitação como uma ferramenta que ajude no planejamento de viagens em Brasília.

No mapa 3 a questão 4\* (média = 3,00) referida ao indicador Identificação da Linha tem uma avaliação negativa; a questão 5 (média = 2,80) referida ao indicador Preferência da Rota tem uma avaliação negativa; e a questão 6\* (média = 2,86) referida ao indicador Compreensão da Rota tem uma avaliação negativa, o que significa que utilizando o mapa 3 resulta difícil selecionar uma rota para planejar uma viagem.

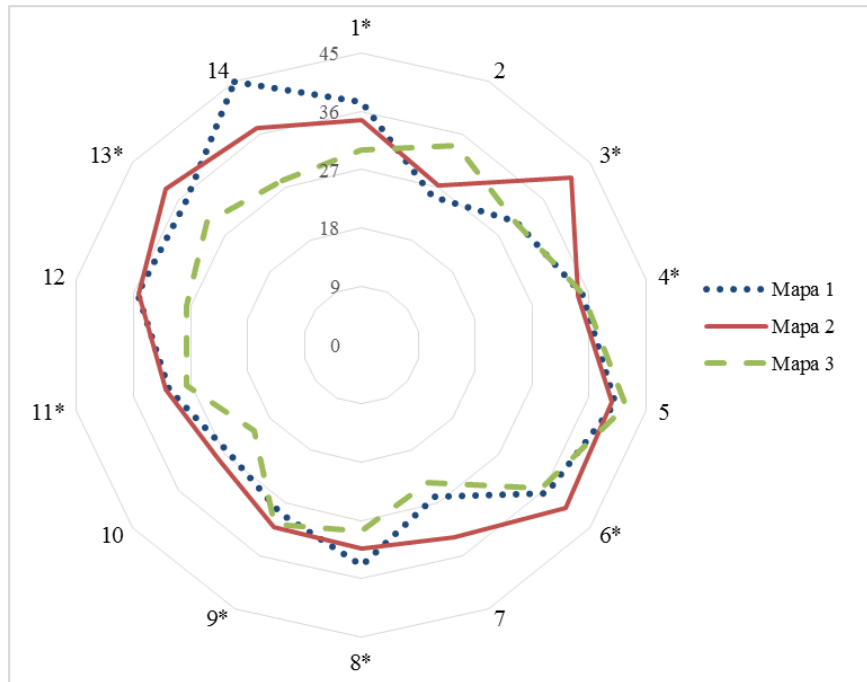
A aceitabilidade global de cada mapa será analisada usando a somatória total das médias das 14 perguntas, sendo que um valor maior indica maior aceitabilidade. Para isso foi estabelecida uma escala de valores totais que varia de 14 (14 perguntas avaliadas com 1) a 70 (14 perguntas avaliadas com 5), com um valor meio de 42 (14 perguntas avaliadas com 3) que define o limite de aceitabilidade do mapa, considerando-se inaceitáveis os mapas que apresentem valores menores a este limite.

Na Tabela 6.3 são apresentadas as somatórias das médias de cada mapa, onde o Mapa 1 tem 47,68, o mapa 2 tem 44,86 e o mapa 3 tem 48,34. Todos os valores são maiores ao limite de aceitabilidade (42), então pode-se inferir que todos os mapas foram avaliados positivamente e aceitados de forma geral pelos entrevistados. Dos três mapas, o mapa 3 (dodecalinear oblíquo) é o mais aceitado pelos usuários apresentando o valor mais elevado da somatória das médias; e o mapa 2 (octalinear vertical) é o menos aceitado por apresentar o valor mais baixo.

Analisando os coeficientes de variação (C. V.) vemos que o mapa 1 apresenta um valor muito alto do C. V. na pergunta 14 (44,90), o que indica pouca homogeneidade e pequena representatividade da média calculada. O mapa 2 é o menos homogêneo, apresentando os valores mais altos do C. V. em quase todas as perguntas, especialmente os valores das perguntas 3\* (41,32) e 6\* (40,26) que indicam pouca representatividade da média. O mapa 3 é o mais homogêneo dos três.

Também é importante notar que a pergunta 5 apresenta nos três mapas valores de C. V. muito altos: 40,16 para o mapa 1; 39,58 para o mapa 2; e 41,82 para o mapa 3. O que indica uma maior variabilidade ou menor homogeneidade dos dados coletados e uma pequena representatividade da média calculada em todos os casos. Na Figura 6.5 são apresentados de forma gráfica os coeficientes de variação de cada pergunta e para cada tipo de mapa, onde podem ser observadas com maior clareza as análises feitas.



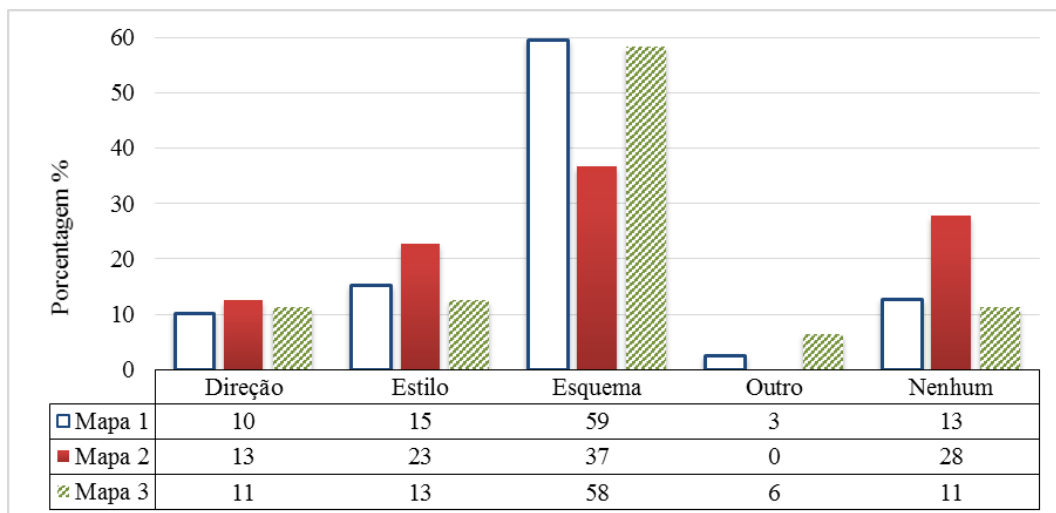


**Figura 6.6: Coeficiente de Variação de cada Pergunta por Mapa**

#### 6.2.4. Parecer Pessoal

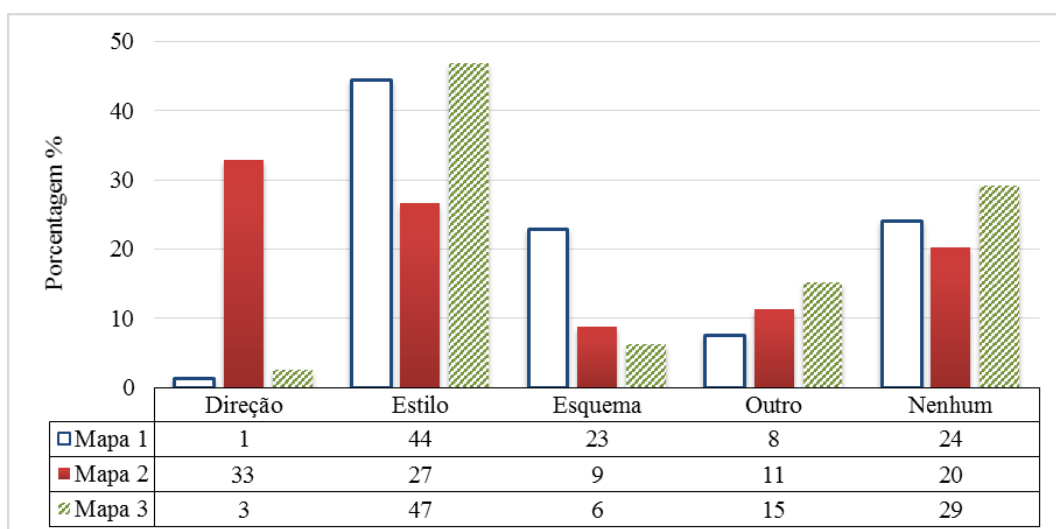
Nesta seção é feita a análise estatística descritiva das opiniões dos entrevistados com relação aos três mapas esquemáticos de transporte público de Brasília, as quais foram coletadas por meio das três perguntas dissertativas da quarta parte do questionário (questões 15, 16 e 17), cujas respostas foram padronizadas e agrupadas em categorias, como foi explicado na seção 5.5 referida ao tratamento de dados. Por meio da análise desses dados, pretende-se entender melhor os resultados obtidos na seção anterior e sustentar a análise qualitativa de aceitabilidade do mapa apresentada na seção 6.4.

