

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PROGRAMA DE MESTRADO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES**

**PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL  
PARA UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE  
VIAGENS UTILIZANDO STPP**

**Fabiano do Nascimento Lira**

**Dissertação submetida ao Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes (PETRAN), da Universidade Federal do Ceará (UFC), como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências (M. Sc.) em Engenharia de Transportes.**

**ORIENTADOR:**  
**Prof. Dr. Júlio Francisco Barros Neto**

**CO-ORIENTADOR:**  
**Prof. M. Sc. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho**

**Fortaleza**  
**2009**

**FICHA CATALOGRÁFICA****LIRA, FABIANO DO NASCIMENTO****Proposta de um Modelo Conceitual para um Sistema de Planejamento de Viagens Utilizando STPP. Fortaleza, 2009.**

169 fls., Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

1. Sistema de Planejamento de Viagens                      2. Transporte Público  
3. Tecnologias de Coleta e Transmissão de Dados      4. Análise de Sistema de Transporte

CDD 388

**REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

Lira, F. N. (2009). Proposta de um Modelo Conceitual para um Sistema de Planejamento de Viagens Utilizando STPP. Dissertação de Mestrado – Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 169 fls.

**CESSÃO DE DIREITOS**

NOME DO AUTOR: Fabiano do Nascimento Lira

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Proposta de um Modelo Conceitual para um Sistema de Planejamento de Viagens Utilizando STPP.

Mestre / 2009

É concedida à Universidade Federal do Ceará 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 desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Fabiano do Nascimento Lira

Rua Anselmo Nogueira, N.º 27, Bom Sucesso

60.545-360 – Fortaleza/CE – Brasil

PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL PARA UM SISTEMA DE  
PLANEJAMENTO DE VIAGENS UTILIZANDO STPP

FABIANO DO NASCIMENTO LIRA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE MESTRADO EM  
ENGENHARIA DE TRANSPORTES (PETRAN), DA UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO CEARÁ (UFC), COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA A OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS (M. SC.) EM ENGENHARIA DE  
TRANSPORTES

Aprovado por:

---

Prof. Júlio Francisco Barros Neto, D. Sc.

(Orientador – UFC)

---

Prof. Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho, M. Sc.

(Co-Orientador – UFC)

---

Prof. Antonio Paulo de Hollanda Cavalcante, D. Sc.

(Examinador Interno – UFC)

---

Prof. Antonio Clóvis Pinto Ferraz, D. Eng.

(Examinador Externo – USP)

FORTALEZA, CE – BRASIL

Novembro – 2009

*Os que forem sábios, pois, resplandecerão como o fulgor do firmamento; e os que a muitos ensinam a justiça, como as estrelas sempre e eternamente.*

Daniel 12.3



## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, José Maria e Darci, à  
minha amada noiva Silvania e a todos que  
de alguma forma auxiliaram não somente  
na realização deste trabalho, mas para que  
este momento finalmente chegasse.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por os meus planos fazerem parte dos seus.

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Engenharia de Transportes do Centro de Tecnologia, pela realização do Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes.

À CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro fornecido.

Aos meus orientadores Júlio Francisco Barros Neto e Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho, pela ajuda e dedicação em todas as etapas da execução da pesquisa.

Ao amigo Marcelo dos Santos de Luna, pela experiência passada e pela solicitude com os objetivos desta pesquisa.

Aos amigos do Programa de Mestrado, tanto professores quanto colegas, por todos os conhecimentos transmitidos dentro e fora da sala de aula.

Resumo da Dissertação submetida ao PETRAN / UFC como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências (M. Sc.) em Engenharia de Transportes.

PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL PARA UM SISTEMA DE  
PLANEJAMENTO DE VIAGENS UTILIZANDO STPP

Fabiano do Nascimento Lira

Novembro/2009

Orientador: Júlio Francisco Barros Neto

Co-Orientador: Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho

O número de passageiros transportados pelos sistemas de transporte coletivo (STPP) nas cidades brasileiras teve o seu maior valor na metade da década de 90. A partir daí, houve uma acentuada queda, com uma ligeira recuperação nos últimos cinco anos. Entre os fatores que tentam explicar esta queda está a qualidade dos sistemas públicos considerada bem aquém do desejado pela população para a realização de suas viagens. Os sistemas de planejamento de viagens (SPV), utilizando o STPP é uma melhoria que tem sido estudado nos últimos anos, especialmente com o advento das tecnologias de coleta e transmissão de dados digitais. Existem diversos modelos de SPV em cidades diversas ao redor do mundo, considerando fatores como a cultura local em relação ao transporte, todavia, poucas são as cidades brasileiras que possuem um sistema semelhante. Assim, esta pesquisa se dedica a propor um modelo conceitual de um SPV, de modo a orientar os usuários na utilização do STPP, bem como deixá-lo ciente das características dessa utilização.

Palavras-Chaves: Sistema de Planejamento de Viagens; Transporte Público; Tecnologias de Coleta e Transmissão de Dados; Análise de Sistema de Transporte.

Abstract of Thesis submitted to PETRAN / UFC as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.) in Transportation Engineering.

PROPOSAL OF A CONCEPTUAL MODEL FOR A  
PLANNING TRAVEL SYSTEM USING TS

Fabiano do Nascimento Lira

November/2009

Advisor: Júlio Francisco Barros Neto

Co-Advisor: Mário Angelo Nunes de Azevedo Filho

The number of passengers transported by transit systems (TS) in Brazilian cities had their greatest value in the mid 90s. Thereafter, there was a large decrease, with a modest recovery in the last five years. Among the factors that attempt to explain this fall is the quality of the public systems considered well below that desired by the population to carry out their trips. The systems planning trips (TPS) using STPP is a improvement that has been studied recently, especially with the advent of technologies for capturing and transmission of digital data. There are several models of SPV in various cities around the world, considering factors such as local culture in relation to transport; however, there are few Brazilian cities that have a similar system. This research is devoted to propose a model of conceptual model of a TPS, in order to guide users in the use of TS and let you aware the characteristics of such use.

Keywords: Travel Planner System, Public Transit, Technology Capturing and Transmission Data, Transportation System Analysis.

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.1.1 Problema de pesquisa.....	4
1.1.2 Justificativa.....	4
1.2 OBJETIVOS .....	5
1.3 CONTEÚDO DA DISSERTAÇÃO .....	5
<b>Capítulo 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	7
2.2 SINGAPURA.....	9
2.2.1 O transporte público de Singapura .....	11
2.2.2 O planejamento de uma viagem através do STPP de Singapura .....	15
2.3 OTTAWA, CANADÁ .....	19
2.3.1 O transporte público de Ottawa .....	20
2.3.2 O planejamento de uma viagem através do STPP de Ottawa .....	26
2.4 AMSTERDÃ, PAÍSES BAIXOS .....	29
2.4.1 O transporte público dos Países Baixos .....	30
2.4.2 O planejamento de uma viagem através do STPP dos Países Baixos.....	37
2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	41
<b>Capítulo 3 SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS .....</b>	<b>42</b>
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	42
3.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE PLANEJAMENTO DE STPP .....	45
3.2.1 Modos de transporte .....	46
3.2.2 Linhas, redes e serviço .....	51
3.2.3 Locais de acesso .....	54
3.2.4 Tarifação, bilhetagem e controle de acesso .....	59
3.2.5 Integração.....	63
3.2.6 Estratégias de melhoria na operação de um STPP.....	65
3.3 QUALIDADE E EFICIÊNCIA DE UM STPP .....	67
3.3.1 Qualidade.....	68

3.3.2 <i>Eficiência econômica</i> .....	71
3.4 CIDADES E STPP PROPOSTO .....	72
3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	77
<b>Capítulo 4 BANCO DE DADOS.....</b>	<b>79</b>
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	79
4.2 DADOS DE DEFINIÇÃO DE ITINERÁRIO.....	80
4.2.1 <i>Definição dos locais de acesso ao STPP</i> .....	81
4.2.2 <i>Definição das linhas de transporte</i> .....	92
4.3 DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DE ITINERÁRIO.....	95
4.3.1 <i>Caracterização do acesso ao STPP</i> .....	96
4.3.2 <i>Caracterização das transferências</i> .....	98
4.3.3 <i>Caracterização da utilização do STPP</i> .....	99
4.4 MÉTODOS DE OBTENÇÃO E ATUALIZAÇÃO DOS DADOS .....	102
4.4.1 <i>Dados estáticos</i> .....	104
4.4.2 <i>Dados dinâmicos</i> .....	106
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	110
<b>Capítulo 5 O MODELO PROPOSTO .....</b>	<b>111</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	111
5.2 PROPOSTA DE INTERFACES .....	112
5.2.1 <i>Seleção de locais</i> .....	114
5.2.2 <i>Seleção do momento de viagem</i> .....	120
5.2.3 <i>Resultados</i> .....	122
5.3 PROCEDIMENTOS PARA A MANIPULAÇÃO DOS DADOS .....	122
5.3.1 <i>Definição dos itinerários</i> .....	123
5.3.2 <i>Caracterização dos itinerários</i> .....	130
5.4 PÁGINA DE RESULTADOS .....	140
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	143
<b>Capítulo 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>144</b>
6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	144
6.2 CONCLUSÕES .....	145
6.3 RECOMENDAÇÕES .....	146

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>147</b>
<b>Anexo I            UMA PROPOSTA PARA A CODIFICAÇÃO DE PONTOS DE                           PARADA.....</b>	<b>151</b>
I.1 NOME .....	151
I.2 CÓDIGO.....	151
<i>I.2.1 Corredores.....</i>	<i>152</i>
<i>I.2.2. Fora dos corredores .....</i>	<i>154</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: SOMATÓRIO DOS PASSAGEIROS TRANSPORTADOS PELOS STPP DAS NOVES PRINCIPAIS CIDADES BRASILEIRAS. ....	2
FIGURA 2.1: INTERFACE DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE VIAGENS UTILIZANDO O STPP DE BRUXELAS, BÉLGICA.....	8
FIGURA 2.2: LOCALIZAÇÃO DAS CIDADES ESCOLHIDAS. ....	9
FIGURA 2.3: CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE SINGAPURA. ....	11
FIGURA 2.4: REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO RÁPIDO DE SINGAPURA.....	13
FIGURA 2.5: SEQÜÊNCIA DE IMAGENS DO TRANSPORTE PÚBLICO DE SINGAPURA. ....	15
FIGURA 2.6: PRIMEIRA INTERFACE DA FERRAMENTA PTJP.....	16
FIGURA 2.7: INTERFACE DE RESULTADOS DA FERRAMENTA PTJP. ....	18
FIGURA 2.8: CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE OTTAWA.....	20
FIGURA 2.9: COMPARATIVO ENTRE AS TAXAS DE MOTORIZAÇÃO DE OTTAWA, DE ALGUMAS CIDADES E DA MÉDIA DA DAS CAPITAIS BRASILEIRAS POR REGIÃO. ....	21
FIGURA 2.10: REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO RÁPIDO DE OTTAWA. ....	23
FIGURA 2.11: SEQÜÊNCIA DE IMAGENS DO TRANSPORTE PÚBLICO DE OTTAWA. ....	25
FIGURA 2.12: PRIMEIRA INTERFACE DA FERRAMENTA TP.....	26
FIGURA 2.13: INTERFACE DE RESULTADOS DA FERRAMENTA TP. ....	28
FIGURA 2.14: CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE AMSTERDÃ. ....	30
FIGURA 2.15: ÁREAS DE TARIFAÇÃO DE ESTACIONAMENTO EM AMSTERDÃ. ....	32
FIGURA 2.16: REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DE AMSTERDÃ. ....	34
FIGURA 2.17: SEQÜÊNCIA DE IMAGENS DO TRANSPORTE PÚBLICO DE AMSTERDÃ. ....	36
FIGURA 2.18: INTERFACES DOS SISTEMAS DE PLANEJAMENTO DE VIAGENS OV PLANNER E AUTO & OV.....	38
FIGURA 2.19: INTERFACE DE RESULTADOS DOS SISTEMA OV PLANNER. ....	40
FIGURA 3.1: EXERCÍCIO DE OCUPAÇÃO DO ESPAÇO VIÁRIO PELOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PARTICULAR E PÚBLICO. ....	43
FIGURA 3.2: EMISSÃO DE CO <sub>2</sub> POR MODO DE TRANSPORTE.....	44
FIGURA 3.3: IMAGENS DE DIVERSOS MODOS DE TRANSPORTE PÚBLICO. ....	50
FIGURA 3.4: IMAGENS DE DIVERSOS MODELOS DE PONTOS DE PARADA.....	55
FIGURA 3.5: IMAGENS DE ESTAÇÕES DE TRANSPORTE PÚBLICO. ....	58
FIGURA 3.6: CONCENTRAÇÃO POPULACIONAL POR TIPO DE CIDADES E REGIÃO. ....	72
FIGURA 3.7: PROPORÇÃO ENTRE POPULAÇÕES DENTRO E FORA DAS REGIÕES METROPOLITANAS BRASILEIRAS.....	73
FIGURA 4.1: MODELO DAS TRÊS SUBVIAGENS. ....	81
FIGURA 4.2: EXEMPLO DE DESIGNAÇÃO DE FAIXAS DE DOMÍNIO. ....	88
FIGURA 4.3: ETAPAS DO PROCEDIMENTO PARA A COMPOSIÇÃO DE VETOR_PP E VETOR_LIN. ..	90



FIGURA 4.4: ETAPAS DO PROCEDIMENTO PARA A COMPOSIÇÃO DE VETOR_LC, VETOR_PD E VETOR_PE.....	94
FIGURA 4.5: SISTEMA DE COLETA E TRANSMISSÃO DE DADOS DIGITAL IMPLANTADO NO SISTEMA CITFOR DE FORTALEZA. ....	109
FIGURA 5.1: PROPOSTA PARA A “INTERFACE ZERO”.....	113
FIGURA 5.2: PROPOSTA DE INTERFACE PARA SELEÇÃO DE ORIGEM ATRAVÉS DE UM PONTO DE PARADA. ....	115
FIGURA 5.3: PROPOSTA DE CAIXAS DE DIÁLOGO PARA A ABA PONTO DE PARADA. ....	116
FIGURA 5.4: PROPOSTA DE INTERFACE PARA SELEÇÃO DE ORIGEM ATRAVÉS DE UM PONTO DE REFERÊNCIA.....	116
FIGURA 5.5: PROPOSTA DE CAIXAS DE DIÁLOGO PARA A ABA PONTO DE REFERÊNCIA. ....	117
FIGURA 5.6: PROPOSTA DE INTERFACE PARA SELEÇÃO DE ORIGEM ATRAVÉS DE UM CRUZAMENTO. ....	117
FIGURA 5.7: PROPOSTA DE CAIXAS DE DIÁLOGO PARA A ABA CRUZAMENTO. ....	118
FIGURA 5.8: PROPOSTA DE INTERFACE PARA SELEÇÃO DE ORIGEM ATRAVÉS DE UM ENDEREÇO. ....	119
FIGURA 5.9: PROPOSTA DE CAIXAS DE DIÁLOGO PARA A ABA ENDEREÇO. ....	119
FIGURA 5.10: PROPOSTA DE INTERFACE PARA SELEÇÃO DE MOMENTO DE VIAGEM.....	121
FIGURA 5.11: PROPOSTA DE CAIXAS DE DIÁLOGO PARA A INTERFACE SELECIONE O MOMENTO DE VIAGEM. ....	122
FIGURA 5.12: ETAPAS DO PROCEDIMENTO PARA A DEFINIÇÃO DE ITINERÁRIOS. ....	129
FIGURA 5.13: PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO TEMPORAL.....	134
FIGURA 5.14: PROCESSO DE CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL PARA OPÇÃO “SAIR DEPOIS DAS”. 135	
FIGURA 5.15: PROCESSO DE CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL PARA OPÇÃO “CHEGAR ANTES DAS”. ....	135
FIGURA 5.16: PROPOSTA DE GRÁFICO PARA A CARACTERIZAÇÃO DO PARÂMETRO LOTAÇÃO. 139	
FIGURA 5.17: PROPOSTA DE INTERFACE PARA EXIBIÇÃO DOS RESULTADOS. ....	141
FIGURA 5.18: PROPOSTA DE INTERFACE PARA INFORMAÇÕES ESPECÍFICAS DE UM ITINERÁRIO. ....	142
FIGURA 5.19: PROPOSTA DE JANELA FLUTUANTE PARA INFORMAÇÕES DOS LOCAIS DE ACESSO. ....	142
FIGURA 5.20: PROPOSTA DE CAIXA DE DIÁLOGO PARA INFORMAÇÕES DO VALOR DA TARIFA. 143	
FIGURA I.1: ESQUEMA PARA A ORDENAÇÃO DOS PONTOS DE PARADA NOS CORREDORES DE TRANSPORTE PÚBLICO. ....	153

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 3.1: CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS MODOS DE TRANSPORTE PÚBLICO. ....	47
TABELA 3.2: COMPARATIVO DE PARÂMETROS DE DEMANDA E CUSTO OPERACIONAL ENTRE ALGUNS MODOS PÚBLICOS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS.....	47
TABELA 3.3: FAIXAS USUAIS DE DISTÂNCIA ENTRE LOCAIS DE ACESSO DE DIVERSOS MODOS PÚBLICOS. ....	56
TABELA 3.4: PADRÕES DE QUALIDADE PARA O TRANSPORTE URBANO POR ÔNIBUS. ....	70
TABELA 3.5: PASSOS DA EVOLUÇÃO DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE. ....	77
TABELA 4.1: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE PONTOS DE PARADA. ...	82
TABELA 4.2: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE PONTOS DE REFERÊNCIA. .....	84
TABELA 4.3: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE CRUZAMENTO. ....	85
TABELA 4.4: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE ENDEREÇO. ....	87
TABELA 4.5: PREENCHIMENTO DO BANCO DE DADOS DE ENDEREÇOS CONFORME EXEMPLO DA FIGURA 4.2. ....	89
TABELA 4.6: DISTÂNCIAS MÁXIMAS A SE PERCORRER A PÉ PARA A REALIZAÇÃO DE ALGUMAS ATIVIDADES EM MEIO URBANO.....	91
TABELA 4.7: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE LINHAS DE TRANSPORTE. .....	92
TABELA 4.8: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA OS DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DO ACESSO AO SISTEMA. ....	97
TABELA 4.9: PROPOSTA DE TABELA DE AVALIAÇÃO COGNITIVA (TAC). ....	98
TABELA 4.10: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA OS DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DE UMA TRANSFERÊNCIA. ....	98
TABELA 4.11: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DOS PONTOS DE PARADAS. ....	100
TABELA 4.12: PROPOSTA DE ESTRUTURA PARA O BANCO DE DADOS DE CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DAS LINHAS DE TRANSPORTE. ....	100
TABELA 5.1: EXEMPLO DE CLASSIFICAÇÃO DOS NÍVEIS DE OCUPAÇÃO NO TRANSPORTE PÚBLICO. ....	138

# Capítulo 1

## INTRODUÇÃO

Este capítulo inicial busca apresentar uma visão geral do contexto onde a pesquisa teve seu início e a problemática que a motivou. Também são apresentados os objetivos definidos, os quais deverão ser sempre observados no decorrer desta dissertação, e por fim, é feita uma rápida descrição do conteúdo desta.