Como foi explicado na seção anterior, numa forma geral os três mapas foram qualificados positivamente e aceitados pelos usuários, porém na Figura 6.6 podem-se observar as características dos mapas melhor acolhidas expressadas em porcentagem de entrevistados. Com relação à representação esquemática o mapa 1 (ortogonal) e o mapa 3 (dodecalinear) são os mais aceitados com 59% e 58% respectivamente. As razões principais no caso do mapa 1 foram a simplicidade da representação e a compactação da informação; no caso do mapa 3 foi a representatividade da cidade, ou seja, como a representação mais realista de Brasília.



**Figura 6.7: Características Bem Acolhidas dos Mapas**

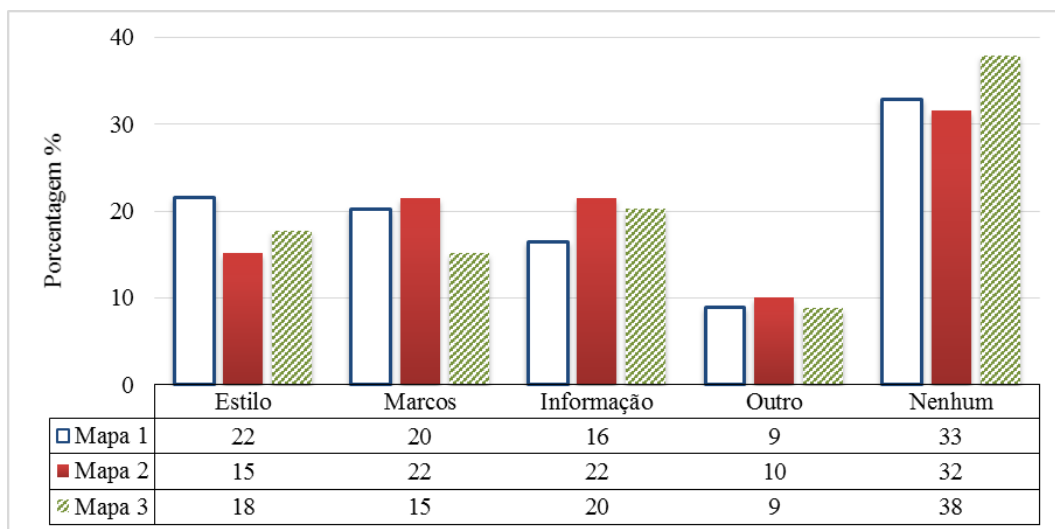
Por outro lado, também foram coletados os pareceres sob as características dos mapas esquemáticos que menos gostaram ou foram mal acolhidas pelos usuários, as quais são apresentadas expressadas em porcentagem de entrevistados na Figura 6.7. Um dos aspectos que menos gostou foi a direção vertical do mapa 2 (33%), a qual tem uma diferença de 30 pontos percentuais com relação às direções horizontal e oblíqua dos outros mapas. Isso aconteceu porque a direção vertical faz que o mapa 2 se assemelhe menos ao mapa geográfico de Brasília.



**Figura 6.8: Características Mal Acolhidas dos Mapas**

O tipo de representação esquemática menos aceita foi a representação ortogonal do mapa 1 com 23% de reprovação, a razão principal segundo os entrevistados foi por ser uma imagem muito abstrata de Brasília. Também é importante notar que o estilo de mapa esquemático usado,

apresenta porcentagens altas de reprovação, isso devido principalmente ao pouco contraste das cores usadas para representar as linhas de ônibus, fazendo que os usuários não consigam diferenciar entre algumas delas.



**Figura 6.9: Aspectos a Ser Acrescentados no Mapa**

Entre os aspectos a ser acrescentados nos mapas sugeridos pelos usuários entrevistados, não ressalta nenhuma das três categorias (deixando de lado outro e nenhum), o que significa que as três são igualmente importantes. Com relação ao estilo, os usuários consideraram importante acrescentar a representação gráfica das linhas de ônibus com diferenciação de texturas (sólida ou ponteadas) para facilitar aos daltônicos usar os mapas. Também os usuários consideraram importante a adição de pontos de referência local próprios de Brasília como a Ponte JK e o estádio. Finalmente a sugestão de adicionar nos mapas informação complementar para o planejamento das viagens como tabelas de horários de ônibus foi também relevante.

### 6.3. ANÁLISE FATORIAL CONFIRMATÓRIA

A análise fatorial confirmatória (AFC) foi realizada para validar e confirmar o modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público definido na seção 4.3.1. e apresentado na Figura 4.3, analisando as relações entre o conjunto de indicadores que foram medidos pelas 14 perguntas da terceira parte do questionário e os fatores componentes do modelo. Para isso foi necessário validar o modelo proposto para logo analisar os resultados obtidos com a modelagem.

### 6.3.1. Validação do Modelo de Percepção Geográfica dos Usuários de Transporte Público

O modelo, foi estimado usando a máxima verossimilhança (*maximum likelihood*), com o tamanho total da amostra de 237 dados, foi obtido um qui-quadrado igual a 471,898 e 284 graus de liberdade, apresentando uma relação entre eles de 1,661 que indica um bom ajuste entre os dados e o modelo por estar dentro dos limites recomendados (0,10 – 2,00). Na Tabela 6.4 são apresentados os valores calculados dos índices comparativos de ajuste do modelo.

**Tabela 6.4: Índices Comparativos de Ajuste do Modelo**

Índice de Ajuste Absoluto	Valor Calculado	Valor Ideal
Raiz do Erro Quadrático Médio de Aproximação (RMSEA)	0,038	< 0,08
Índices de Ajuste Incremental		
Índice de Ajuste Comparativo (CIF)	0,903	> 0,9
Índice de Ajuste Normalizado (NFI)	0,795	> 0,9
Índice de Toker – Lewis (TLI)	0,876	> 0,9
Índice de Ajuste Incremental (IFI)	0,907	> 0,9
Índices de Ajuste Parcimonioso		
Índice de Qualidade de Ajuste Parcimonioso (PCFI)	0,705	próximo a 1
Critério de Informação de Akaike (AIC)	855.898	quanto maior melhor

Na Tabela 6.4 pode-se observar que o valor calculado da Raiz do Erro Quadrático Médio de Aproximação (RMSEA) é 0,038 e cumpre a condição de ser menor a 0,08, o que indica que um bom ajuste absoluto do modelo. Com relação aos índices de ajuste incremental o valor do CIF (0,903) e o valor do IFI (0,907) são maiores a 0,9, entanto os valores do NFI (0,795) e do TLI (0,876) estão próximos a 0,90, o que indica que o ajuste incremental do modelo pode ser aceitado marginalmente.

Em fim o valor do Índice de Qualidade de Ajuste Parcimonioso (PCFI) é igual a 0,705 sendo próximo a um que é o valor ideal, e o valor calculado do Critério de Informação de Akaike (AIC) é 855.898, o que indica que o modelo tem um bom ajuste parcimonioso. Resumindo todos os resultados obtidos, pode-se dizer que o modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público proposto nesta dissertação tem uma boa qualidade de ajuste. A seguir são analisados os resultados obtidos da modelagem.

### 6.3.2. Análise dos Resultados da Modelagem

O primeiro resultado importante da modelagem são os efeitos totais das variáveis independentes ou indicadores medidos em campo, sob as variáveis dependentes ou fatores que compõem o modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público (Figura 4.3). Os valores calculados são apresentados na Tabela 6.5, onde os indicadores estão ordenados pelo número da pergunta do questionário com a qual foram medidos.

**Tabela 6.5: Efeitos Totais Calculados entre Variáveis**

Número de Pergunta	Indicador	Fator			
		Orientação Espacial (OE)	Decisão da Rota (DR)	Monitoramento da Rota (MR)	Compressão Geral do Mapa (CGM)
1*	Localização de origem e destino	0,541			
2	Localização de pontos de parada	0,403			
3*	Direção do esquema com relação à lâmina	0,619			
4*	Identificação da linha		0,548		
5	Preferência da rota		0,062		
6*	Compreensão da rota		0,436		
7	Acompanhamento visual da rota			0,648	
8*	Identificação dos pontos de parada e estações			0,344	
9*	Poluição do mapa			0,598	
10	Facilidade de uso do mapa				0,801
11*	Entendimento do mapa				0,739
12	Preferência do mapa				0,737
13*	Seleção do mapa				0,758
14	Representação da cidade				0,271

(\*) Perguntas padronizadas

Todos os efeitos calculados entre as variáveis têm um nível de significância de 0,01 exceto o indicador de preferência de rota que é significativo a um nível de 0,10. Para orientação espacial

(OE) o indicador mais importante é a direção do esquema com relação à lâmina de impressão (3\*) com um efeito de 0,619, mas os indicadores restantes apresentam efeitos com valores muito parecidos, por essa razão não deixam de ser importantes neste fator.

Na decisão da rota (DR) os indicadores de identificação da linha de ônibus e a compreensão da rota são os indicadores mais importantes apresentando os maiores valores de efeito sob o fator, entando a preferência da rota que tem um nível de significância de 0,10 é o que exerce um efeito muito abaixo dos outros com um valor de 0,062, fazendo que esse indicador não seja muito importante na hora de decidir qual rota escolher usando o mapa esquemático de transporte público.