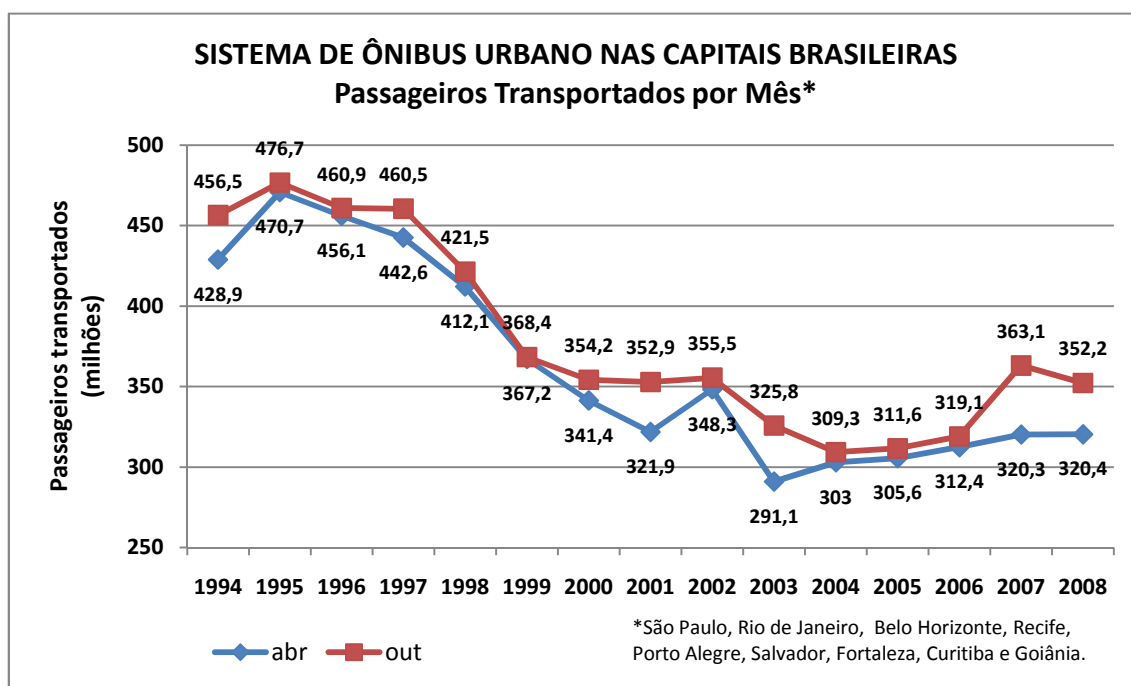
### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O número de passageiros transportados pelo sistema de transporte coletivo nas cidades brasileiras atingiu seu máximo na metade da década de 1990. Considerando os anos anteriores, o aumento na demanda pode ser explicado, entre outros fatores, pelo crescimento acentuado da população, principalmente nas grandes cidades, as quais muitas vezes, sua mobilidade dependia do sistema de transporte público de passageiros (STPP).

Todavia, após a segunda metade da década, as cidades brasileiras experimentaram uma acentuada queda na utilização de seus STPP, simultânea a um aumento no índice de motorização. Segundo ANTP (1999), os motivos que levaram a isto são, principalmente, os estímulos dados à indústria automobilística – isto é, a facilidade de aquisição de motocicletas e carros populares – e um relativo aumento no valor das tarifas cobradas pelo transporte público, complementada com uma diminuição na qualidade oferecida, muitas vezes traduzida pela falta de estrutura frente ao excesso de demanda.

Ou seja, após este período, muitas pessoas deixaram de utilizar o transporte público pelo transporte particular, para a realização de muitas das suas viagens. Somente nestes últimos anos, os STPP das cidades brasileiras têm experimentado um aumento em suas demandas, sendo em algumas cidades, esse aumento ser bem mais perceptível, fruto principalmente dos investimentos por parte do poder público para melhoria da qualidade do sistema.

A Figura 1.1 apresenta a evolução da demanda por transporte por ônibus urbanos nas nove principais cidades do país nos últimos anos.



**Figura 1.1: Somatório dos passageiros transportados pelos STPP das nove principais cidades brasileiras.**

**Fonte: NTU (2009).**

Assim, como um dos principais fatores para atrair um número maior de usuários, a qualidade de um STPP deve, portanto, ser sempre viabilizada.

As melhorias na qualidade do transporte público vão desde incentivos a um melhor atendimento por parte dos funcionários da empresa operadora até uma renovação completa da frota, substituindo antigos modelos por outros mais econômicos, menos poluentes e mais confortáveis.

Um dos subsistemas de um STPP é o *sistema de informações aos usuários*, os quais se bem organizados, de forma inteligível e atraente para a maioria da população, podem influenciar decisões no planejamento de viagens urbanas, conquistando novos e fidelizando antigos usuários do sistema público.

Estas informações a serem disponibilizadas podem ser resumidas em “como utilizar o sistema” – ponto de embarque, linha a embarcar, ponto a desembarcar, quantos veículos utilizar, etc. – e “a qualidade proporcionada por essa utilização” –

tempo de viagem, lotação dos veículos, caracterização dos pontos de acesso e dispersão do sistema, tarifa a ser paga, etc.

Além disso, as informações podem ser disponibilizadas de diversas formas, como: a) através de cartazes no interior e/ou exterior dos veículos e pontos de acesso; b) por panfletagem e/ou guichês de atendimento ao usuário; c) por rádio, televisor e outros meios de comunicação pública; d) por telefone, celular, Internet; e etc.

Quanto ao tipo de informação, algumas podem ser consideradas *estáticas*, ou de modificação difícil e ruidosa (ou seja, facilmente perceptível), como “tipo de veículo a ser utilizado”, por exemplo. Já outras possuem uma alta dinamicidade, as quais em um curto espaço de tempo podem se alterar completamente de forma imprecisa ou imprevisível, sendo, portanto, consideradas *dinâmicas*, como, por exemplo, “lotação do próximo veículo de uma linha qualquer”.

É fácil perceber que as informações consideradas mais estáticas podem ser obtidas através de uma pesquisa de levantamento, todavia as de alta dinamicidade requerem técnicas de atualização de dados em tempo real para que se obtenham resultados mais satisfatórios. Da mesma forma, a disposição das informações estáticas pode utilizar as diversas formas apresentada nos parágrafos anteriores, todavia, as dinâmicas, requerem meios virtuais de disposição, dada a constante atualização das informações.

Nas sociedades modernas, as atividades são caracterizadas pela rapidez dos fatos e a intolerância a inconvenientes. Ou seja, o ritmo de vida atual das cidades urbanizadas possui uma forte dependência do tempo e da dinamicidade dos acontecimentos. O sistema de transporte, de uma forma geral, deve proporcionar a mínima impedância na realização das atividades, com o risco desta inferir um déficit na economia da região como um todo.

A constatação desta realidade pode ser observada na ineficiência causada pelos congestionamentos das grandes cidades, fazendo com que os cidadãos percam horas no deslocamento casa-trabalho. Quanto aos usuários do STPP, estes ficam a mercê da eficiência do sistema, muitas vezes sem uma informação fidedigna sobre as características daquela viagem.

Neste contexto, para um incremento na qualidade do STPP, além das informações consideradas estáticas, o sistema de informações deve ser capaz de fornecer informações de dinamicidade maior, tendo como objetivo a ciência do usuário das características da viagem, bem como o padrão de qualidade desta.

Assim, com base nas informações explanadas acima, pode-se formalizar o problema que motivou esta pesquisa.

### **1.1.1 Problema de pesquisa**

Como proporcionar às pessoas, informações relativas ao sistema de transporte público de sua cidade de forma inteligível e atraente, as quais aumentam a sua utilização?

### **1.1.2 Justificativa**

Atualmente, com o advento das tecnologias de comunicação e de processamento de dados, é cada vez mais viável o desenvolvimento de bancos de informações cada vez maiores e mais robustos que os de outrora. Além disto, diversos são os dispositivos que auxiliam em uma coleta e transmissão dinâmica, como aparelhos GPS, contadores eletrônicos, cartões inteligentes, etc., os quais tiveram seu valor barateado por este avanço.

Em muitas cidades, o STPP destas possui, além de veículos de última geração com altos padrões de conforto e baixa emissão de poluentes, sistemas eletrônicos avançados de bilhetagem e de controle de acesso, os quais incrementam tanto a eficiência quanto a qualidade do sistema público. Todavia, nestas mesmas cidades, o sistema de informação de transporte público se resume à exposição das informações consideradas mais estáticas, o que, de acordo com a cultura local relacionada ao transporte e as políticas públicas aplicadas, podem não atrair tantos usuários quanto o esperado pelo investimento feito.

Assim, como forma de propor mais precisão e veracidade nas informações dispostas, muitas cidades ao redor do mundo tem desenvolvido complexos *sistemas de planejamento de viagens* (SPV) utilizando seus STPP, os quais sugerem itinerários, além de caracterizá-los sob diversos parâmetros, buscando aumentar os conceitos de

conveniência e confiabilidade do transporte público para os munícipes, e conseqüentemente a sua utilização.

No Brasil, apenas as regiões metropolitanas de Belo Horizonte e de São Paulo possuem um SPV semelhante com acesso inclusive via telefonia móvel, embora outras cidades tenham demonstrado interesse, contemplando alcançar seus benefícios.

## **1.2 OBJETIVOS**

Esta pesquisa tem por objetivo geral a proposição de um modelo conceitual de um sistema que forneça um conjunto de itinerários para a realização de uma determinada viagem utilizando os elementos de um STPP, considerando as características de cada um destes candidatos e os conceitos e desejos dos usuários do sistema, de forma a auxiliá-los na sua tomada de decisão de como se locomover.

Para a obtenção do objetivo geral, destacou-se os seguintes objetivos específicos:

- apresentar características de modelos consolidados de sistemas de planejamento de viagens utilizando STPP, observando suas principais características e metodologias de operação, bem como fatores externos que impulsionaram à seleção do modelo adotado;
- caracterizar um sistema de transporte público de passageiros, observando os fatores que influenciam na sua qualidade e eficiência;
- elaborar, estruturar e propor um modelo de ferramenta computacional que possa listar e caracterizar um conjunto de opções de itinerários, considerando os desejos de viagem do usuário.

## **1.3 CONTEÚDO DA DISSERTAÇÃO**

De forma a organizar os resultados desta pesquisa, esta dissertação foi dividida em seis capítulos, os quais estão estruturados como se segue.

Neste primeiro capítulo, apresenta-se o contexto e o problema que motivaram a pesquisa, bem como os conceitos que justificam a sua realização e os objetivos por ela definidos.

No segundo capítulo, intitulado REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, é conceituado o que é um SPV e, após a seleção de três modelos de ferramenta, é feita uma análise das principais características e propostas destes, bem como os fatores externos que influenciaram no modelo adotado.

No terceiro capítulo, intitulado SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS, é apresentada a importância de um STPP e um resumo das suas principais características, bem como a influência destas sobre a qualidade e a eficiência do sistema, conceitos estes a serem considerados para a definição de um SPV.

No quarto capítulo, intitulado BANCO DE DADOS, são apresentados e descritos todos os bancos de dados necessários para a perfeita execução do modelo; enquanto no quinto capítulo, intitulado O MODELO PROPOSTO, é apresentada a metodologia adotada para operação de uma ferramenta desenvolvida segundo o modelo proposto nesta dissertação.

No sexto e último capítulo, intitulado CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES, são apresentadas as principais conclusões obtidas com o desenvolvimento desta pesquisa, bem como recomendações para pesquisas futuras nesta mesma linha.



## Capítulo 2

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Após o capítulo introdutório, este tem por objetivo apresentar um resumo da revisão bibliográfica realizada para a composição desta pesquisa, ou seja, apresentar conceitos de outras obras com objetivos e resultados semelhantes aos propostos aqui. Neste caso, serão apresentados e discutidos os SPV de algumas cidades de diferentes países, considerando as características relevantes de cada uma destas, bem como as do meio em que estão inseridas, as quais influenciaram no planejamento do modelo adotado.

#### 2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A rede mundial de computadores possui diversas páginas permitindo acesso ao SPV para muitas cidades no mundo. Em alguns locais, um único sistema é capaz de planejar viagens, considerando todos os modos públicos possíveis, para qualquer endereço no interior de um país, como no caso do sistema 9292<sup>1</sup> dos Países Baixos.

Cidades como Londres, Berlim, Madri, Roma, Paris, Bucareste, Hamburgo, Viena, Praga, e Estocolmo na Europa; Cidade de Nova Iorque, Los Angeles, Chicago, Houston, Phoenix, Filadélfia, Montreal e Vancouver na América do Norte; Bogotá na América Latina; Tóquio e Seul na Ásia, todas estas podem ser citadas como exemplos de cidades com SPV disponível na internet.

No Brasil, como dito anteriormente, apenas algumas cidades das regiões metropolitanas de São Paulo e de Belo Horizonte possuem um SPV semelhante.

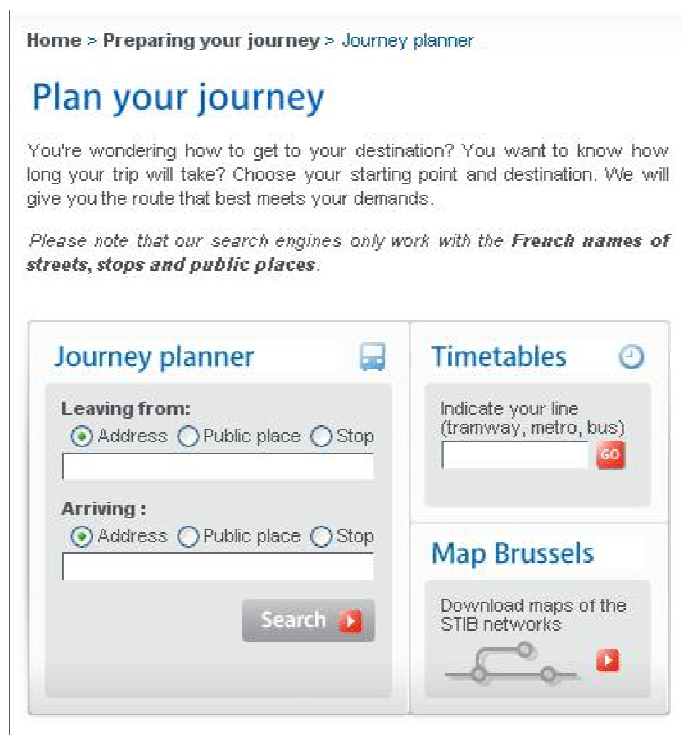
Um SPV, em vias gerais, sugere itinerários considerando características do STPP e informações diversas que possam interessar ao usuário na realização da viagem. Para atingir tal objetivo, observando os diferentes modelos de STPP adotados e a cultura das sociedades em que estão inseridos, existe uma grande variedade de modelos

---

<sup>1</sup> Disponível em <<http://www.9292.nl>>.

de SPV com diferentes mecanismos de acesso ao usuário e disponibilização das informações.

A Figura 2.1 apresenta um exemplo de interface de um SPV que pode ser acessado pela rede mundial de computadores.



**Figura 2.1: Interface do sistema de planejamento de viagens utilizando o STPP de Bruxelas, Bélgica<sup>2</sup>.**

Com base na Figura 2.1, o SPV da cidade de Bruxelas solicita apenas os locais de origem e destino para poder sugerir itinerários utilizando o STPP desta cidade.

Assim, como definido anteriormente, este capítulo tem o objetivo de apresentar as principais características de três modelos de SPV, os quais atuam em cidades com STPP distintos, de modo a embasar os principais conceitos para a formatação do modelo proposto por esta pesquisa.

Além das ferramentas em si, este capítulo traz um rápido comentário das principais características do STPP utilizado, bem como da região que estes sistemas atendem.

<sup>2</sup> Disponível em <<http://www.stib.be/reisweg-itineraire.html?l=en>>.

A escolha destas cidades se deu de forma aleatória, todavia tentou-se enquadrar cidades com condições físicas e sociais diferentes, de modo a se obter uma visão mais geral da proposição deste tipo de sistema. As três regiões escolhidas foram: a) a cidade-estado de Singapura, no sudeste asiático; b) a cidade de Ottawa, capital do Canadá, na América do Norte; e c) Amsterdã, capital dos Países Baixos, na Europa. A Figura 2.2 apresenta a localização das regiões escolhidas.



**Figura 2.2: Localização das cidades escolhidas.**

Singapura é uma ilha e está localizada nas proximidades da linha do Equador e possui, portanto, um clima quente, diferente das outras regiões, onde Ottawa possui seis meses de neve, e Amsterdã, um clima mais temperado. As condições climáticas influenciam diretamente na sensação de conforto do usuário e conseqüentemente deve ser considerada na definição de tecnologias do transporte público para o atendimento deste parâmetro.

A seguir, para cada região citada, serão explanadas as características físicas, históricas e ambientais da região, as do respectivo STPP e do SPV.

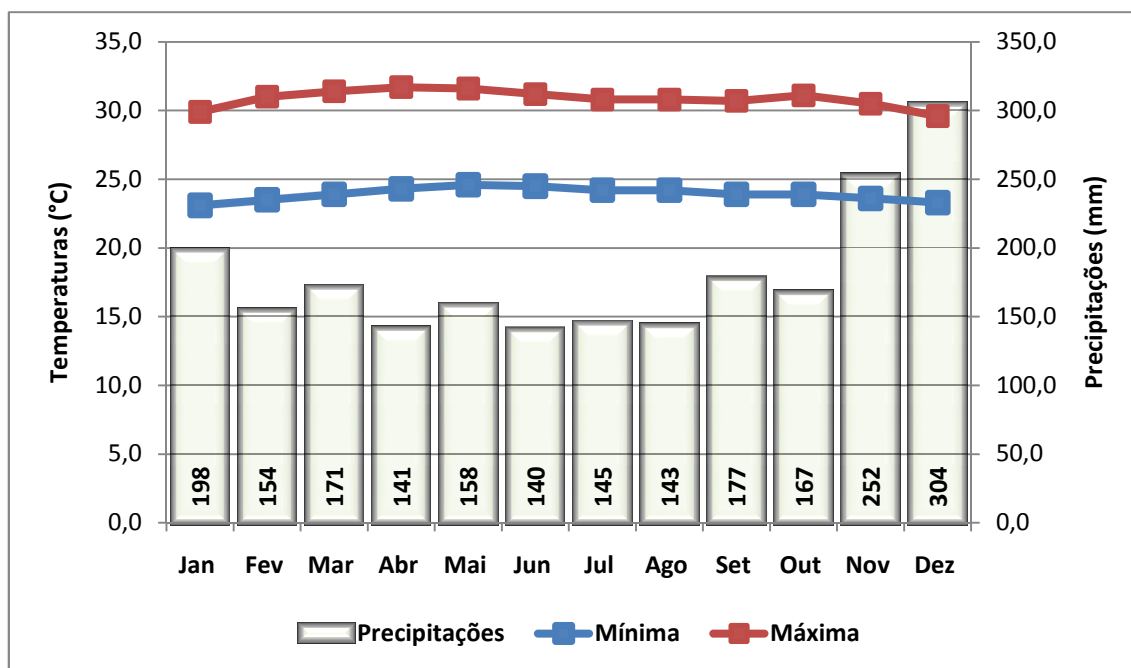
## **2.2 SINGAPURA**

Segundo YSS (2008), com uma população de cerca de 4,6 milhões de habitantes (2007), a República de Singapura, é um micro-estado ilha de 710,2 mil quilômetros quadrados, localizado na ponta sul da península Malaia, no Sudeste Asiático.

De maioria de origem chinesa – cerca de  $\frac{3}{4}$  do total –, a população de Singapura também abriga descendentes de malaios e de indianos, entre outras minorias, transparecendo a miscelânea de cultura, idiomas e crenças deste país.