Com relação ao monitoramento da rota (MR), pode-se dizer que a facilidade de fazer o acompanhamento visual da rota e a poluição visual que apresenta o mapa são as duas variáveis mais importantes apresentando os valores de 0,648 e 0,598 respectivamente, deixando num nível menos importante, mas não insignificante a identificação dos pontos de parada e estações no mapa esquemático de transporte público.

Na compreensão geral do mapa (CGM), a facilidade de uso do mapa, o entendimento que têm os usuários com relação ao mapa, a preferência e seleção do mapa com relação a outros mapas de diferentes características, são os indicadores mais importantes porque apresentam os maiores efeitos, mostrando que os mapas esquemáticos de transporte público não têm necessariamente de se assemelhar ao mapa geográfico da cidade. Outro resultado importante da modelagem são as correlações entre os fatores, as quais são apresentadas na Tabela 6.6.

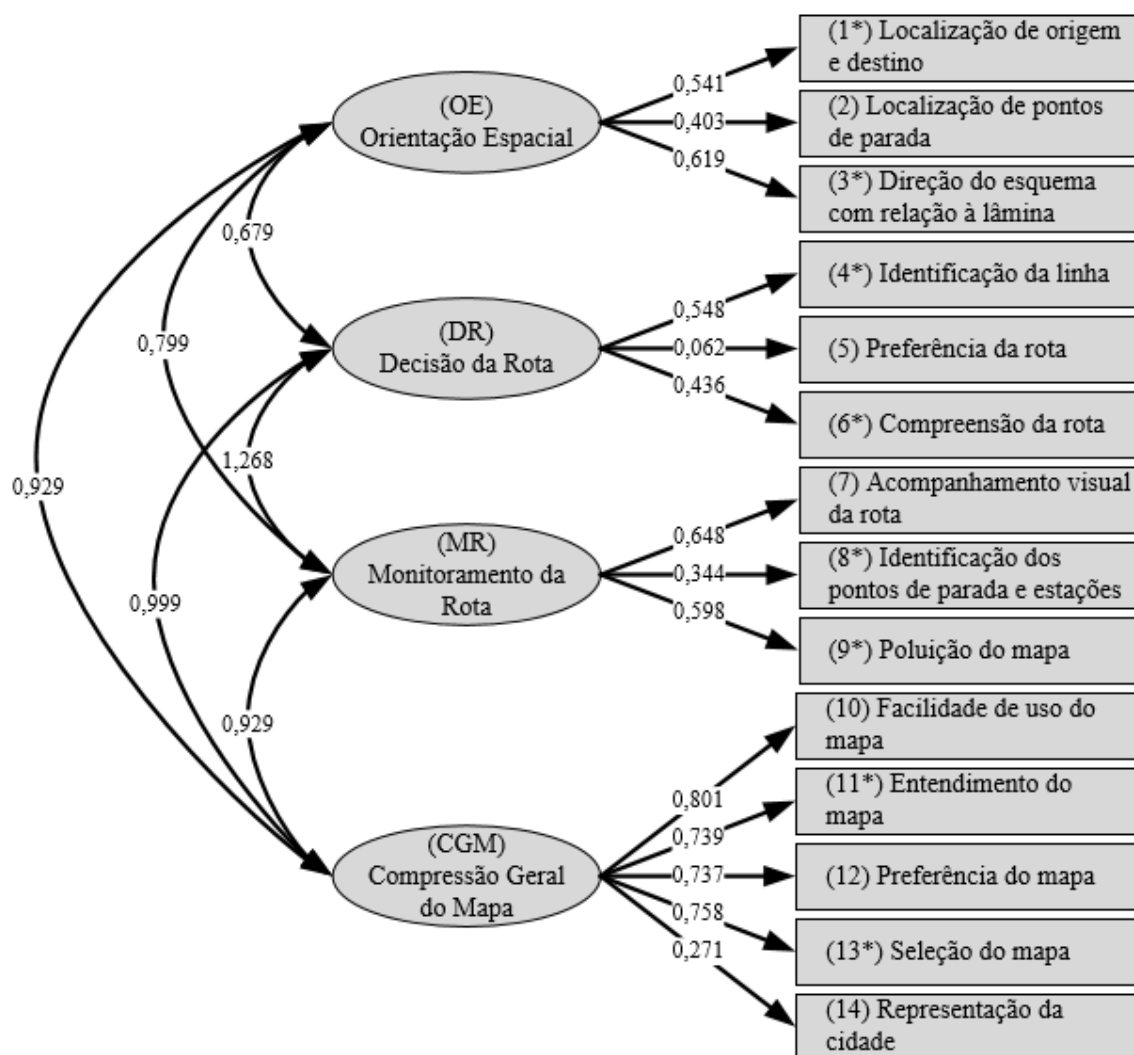
**Tabela 6.6: Correlações entre os Fatores**

Fatores	Orientação Espacial (OE)	Decisão da Rota (DR)	Monitoramento da Rota (MR)	Compressão Geral do Mapa (CGM)
Orientação Espacial (OE)		0,679	0,799	0,929
Decisão da Rota (DR)	0,679		1,268	0,999
Monitoramento da Rota (MR)	0,799	1,268		0,929
Compressão Geral do Mapa (CGM)	0,929	0,999	0,929	

Os valores de correlação entre os quatro fatores que compõem o modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público da Tabela 6.6, confirmam a existência de interdependência entre eles, por apresentar magnitudes muito parecidas, sendo o maior valor igual a 1,268, o qual explica a íntima ligação que existe entre o monitoramento da rota (MR) e a decisão da rota (DR).

A orientação espacial (OE) tem um impacto de 0,679 na decisão da rota (DR), 0,799 no monitoramento da rota (MR) e 0,929 na compreensão geral do mapa (CGM), o que indica que a orientação espacial (OE) tem um impacto maior no acompanhamento visual da rota no mapa do que na tomada de decisão de qual rota escolher para realizar a viagem. Esse maior impacto não indica que a orientação espacial (OE) deixe de ser importante na decisão da rota (DR).

Também é possível observar que o monitoramento da rota (MR) e a orientação espacial (OE) têm o mesmo impacto sob a compreensão geral do mapa (CGM) com uma correlação igual a 0,929 em ambos casos, enquanto que a decisão da rota (DR) é a mais influenciada pela compreensão geral do mapa (CGM) com uma correlação de 0,999. Todos os resultados da modelagem apresentados nas tabelas 6.5 e 6.6 são representados no modelo padronizado da Figura 6.9 para sua melhor visualização.



**Figura 6.10: Modelo de Percepção Geográfica dos Usuários de Transporte Público com Resultados Padronizados**

#### 6.4. ANÁLISE DE ACEITABILIDADE DO MAPA

Nesta seção é feita a análise qualitativa de aceitabilidade dos mapas, por meio da construção de uma matriz que integra a informação dos pareceres pessoais sob as características dos mapas esquemáticos, com os fatores do modelo da percepção geográfica dos usuários de transporte público, analisados na seção anterior. Para isso vai ser usada a agrupação por categorias explicada na seção 5.5. e analisada pela estatística descritiva na seção 6.2.4. Na Tabela 6.7 é apresentada a matriz da percepção espacial dos mapas esquemáticos.



**Tabela 6.7: Matriz de Percepção Espacial dos Mapas Esquemáticos**

Fator	Indicador	Categorias				
		Direção	Estilo	Esquema	Marcos	Informação
OE	(1*) Localização de origem e destino		Símbolos de pontos de parada	Compactação da informação espacial	Identificação de setores e bairros	
	(2) Localização de pontos de parada		Rótulos de pontos de parada		Pontos de referência	
	(3*) Direção do esquema com relação à lâmina	Orientação de impressão		Compactação da informação espacial		
DR	(4*) Identificação da linha		Rótulos de linhas	Sobreposição das linhas		
	(5) Preferência da rota		Símbolos de linhas e pontos de parada			Tabelas de horários, tempos de viagem, valor da passagem
	(6*) Compreensão da rota		Contraste de cores	Sobreposição das linhas, escala variável	Pontos de referência	
MR	(7) Acompanhamento visual da rota		Símbolos de linhas e pontos de parada	Número de ângulos de orientação das linhas		
	(8*) Identificação dos pontos de parada e estações		Símbolos e rótulos de pontos de parada			
	(9*) Poluição do mapa		Rótulos de linhas e pontos de parada	Compactação da informação espacial	Identificação de setores e bairros	
CGM	(10) Facilidade de uso do mapa		Contraste de cores	Número de ângulos de orientação das linhas		
	(11*) Entendimento do mapa	Orientação de impressão	Símbolos de linhas e pontos de parada	Número de ângulos de orientação das linhas	Identificação de setores e bairros	
	(12) Preferência do mapa	Orientação de impressão		Número de ângulos de orientação das linhas		
	(13*) Seleção do mapa	Orientação de impressão		Número de ângulos de orientação das linhas		
	(14) Representação da cidade	Orientação de impressão		Número de ângulos de orientação das linhas	Identificação de setores e bairros	

Da Tabela 6.7 pode-se inferir que a categoria direção por meio da orientação de impressão do mapa está relacionada com o indicador direção do esquema que é parte do fator orientação espacial (OE). Da mesma forma esta categoria é relacionada com o fator compreensão geral do mapa (CGM) por meio dos indicadores entendimento do mapa, preferência do mapa, seleção do mapa e representação da cidade.