Segundo BARSA (1997a), a posição estratégica da ilha de Singapura proporcionou à região o interesse de diversas potências econômicas desde a expansão marítima no século XVI. A região logo foi tida como parada obrigatória de viajantes entre a Europa e o Leste/Sudeste Asiático e a Austrália. No início do século XIX, foi convertida pelos ingleses em capital de seu império colonial no Sudeste Asiático, o que a destacou no cenário mundial consideravelmente. Na ocasião da segunda guerra mundial, foi invadida pelos japoneses e em 1965 tornou-se uma nação independente, experimentando um crescimento econômico vertiginoso, baseado nas indústrias de produtos eletro-eletrônicos, de máquinas, química, farmacêutica, derivados de petróleo, entre outras.

Quanto às condições climáticas, com apenas  $1^\circ$  de latitude, a ilha de Singapura possui um clima classificado como equatorial, ou seja, quente e úmido o ano todo, sem muita distinção entre as estações. A Figura 2.3 apresenta um resumo das condições climáticas de Singapura.



**Figura 2.3: Características climáticas de Singapura.**<sup>3</sup>

Fonte: OMM (2009a).

A boa condição econômica favorece a boa qualidade de vida da população definindo-a nos níveis dos países europeus. Segundo BARSÁ (1997a), um fato que ilustra bem esta situação é a inexistência de endemias característica do clima local, as quais são comuns nos países vizinhos.

### 2.2.1 O transporte público de Singapura

As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de MOT (2009), LTA (2009) e PTC (2009).

Como uma nação, o Ministério de Transporte de Singapura (MOT), é o órgão responsável pelas políticas de transporte da cidade-estado. Este possui quatro conselhos legais, entre eles a Autoridade de Transportes Terrestres (*Land Transport Authority – LTA*) e o Conselho de Transporte Público (*Public Transport Council – PTC*), responsáveis, respectivamente, pelos interesses do transporte terrestre, considerando vias e veículos, e do transporte público, considerando a integração dos diversos modos e suas redes.

<sup>3</sup> Dados baseados nas médias mensais entre 1961 e 1990, de acordo com *WMO Climatological Normals*.

Entre as políticas praticadas pela LTA pode-se citar, por exemplo, o Sistema de Cota de Veículos (*Vehicle Quota System – VQS*) e o de Taxação Eletrônica Viária (*Electronic Road Pricing – ERP*), as quais desmotivam o transporte particular.

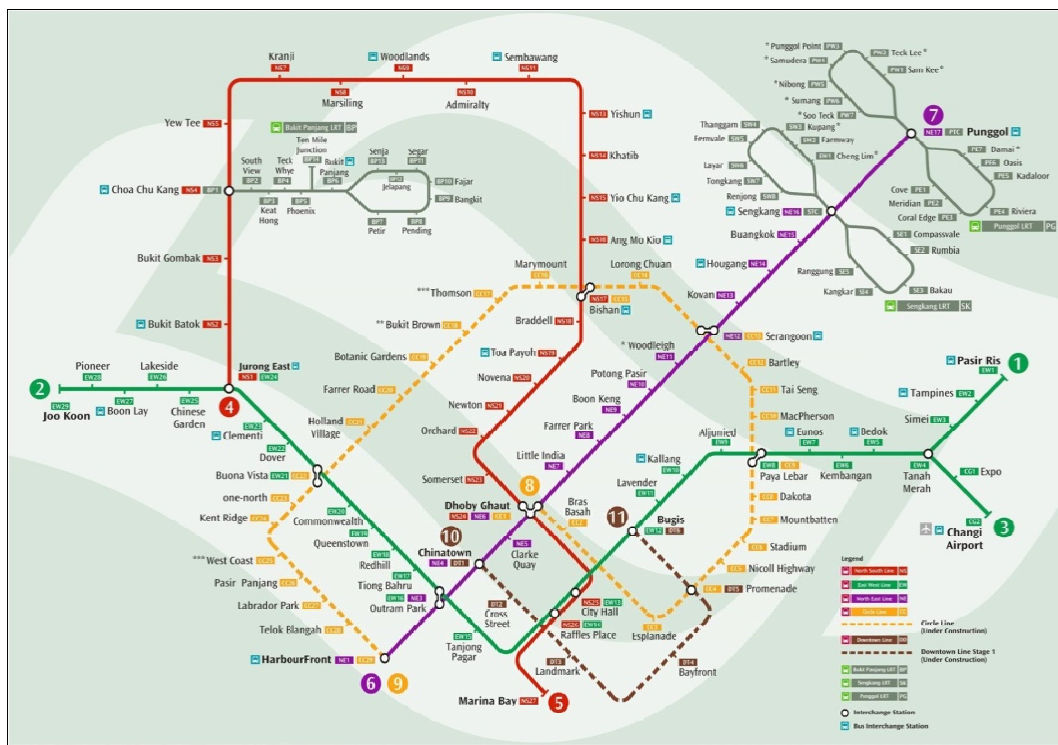
O VQS impõe ao comprador de um veículo particular a obtenção de um Certificado de Titularidade (COE) para poder utilizá-lo. Este certificado é fornecido através de licitação, a qual ocorre duas vezes ao mês.

O ERP é um sistema “pague-pra-passar” que monitora os engarrafamentos nas principais vias da ilha e aplica taxas aos veículos particulares. O sistema é capaz de aplicar taxas diferentes conforme o horário, o local e a dimensão do engarrafamento.

Entre as atribuições do PTC, pode-se citar: licenciamento das linhas de transporte e dos operadores de ônibus e regularização das tarifas de ônibus e trens e sistema de bilhetagem.

O transporte público em Singapura possui uma rede de transporte público rápido, um conjunto de linhas de ônibus básicas e um sistema de táxis, o qual também é considerado como público.

A rede de transporte público rápido é composta atualmente por quatro linhas de metrô e três de veículos leves sobre trilhos (VLT). Estas linhas são operadas por duas empresas, a saber: a pública SMRT e a corporação SBST, cada uma responsável por uma determinada região ou linha. A Figura 2.4 apresenta um esquema da malha de transporte rápido de Singapura.



**Figura 2.4: Rede de transporte público rápido de Singapura.**

**Fonte: LTA (2009).**

Na Figura 2.4, pode-se observar as linhas de metrô – Norte-Sul em vermelho, Leste-Oeste em verde, a Norte-Leste em violeta, a Circular em amarelo e a Central em marrom – e os laços de VLT – em cinza.

As linhas de Circular e Central do metrô, bem com o laço oeste do VLT de *Punggol* ainda estão em construção. Em maio deste ano, foi inaugurado o primeiro trecho da linha Circular, com previsão de conclusão de toda linha em 2012. A linha central está prevista para ser concluída em 2016.

O sistema de ônibus é operado pelas mesmas empresas do sistema de transporte rápido. Além das linhas básicas, o sistema possui linhas tidas como complementares, proporcionando, entre outras, linhas expressas, as tipo “prêmio”, as noturnas e as de “regime B”, ou seja, que fornecem uma capacidade adicional ao STPP durante as horas de pico.

Segundo SBSTRANSIT (2009) e SMRT (2009), no mês de março de 2009, os sistemas de transporte rápido e o de ônibus atenderam, respectivamente, cerca de 1,8 milhões e 3,0 milhões de passageiros diariamente.

A tarifação é feita pela distância percorrida. Ou seja, o PTC define um conjunto de estágios representando faixas de distância, de modo que a tarifa a ser paga é proporcional ao número de estágios percorridos.

Além da tarifa básica, existe uma complexa política de descontos para diferentes classes de passageiros como adultos, crianças, estudantes, idosos. Da mesma forma, linhas com níveis de serviço diferentes possuem tarifas diferenciadas.

Um sistema de bilhetagem largamente utilizado é o cartão inteligente, proporcionado pela *EZ-link Pte Ltd.*, uma subsidiária da LTA. Em Singapura, este cartão possui diversas aplicações além transportes públicos.

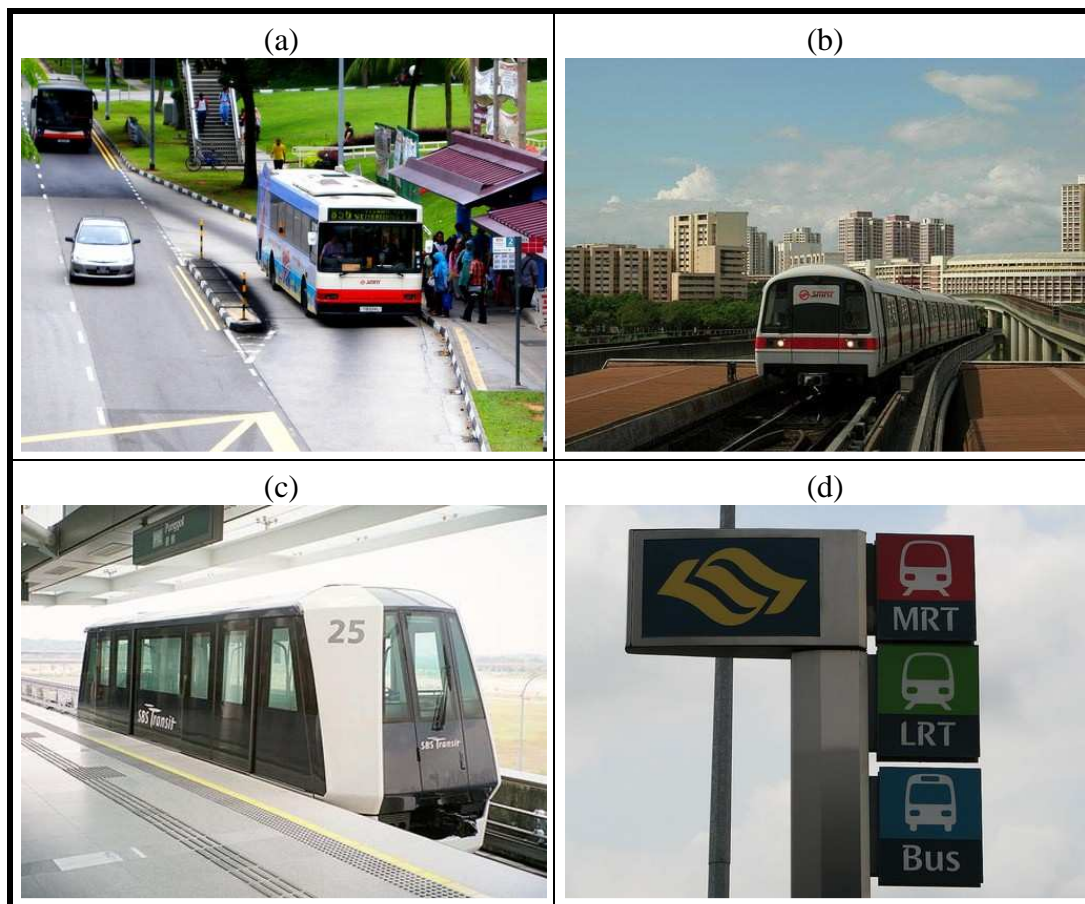
*TransitLink* é uma empresa de serviços criada pela SBST e SMRT com o objetivo de integrar completamente o STPP de Singapura. Como ela mesmo se define, “suas principais atuações estão voltadas para uma tarifa integrada, uma informação integrada e uma rede integrada, racionalizando a proposta de transporte e beneficiando o usuário”.

Como dito anteriormente, outro sistema de transporte considerado público em Singapura é o de táxis. Em 1998, o Governo liberou as taxas cobradas pelas corridas de táxis, ficando a cargo das empresas o valor a ser cobrado. Este fato deixa as empresas livres para responder às variações do mercado e ao balanço de oferta e demanda.

O Governo fica apenas com a responsabilidade de fornecer as licenças de operadores de táxis (*Taxi Operator Licence – TOL*), a qual requer o atendimento de uma série de padrões para ser expedida. Da mesma forma, o Governo também realiza fiscalizações periódicas e aplica as devidas punições aos infratores das normas.

A Figura 2.5 apresenta uma seqüência de imagens do transporte público de Singapura.





**Figura 2.5: Sequência de imagens do transporte público de Singapura.<sup>4</sup>**

Na Figura 2.5, a imagem (a) apresenta um ônibus da linha 856 no atendimento de um ponto de parada; a imagem (b), um dos veículos do sistema de Metrô se aproximando da estação de *Jurong*, pela linha Leste; a imagem (c), um VLT na estação de *Punggol*; enquanto a imagem (d) apresenta um totem, identificando uma estação, a qual integra todos os modos públicos, inclusive o sistema de táxis.

### 2.2.2 O planejamento de uma viagem através do STPP de Singapura

As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de TRANSITLINK (2009).

Como dito anteriormente, no intuito de promover a total integração entre os modos públicos, as principais empresas operadoras, representadas em uma única

<sup>4</sup> Imagens da internet disponíveis, em:

(a) <<http://www.flickr.com/photos/28924477@N05/3475776563>>;

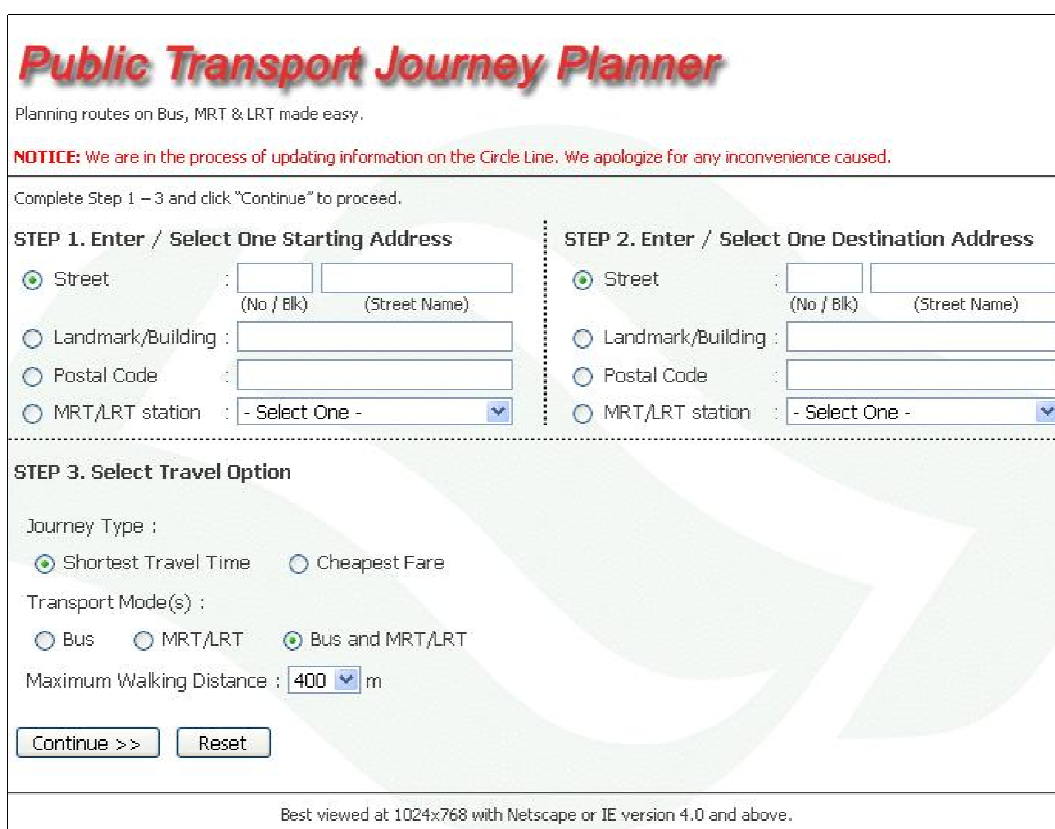
(b) <<http://www.flickr.com/photos/peter2222/2166485450>>;

(c) <[http://www.flickr.com/photos/flyer\\_901/2911966317](http://www.flickr.com/photos/flyer_901/2911966317)>; e

(d) <<http://www.flickr.com/photos/teckhong/2566745195>>.

empresa denominada *TransitLink*, tentam tornar comum os vários equipamentos e subsistemas de cada modo. Entre estes subsistemas está o de informações.

A *TransitLink* possui ainda uma página na rede mundial de computadores com a opção de acesso a um SPV. Intitulada *Public Transport Journey Planner* (PTJP), este sistema, como ele mesmo se define, é “... uma ferramenta *on-line* de aconselhamento de viagens pendulares para acessar informações pré-viagem convenientemente”. A Figura 2.6 apresenta a interface inicial da PTJP.



**Figura 2.6: Primeira interface da ferramenta PTJP.**

**Fonte: TRANSITLINK (2009).**

Nesta interface inicial, a ferramenta solicita a informação do local de origem – STEP 1 – e de destino – STEP 2 –, além de algumas outras opções – STEP 3. As informações dos locais, tanto de origem quanto de destino, podem ser dadas através de um endereço – com o nome da via e o número de referência –, de um ponto de referência, de um número de CEP, ou de uma estação de Metrô/VLT. As opções disposta no terceiro passo remetem ao tipo de viagem desejada – se a mais rápida ou a mais barata –, ao modo de transporte utilizado – somente Ônibus, somente Metrô/VLT,

ou qualquer modo – e à distância máxima de caminhada, com as opções de 200, 300, 400, 500 e 600 metros.

Após o preenchimento de todas as informações, seleciona-se o botão “CONTINUE >>”. Caso seja necessário, pode-se reiniciar a inserção de informações através do botão “RESET”.

A segunda interface verifica e solicita a confirmação das opções apresentadas na interface anterior. Caso não reconheça o texto informado, nos passos 1 e/ou 2, esta interface informará que o texto não consiste em uma palavra-chave do campo utilizado e solicitará que retorne para a realização de outra busca.

Caso reconheça, a interface confirmará informando os pontos de parada (codificação) de ônibus e as estações de Metrô/VLT com uma distância menor igual à informada no passo 3, tanto da origem quanto do destino.

Caso os locais sejam informados por ponto de referência, e a opção informada remeta a mais de uma referência, estas são apresentadas ao usuário para que este selecione a que representa o seu desejo. Somente após a definição deste é que são apresentados os pontos de parada e estações, semelhante ao parágrafo anterior.

Após a seleção de um ponto de parada ou estação e a confirmação no botão “SUBMIT”, segue-se para interface de resultados.

A Figura 2.7 apresenta um exemplo da interface de resultados da PTJP.

## Public Transport Journey Planner

Planning routes on Bus, MRT & LRT made easy.

**NOTICE:** We are in the process of updating information on the Circle Line. We apologize for any inconvenience caused.

---

Note: To perform a new search, click [HERE](#) or "Public Transport Journey Planner" link on the left.

Start Point : **BEF KALLANG RD, TYRWHITT ROAD**  
 Destination Point : **OPP NOL BLDG, MALAN ROAD**

**Solution 1 - [Map](#)**

	DETAILS	NO. OF STOPS	FARE <sup>^</sup> (ez-link)	FARE <sup>^</sup> (cash)	TRAVEL TIME <sup>^</sup> (minutes)
<b>START / END</b>	<b>Service 61</b> WALK TO AND BOARD AT <a href="#">HOCK SENG BLDG, LAVENDER STREET</a> (320m away) ALIGHT AT <a href="#">ALEXANDRA PT, ALEXANDRA ROAD</a> AND WALK TO YOUR DESTINATION (170m away)	27	1.21	1.50	34

**Total ez-link card Fare = S\$ 1.21**  
**Total Cash Fare = S\$ 1.50**

**Solution 2 - [Map](#)**

	DETAILS	NO. OF STOPS	FARE <sup>^</sup> (ez-link)	FARE <sup>^</sup> (cash)	TRAVEL TIME <sup>^</sup> (minutes)
<b>START / END</b>	<b>Service 61</b> WALK TO AND BOARD AT <a href="#">BEF KALLANG RD, LAVENDER STREET</a> (400m away) ALIGHT AT <a href="#">ALEXANDRA PT, ALEXANDRA ROAD</a> AND WALK TO YOUR DESTINATION (170m away)	26	1.21	1.50	34

**Total ez-link card Fare = S\$ 1.21**  
**Total Cash Fare = S\$ 1.50**

**Solution 3 - [Map](#)**

	DETAILS	NO. OF STOPS	FARE <sup>^</sup> (ez-link)	FARE <sup>^</sup> (cash)	TRAVEL TIME <sup>^</sup> (minutes)
<b>START</b>	<b>Lavender (EW11) - Commonwealth (EW20)</b> WALK TO AND BOARD THE TRAIN AT <a href="#">LAVENDER (EW11) MRT STATION</a> (391 m away) ALIGHT AT <a href="#">COMMONWEALTH (EW20) MRT STATION</a>	9	1.30	1.60	35
<b>TRANSFER / END</b>	<b>Service 100</b> WALK TO AND BOARD AT <a href="#">C'WALTH STN, COMMONWEALTH AVENUE</a> (30m away) ALIGHT AT <a href="#">OPP ALEXANDRA PT, ALEXANDRA ROAD</a> AND WALK TO YOUR DESTINATION (120m away)	7	0.91	1.20	

**Total ez-link card Fare = S\$ 2.21**  
**Total Cash Fare = S\$ 2.80**

<sup>^</sup> **Travel Time** : Estimated travel time does NOT include walking time and traffic condition

<sup>^</sup> **Fare** : Fare payable (SGD) does NOT include transfer rebate

<sup>#</sup> **Basic Services** : Services that operate during peak hours and ply shorter routes and/or call only at selected bus stops. Click on the Service No to view the operating details.

Best viewed at 1024x768 with Netscape or IE version 4.0 and above.

**Figura 2.7: Interface de resultados da ferramenta PTJP.**  
**Fonte: TRANSITLINK (2009).**

A terceira e última interface apresenta uma lista das opções de itinerários que podem ser utilizadas para a realização da viagem definida, com suas respectivas características.

Para cada itinerário, as características apresentadas pelo SPV são: a) itinerário a ser utilizado; b) número de pontos de parada – importante para o cálculo da tarifa; a tarifa a ser paga, tanto com c) cartão inteligente, quanto em d) dinheiro; e e) o tempo total de viagem.

Esta interface apresenta ainda opções de visualização do quadro de horários das linhas sugeridas e a localização em mapas dos pontos de referência citados. O itinerário das linhas também pode ser visualizado através de mapas.

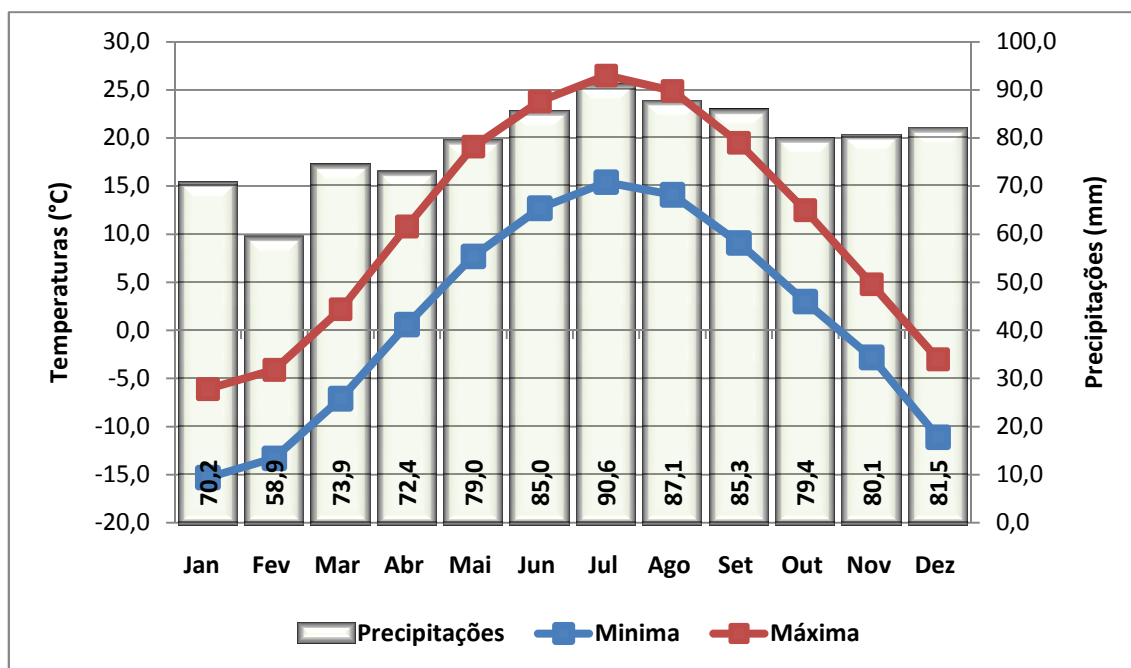
Por fim, na parte inferior da interface, o SPV disponibiliza as opções de “Salvar a Página”, “Imprimir”, “Voltar à Interface Anterior” e “Iniciar uma Nova Pesquisa”.

### **2.3 OTTAWA, CANADÁ**

Segundo OTTAWA (2009), com uma população de 898 mil habitantes (2008) distribuídos em 2,8 mil quilômetros quadrados, Ottawa é a capital e a quarta maior cidade do Canadá, localizada às margens do rio de mesmo nome, próximo às confluências com os rios *Gatineau* e *Rideau*.

Segundo BARSA (1999b), os primeiros relatos da região datam do início do século XVII, por exploradores franceses que dominavam a região recém-descoberta. A partir de então, se iniciou a exploração de madeira nos rios da região, atividade intensificada com a ocasião das guerras napoleônicas, entre os séculos XVIII e XIX. O primeiro assentamento se deu em 1800, por *Philemon Wright*. A guerra de 1812, entre os Estados Unidos e o Império Britânico, fortaleceu e intensificou o povoamento da região de Ottawa. Em 1867, quando foi formado o Domínio do Canadá, uma nação independente do domínio britânico, Ottawa foi escolhida para ser sua capital. Atualmente, além do funcionalismo público, a economia da cidade é movida também por diversas indústrias, principalmente nos ramos de telecomunicação, biomedicina, microeletrônica e engenharia de *softwares*.

Localizada próximo a 45° de latitude Norte, a região de Ottawa possui um clima continental úmido, caracterizado por uma elevada diferença de temperatura entre as estações do ano. A Figura 2.8 apresenta um resumo das condições climáticas de Ottawa.



**Figura 2.8: Características climáticas de Ottawa.<sup>5</sup>**

**Fonte: OMM (2009b).**

Esta variação permite uma diversidade de eventos na moderna sociedade de Ottawa, aproveitando cada estação do ano. Assim com muitas das cidades canadenses, Ottawa possui um elevado IDH, traduzindo o alto nível de qualidade de vida da população.

### 2.3.1 O transporte público de Ottawa

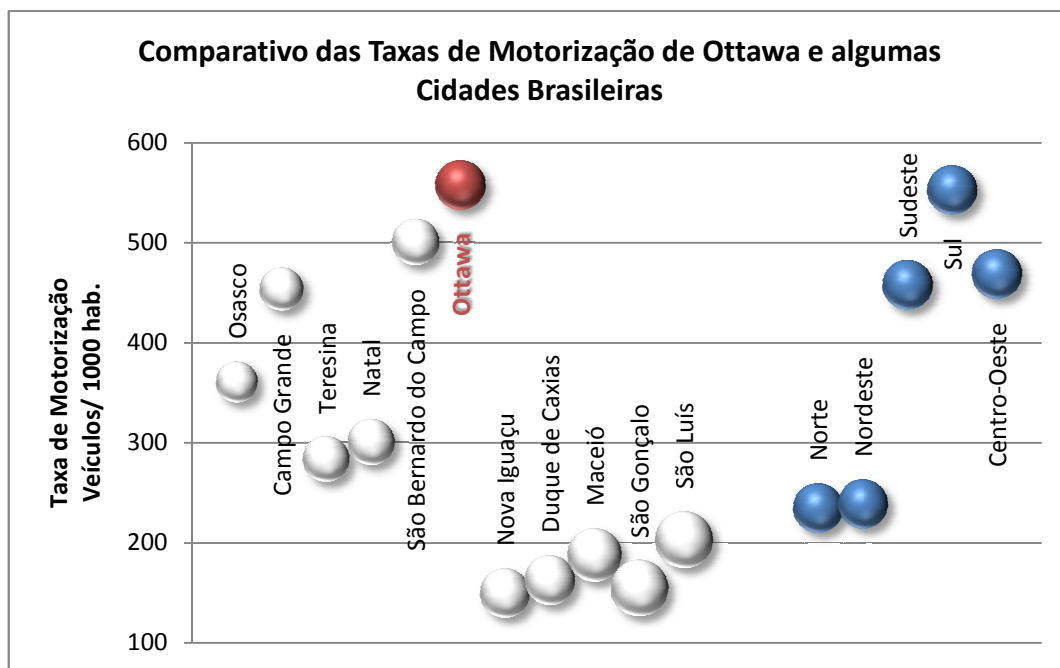
As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de OCT (2009).

O STPP de Ottawa é gerido por um único órgão público denominado *OC Transpo*, o qual também é responsável pelo transporte público na zona rural da cidade e por algumas rotas para o centro de *Gatineau*, cidade vizinha, a qual também abriga edifícios administrativos do governo do Canadá.

Até 1959, o sistema remanescente de bondes foi totalmente substituído pelo atual de ônibus movidos a diesel. Atualmente, cerca de metade da frota de quase mil veículos é do tipo piso-baixo (do inglês, *low-floor*), considerado fisicamente acessível para a maioria da população.

<sup>5</sup> As precipitações representam tanto chuva quanto neve. Dados baseados nas médias mensais entre 1971 e 2000.

Segundo TMP (2008), em 2005, Ottawa possuía 482 mil veículos para uma população de 865 mil pessoas. A Figura 2.9 apresenta um gráfico comparando a taxa de motorização de Ottawa com algumas cidades brasileiras de mesmo porte, além da média das capitais das cinco regiões.



**Figura 2.9: Comparativo entre as taxas de motorização de Ottawa, de algumas cidades e da média das capitais brasileiras por região.**

**Fonte: IBGE (2009) e RENAEST (2008).**

Para a Figura 2.9, foram selecionadas dez cidades brasileiras com população de tamanho próximo ao de Ottawa, variando de 719 mil (Osasco) a 997 mil (São Luís). O que se observa é que a taxa de 557 veículos para cada 1000 habitantes, referente à motorização de Ottawa é um valor demasiadamente alto para a maioria das cidades brasileiras de mesmo porte.

Todavia, considerando a média das taxas de motorização das capitais de cada região, tem-se que as capitais do Sudeste, Sul e Centro-Oeste possuem taxas semelhantes, bem maiores que as das regiões Norte e Nordeste.

Ainda segundo TMP (2008), a média de veículos por domicílio em 2005 era de 1,39, sendo que 13% das residências não possuíam veículos particulares; 79% possuíam um ou dois; e 8% das residências possuíam três ou mais veículos.



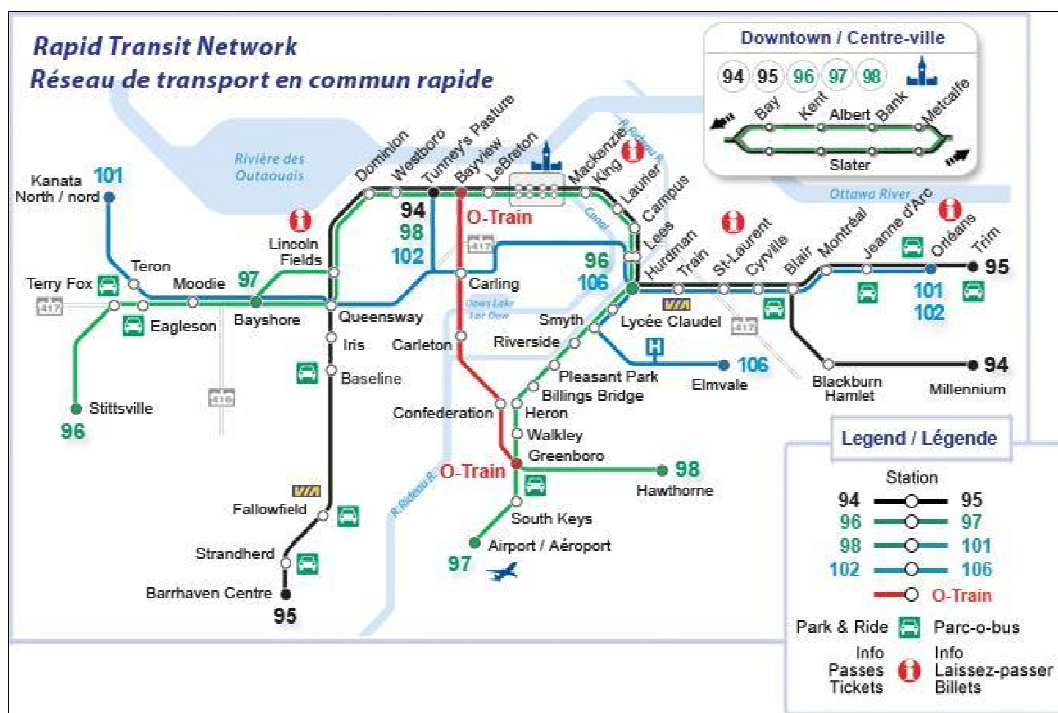
O considerável volume de veículos particulares explica o fato de que em Ottawa, num período de 24 horas, apenas 13,0% das viagens são realizadas utilizando transporte público, sendo que 71,0% são utilizando veículos particulares, seja como motorista ou como passageiros.

Ciente das adversidades de uma elevada taxa de motorização para uma cidade de seu porte, o governo de Ottawa preocupa-se em aplicar medidas de prioridade de transporte público, as quais “são propostas para minimizar os atrasos dos ônibus nas interseções e ao longo de estradas congestionadas, assegurando tempos de viagem mais curtos aos usuários” (OTTAWA, 2009).

Dentre as técnicas utilizadas, pode-se citar a faixa exclusiva de ônibus e o sistema DSIS – *Demand for Service Indicating System*. Nos pontos de parada com sistema DSIS, geralmente próximos a vias rápidas utilizadas por linhas de ônibus, ao se apertar um botão, o veículo acessa outra via de menor velocidade e o ponto; caso ao e o botão não tiver sido apertado, o motorista continuará na via rápida.

O STPP de Ottawa é dotado de dois sistemas de transporte público rápido, a saber: uma rede de VLP – veículo leve sobre pneus, ou BRT, transporte rápido por ônibus – denominada *Transitway* e um sistema de VLT denominado *O-Train*. A Figura 2.10 apresenta um esquema com os sistemas de transporte rápido de Ottawa.





**Figura 2.10: Rede de transporte público rápido de Ottawa.**

Fonte: OCT (2009).

Na Figura 2.10, pode-se observar os corredores do sistema de VLP – coloridos em azul, verde e preto – e a linha do sistema de VLT – em vermelho.

Projetos de expansão do sistema incluem a construção de um túnel referente ao trecho não segregado da *Transitway* na área central, expansão dos corredores para as zonas mais periféricas e ligação de trechos desconexos da rede. Também é projetada a expansão do sistema de VLTs até uma futura estação nas proximidades do Aeroporto Internacional de Ottawa.

Algumas estações da *Transitway* e do *O-Train* oferecem o serviço de *Park & Ride*, o qual consiste na disposição de estacionamentos para veículos privados, favorecendo a integração público-particular. São ao todo cerca de 5300 vagas disponíveis gratuitamente nas proximidades das redes, todavia, caso se queira “reservar” uma vaga, pode-se adquirir por uma taxa mensal uma licença, a qual permitirá essa “reserva”.

O sistema de ônibus de Ottawa possui linhas os seguintes tipos de serviço:

- linhas troncais – operam na *Transitway*;

- linhas alimentadoras (*Black Routes*) – operam sem necessariamente utilizar a *Transitway*;
- linhas excepcionais (*Red Routes*) – operam apenas em finais de semana ou horas de pico;
- linhas rurais (*Green e Rural Express Routes*) – operam apenas em finais de semana e horas de pico com rotas para a zona rural;
- linhas escolares – operam próximo às principais instituições de ensino, desde escolas primárias a universidades;
- linhas matutinas – operam somente das quatro às seis da manhã nos dias úteis e algumas aos sábados; algumas linhas regulares (troncais ou alimentadoras) também operam neste horário;
- linhas “esportivas” – realizam a ligação de diversas áreas ao *Scotiabank Place*, arena oficial do principal time de hóquei da cidade e palco de eventos diversos.

Ottawa possui ainda um conjunto com 280 ônibus com sistema *Bike & Rack*, o qual consiste em um dispositivo existente no ônibus capaz de transportar bicicletas. Também é possível transportar bicicletas em alguns veículos do sistema de VLT.

O sistema de ônibus, em todas as suas linhas, transporta cerca de 370 mil passageiros em dia útil; enquanto o sistema de VLTs, cerca de 10 mil passageiros.

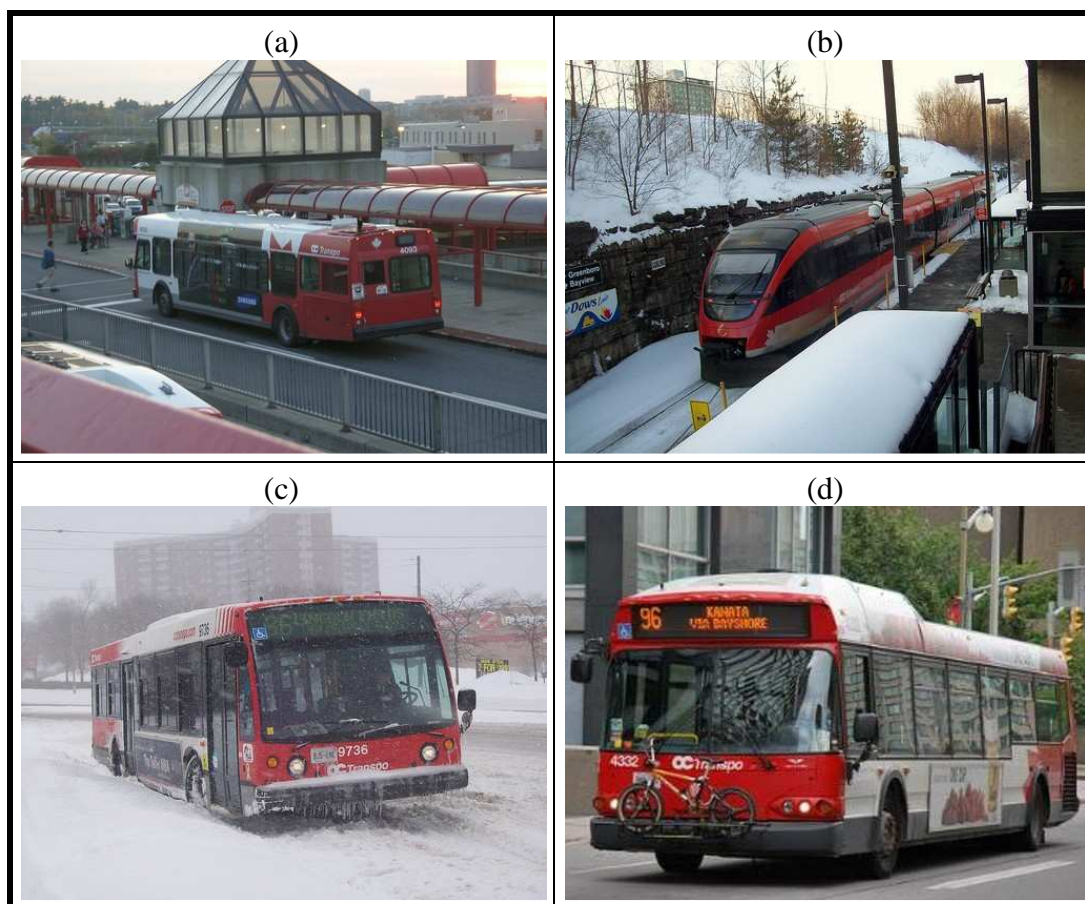
O processo de bilhetagem é feito por ticket e passes. O pagamento da tarifa com passe pode ser mais barato do que com tickets, e ambos são mais baratos do que feito no momento da viagem. O valor da tarifa varia conforme o tipo de linha, com gratuidades para crianças até cinco anos no sistema de ônibus e até onze no *O-Train*.