A categoria estilo que tem a ver com o tipo de representação gráfica do mapa esquemático de transporte público, é relacionado com o fator orientação espacial (OE) por meio do tipo de simbologia e as características dos rótulos usados para representar os pontos de parada. Também se relaciona como o fator decisão da rota (DR) pelo tipo de rótulos, tipo de símbolos e contraste das cores usadas na representação das linhas de ônibus. Também está relacionado com os três indicadores do monitoramento da rota (MR) e os indicadores facilidade de uso do mapa e entendimento do mapa do fator compreensão geral do mapa (CGM).

A categoria esquema que engloba as características da representação esquemática usada no mapa de transporte público que são o número de ângulos das linhas (4 cada 90°, 8 cada 45° ou 12 cada 30°), compactação da informação espacial (linearidade), sobreposição das linhas e a variação da escala nas diferentes áreas do mapa, está relacionada com os quatro fatores do modelo de percepção geográfica. Esta categoria só não é relacionada aos indicadores: localização de pontos de parada do fator orientação espacial (OE), preferência da rota do fator decisão da rota (DR), e identificação dos pontos de parada e estações do fator monitoramento da rota (MR).

A categoria marcos por meio da identificação de setores e bairros da cidade, e pontos de referência, está relacionada com os indicadores: localização de origem e destino e direção do esquema com relação à lâmina do fator orientação espacial (OE), compreensão da rota do fator decisão da rota (DR), poluição do mapa do fator monitoramento da rota (MR), e entendimento do mapa e representação da cidade do fator compreensão geral do mapa (CGM).

A última categoria referida às informações adicionais como tabelas de horários, tempos de viagem e valor da passagem, só está relacionada com o fator decisão da rota (DR) por meio do indicador preferência da rota. O que indica que a preferência que os usuários têm sob uma rota

determinada não depende apenas de variáveis geográficas, mas também de variáveis econômicas como tempos de viagem e valor da passagem.

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1. CONCLUSÕES

O objetivo geral da dissertação foi avaliar a percepção geográfica que os usuários de ônibus têm das representações esquemáticas de linhas de transporte público. A finalidade foi identificar as principais características de construção gráfica que facilitem a compreensão dos mapas esquemáticos. Esses propósitos foram cumpridos por meio da aplicação dos conceitos e técnicas da geografia da percepção, as quais permitiram utilizar a análise estatística descritiva, análise fatorial confirmatória e análise de aceitabilidade do mapa, para explicar e avaliar quantitativamente e qualitativamente, os resultados obtidos no estudo de caso sobre usuários de ônibus do Plano Piloto de Brasília.

A disponibilidade de dados geográficos do sistema de transporte de Brasília, permitiu a conformação de um sistema de informação geográfica (SIG), e com ele, a geração automática dos mapas esquemáticos, usando a ferramenta *schematic* do *ArcGIS*. A ferramenta é muito útil para reduzir o tempo de construção dos mapas esquemáticos, mas foi necessário fazer uma adequação e correção manual dos esquemas, pois os esquemas obtidos com a aplicação dos algoritmos, depois de 1250 iterações apresentaram alguns erros de representação.

O método desenvolvido para avaliar a percepção dos mapas esquemáticos de transporte público urbano baseado nos conceitos e técnicas da geografia da percepção, empregando a geração automática de mapas esquemáticos por meio de ferramentas de sistemas de informação geográfica, técnicas de pesquisa de aplicação de questionários e comparação de imagens, e combinando análises estatísticas quantitativas e análise qualitativa, provou sua aplicabilidade no estudo de caso e sua efetividade para avaliar a percepção geográfica dos usuários de transporte público.

O modelo de percepção geográfica dos usuários de transporte público, proposto neste trabalho, baseado no modelo de orientação espacial dos usuários de transporte público definido por Satalinch (1995) e Sacariot *et al.* (2011), demonstrou ter uma boa qualidade de ajuste apresentado índices comparativos de ajuste que são próximos aos valores ideais definidos pela literatura,

porém são aceitados marginalmente. O modelo desenvolvido neste trabalho também provou sua utilidade na identificação das principais características de representação esquemática dos mapas de transporte público avaliando a percepção geográfica dos usuários.

Dos 14 indicadores definidos para explicar os quatro fatores que compõem o modelo, só o quinto indicador, referente à preferência da rota do fator decisão da rota (DR), não apresentou valores satisfatórios nas três análises realizadas. Na análise descritiva teve o maior coeficiente de variação (C. V.) com um valor de 41,82 mostrando pouca representatividade de sua média e uma menor homogeneidade dos dados coletados. Na análise confirmatória, ele mostrou o efeito mais baixo (0,062) com um nível de significância de 0,10. E na análise de aceitabilidade do mapa identificou-se que a preferência da rota não depende apenas da informação geográfica, mas também de informações adicionais como horários dos ônibus, tempos de viagem e valor da passagem.

## **7.2. RECOMENDAÇÕES**

Nesta seção são feitas algumas recomendações referentes à aplicação do método e à realização de futuros trabalhos nesta linha de pesquisa:

- O modelo desenvolvido não conseguiu medir com efetividade a preferência que os usuários têm sob uma rota específica, recomenda-se procurar novos indicadores que auxiliem a correção desta deficiência, tais como indicadores referidos a tabelas de horários e valores da passagem;
- O número de linhas de ônibus a ser representadas num mapa esquemático deve ser limitado, de modo que os usuários possam entender o sistema e encontrar a melhor forma de utilizá-lo;
- Foram testados três tipos de mapas esquemáticos de transporte público, baseados principalmente na variação do número de ângulos e direções de simplificação das linhas. Em futuros trabalhos seria interessante testar outras formas de representação esquemática tais como a utilização de curvas em vez de linhas retas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrawala, M. e Stolte C. (2001) *Rendering Effective Route Maps: Improving Usability through Generalization*. Proceedings of ACM SIGGRAPH 2001. Los Angeles, CA.
- Allard, J. (2009) *The design of public transport maps: graphic elements and design operations in the representation of urban navigation systems*. Tesi di dottorato. Politecnico di Milano. Dipartimento INDACO. Dottorato di ricerca in Disegno Industriale e Comunicazione Multimediale. XXI ciclo.
- Alvarez, J. E. (1979) *Consideraciones sobre la geografía de la percepción*», Paralelo 37, nº 3.
- Antenucci, J.C.; Brown, K.; Crosswell, P.L. e Kevany, M.J. (1991) *Geographic Information Systems: A Guide to the Technology*, (New York: Van Nostrand Reinhold).
- Araújo, R. G. (2010) *Cinquenta anos do mobiliário urbano de transporte público em Brasília*. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- Arthur, P.; Passini, R. (1992) *Wayfinding: People, Signs, and Architecture*, McGraw-Hill: New York, 1992.
- Avelar, S. (2002) *Schematic Maps On Demand: Design, Modeling and Visualization*. PhD thesis, Institut of Technology Zurich.
- \_\_\_\_\_. (2008) *Visualizing public transport networks: an experiment in Zurich*. *Journal of Maps*, v2008.
- \_\_\_\_\_. (2014) *Automated Schematic Mapping: 12 years on*. Position Paper for First International Schematic Mapping Workshop 2014 at the University of Essex, Colchester, United Kingdom.
- \_\_\_\_\_.; Allard, J. (2009) *From graphical presentation to users' comprehension of Transantiago network map*. *International Cartographic Conference (ICC 2009)*, Santiago de Chile, Chile, 15–21 November 2009.
- \_\_\_\_\_.; Hurni, L. (2006). *On the Design of Schematic Transport Maps*. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 41(3).
- Balcombe, R.J. e Vance, C.E. (1998) *Information for Bus Passengers: A Study of Needs and Priorities*. Transportation Research Laboratory – Report 330. Funded by the Department of the Environment, Transport, and the Regions. United Kingdom.
- Barkowsky, T., Latecki, L. J. e Richter, K. (2000). *Schematizing Maps: Simplification of Geographic Shape by Discrete Curve Evolution*. In *Spatial Cognition II, Integrating*