A bilhetagem proporciona diversos tipos de passes, cada um com propósitos e direitos diferentes, como: passe anual, mensal, diário, para adultos, estudantes, idosos, rotas regulares, expressas, rurais, para trabalhadores (como o vale-transporte brasileiro), pessoas com algum programa de apoio do governo, etc.

A integração pode ser feita com a liberação de uma transferência, ou seja, basta solicitar ao motorista que proporcione um comprovante para poder realizar um

transbordo com os devidos descontos no pagamento da nova tarifa. A transferência é válida por apenas 90 minutos.

A Figura 2.11 apresenta uma seqüência de imagens do transporte público de Ottawa.



**Figura 2.11: Seqüência de imagens do transporte público de Ottawa.<sup>6</sup>**

Na Figura 2.11, a imagem (a) apresenta um ônibus atendendo uma das estações da *Transitway*, enquanto a imagem (b), um VLT deixando uma das estações do sistema *O-Train*. A imagem (c) apresenta uma cena comum e inevitável em boa parte do ano: um ônibus preso no excesso de neve. A imagem (d) apresenta um ônibus dotado do serviço *Bike & Rack*.

<sup>6</sup> Imagens da internet disponíveis em:

(a) <<http://www.flickr.com/photos/steve-brandon/260996683/>>;  
 (b) <<http://www.flickr.com/photos/steve-brandon/2247719554/>>;  
 (c) <[http://www.flickr.com/photos/steve-brandon\\_2312809873/](http://www.flickr.com/photos/steve-brandon_2312809873/)>; e  
 (d) <<http://www.flickr.com/photos/matba/2853253101/>>

### 2.3.2 O planejamento de uma viagem através do STPP de Ottawa

As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de TP (2009).

A *OC Transpo*, como empresa responsável pelo STPP de Ottawa, também é a responsável pelo sistema de informações deste modo. Esta possui uma página na rede mundial de computadores com acesso a um SPV, intitulado *Travel Planner* (TP), o qual pode ser exibido nos dois idiomas oficiais do país, o inglês e o francês.

A Figura 2.12 apresenta a primeira interface do sistema *Travel Planner*.

**Figura 2.12: Primeira interface da ferramenta TP.**

**Fonte: TP (2009).**

Esta ferramenta proporciona quatro interfaces em seqüência: três destas a serem preenchidas com as informações do usuário e a quarta com os resultados. A primeira colhe as informações de origem; a segunda, as de destino e a terceira, as informações relativas às características temporais da viagem, além de diversas opções que possam caracterizar melhor o desejo de viagem.

As interfaces de origem e destino são idênticas. Tanto na primeira interface intitulada “*Onde será sua partida?*” – em tradução livre–, quanto na segunda intitulada

“*Onde será sua chegada?*” – idem –, ambas possuem seis abas, cada uma caracterizando uma opção de identificação de local.

As abas de identificação do local possuem a ordem que segue: a) por endereço; b) por cruzamento; c) por ponto de referência; d) por ponto de parada; e) por mapa; e f) por histórico de utilizações anteriores.

Na opção de identificação de local por endereço, é necessário informar o nome da via e um número de referência; por cruzamento, é necessário informar o nome de duas vias; por mapa, deve-se selecionar um ponto de referência ou de parada no mapa apresentado.

Na opção por ponto de referência, o banco de dados do STPP possui uma lista de diversos equipamentos urbanos de diversas áreas e utilidades, como supermercados, museus, cinemas, praias, aeroportos, hospitais, etc.

Dentro do STPP de Ottawa, cada ponto de parada possui um código numérico único com quatro dígitos, o qual é exposto nas instalações físicas do respectivo ponto. Na opção de seleção de local de viagem por ponto de parada, o sistema solicita a identificação de um ponto através desta codificação.

Após algumas utilizações da ferramenta, uma lista com os locais consultados é armazenada no *browser* do computador utilizado, de modo a permitir um novo acesso de maneira rápida através da aba de histórico de utilizações anteriores.

Em todas as abas existe um botão de “OK”, o qual deve ser pressionado quando as informações forem preenchidas.

Após a identificação dos locais de origem e destino, a terceira interface intitulada “*Quando será sua viagem?*” – em tradução livre– possui as opções de definição da data e da hora da viagem. A data pode ser definida através de uma lista automática contendo os dias da semana como opção, ou através de um calendário virtual. Além da definição da hora, pode-se definir também se o valor informado se relaciona à chegada ou à saída, se “exatamente” ou “aproximadamente” naquele horário.

Nesta interface, também se pode definir melhor a viagem com opções como: escolher somente com veículos a) acessíveis a cadeirantes, b) com o sistema *Bike & Rack*; c) com tarifa regular (a mais barata); e/ou excluindo rotas d) escolares, ou e) especiais para eventos.

Novamente, após o preenchimento de todas as informações, deve-se pressionar o botão “OK” para seguir para a próxima interface.

A Figura 2.13 apresenta um exemplo da interface de resultados da TP.

**OC Travel Planner**

**FROM** ✓ CRYSTAL RIDGE PL @ SABLE RIDGE DR ...

**TO** ✓ CARLING STATION

**TIME** ✓ Quinta-feira  
Março 19, 2009  
Arriving at 9:56 AM

**TRIP**

**This is the QUICKEST TRIP**

Depart at 9:18 AM	Regular fare	1 transfer
Arrive at 9:56 AM	Duration: 38 minutes.	Total walking: 14 minutes

Depart at 9:18 AM

At 9:18 AM, [walk](#) to stop HUNT CLUB / LORRY GREENBERG (11 min.).

At 9:29 AM, take Bus route 114 direction Greenboro and get off at station GREENBORO 1B. Arrive at 9:39 AM.

[Walk](#) to station O-TRAIN GREENBORO for transfer.

Wait 5 minute(s).

At 9:45 AM, take Train route OTm direction Bayview and get off at stop O-TRAIN CARLING, 3 station(s) further. Arrive at 9:54 AM.

[Walk](#) to CARLING STATION. Arrive at 9:56 AM (2 min.).

Click on a bus stop to see more passing times

**9:18 AM DEPARTURE**

- CRYSTAL RIDGE PL (OTTAWA) @ SABLE RIDGE DR (OTTAWA)
- HUNT CLUB / LORRY GREENBERG (4332)
- GREENBORO 1B (3037)
- O-TRAIN GREENBORO (3037)
- O-TRAIN CARLING (3061)

**9:56 AM ARRIVAL**

Earlier

Later

Quickest Trip

Fewest Transfers

Least Walking

Return Trip

Change Options

Start Over

Print

View MAP

**Figura 2.13: Interface de resultados da ferramenta TP.**

**Fonte: TP (2009).**

A interface de resultados apresenta inicialmente uma sugestão com a viagem mais rápida, considerando as opções apresentadas nas interfaces anteriores. Todavia, um conjunto de opções também é apresentado de forma a realizar pequenos ajustes a viagem planejada.

Entre estas opções estão: “viagem com menos transferências”, “com menor distância de caminhada”, “chegando (ou partindo) um pouco antes ou depois”, etc. Através desta interface, pode-se ainda realizar tarefas como: “Iniciar uma nova pesquisa”, “Alterar parâmetros de viagem”, “Imprimir a pesquisa realizada”, ou “Visualizar o itinerário através de um mapa”.

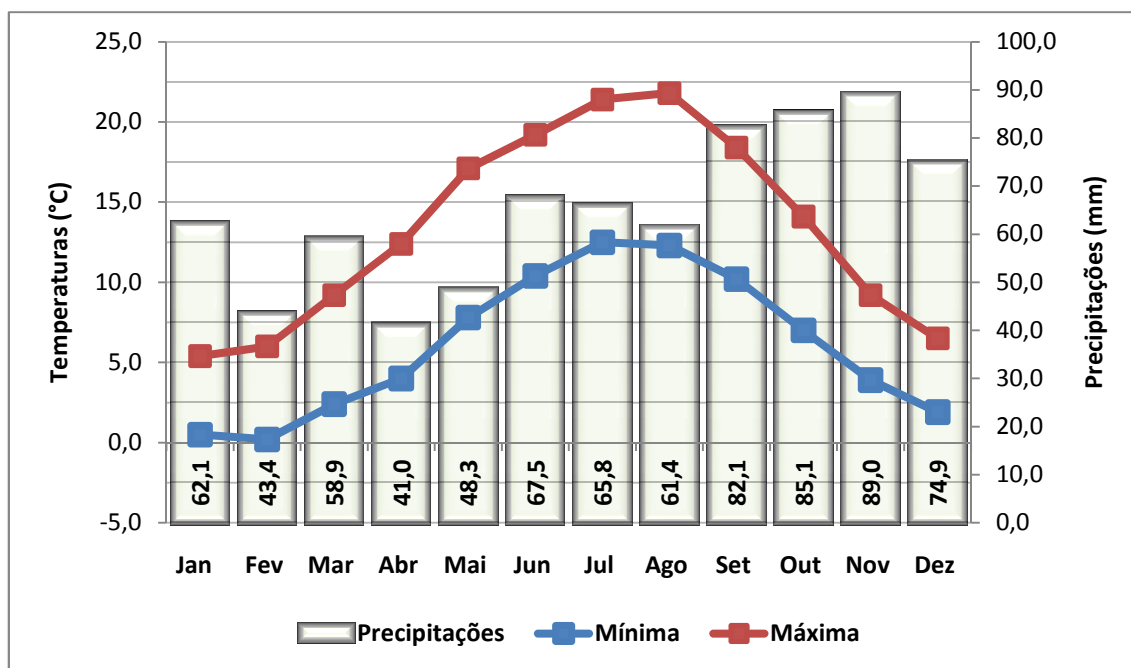
Para cada sugestão são apresentadas as seguintes características: a) horários de saída e chegada; b) categoria de tarifa – de onde se saberá o valor a ser cobrado; c) tempo de viagem; d) número de transferências; e) tempo total de caminhada e f) itinerário a ser realizado.

## 2.4 AMSTERDÃ, PAÍSES BAIXOS

Segundo CBS (2009), Amsterdã, capital dos Países Baixos, com uma população de cerca de 760 mil habitantes distribuídos em uma área de 219 quilômetros quadrados – sendo 53 deste (24,2 %) de mananciais – está localizada na parte centro-oeste do país, na desembocadura do rio *Amstel* na baía *IJ*, a cerca de 20 quilômetros do mar.

Segundo BARSA (1997c), de longa tradição comercial, as cidades da região dos Países Baixos protagonizaram os principais impactos da burguesia na sociedade, através dos séculos. Além da localização privilegiada, a miscelânea de povos, fruto principalmente de comerciantes expulsos de reinos feudais, impulsionou tanto a atividade comercial quanto a cultural e ideológica, diferenciando a região dos padrões das demais em cada época. Como capital, Amsterdã também possui um importante papel na economia da região, do país e do mundo. Esta também é considerada a capital financeira e cultural dos Países Baixos. Muitas das principais corporações holandesas, além de diversos sistemas bancários, têm suas sedes em Amsterdã, como *ABN AMRO*, *Heineken International*, *ING Group* e *Philips*.

A região de Amsterdã possui um clima temperado, a qual, embora localizada próximo a 52° de latitude Norte, raramente oferece temperaturas abaixo de 0°C. As precipitações são bem distribuídas com média de cerca de 780 milímetros por ano. A Figura 2.14 apresenta um resumo das condições climáticas de Amsterdã.



**Figura 2.14: Características climáticas de Amsterdã.<sup>7</sup>**

Fonte: OMM (2009c).

Além dos fatos já apresentados, Amsterdã é mundialmente conhecida por ser uma das cidades que mais se adapta ao conceito de “amiga das bicicletas” no mundo, ou seja, com infra-estruturas diversas que permitem um alto grau de mobilidade urbana utilizando transporte não-motorizado, como as bicicletas.

#### 2.4.1 O transporte público dos Países Baixos

As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de IAM (2009) e GVB (2009).

As políticas da cidade de Amsterdã são criadas e geridas por uma cooperação entre a Câmara Municipal – formada por quarenta e cinco cidadãos voluntários eleitos pelos munícipes – o colégio de vereadores – eleito pela Câmara – e o prefeito – eleito pelo monarca.

A Câmara assumiu o transporte público de Amsterdã ainda no século XIX. Na década de 40, as empresas independentes de bonde e ônibus se fundiram em uma só

<sup>7</sup> As precipitações representam tanto chuva quanto neve. Dados baseados nas médias mensais entre 1971 e 2000.



empresa. Em meados da década de 90 com os altos custos de transporte, a Câmara propôs privatizar os transportes públicos, o que foi impedido por um referendo popular.

Atualmente, além da municipal GVB, o transporte público de Amsterdã é também operado pela corporação *Connexion*<sup>8</sup>, a qual opera também em toda nação, e pela internacional *Arriva*<sup>9</sup>.

A cidade de Amsterdã oferece uma boa infra-estrutura para diversos modos de transportes, como carros e ônibus, bondes e trens, barcos, etc., mas se orgulha de ser mundialmente conhecida como uma cidade “*bicycle-friendly*”, ou seja, por proporcionar uma ótima mobilidade utilizando bicicletas. Amsterdã possui inclusive um planejador de viagens urbanas utilizando bicicletas, disponível no site do órgão *Routecraft*<sup>10</sup>.

Em muitas áreas da cidade é cobrada uma taxa para estacionar. Apenas deficientes identificados com cartões personalizados são isentos da cobrança de taxa de estacionamento. Os valores cobrados são proporcionais à demanda: estacionar no centro, por exemplo, além de mais complicado possui uma taxa maior do que nos demais bairros.

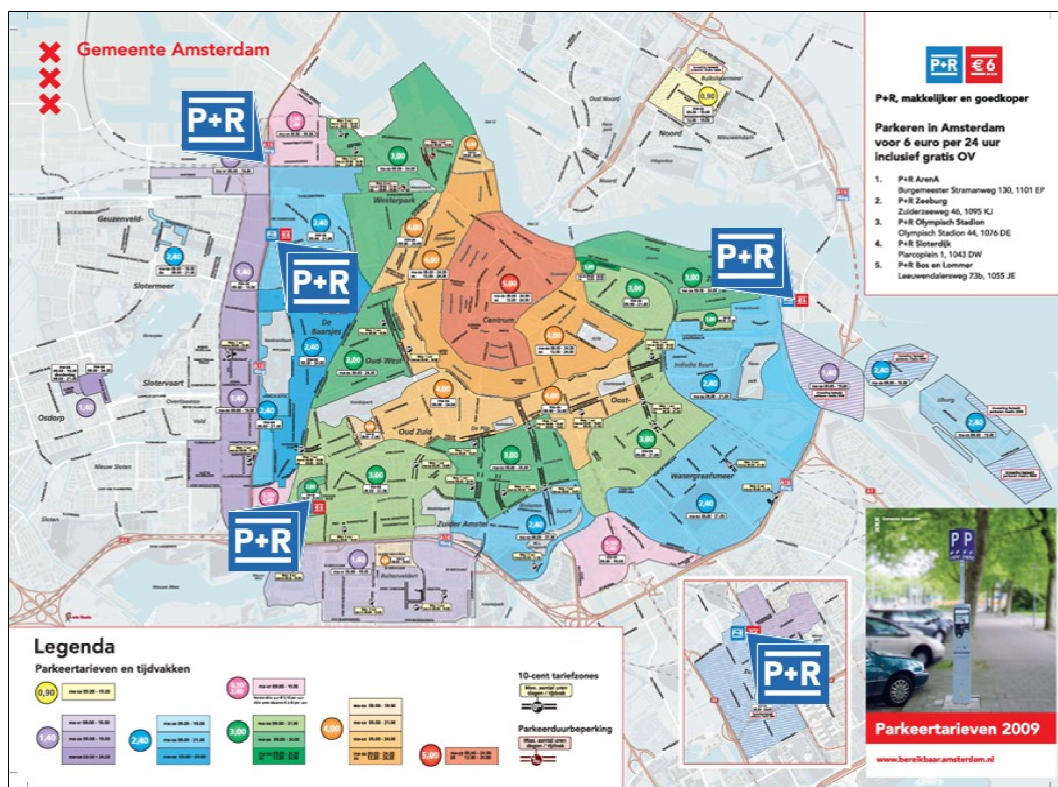
A Figura 2.15 apresenta a divisão espacial de Amsterdam pelas áreas de estacionamento de acordo com a tarifa cobrada.

---

<sup>8</sup> Site oficial: <<http://www.connexion.nl/>>.

<sup>9</sup> Site oficial: <<http://www.arriva.co.uk/>>.

<sup>10</sup> Site oficial: <<http://www.routecraft.com/rlfplanneren>>.



**Figura 2.15: Áreas de tarifação de estacionamento em Amsterdã<sup>11</sup>.**

Na Figura 2.15, pode-se observar uma variação de cores, onde cada região corresponde a um regime diferente de tarifação: os tons lilás são os mais baratos, depois vêm os azuis, os verdes, os amarelos e por fim o vermelho, o mais caro. As variações de tom correspondem ao regime de cobrança horária, ou seja, em uma mesma cor, um tom pode representar uma região onde a tarifa é cobrada apenas de segunda a sábado, das 09h às 19h; em outro tom, de segunda a domingo, das 09h às 00h.

Também se podem observar cinco locais que oferecem um serviço diferenciado de Park & Ride representados pelo símbolo “P+R”. Trata-se de estacionamentos proporcionados pelo poder público que permitem diversas vantagens em relação aos demais, como: a) uma tarifa significativamente reduzida; b) passe livre para o acesso ao transporte público; e c) o aluguel grátis de bicicletas disponíveis no próprio estacionamento.

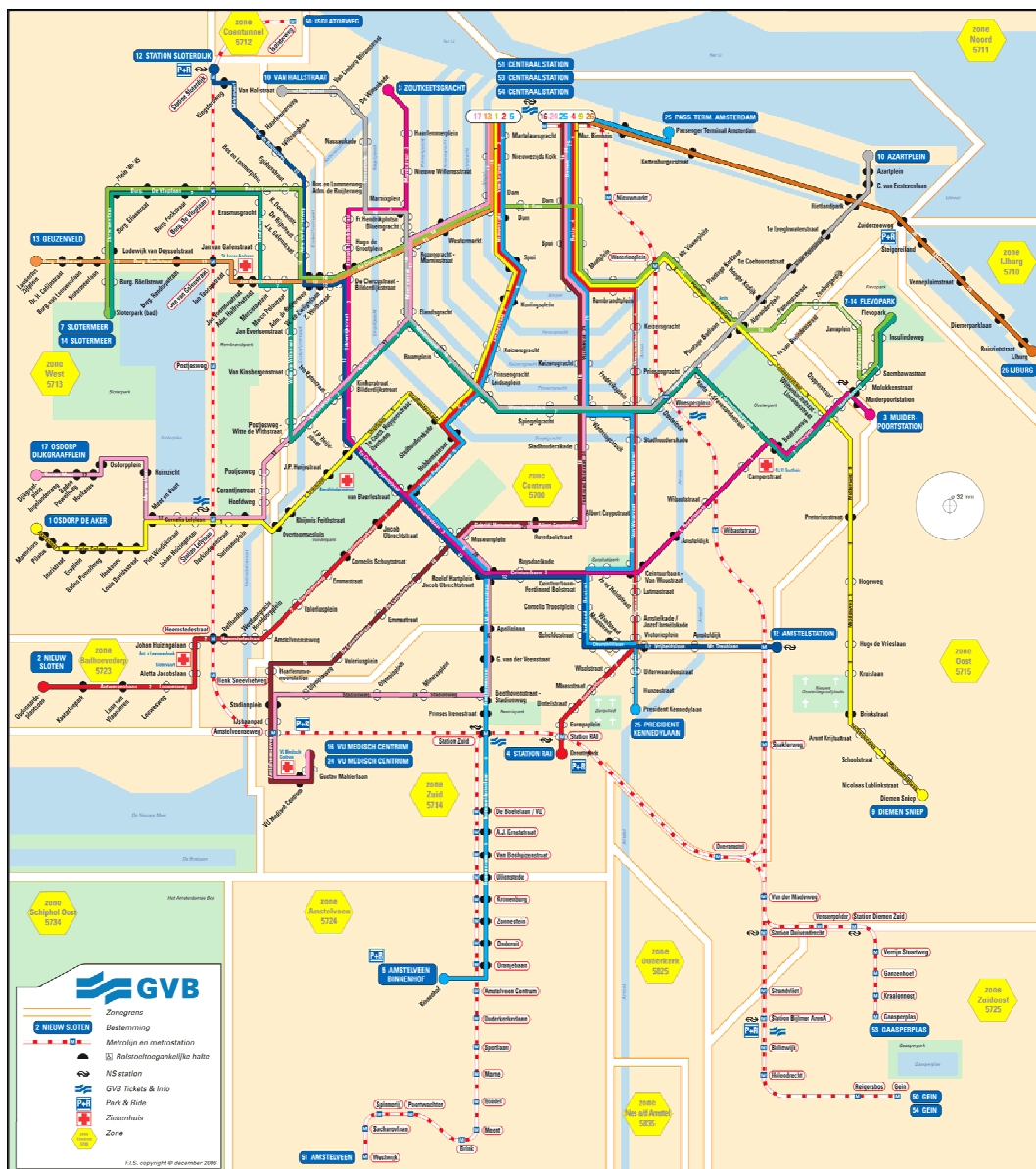
<sup>11</sup> Disponível em: <[http://www.toamsterdam.nl/live/bijlagen/kaart\\_parkeertarieven\\_2009.pdf](http://www.toamsterdam.nl/live/bijlagen/kaart_parkeertarieven_2009.pdf)>.

Além dos estacionamentos “P+R”, existem outros 22 “edifícios estacionamentos” espalhados por toda cidade. Ao todo, são oferecidas 12 600 vagas, sendo que 1250 estão nos locais “P+R”.

O STPP de Amsterdã é atendido principalmente pelo moderno sistema de 216 bondes dispostos em dezesseis linhas, num total de 213 quilômetros, realizando cerca de 3600 viagens diárias, algumas internas ao perímetro do centro, outras ligando o centro à periferia. Os quatro modelos de veículos existentes possuem capacidade variando de 150 a 180 passageiros, sendo de 51 a 60 sentados.

Outro sistema não menos importante é o de quatro linhas de metrô, num total de 81,2 quilômetros, realizando 900 viagens diárias, principalmente dos subúrbios mais afastados ao centro da cidade. Ao todo, o sistema possui 106 vagões de três modelos com capacidade variando de 250 a 300 passageiros, sendo de 64 a 98 sentados.

A Figura 2.16 apresenta um esquema da malha dos dois principais sistemas de transporte de Amsterdã.



**Figura 2.16: Rede de transporte público de Amsterdã.**

Fonte: GVB (2009).

Na Figura 2.16, pode-se observar o emaranhado que é a complexa rede de bondes de Amsterdã. Pode-se observar também as quatro linhas de metrô.

O crescente desenvolvimento da região ao norte da baía *IJ* incentivou o projeto de uma nova linha de metrô interligando as duas regiões: a tradicional margem sul e a margem norte em franca expansão.

Além destes dois sistemas, Amsterdã também possui um de ônibus com 55 linhas, sendo 43 normais e 12 noturnas, realizando 4050 viagens diárias – mais 166 dos

ônibus noturnos: 84 em dias úteis e 182 nos finais de semana. Existem três modelos básicos: ônibus padrão, articulado e mini-ônibus, com capacidade variando de 43 a 106 passageiros, sendo de 23 a 58 sentados.

Existe também o sistema de balsas da baía *IJ*, com seis linhas e realizando 800 viagens diárias. Das nove embarcações, quatro transportam 120 passageiros por viagem, enquanto as outras, 150 passageiros.

Com relação ao número de passageiros transportados, apenas a GVB é responsável pelo transporte de cerca de um milhão de passageiros diariamente.

O sistema de tarifação praticado na cidade está sendo alterado do por zona para o por distância percorrida. O antigo sistema ainda é praticado e controlado em toda a nação por um órgão específico denominado *Vervoerbewijzen Nederland BV*, subordinado ao Ministério dos Transportes, que segundo VBN (2009), é responsável pela produção, distribuição e venda dos *bilhetes* de viagens nacionais em todo Países Baixos, processo de bilhetagem utilizado, além de determinar os termos das zonas e a tarifa a ser paga para se viajar através de uma ou mais zonas. Geralmente uma zona corresponde a uma cidade ou distrito, porém, cidades como Amsterdã possuem diversas zonas em seu perímetro urbano.

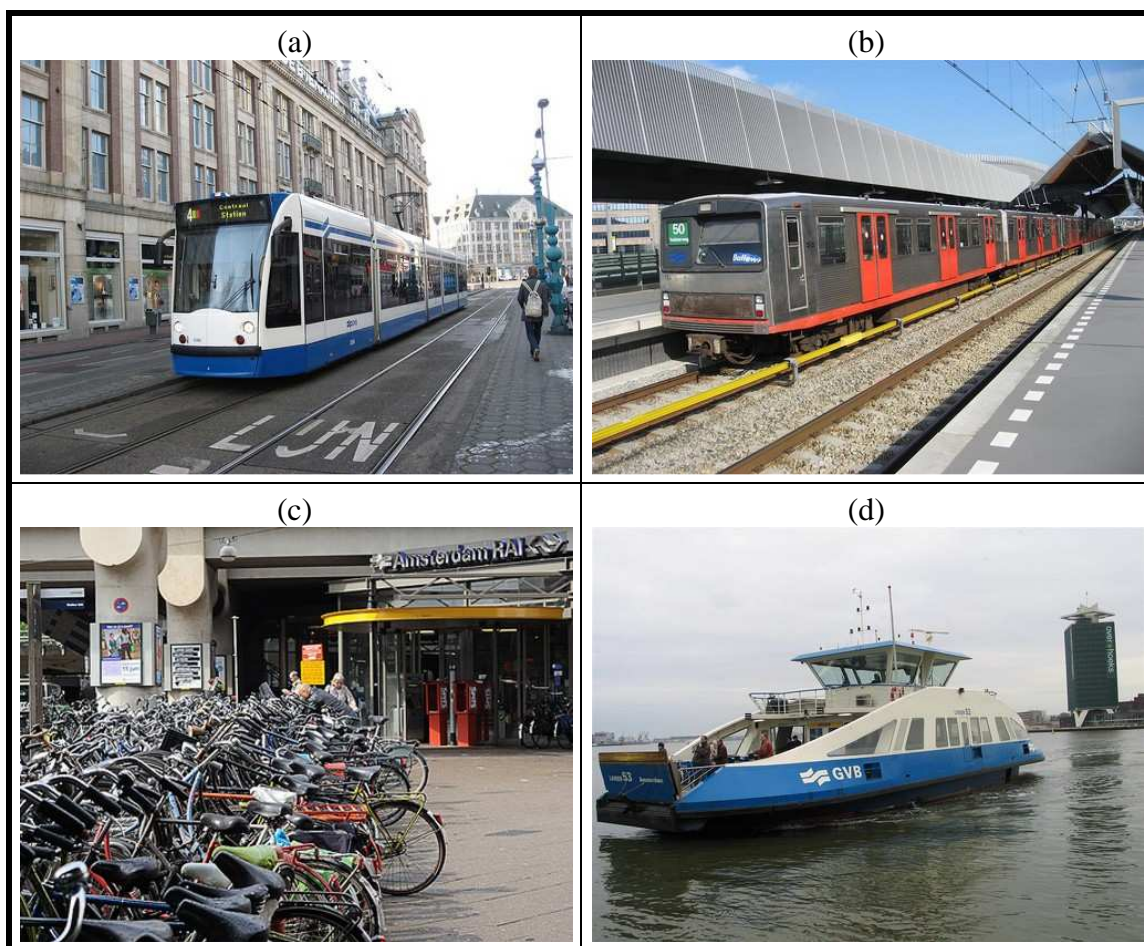
Em Amsterdã, de acordo com a página da GVB “o atual sistema torna a tarifação mais clara e justa aos usuários”. É cobrada uma taxa base a qual permite uma viagem de até 35 minutos. Após este período, é cobrada uma taxa adicional para cada quilômetro percorrido.

De modo a melhorar o desempenho do processo de tarifação, o processo de bilhetagem está sendo modificado para o por cartão inteligente denominado *OV-chipkaart*, que pode ser utilizado em quase todos os meios de transporte público nos Países Baixos.

Em 1991, as empresas de transporte público dos Países Baixos formaram uma empresa denominada *9292*, com o objetivo de unificar a disposição de informações sobre transporte público de toda nação. No decorrer dos anos, esta empresa desenvolveu

diversas ferramentas como um planejador de viagens mesclando transporte público e particular, com origem e destinos de viagem em qualquer local dos Países Baixos.

A Figura 2.17 apresenta uma seqüência de imagens do transporte público de Amsterdã.



**Figura 2.17: Seqüência de imagens do transporte público de Amsterdã.<sup>12</sup>**

Na Figura 2.17, a imagem (a) apresenta um veículo do sistema de bondes no centro da capital; observe a não concorrência com o transporte particular. A imagem (b) apresenta uma das linhas do Metrô de Amsterdã; a imagem (c), um aglomerado de bicicletas no acesso a uma estação de trem; e a imagem (d), uma balsa do STTP na baía *IJ*.

<sup>12</sup> Imagens da internet disponíveis respectivamente em:

(a) <<http://www.flickr.com/photos/arthur-a/2292951487/>>;  
 (b) <<http://www.flickr.com/photos/arthur-a/2461311540/>>;  
 (c) <<http://www.flickr.com/photos/akrabat/3626532140/>>; e  
 (d) <<http://www.flickr.com/photos/arthur-a/2288623846/>>



#### 2.4.2 O planejamento de uma viagem através do STPP dos Países Baixos

As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de 9292 (2009).

Como dito anteriormente, os Países Baixos possui uma empresa chamada 9292 que, segundo ela se autodenomina, “é a marca do grupo de informações sobre viagens para todos os sistemas de transporte público nos Países Baixos”, fornecendo um SPV denominado *OV Planner*, o qual opera nos país há mais de 15 anos e pode ser consultado por internet ou telefone, fixo ou móvel.

Além de informações em holandês, idioma local, a página da 9292 possui uma versão do *OV Planner* no idioma inglês, com o objetivo de propor uma maior acessibilidade aos estrangeiros no país, sejam a lazer ou a negócios.

Recentemente, esta empresa tem desenvolvido um sistema denominado *Auto & OV*, o qual mescla viagens com trechos em automóvel e em transporte público, indicando a localização de um estacionamento a ser utilizado para a realização da transferência principalmente. Esta operação é a mais indicada para os milhões de turistas que acessam os Países baixos de automóvel todos os anos.

Na Figura 2.18, são apresentadas as interfaces dos dois planejadores da 9292: a do *OV Planner* – que utiliza apenas o transporte público – e a do *Auto & OV* – que mescla automóvel, estacionamento e transporte público.

**Figura 2.18: Interfaces dos sistemas de planejamento de viagens  
OV Planner e Auto & OV.**

Fonte: 9292 (2009).

Na Figura 2.18, pode-se observar que os dois sistemas estão na mesma interface, porém em abas diferentes. Embora possuam diversas semelhanças, esta pesquisa focará o planejador de viagens que utiliza apenas transporte público, ou seja, o *OV Planner*.

Como informação básica, o *OV Planner* solicita a identificação da origem, do destino e do momento da viagem. Como informações opcionais, pode-se: a) selecionar um ponto intermediário aos locais de viagem, para o acesso ou simples passagem; b) selecionar o ponto de parada a ser utilizado; e c) o(s) modo(s) a ser utilizado como trem, ônibus, metrô, bonde, balsa e o semi-público táxi.

O local de origem, e de igual modo o de destino, pode ser identificado por um endereço – através da informação da via, do número que corresponde ao endereço e um local que auxilie a referenciá-lo, como bairro, região, etc. –, um código postal, uma



estação ferroviária, ou pontos de referência como museus, estádios, universidades, aeroportos e cais, *shoppings centers*, hospitais, etc.

Quanto ao momento de viagem, é solicitada a data, através de um calendário corrido, e a hora com precisão de cinco minutos. Pode-se informar também se o horário informado corresponde à chegada ou à saída.

Preenchidas todas as informações, clica-se em “*obter conselho de viagens*” – em tradução livre – e segue para a próxima interface.

Caso os dados informados para os locais de viagem estejam incorretos, imprecisos, ou gerando ambigüidades, a ferramenta gerará uma interface apresentando os conflitos, sugerindo opções e solicitando a definição dos locais. Após a definição, clica-se novamente em “*geef reisadvies*” para a visualização dos resultados.

A Figura 2.19 apresenta um exemplo da interface de resultados da ferramenta *OV Planner*.

**OV advies** terugreis wijzig reis nieuw advies

**Van** universiteit/hogeschool vu amsterdam  
**Naar** ajax stadion amsterdam  
**Datum** dinsdag, 24 maart 2009 16:30

<b>Vertrek</b>	16:26	16:31	16:33	16:39	16:41	« <a href="#">Eerder</a>
<b>Aankomst</b>	16:46	16:54	16:54	17:01	17:01	» <a href="#">Later</a>
<b>Reistijd</b>	0:20	0:23	0:21	0:22	0:20	« <a href="#">Eerste reismogelijkheid</a>
<b>Overstappen</b>	1	geen	1	geen	1	» <a href="#">Laatste reismogelijkheid</a>

Vertrek	Van	Naar	Aankomst	Hoe
16:41	universiteit/hogeschool vu amsterdam	metro De Boelelaan VU Amsterdam	16:44	lopen 3 min
16:44	metro De Boelelaan VU Amsterdam	metro Zuid Amsterdam	16:46	sneltram 51 GVB richting Centraal Station
16:50	metro Zuid Amsterdam	metro Strandvliet Amsterdam	16:59	metro 50 GVB richting Gein
16:59	metro Strandvliet Amsterdam	ajax stadion amsterdam	17:01	lopen 2 min

**Bijzonderheden**  
[sneltram 51: Op deze lijn kunt u gebruik maken van de OV-chipkaart](#)

**Vervoer op afroep/taxi**  
 vu amsterdam 1) 9292 taxiservice (0900-9292 € 0,70 p/m) / arriva taxi: 0900 - 4002000  
 2) regiotaxi zuidoost-drenthe [meer info](#)

**Reisdetails**  
[Alle haltes](#)  
[Vertrektijden per halte](#)  
[Het weerbericht voor stadion](#)

**Prijs**  
 Voor deze reis heeft u 1 kaartje nodig.

Kaartje	Vervoer	Tarief afstand	Vol tarief		Reductie	
			Enkele reis	Retour	Enkele reis	Retour
1	van metro De Boelelaan VU te Amsterdam naar metro Strandvliet te Amsterdam	3 strippen	€ 1,46*			

\*Met 15 strippenkaart.  
[Uitgebreide prijsinfo](#)

kaart
afdrukken
advies per sms
mail door

**Figura 2.19: Interface de resultados dos sistema OV Planner.**

**Fonte: 9292 (2009).**

Na interface de resultados, além das especificações informadas como dados de entrada, é apresentada uma lista com os resumos das sugestões de itinerários enfileiradas por ordem de horário de partida, os quais também apresentam o horário de chegada, o tempo total de viagem e o número de transbordos.

Cada viagem pode ser melhor detalhada com a seleção na fileira de itinerários. Estes detalhes incluem os horários e os locais de chegada e saída e o veículo a ser utilizado em cada etapa da viagem, as quais são definidas pelas integrações.

Além da especificação da viagem, algumas informações adicionais podem ser acessadas, como: a) informações adicionais sobre os modos utilizados, como linhas que oferecem descontos, por exemplo; b) serviços de táxis nas proximidades dos pontos de acesso ao transporte público; c) informações diversas provenientes da viagem, como todos os pontos de parada utilizados pelos veículos, ou condições meteorológicas, por exemplo; e d) como, onde e o valor da tarifa a ser cobrada.

Por fim, a consulta realizada pode ser impressa ou enviada para o usuário através de mensagens de celular ou correio eletrônico.

## **2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nos três exemplos de SPV analisados, podem ser salientados os seguintes pontos:

- As informações básicas para a definição de uma viagem são “locais de origem”, “local de destino” e “momento de viagem”. Este último pode se referir à saída ou à chegada.
- A definição de locais pode ser feitas através de: “um endereço”; “um cruzamento”; ou “um ponto de referência”. Uma classe específica de pontos de referência diz respeito aos pontos de parada e estações de transporte público.
- As datas podem distinguir entre os dias da semana, ou entre dia útil e fim-de-semana.
- As opções adicionais podem incluir qualquer característica do STPP que possa influenciar na decisão do usuário pela utilização deste, como “modos diferentes”, “veículos diferentes no mesmo modo”, “tarifas diferentes em itinerários diferentes”, etc.
- As informações do planejador de viagens podem ser acessadas através de internet ou telefone, fixo ou móvel.

Além disso, é importante sempre considerar a influência da cultura da população em relação ao transporte. Estas entre outras considerações devem ser feitas na elaboração e implantação de um SPV, de modo a aumentar os conceitos de conveniência do STPP.

## Capítulo 3

# SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS

Após a abordagem feita sobre os SPV, este capítulo continua com a revisão bibliográfica abordando, no entanto, os STPP em si, bem como as principais características de seus elementos de planejamento e a influência destes na qualidade e eficiência do STPP. Esta abordagem se faz necessária, de modo a contextualizar melhor os elementos a serem considerados para a construção da proposta de ferramenta.

### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema de transporte é um dos principais responsáveis pela mobilidade das pessoas, ou seja, pela capacidade destas de se locomoverem pela cidade, influenciando diretamente na realização das mais diversas atividades dos munícipes – comerciais, industriais, educacionais, recreativas, etc. –, as quais caracterizam o padrão de vida daquela cidade.

Uma das principais divisões de um sistema de transporte é entre o subsistema público e o particular, cada um com suas vantagens, tornando a sua utilização mais conveniente.