- Abstract Theories, Empirical Studies, Formal Methods, and Practical Applications. Springer-Verlag.
- Bosque, J. S.; Diaz M. A. M.; Escobar, F. J. M. e Castro, C. A. (1992) *Práticas de geografia de la percepción y de la actividad cotidiana*. Barcelona: Oikos-Tau, 1992.
- Brazile, F. (1998) *A generalization machine design that incorporates quality assessment*, Vancouver: Simon Fraser University.
- Cabello, S.; De Berg M. e Van Kreveld M. (2005) *Schematization of Networks*. Computational Geometry: Theory and Algorithms 30.
- Cain, A. (2004). *Design Elements of Effective Transit Information Materials*. National Center for Transit Research, Report 527-12. Center for Urban Transportation Research. University of South Florida.
- \_\_\_\_\_. (2007) *Developing a Printed Transit Information Material Design Manual “Designing Printed Transit Information Materials –A Guidebook for Transit Service Providers”*. Nacional Center for Transit Research. NCTR Project 77710-00.
- \_\_\_\_\_; Morris, W. P.; Mistretta, M.; Teague, W. e Clark, P.C. (2007) *Developing a Printed Transit Information Material Design Manual*, technical report, Florida: Center for Urban Transportation Research.
- Casakin, H.; Barkowsky, T.; Klippel, A. e Freksa, C. (2000). *Schematic Maps as Wayfinding Aids*. In *Lecture Notes in Artificial Intelligence - Spatial Cognition II*, 1849.
- Costa, L. (1974) *Considerações em torno do Plano-Piloto de Brasília*. I Seminário de Estudos dos Problemas urbanos de Brasília. Anais. Brasília: Senado Federal, 1974.
- Cluett, C., Bregman, S. e Richman, J. (2003). *Battelle Memorial Institute & Multisystems, Inc. Customer Preferences for Transit ATIS: Research Report*. Federal Transit Administration, U.S. Department of Transportation. Washington, D.C.
- Cypriane, I. V. D.; Guedes, C. e Cardoso, D. D. (2002) *A importância dos sistemas de informação sobre usuários na qualidade do serviço de transporte coletivo urbano*. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP – Ano 25 – 4º trimestre*, 2002.
- Dent, B.D. (1996) *Cartography. Thematic map design*. Boston: Wm. C. Brown Publishers.
- DFTRANS (2015) <http://www.dftrans.df.gov.br>. *Sítio web oficial da autarquia DFTRANS – Transporte Urbano do Distrito Federal*.
- Distrito Federal – DF (2005) *Decreto nº 26.048, de 20 de julho de 2005. Normas viárias do Distrito Federal*. *Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, DF, 22 fev. 2005. Seção 1*.

- Dziekan, L. (2008) The transit experience of newcomers to a city – learning phases, system difficulties, and information search strategies. Paper Presented at the 87th Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC.
- Eastman, J.R. (1985) Graphic organization and memory structures for map learning. *Cartographica*, 22.
- Eastwood, D. A. (1992) Technical aspects in the geography perception process. En: V Coloquio de Geografía Cuantitativa. Zaragoza, 21-25 de septiembre de 1992. Actas. Ponencias. Institución Fernando el Católico, Zaragoza.
- Elroi, D. (1988): GIS and Schematic Maps: A New Symbiotic Relationship. In: Proceedings GIS/LIS 88, San Antonio, TX.
- Ely, V. H. M. B. (2003) Ergonomia + Arquitetura: buscando um melhor desempenho do ambiente físico. Anais do 3º Ergodesign. Rio de Janeiro: LEUI/PUC-Rio, 2003.
- Esri, (2006) ArcGIS Schematics: Automatic Schematic Generation for ArcGIS, USA: ESRI.
- Fallat, G., Sollohub, D. e Jeng, O. J. (2004). Improving Public Transit Schedules – Timetables People Can Actually Read. New Jersey Institute of Technology. New Jersey Department of Transportation, U.S DOT and FHWA
- Fernández, R. (1998) Análisis del Problema del Transporte Urbano. En: Ciencia al Día Internacional. Tecnología y Ciencias de la Ingeniería. Chile, 1998, vol. II, núm. 1.
- Francini, T.; Dal, A. C. (2000) Indicadores urbanos y sostenibilidad. Hacia la definición de un umbral de consumo sostenible del suelo, Ciudad y Territorio: Estudios territoriales, XXXII nº 123.
- Frank, A.U. e Raubal, M. (1999). Formal specification of image schemata. A step to interoperability in geographic information systems. *Journal of Cognition and Computation*, 1.
- Galvão, M. L. (2010) Esquematisações infográficas automáticas para transporte público: usando algoritmos genéticos, Trabalho de Graduação – Ciência da Computação, Universidade de Brasília.
- Ganau, C. J. (1998) La ciutat subjectiva: promoció urbana i formació d'imatges culturals de la ciutat, en La ciutat fragmentada: grups socials, qualitat de vida i participació. VI Setmana d'Estudis Urbans a Lleida. 16-20 d'octubre de 1995. Universitat de Lleida.
- Garland, H. C.; Haynesm, J. J.; Grubb, G. C. (1979) Transit map color coding and street detail effects on trip planning performance. *Environment and Behavior* 11.



- Garling, T. e Golledge, R. G. (1989) Environmental perception and cognition. In E. Zube & G. Moore, Eds., *Advances in Environmental Behaviour and Design*. New York, NY: Plenum Press, Vol. 2.
- Gibson, J.J. (1979) *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gill, J. (1997) *Access Prohibited? Information for Designers of Public Access Terminals*, Royal National Institute for the Blind. London, United Kingdom.
- Goss, J. (1993) *The Mapmaker's Art*. Hong Kong: Rand McNally.
- Guo, Z. (2011) Mind the map! The impact of transit maps on path choice in public transit. *Transportation Research Part A* 45 2011.
- Hadlaw, J. (2003) *The London Underground Map: Imagining Modern Time and Space*. MIT Press, Cambridge, MA – USA.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L. e Black, W. C. (2005) *Análise multivariada de dados*. Tradução Adonai Schlup Sant'Anna; Anselmo Chaves Neto. 5ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2005.
- Hannes, E.; Janssens, D. e Wets, G. (2006) Proximity is a state of mind. Exploring mental maps in daily travel behaviour. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Travel Behaviour Research*, Kyoto, Japan.
- Hegarty, M. (2004) Diagrams in the mind and in the world: relations between internal and external visualizations. In: Blackwell, A., Marriott, K., Shimojima, A., (Eds.), *Diagrammatic Representation and Inference*.
- Higgins, L e Koppa, R. (1999). *Passenger Information Services: A Guidebook for Transit Systems*. TCRP Report 45. Transportation Research Board, National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- Hochmair, H. (2009) The Influence of Map Design on Route Choice from Public Transportation Maps in Urban Areas. *The Cartographic Journal* Vol. 46 No. 3 August 2009. The British Cartographic Society 2009.
- Johnson, S. C. (1967) "Hierarchical Clustering Schemes" *Psychometrika*. 32.
- Kachigan, S. K. (1986) *Statistical Analysis – An Interdisciplinary Introduction to Univariate and Multivariate Methods*, Radius Press, New York.
- Kishnani, N. (1994) Space, signs, information. An evaluation of the wayfinding system at Stansted Airport. *Proceedings of Public Graphics*. The Netherlands: September 1994.

- Klippel, A. (2003) Wayfinding Choremes: Conceptualizing Wayfinding and Route Direction Elements. Doctoral dissertation, department of Mathematics and Informatics, University of Bremen, September 2003.
- Koffka, K. (1935) Principles of Gestalt psychology. New York: Harcourt, Brace, & World.
- Kline, R. B. (1998) Principles and Practice of Structural Equation Modeling. The Guilford Press.
- Larkin, J. e Simon, H.A. (1987) Why a diagram is (sometimes) worth 10 000 words. Cognitive Science 11.
- Lawton, C.A e Kallai, J. (2002). Gender Differences in Wayfinding Strategies and Anxiety About Wayfinding: A Cross-Cultural Comparison. Sex Roles, Vol 47, Nos 9/10.
- Ledrut, R. (1970) L'image de la ville, Espaces et Sociétés, n° 1.  
 \_\_\_\_\_. (1973) Les images de la ville. Ed. Anthropos, Paris.  
 \_\_\_\_\_. (1973) Parole et silence de la ville, Espaces et Sociétés, n° 9.
- Leite, F. C. L. e Anjos F. A. D. (2010) A Aplicabilidade dos Elementos da Morfologia Urbana como Categorias da Leitura da Cidade: o Estudo do Plano Piloto de Brasília. Anais XVI Encontro Nacional dos Geógrafos.
- Lowenthal, D. (1961) Geography, experience and imagination: towards a geographical epistemology, Annals of the Association of American Geographers, n° 51.
- Lynch, K. (1960) The image of the city. Cambridge, Massachusetts, MIT Press and Harvard University Press.
- Marquez, M. S. (2007) A escala monumental do plano piloto de Brasília. 2007. Dissertação - (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- Millán, M. E. (2004) La geografía de la percepción: una metodología de análisis para el desarrollo rural, Papeles de Geografía, n° 40.
- Moles, A. e Rohmer, E. (1976) Psychologie de l' espace. En FREMONT, A. La région, espace vécu. Presses Universitaires de France, París. 1976. Página 24. Citado por ZAMORANO, Mariano.
- Monmonier, M. (1996) How to lie with Maps, Chicago: The University of Chicago Press.
- Montello, D. R. (2002) Cognitive Map-*Design* Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. Cartography and Geographic Information Science, Vol. 29, No. 3, 2002.