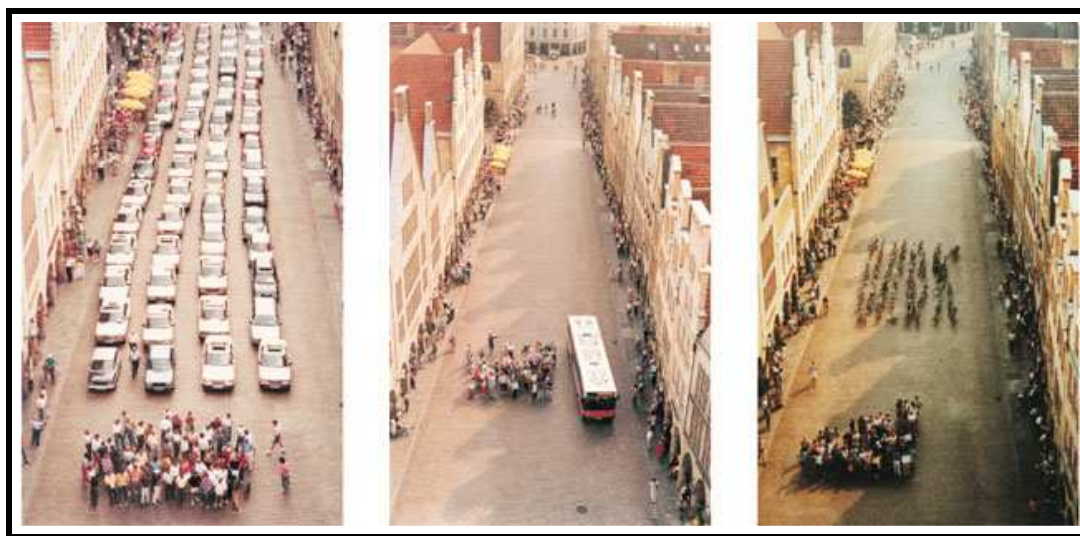
Dentre as vantagens na utilização do transporte motorizado particular, pode-se citar o transporte porta a porta – com a total liberdade de escolha do horário de saída e do trajeto da viagem –, a sensação de conforto relativamente melhor e a possibilidade de transportar volumes médios, tais como compras.

Dentre as vantagens na utilização do transporte público, pode-se citar um menor custo unitário para o usuário transportado e a democratização da mobilidade – transporte para pessoas que não podem ou preferem não dirigir.

Além das vantagens citadas, as quais beneficiam apenas ao usuário individualmente, conforme o porte da cidade, a massificação do transporte público tem

como conseqüência uma menor ocupação do espaço viário e menos emissão de poluentes. Estas vantagens, portanto, representam benefícios para a população como um todo.

Quanto à ocupação do espaço viário, a Figura 3.1 apresenta um conhecido exercício demonstrando um comparativo da ocupação de uma via por carros, por ônibus e bicicletas. O exercício foi realizado na cidade *Münster*, Alemanha.



**Figura 3.1: Exercício de ocupação do espaço viário pelos sistemas de transporte particular e público<sup>13</sup>.**

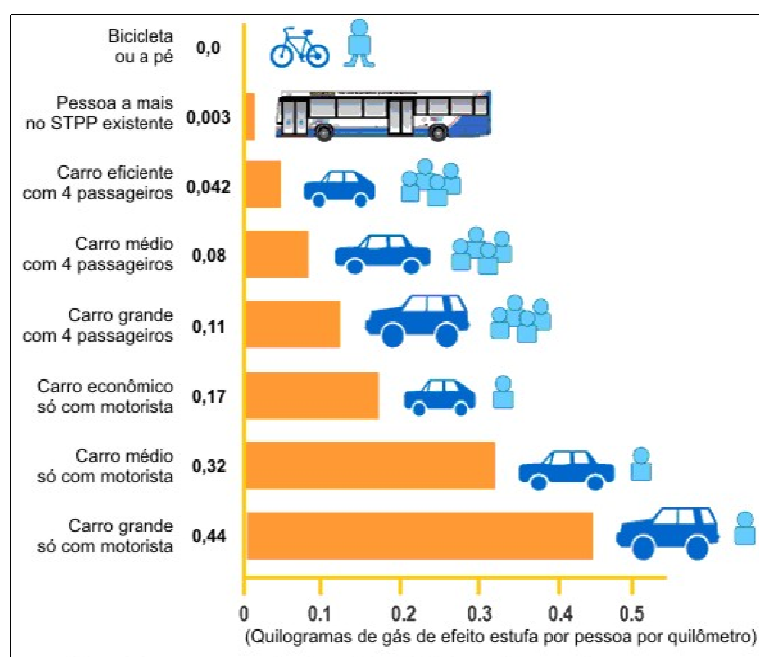
Cada quadro da Figura 3.1 possui 72 pessoas. No primeiro quadro, demonstra-se que elas podem se locomover por meio de 60 automóveis (taxa de 1,2 ocupantes por veículo), utilizando 1000 metros quadrados do espaço urbano. No segundo, esta mesma população pode ocupar um ônibus e apenas 30 metros quadrados. Já no terceiro, podem ser utilizadas 72 bicicletas, ocupando 90 metros quadrados do meio urbano.

Os realizadores do exercício salientam ainda que, com a utilização do transporte público, não há a necessidade de locais de estacionamento, nem nas vias públicas, tão pouco em áreas fechadas. Além disso, a menor exigência de espaço viário implica diretamente em menores custos na criação e manutenção de infra-estrutura viária.

Quanto à emissão de poluentes, a Figura 3.2 apresenta um comparativo realizado pelo Ministério do Meio Ambiente da Austrália, entre as quantidades de gases de efeito

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://www.geo.sunysb.edu/bicycle-muenster/index.html>>.

estufa emitidas por pessoa em algumas formas de transporte comuns em muitas cidades do mundo.



**Figura 3.2: Emissão de CO<sub>2</sub> por modo de transporte<sup>14</sup>.**

Com base na Figura 3.2, tem-se que mesmo o veículo particular mais eficiente, transportando o máximo de passageiros possível, produz uma quantidade maior de gases de efeito estufa por pessoa do que se estes passageiros fossem transportados por veículos do STPP. Além disso, quanto maior a potência e menor a ocupação do veículo, maior a quantidade de gases de efeito estufa emitida por pessoa.

Todavia, mesmo com a sua importância para a qualidade de vida da população, em muitas cidades brasileiras, a utilização do STPP não é priorizada, entre outros motivos, pela falta de informação da qualidade do serviço ofertado. Assim, um dos objetivos principais de um SPV é a caracterização da utilização do STPP.

Desta forma, este capítulo tem como objetivo apresentar uma visão geral sobre os conceitos e as considerações relevantes no tratamento de um STPP, apresentando seus elementos básicos de planejamento, bem como a influência destes na qualidade e na eficiência do sistema como um todo.

<sup>14</sup> Disponível em: <<http://www.environment.gov.au/settlements/gwci/transport.html>>.

### 3.2 ELEMENTOS BÁSICOS DE PLANEJAMENTO DE STPP

Um STPP possui uma série de elementos básicos, os quais devem ser avaliados e alocados, tanto espacial quanto temporalmente, de forma coerente, gerando qualidade na prestação do serviço público para os usuários, e de forma responsável, tornando o sistema eficiente para seus administradores.

Em uma relação lógica, quanto maior a demanda por transporte público, maior a complexidade do planejamento do STPP desta cidade.

Segundo MANHEIM (1979), um sistema de transporte pode ser definido através de três elementos básicos: o usuário, o veículo e a via.

No caso dos STPP, os usuários são todas as pessoas que possuem o desejo e condições (financeiras, físicas, etc.) de utilizar o sistema; as vias são as mesmas do sistema viário da cidade, à exceção de vias especiais, ou específicas de determinados modos; os veículos são, em geral, todos os modos para o transporte coletivo de passageiros disponíveis e acessíveis a gestores e administradores.

Além destes elementos, ou seja, das vias e dos veículos a serem utilizados, a literatura aponta outros componentes para o planejamento de um STPP, tais como:

- o percurso, e a periodicidade em que cada veículo realiza este percurso, determinando *linhas* de transportes;
- a distribuição espacial destas linhas no sistema como um todo, determinando *redes* de transporte;
- os pontos de acesso a estas linhas, determinado *pontos de parada e estações*;
- a forma de *controle de acesso*, bem como a forma de pagamento para se consegui-lo – *bilhetagem* – e o valor a ser cobrado – *tarifação*.

Além dos elementos básicos supracitados, diversas técnicas podem ser avaliadas e aplicadas, de modo a melhorar tanto a operação do STPP quanto o atendimento aos usuários.

Entre estas técnicas, a principal e mais comumente utilizada é a *integração*, com o objetivo de suprir o maior número de pares origem-destino dentro da área de cobertura do STPP, com a utilização de dois ou mais veículos do sistema.

Além da integração, existem técnicas com o objetivo de melhorar a fluidez dos veículos do STPP, as quais se tornam mais convenientes conforme maior seja a estagnação do sistema viário, fruto principalmente das políticas públicas e do tamanho da frota da cidade.

A seguir, será apresentado e comentado cada um dos elementos básicos de planejamento citados, além de algumas técnicas de melhoramento do atendimento e da operação de um STPP.

### 3.2.1 Modos de transporte

De acordo com VUCHIC (1981), os modos de transporte público podem ser definidos observando três aspectos, a saber: a) Categoria de direito de passagem; b) Tecnologia; e c) Tipo de serviço.

A categoria de direito de passagem se refere à faixa de via em que o veículo opera e pode ser definida em três níveis: *Categoria C* representando a operação em faixas de tráfego misto; *Categoria B* representando faixas separadas, mas que permitem cruzamentos, tanto de veículos quanto de pedestres; e *Categoria A* representando faixas totalmente segregadas, impedindo quaisquer cruzamentos.

As tecnologias de transporte público se referem às características mecânicas dos veículos e das vias. As quatro principais características são os tipos de:

- *apoio* – representando o tipo de contato entre o veículo e a via;
- *orientação* – representando o meio de orientação lateral;
- *propulsão* – representando o tipo de unidade propulsora e o método de transferência das forças; e
- *controle* – representando o meio que regula a operação do veículo.

Uma revisão sistemática das categorias e tipos de características dos principais modos aplicados em transporte público é apresentada na Tabela 3.1.



**Tabela 3.1: Características básicas dos modos de transporte público.**

<i>Categoria</i>	<i>Característica</i>	<i>Ônibus</i>	<i>Trólebus</i>	<i>Bonde</i>	<i>VLP</i>	<i>VLT</i>	<i>Metrô</i>	<i>Trem de subúrbio</i>
Direito de passagem	C	X	X	X				
	B				X	X		
	A						X	X
Apoio	Pneumáticos	X	X		X			
	Trilhos			X		X	X	X
Orientação	Direcionados	X	X		X			
	Guiados			X		X	X	X
Propulsão	Combustão	X			X			X
	Elétrica		X	X		X	X	
Controle	Manual	X	X	X	X	X		
	(Semi) Automática						X	X

**Fonte: Adaptado de VUCHIC (1981).**

Acerca do tipo de serviço, este aspecto será melhor avaliado na seção 3.2.2 *Linhas, redes e serviço*.

A Tabela 3.2, desenvolvida pelo projeto *Tools for Evaluating Strategically Integrated Public Transport* (TEST) da Unidade de Estudos de Transportes, Universidade de Oxford, Reino Unido, traz um comparativo entre diversos parâmetros relacionados à operação de alguns modos comuns em um meio urbano.

**Tabela 3.2: Comparativo de parâmetros de demanda e custo operacional entre alguns modos públicos de transporte de passageiros.**

<i>Característica</i>	<i>VLT</i>	<i>Metrô</i>	<i>Trem de subúrbio</i>	<i>Ônibus</i>	
				<i>Comum</i>	<i>Corredor exclusivo</i>
Capacidade máxima do sistema (mil passageiros por hora)	21	12 – 40	10 – 30	4,5 – 7,5	4,5 – 7,5
Velocidade operacional (km/h)	21 – 45	25 – 60	40 – 70	17 – 25	22 – 50
Custo de infra-estrutura (1000 £/km, duas faixas)	3 – 10	50 – 150	5 – 20	0,006 – 0,3	2,5 – 14,0
Custo dos veículos (1000 £)	800 – 2.000	~ 6.000	~ 10.000	112 – 185	112 – 185
Expectativa de vida (anos)	25 – 50	25 – 50	25 – 50	8 – 14	8 – 14

**Fonte: TEST (2001).**

Na Tabela 3.2, pode-se observar que, quanto ao volume de passageiros transportados, os sistemas mais eficientes são o de metrô e o de trem de subúrbio, sendo que os modos por ônibus possuem a menor capacidade.

Quanto à velocidade operacional, de acordo com FERRAZ e TORRES (2005), esta é influenciada principalmente “pelo grau de separação da via de transporte público do tráfego em geral, da distância entre os locais de ponto de parada, das condições da superfície de rolamento, das condições do trânsito e do tipo de tecnologia dos veículos”.

Desta forma, os ônibus comuns que partilham as vias com o tráfego em geral possuem a velocidade média operacional mais baixa; enquanto os trens de subúrbio, geralmente com pontos de parada bem espaçados e interseções em desnível, operam em uma velocidade maior.

Quanto aos aspectos econômicos, tem-se que os modos sobre trilhos possuem tanto o custo de instalação da infra-estrutura, quanto o de aquisição de veículos com um valor mais elevado. Contudo, a expectativa de funcionamento dos veículos é maior nestes modos, o que de certa forma compensa o investimento feito nestes.

Por fim, tem-se que “a definição do(s) modo(s) a ser utilizado envolve, entre outros aspectos, a demanda a ser atendida, a eficiência e a qualidade do serviço a ser prestado, bem como o balanço financeiro entre custos iniciais e operacionais” (TEST, 2001).

Para cada modo de transporte público, podem ser citadas diferentes propostas de modelos de veículos, atendendo a casos específicos relacionados principalmente à capacidade de atendimento e ao conforto proporcionado.

Quanto à capacidade de atendimento, no caso dos ônibus, por exemplo, existem modelos que transportam de 25 (microônibus) a até 240 passageiros (bi-articulados) em uma só viagem. Da mesma forma são os modelos de bondes, transportando de 70 a 250 passageiros por viagem (Dados: FERRAZ e TORRES, 2005).

Já os veículos de grande capacidade, estes geralmente são formados por várias unidades de transporte (vagões); assim, podem oscilar a capacidade de passageiros transportados apenas com a adição ou retirada de um vagão.

Quanto ao conforto proporcionado, algumas soluções empregadas em veículos particulares podem adotadas, como a suspensão a ar comprimido e a transmissão automática, proporcionando o mínimo de trepidações, principalmente nos modos de apoio pneumático e/ou controle manual (ver Tabela 3.1). Outra solução é a utilização de condicionadores de ar, gerando um clima interno mais agradável em climas tropicais.

A Figura 3.3 apresenta uma seqüência de imagens de modos utilizados para o transporte público.



**Figura 3.3: Imagens de diversos modos de transporte público.**<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Imagens da internet disponíveis, respectivamente, em:

- (a) <<http://www.flickr.com/photos/dennistt/2306391329/>>;
- (b) <<http://www.flickr.com/photos/michael-hansen/360380558/>>;
- (c) <<http://www.flickr.com/photos/steffe/70531564/>>;
- (d) <<http://www.flickr.com/photos/jianshuo/68674989/>>;
- (e) <<http://www.flickr.com/photos/vatman/3045845388/>>; e
- (f) <<http://www.flickr.com/photos/joethephotog/2478881111/>>

Na Figura 3.3, a imagem (a) apresenta um ônibus do tipo piso-baixo, com acesso em rampa e um sistema capaz de transportar bicicletas dos usuários; a imagem (b), uma seqüência de bondes *Double decks* em fila em Hong Kong; a imagem (c), um veículo do sistema de trens de subúrbio em Estocolmo, Suécia; a imagem (d), um trem de alta velocidade denominado *Maglev*, em Shangai, China; a imagem (e), um veículo do metrô de Ancara, Turquia, na saída de um túnel; enquanto a imagem (f) apresenta dois VLTs na cidade de Charlotte, EEUU.

Vale ressaltar que, embora não fosse citado nesta seção, caso a cidade possuía condições, podem ser utilizados também veículos aquáticos, como as balsas da cidade de Amsterdã, vistas no Capítulo 2.

### 3.2.2 Linhas, redes e serviço

Para o atendimento de uma determinada região, um conjunto com um ou mais veículos do mesmo modo pode ser planejado, realizando um percurso fixo pré-definido, com um determinado espaço de tempo entre os veículos deste conjunto. A este conjunto dá-se o nome de *linha* de transporte público.

Segundo FERRAZ e TORRES (2005), as linhas de transporte público podem ser classificadas segundo o seu traçado da seguinte maneira:

- *radial* – linha que liga a área central a qualquer outra região da cidade.
- *circular* – linha que interliga diversas regiões, circundando o centro da cidade.
- *inter-bairro* – linha que interliga quaisquer regiões da cidade, exceto o centro.
- *local* – linha cujo percurso encontra-se totalmente interno a uma região.

Dentro de um sistema mais complexo, os tipos inter-bairro e local geralmente possuem uma demanda menor que a dos demais tipos. Na prática, os modos destinados a suportar grandes demandas só possuem linhas do tipo radial e circular.

A operação do sistema fez surgir outros tipos de linha, fruto da combinação dos tipos desta classificação primária.

Um exemplo disto são as linhas *diametraais*, que nada mais são do que a junção de duas radiais que atendem regiões separadas pelo centro. As diametraais mostram-se mais eficientes que as radiais, pois, além de atenderem o desejo “região-centro”, podem realizar também o “região1-região2”, sem a necessidade de um transbordo, ou seja, uma transferência de veículos.

Muitos sistemas apresentam um conjunto especial de linhas intituladas *seletivas*. Estas proporcionam uma sensação de conforto superior e a tarifação diferenciada dos veículos comuns. Também conhecidas como linhas *executivas*, estas linhas tem importância turística e na atração de usuários de renda mais elevada.

Ao conjunto de todas as linhas de transporte de um STPP, dá-se o nome de *rede*.

Geralmente é considerada uma rede para cada subsistema ou modo de transporte. A forma como as linhas de transporte estão dispostas no meio urbano, ou seja, o formato da rede de transporte público de uma cidade, bem como a capacidade de cada uma destas linhas e os modos que a servem, influencia diretamente na eficiência do STPP como um todo.

Assim, segundo FERRAZ e TORRES (2005), as redes de transporte podem ser classificadas segundo ao seu formato de três formas, a saber: radiais, tronco-alimentadas, ou em formato de grelha.

Uma rede radial possui como característica principal a de todas as linhas convergirem para o centro, como na maioria das cidades de menor porte.

As redes tronco-alimentadas são caracterizadas pela existência de corredores de transporte e estações de transbordo. As estações têm o objetivo de convergir todas as viagens de sua área de abrangência para em seguida, se for o caso, dispersá-las pela cidade através dos corredores.

Dentro de um sistema tronco-alimentado, segundo FERRAZ e TORRES (2005) as linhas de transporte podem também ser classificadas da seguinte forma:

- *convencionais* – quando o percurso da linha não utiliza nenhuma das estações de transbordo;

- *troncais* – quando a operação é feita interligando uma estação de transbordo á outra, ou ao centro da cidade;
- *alimentadoras* – quando a operação é feita interligando uma estação de transbordo a sua área de abrangência.

As redes em formato de grelha possuem como principal característica, em uma malha retangular, um grupo de linhas realizando viagens em uma determinada direção – Leste-Oeste, por exemplo –, enquanto outro grupo realiza viagens na direção perpendicular – no caso, Norte-Sul. No Brasil, pouquíssimos casos são relatados, geralmente, em regiões de grandes metrópoles, miscigenados em sistemas maiores.

Acerca do serviço prestado, segundo VUCHIC (1981), existem vários métodos utilizados em um STPP, os quais podem ser enquadrados em três grupos de classificação, a saber: pelo tipo de rota e viagem servida, pela escala de paradas e tipo de operação, e pelo período de operação.