- Morlok, E. K. (1978) Introduction to Transportation Engineering and Planning. International student edition. Civil and Urban Engineering Department, University of Pennsylvania, United States: McGraw Hill.
- Morrison, A. (1996) Public Transport Maps in Western European Cities. *Cartographic Journal* 33/2.
- Murteira, B. (1993) *Análise Exploratória de Dados – Estatística Descritiva*, MacGraw-Hill.
- Ovenden, M. (2005) *Metro Maps of the World*. Capital Transport Publishing.
- \_\_\_\_\_. (2007) *Transit Maps of the World*. Penguin Group, New York.
- Peng, Z.R. e Jan, O. (1999) An assessment of means of transit information delivery. *Transportation Research Record*, forthcoming.
- Petchenik, B. B. (1974) A Verbal Approach to Characterizing the Look of Maps. *American Cartographer* 1/1.
- Pilon, J. A. (2009) *Sistema de Informação ao Usuário do Transporte Coletivo por Ônibus na Cidade de Vitória – ES*. UTFPR. Dissertação de Mestrado. UTFPR, Ponta Grossa, 2009.
- Pun-Cheng, L. S. C. (2012) An Interactive Web-Based Public Transport Enquiry System With Real-Time Optimal Route Computation. *IEEE Transactions On Intelligent Transportation Systems*, Vol. 13, No. 2, June.
- Radoczky, V. e Gartner G. (2005) Extent and effectiveness of map abstraction for communication routes in a LBS. In *Proceedings of 22st International Cartographic Conference*. La Coruna, Spain.
- Raubal, M.; Egenhofer, M. J.; Pfoser, D. e Tryfona, N. (1997). Structuring space with image schemata: Wayfinding in airports as a case study. In S.C. Hirtle & A.U. Frank (Eds.), *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS*. Springer: Berlin.
- Roberts, M. J. (2012). *Underground maps unraveled, explorations in information design*. Wivenhoe.
- \_\_\_\_\_; Newton, E. J.; Lagattolla, F. D.; Hughes, S. e Hasler, M. C. (2013) Objective versus subjective measures of Paris Metro map usability: Investigating traditional octolinear versus all-curves schematics. *Int. J. Human-Computer Studies* 71. Elsevier.
- \_\_\_\_\_. (2014) Schematic maps in the laboratory. In: *First International Schematic Mapping Workshop*, 2-3 April 2014, Wivenhoe. University of Essex.
- Rubin, H.J. e Rubin, I.S. (1995) *Qualitative interviewing. The art of hearing data*. Thousand Oaks, CA: Sage.

- Rumelhart, D.E. (1984) Schemata and the cognitive system. R.S. Wyer, T.K. Skroll (Eds.), Handbook of social cognition, Vol. 1. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Satalich, G. A. (1995) Navigation and Wayfinding in Virtual Reality: Finding Proper Tools and Cues to Enhance Navigation Awareness. Master Thesis, University of Washington, 1995.
- Scariot, C. A.; Lanzoni, C. e Spinillo, C. G. (2011) O processo de orientação espacial e as necessidades informacionais de um usuário do transporte público. In: 5 CONGIC - Congresso Nacional de Iniciação Científica em *Design* da Informação, 2011, Florianópolis. 5 Congresso Internacional de *Design* da Informação, 2011.
- Seyedi-Shandiz, S. (2014) Schematic representation of the geographical railway network used by the Swedish Transport Administration Master degree thesis nr 34, 30/ credits in Master in Geographical Information Systems Department of Physical Geography and Ecosystems Science, Lund University.
- Spinillo, C. G. (2002) Are visual instructions successful messages? Some considerations in the analysis of procedural pictorial sequences. In: Griffin, R.; Lee, J.; Williams, V. (Org.). Visual literacy in message design: Selected Readings of the International Visual Literacy Association (IVLA) Annual Conference 2001. 1 ed. Loretto, PA: IVLA- International Visual Literacy Association, 2002.
- Throwbridge, C. C. (1913) Fundamental methods of orientation and imaginary maps. *Science* 38 – pp 888-897.
- Uttal, D. (2000) Seeing the big picture: map use and the development of spatial cognition. *Developmental Science* 3.
- Valentí, J. V. (1983) Introducción al estudio teórico de la Geografía. Ed. Ariel, Barcelona.
- Vara, J. L. (2008) Cinco décadas de Geografía de la percepción. *Ería*, 77. Universidad de Oviedo.
- \_\_\_\_\_. (2010) Um análisis necesario: epistemología de La geografía de la percepción. *Papeles de Geografía*, 2010, 51-52, PP. 337-344. ISSN: 0213-1781.
- Vertesi, J. (2008) Mind the gap: the London underground map and users' representations of urban space. *Social Studies of Science* 38.
- Vonderohe, A.P.; Travis, L.; Smith, R.L. e Tsai, V. (1993) Adaptation of geographic information systems for transportation. National Cooperative Highway Research Program Report 359. Transportation Research Board. Washington, DC.

- Weibel, R. (1997) Generalization of spatial data: Principles and selected algorithms. In M. van Kreveld, J. Nievergelt, T. Roos, and P. Widmayer (Eds.), *Algorithmic foundations of geographic information systems*. Berlin: Springer.
- Wolff, A. (2007). Drawing Subway Maps: A Survey. *Informatik - Forschung und Entwicklung*, 22(1). doi: 10.1007/s00450-007-0036-y.
- Xiao-lin, L. (2006) Research on Architecture for Web Services Based Uniform GIS Transportation Information Platform. *Proceedings of the Fifth International Conference on Machine Learning and Cybernetics*, Dalian, 13-16 August. IEEE.
- Zeng, W.; Chang, X. e Ly, J (2010) *Design of Data Model for Urban Transport GIS*. *Journal of Geographic Information System*, 2010, 2.

## **ANEXOS**

**ANEXO I – Mapas Esquemáticos de Transporte  
Público de Brasília**

# LINHAS DE ÔNIBUS DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
 FACULDADE DE TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES  
 GRUPO DE COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES E NOVAS TECNOLOGIAS  
 PROJETO DE DISSERTAÇÃO EM TRANSPORTES:  
 "AVALIAÇÃO DA PERCEÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS DE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS"

## MAPA 1

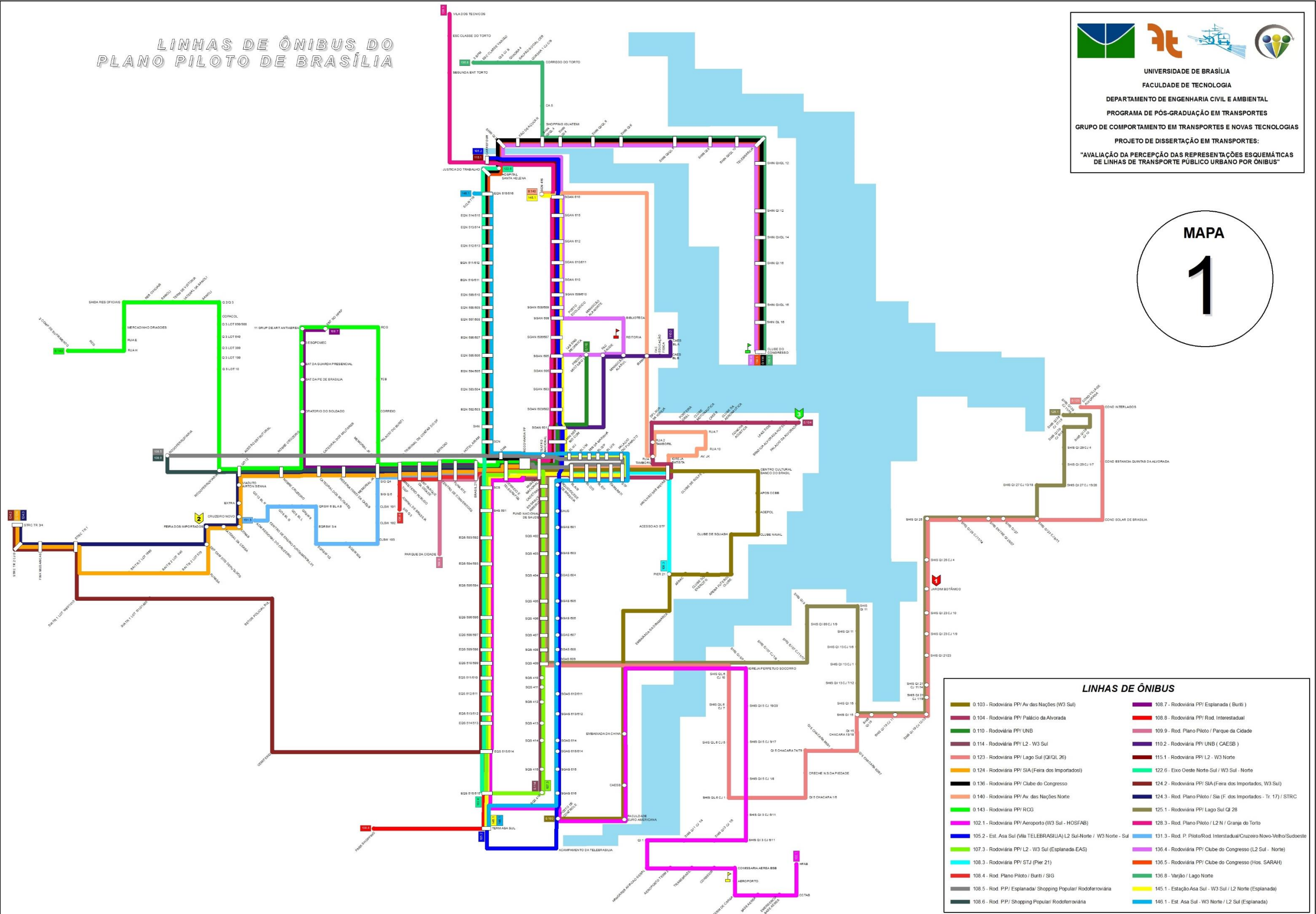


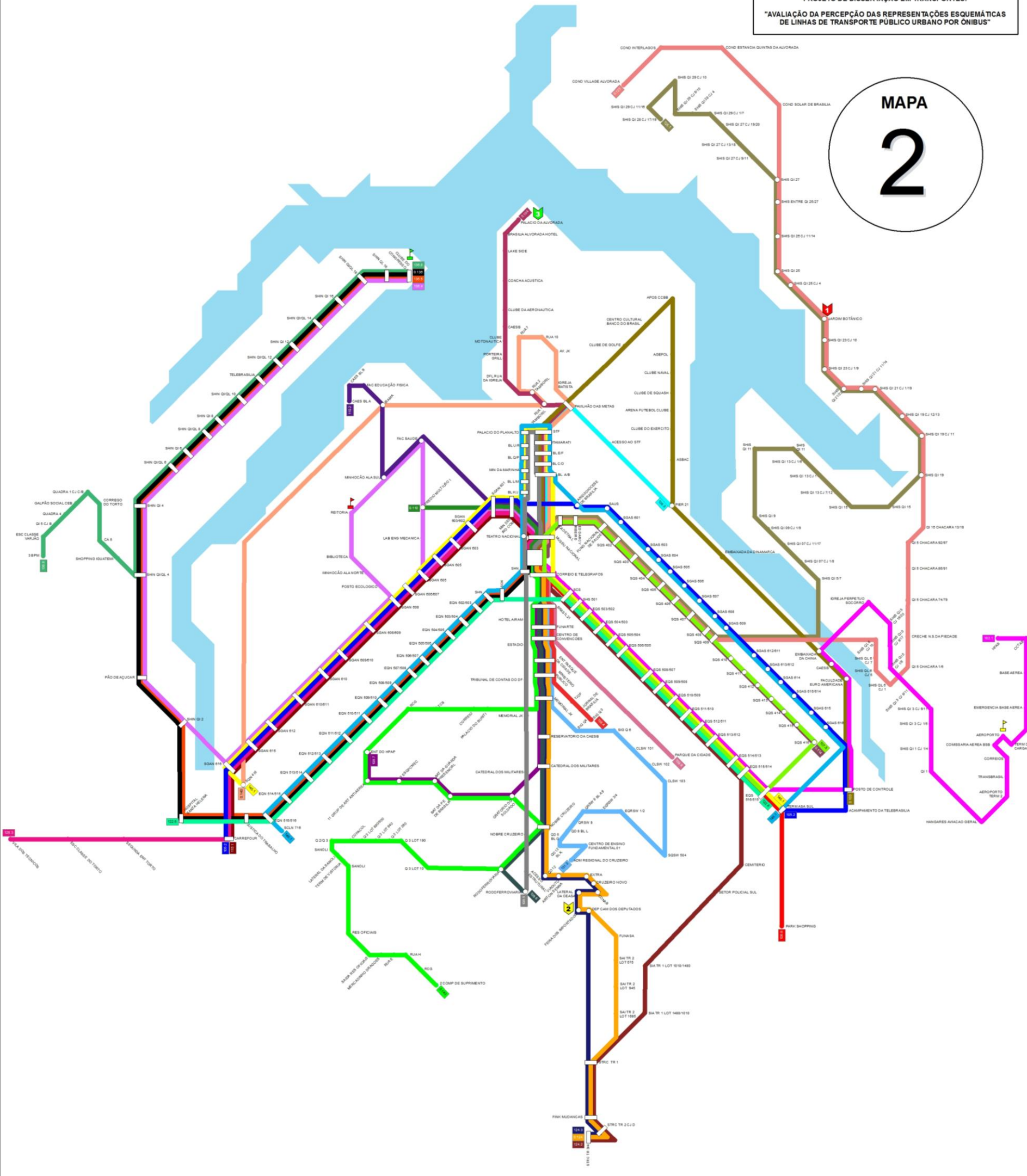
Figura A.I.1: Mapa 1 Ortogonal Horizontal



# LINHAS DE ÔNIBUS DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES  
GRUPO DE COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES E NOVAS TECNOLOGIAS  
PROJETO DE DISSERTAÇÃO EM TRANSPORTES:  
"AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS DE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS"

MAPA  
**2**



**LINHAS DE ÔNIBUS**

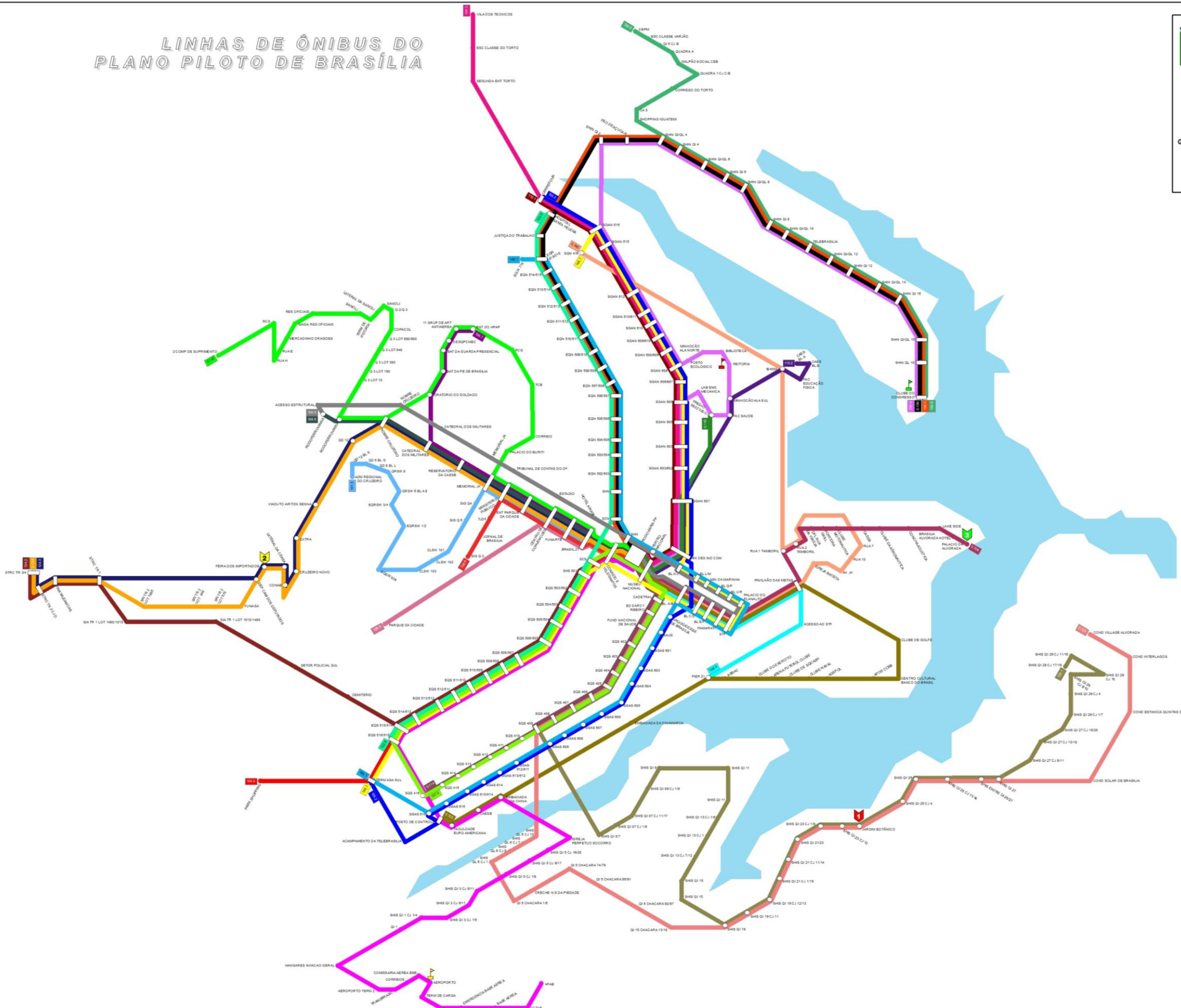
0 103 - Rodoviária PPI Av das Nações (W3 Sul)	0 140 - Rodoviária PPI Av. das Nações Norte	108 5 - Rod. PPI/ Esplanada/ Shopping Popular/ Rodoferroviária	122 6 - Eixo Oeste Norte-Sul / W3 Sul - Norte	136 5 - Rodoviária PPI Clube do Congresso (Hos. SARAH)
0 104 - Rodoviária PPI Palácio da Alvorada	0 143 - Rodoviária PPI RCG	108 6 - Rod. PPI/ Shopping Popular/ Rodoferroviária	124 2 - Rodoviária PPI SIA (Feira dos Importados, W3 Sul)	136 8 - Varjão / Lago Norte
0 110 - Rodoviária PPI UNB	102 1 - Rodoviária PPI Aeroporto (W3 Sul - HOSFAB)	108 7 - Rodoviária PPI Esplanada (Burti)	124 3 - Rod. Plano Piloto / SIA (F. dos Importados - Tr. 17) / STRC	145 1 - Estação Asa Sul - W3 Sul / L2 Norte (Esplanada)
0 114 - Rodoviária PPI L2 - W3 Sul	105 2 - Est. Asa Sul (Vila TELEBRASÍLIA) L2 Sul-Norte / W3 Norte - Sul	108 8 - Rodoviária PPI Rod. Interestadual	125 1 - Rodoviária PPI Lago Sul Qi 28	146 1 - Est. Asa Sul - W3 Norte / L2 Sul (Esplanada)
0 123 - Rodoviária PPI Lago Sul (Qi/QL 26)	107 3 - Rodoviária PPI L2 - W3 Sul (Esplanada-EAS)	109 9 - Rod. Plano Piloto / Parque da Cidade	126 3 - Rod. Plano Piloto / L2 N / Granja do Torto	
0 124 - Rodoviária PPI SIA (Feira dos Importados)	108 3 - Rodoviária PPI STJ (Pier 21)	110 2 - Rodoviária PPI UNB ( CAESB )	131 3 - Rod. P. Piloto/Rod. Interestadual/Cruzeiro Novo-Velho/Sudoeste	
0 136 - Rodoviária PPI Clube do Congresso	108 4 - Rod. Plano Piloto / Burti / SIG	115 1 - Rodoviária PPI L2 - W3 Norte	136 4 - Rodoviária PPI Clube do Congresso (L2 Sul - Norte)	

Figura A.I.2: Mapa 2 Octilinear Vertical

# LINHAS DE ÔNIBUS DO PLANO PILOTO DE BRASÍLIA

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
 FACULDADE DE TECNOLOGIA  
 DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES  
 GRUPO DE COMPORTAMENTO EM TRANSPORTES E NOVAS TECNOLOGIAS  
 PROJETO DE DISSERTAÇÃO EM TRANSPORTES:  
 "AVALIAÇÃO DA PERCEÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS DE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS"

## MAPA 3



- ### LINHAS DE ÔNIBUS
- 0.103 - Rodoviária PPI Av das Nações (W3 Sul)
  - 0.104 - Rodoviária PPI Palácio da Alvorada
  - 0.110 - Rodoviária PPI UNB
  - 0.114 - Rodoviária PPI L2 - W3 Sul
  - 0.123 - Rodoviária PPI Lago Sul (QI/QJL 26)
  - 0.124 - Rodoviária PPI SIA (Fera dos Importados)
  - 0.136 - Rodoviária PPI Clube do Congresso
  - 0.140 - Rodoviária PPI Av. das Nações Norte
  - 0.143 - Rodoviária PPI RCG
  - 102.1 - Rodoviária PPI Aeroporto (W3 Sul - HOSFAB)
  - 105.2 - Est. Asa Sul (Via TELEBRASÍLIA) L2 Sul-Norte / W3 Norte - Sul
  - 107.3 - Rodoviária PPI L2 - W3 Sul (Esplanada EAS)
  - 108.3 - Rodoviária PPI STJ (Pier 21)
  - 108.4 - Rod. Plano Piloto / Burti / SIG
  - 108.5 - Rod. PPI/ Esplanada/ Shopping Popular/ Rodoferroviária
  - 108.6 - Rod. PPI/ Shopping Popular/ Rodoferroviária
  - 108.7 - Rodoviária PPI Esplanada ( Burti )
  - 108.8 - Rodoviária PPI Rod. Interestadual
  - 109.9 - Rod. Plano Piloto / Parque da Cidade
  - 110.2 - Rodoviária PPI UNB ( CAESB )
  - 115.1 - Rodoviária PPI L2 - W3 Norte
  - 122.6 - Eixo Oeste Norte-Sul / W3 Sul - Norte
  - 124.2 - Rodoviária PPI SIA (Fera dos Importados, W3 Sul)
  - 124.3 - Rod. Plano Piloto / SIA (F. dos Importados - Tr. 17) / STRC
  - 125.1 - Rodoviária PPI Lago Sul QI 28
  - 128.3 - Rod. Plano Piloto / L2 N / Granja do Torto
  - 131.3 - Rod. P. Piloto/Rod. Interestadual/Cruzeiro Novo-Velho/Sudoeste
  - 136.4 - Rodoviária PPI Clube do Congresso (L2 Sul - Norte)
  - 136.5 - Rodoviária PPI Clube do Congresso (Hos. SARAH)
  - 136.8 - Varjão / Lago Norte
  - 145.1 - Estação Asa Sul - W3 Sul / L2 Norte (Esplanada)
  - 146.1 - Est. Asa Sul - W3 Norte / L2 Sul (Esplanada)

Figura A.I.3: Mapa 3 Dodecalinear Obliquo

## **ANEXO II – Questionário**



**AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DAS REPRESENTAÇÕES ESQUEMÁTICAS  
DE LINHAS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO POR ÔNIBUS**

Idade: \_\_\_\_\_ Curso / Profissão: \_\_\_\_\_ Semestre: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Sexo:  M  F

Usa Transporte Público:  S  N

Morou no Exterior:  S  N

- Escolha um mapa para avaliar e escreva o número no círculo Mapa,
- Escolha uma viagem das três alternativas de viagem apresentadas abaixo (para cada mapa escolher uma viagem diferente),
- Planeje a viagem usando o mapa, e na caixa da alternativa escolhida escreva os números das linhas de ônibus e os pontos de transferência (pontos de parada ou terminais onde troca de linha), na mesma sequência que você seguirá para realizar a viagem,
- Escolha outro mapa e repita os passos de 1 a 3 até avaliar os três mapas.

Mapa: 

**Alternativas de viagem (escolher uma diferente para cada mapa).**

- Jardim Botânico (Setor Lago Sul) - Reitoria da Universidade de Brasília (Asa Norte).
- Feira dos Importados (SIA) - Aeroporto.
- Palácio da Alvorada - Clube do Congresso (Lago Norte).

		Discordo Plenamente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Plenamente
		1	2	3	4	5
<b>ORIENTAÇÃO ESPACIAL</b>						
1.	Foi difícil reconhecer o ponto de origem (de onde saio) e o ponto de destino (para onde vou) usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2.	Os nomes dos pontos de ônibus foram fáceis de identificar neste mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3.	A orientação (vertical, horizontal ou oblíqua) do desenho deste mapa dificulta seu uso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>DECISÃO DA ROTA</b>						
4.	As linhas de ônibus (rotas) foram difíceis de discriminar (identificar) usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5.	Prefiro procurar uma rota direta, não importa quantas vezes mude de uma linha para outra.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6.	Algumas partes do mapa pareciam confusas, e eu planejei as viagens desconsiderando as partes confusas do mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>MONITORAMENTO DA ROTA</b>						
7.	As rotas das linhas de ônibus foram fáceis de seguir usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8.	Os pontos de parada para mudar de uma linha de ônibus a outra (estações de transferência), foram difíceis de identificar com este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.	Encontrei o mapa visualmente poluído (muita informação desnecessária).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>COMPREENSÃO GERAL DO MAPA</b>						
10.	Foi fácil planejar as viagens usando este mapa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.	Achei o mapa confuso.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.	Ficaria feliz em usar este mapa para planejar viagens em Brasília.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13.	Procuraria outro desenho de mapa de ônibus para usar na próxima vez.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14.	O mapa é destinado para planejar viagens, mas acho que ele também é uma representação compreensível da cidade.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>PARECER PESSOAL</b>						
15.	Que aspecto(s) do mapa você mais gostou?					
16.	Que aspecto(s) do mapa você menos gostou?					
17.	Que você sugere que deveria ser acrescentado no mapa?					

**Figura A.II.1: Questionário de Pesquisa de Campo**