Quanto ao tipo de rota e à viagem servida, as linhas de transporte podem ser classificadas em: a) locais, com atendimento de uma região relativamente pequena e bastante adensada; b) municipais, atendendo de várias regiões dentro de uma cidade; e c) regionais, geralmente interligando os subúrbios ao centro comercial.

Quanto à escala de paradas ou tipo de operação, a classificação pode ser: a) geral, atendendo a todos os pontos onde é solicitado acesso; b) semi-expressa ou seletora, com o atendimento de pontos específicos, geralmente os de grande demanda; e c) expressas, interligando duas regiões sem paradas intermediárias.

Quanto ao período de operação, as linhas podem ser: a) regulares, operando durante a maior parte do dia (sistema básico); b) sazonais, com operação apenas nos horários de pico, ou seja, início e fim do horário comercial; e c) especiais, realizando viagens de diversas regiões a um determinado local na ocasião de eventos excepcionais.

Nas grandes cidades, é comum também ser ofertado um serviço noturno de transporte público, com linhas e periodicidade de atendimento proporcionais à demanda.

### 3.2.3 Locais de acesso

Para se ter acesso à rede do STPP, o usuário necessita embarcar em um veículo através de um ponto de parada ou uma estação. Desta forma, um dos pontos básicos do planejamento de um STPP é a tecnologia de infra-estrutura a ser empregada nos pontos de acesso ao sistema, além da sua disposição espacial no meio urbano.

Tecnicamente, uma estação pode ser considerada como um agrupamento lógico de pontos de parada. A seguir, serão explanados alguns conceitos sobre pontos de parada e, logo em seguida, sobre estações.

#### **PONTOS DE PARADA**

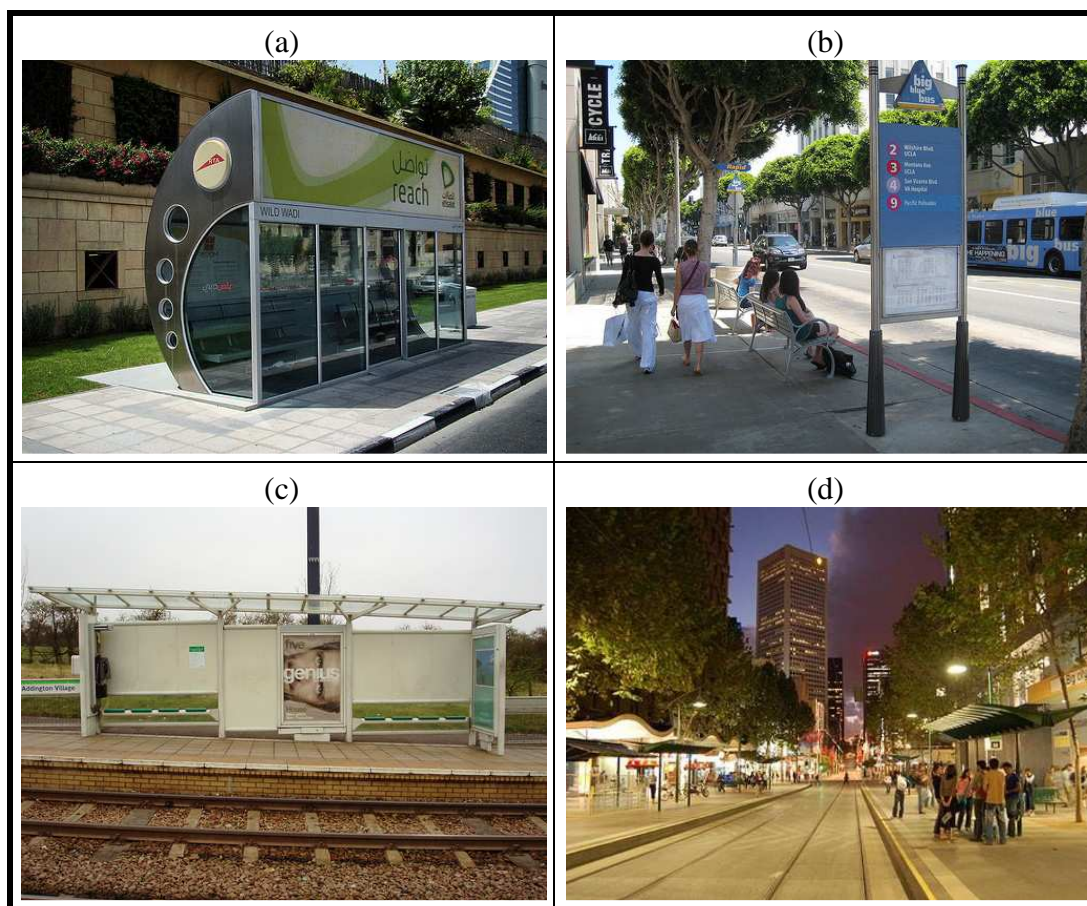
A periodicidade dos veículos de uma linha impõe um tempo de espera nos pontos de acesso para os usuários que desejam utilizá-la; dependendo deste espaço de tempo e do conhecimento dos usuários acerca dessa periodicidade, a espera pelo atendimento pode provocar sensações desagradáveis como desconforto, insegurança, etc.

Desta forma, a tecnologia a ser empregada deve, sempre que viável, se preocupar em “abrigar” o usuário confortavelmente, enquanto este espera pelo atendimento de um veículo. Este conforto pode vir através de assentos, boa localização e iluminação, proteção contra o frio, o calor, o sol, a chuva, o vento, etc.

Um ponto de parada pode ser representado pela simples identificação de uma placa, ou através de uma infra-estrutura dotada de todos os equipamentos citados no parágrafo anterior.

A Figura 3.4 apresenta uma seqüência de imagens de diversos modelos de pontos de parada.





**Figura 3.4: Imagens de diversos modelos de pontos de parada.**<sup>16</sup>

Na Figura 3.4, a imagem (a) apresenta um ponto de ônibus com ar-condicionado em Dubai, EAU; a imagem (b), um pórtico com informações diversas, indicando um ponto de ônibus em Santa Monica, EEUU; a imagem (c), um ponto de bonde em Londres, Reino Unido; enquanto a imagem (d) apresenta um ponto de bonde em Melbourne, Austrália.

Quanto à disposição no meio urbano, de acordo com o desejo do usuário, um ponto de parada deve estar o mais próximo quando e o quanto necessário. Todavia, tendo diversos usuários a serem atendidos em uma mesma região, convém determinar locais separados por uma distância padrão para a alocação de pontos de parada.

<sup>16</sup> Imagens da internet disponíveis, respectivamente, em:

(a) <<http://www.flickr.com/photos/elvispayne/618281485/>>;  
 (b) <<http://www.flickr.com/photos/koshalek/2625246386/>>;  
 (c) <<http://www.flickr.com/photos/55935853@N00/433707918/>>; e  
 (d) <<http://www.flickr.com/photos/joethephotog/2478881111/>>).

Uma distância relativamente grande pode provocar o desconforto de grandes caminhadas para acessar um ponto de parada. Uma distância relativamente pequena pode provocar uma baixa velocidade operacional, também indesejada pelos usuários.

A Tabela 3.3 apresenta os valores usuais para distâncias entre pontos de parada de diversos modos de transporte público:

**Tabela 3.3: Faixas usuais de distância entre locais de acesso de diversos modos públicos.**

<i>Modo</i>	<i>Ônibus e bonde</i>	<i>VLT</i>	<i>Metrô</i>	<i>Trem suburbano</i>
Distância entre locais de acesso	200 – 600	400 – 1000	700 – 2000	1500 – 4000

**Fonte: Ferraz e Torres (2005).**

Quanto à localização de um ponto de parada, VUCHIC (1981) afirma que, com relação a cruzamentos, esta pode ser antes, após, ou no meio da quadra. Os principais fatores que influenciam nesta localização são: coordenação de semáforos, acesso de pedestres inclusive de/para transferências, condições de tráfego na interseção e geometria da rota do veículo.

A literatura e a experiência apontam diversas situações onde é consenso que pontos de paradas não devem ser alocados, como, por exemplo, trechos em curva, rampas acentuadas, junto a cruzamentos, defronte de garagens, etc.

A definição de um ponto de parada ocorre principalmente pela demanda por um; ou seja, sendo o transporte público responsável por atender desejos de viagem, é de se esperar uma baixa demanda por pontos de acesso ao sistema em regiões com fraca densidade demográfica, ou locais sem atividades.

De acordo com a demanda, pode ser necessária a alocação de dois ou mais pontos contíguos para uma melhor movimentação, ou seja, acesso e dispersão dos usuários.

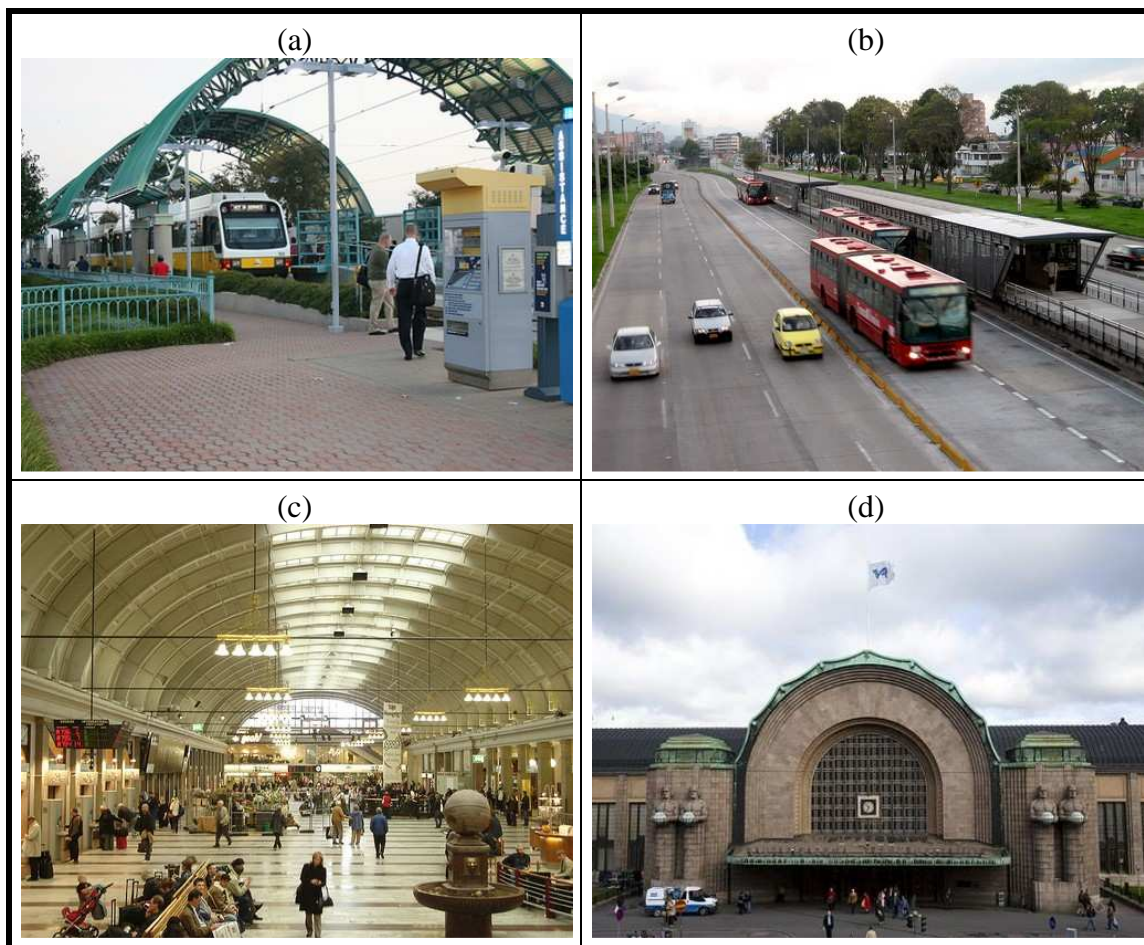
No caso de grandes pólos geradores de viagens, os pontos de parada das várias linhas que a estes se dirigem podem ser organizados em forma de *estações*, como será melhor explanado na seção a seguir.

## **ESTAÇÕES**

Estações são desejadas por dois motivos: ou para o acesso a um grande pólo gerador de viagem, ou para transbordo de passageiros. Tanto para o primeiro, quanto para o segundo motivo, o objetivo de uma estação, como dito anteriormente, é o movimento racional dos usuários para o embarque e desembarque de passageiros das linhas que utiliza esta estação.

VUCHIC (1981) declara que as operações de uma estação afetam tanto a conveniência, o conforto e a segurança do passageiro, quanto à confiabilidade do serviço, a velocidade operacional e a capacidade de uma linha de transporte. Da mesma forma, tanto o entorno da estação quanto o meio ambiente, ambos são fortemente influenciados.

A Figura 3.5 apresenta uma seqüência de imagens de diversos modelos de estações de transporte público.



**Figura 3.5: Imagens de estações de transporte público.<sup>17</sup>**

Na Figura 3.5, a imagem (a) apresenta uma estação de trem de subúrbio em Dallas, EEUU; a imagem (b), uma de ônibus em Bogotá, Colômbia; a imagem (c), uma visão interna de uma estação do metrô de Estocolmo, Suécia; enquanto a imagem (d) apresenta a fachada da estação central de Helsinki, Finlândia.

Por definição, quando uma estação simplesmente viabiliza o transbordo, ou seja, a transferência entre veículos do STPP, esta também é chamada *estação de transferência*; quando as linhas que acessam a estação possuem ali seu ponto final, ou seja, a última parada antes de iniciar uma nova viagem, esta também é chamada *terminal de transferência*.

<sup>17</sup> Imagens da internet disponíveis, respectivamente, em:  
 (a) <<http://www.flickr.com/photos/bbcworldservice/2878240709/>>;  
 (b) <<http://www.flickr.com/photos/twocrabs/2817824616/>>;  
 (c) <<http://www.flickr.com/photos/sthlm/285340374/>>; e  
 (d) <[http://www.flickr.com/photos/the\\_yard/1396707922/](http://www.flickr.com/photos/the_yard/1396707922/)>).

A transferência ou transbordo de passageiros em uma estação será mais bem explanada na seção 3.2.5 *Integração*.

Pode-se afirmar que, para os modos de maior capacidade, todo local de acesso pode ser considerado uma estação, pelo motivo da alta demanda na localização deste.

Além das estações, FERRAZ e TORRES (2005) comenta que podem ser planejadas *mini-estações*, ou seja, estruturas em proporções menores e menos equipamentos que uma estação comum, com o objetivo principal de viabilizar a transferência rápida entre veículos. Normalmente, estas mini-estações localizam-se em encontro de linhas perpendiculares e/ou próximo a pólos geradores de viagens, podendo inclusive permitir o transbordo entre modos.

Em muitas cidades, estações de trem e de metrô possuem uma grande importância histórica e turística. Algumas foram desativadas e em seus prédios são realizadas atividades diversas (repartições públicas, museus, etc.), enquanto outras são utilizadas para a transferência de passageiros até hoje, como a estação de Helsinki, vista na Figura 3.5.

### **3.2.4 Tarifação, bilhetagem e controle de acesso**

Um STPP, assim como qualquer serviço, possui um custo. O cálculo correto deste custo é de suma importância para a definição da tarifa a ser cobrada ao usuário para que este tenha acesso ao STPP, bem como a política de subsídios desta tarifa a ser adotada.

Desta forma, outros elementos importantes para o planejamento de um STPP são a definição do valor da tarifa e subsídios – *tarifação* –, a forma como esta será cobrada – *bilhetagem* – e a forma de *controle de acesso* ao sistema.

A seguir, serão explanados alguns conceitos acerca de cada um destes elementos.

## TARIFICAÇÃO

A implantação, a operação e a manutenção de um STPP possuem diversas fontes de custos, das quais se pode citar: aquisição de veículos, construção de infra-estrutura, salário de funcionários, aquisição de peças de veículos, impostos, combustível, etc.

VERRONI (2006) analisa que após a definição do *nível tarifário*, ou seja, do valor suficiente para garantir a cobertura dos ganhos e encargos da empresa operadora, o próximo passo é a definição da *estrutura tarifária* de um STPP – o rateio dos custos entre os usuários pagantes discriminados por tipos de serviço, usuário, etc. – e a *política de subsídios* – categorias de usuários com tarifas diferenciadas, bem como os responsáveis por arcar com esta diferença.

De acordo com PEREIRA e ORRICO FILHO (1995), os cinco principais tipos de estrutura tarifária são:

- *tarifa única* – caracterizada pela cobrança de um único valor, em qualquer que seja a distância percorrida, ou o período da viagem.
- *tarifa por linha* – caracterizada por cada linha do STPP possuir uma tarifa própria, não levando em consideração o tempo ou o comprimento da viagem.
- *tarifa graduada* ou *por secção* – caracterizada pela cobrança de um valor por trecho de utilização do STPP;
- *estrutura zonal de tarifas* – com a definição de zonas, é aplicada uma tarifa única para viagens intra-zonais e tarifas diferenciadas para as inter-zonais;
- *tarifa por tempo* – caracterizada pela consideração do tempo de viagem para o cálculo da tarifa a ser cobrada.

Quanto à política de subsídios, no Brasil, de acordo com o artigo 39 do Estatuto do Idoso (Lei nº 10.741, de 2003), é assegurada aos cidadãos com mais de 65 anos a gratuidade nos transportes públicos urbanos e semi-urbanos. Usuários como estudantes, carteiros, policiais, funcionários de empresas operadoras, entre outros, normalmente possuem descontos no pagamento da tarifa em STPP de muitas cidades brasileiras. O

custo do transporte destes usuários pode ser compensado na tarifa dos demais, ou subsidiado pelo governo.

Além destas, PEREIRA e ORRICO FILHO (1995) consideram as seguintes políticas como concessões: a) horários sociais, b) linhas sociais e c) bilhete social. A primeira, possui como principal objetivo motivar a utilização nos horários contemplados, geralmente, fora de pico; enquanto as duas últimas, universalizar a utilização do STPP para regiões e pessoas, respectivamente, em condições desfavoráveis.

### **BILHETAGEM E CONTROLE DE ACESSO**

O termo bilhetagem é utilizado para definir o processo de pagamento da tarifa para se ter acesso ao STPP. Para garantir o pagamento da tarifa, e assim evitar furos no orçamento, o sistema deve possuir dispositivos para controlar o seu acesso.

A bilhetagem pode ser realizada de duas maneiras, a saber: no momento da viagem ou antecipadamente.

Caso o pagamento seja feito no momento da viagem, o usuário o faz a um funcionário da empresa prestadora, para em seguida ter acesso ao serviço sem mais inconvenientes. O funcionário, por sua vez, fica responsável de conferir o valor e, se necessário, providenciar o troco.

O pagamento antecipado da tarifa gera um comprovante de pagamento, o qual deve ser apresentado no momento em que se realiza a viagem. O pagamento antecipado melhora a operação pela não necessidade de troco e a padronização na contabilidade de usuários atendidos.

Existem diversos dispositivos que são utilizados para a comprovação do pagamento antecipado da tarifa, dos quais se pode citar: o bilhete, a ficha e o cartão inteligente (do inglês, *smart card*).

O bilhete e a ficha possuem o objetivo de substituir o papel moeda. Ambos podem ser dotados de metodologias para permitir eventos, como a integração, por

exemplo. A ficha possui a vantagem de ser reutilizável, todavia o bilhete mostra-se mais eficiente em coibir falsificações.

O cartão inteligente, um dos dispositivos de bilhetagem mais utilizados atualmente, tem como principal vantagem o armazenamento de dados, os quais não se restringem apenas à existência ou não de crédito para o pagamento da tarifa. Estes dados podem ser de interesse da empresa – contabilidade de usuários, por linha, por horário, etc. – ou para a comodidade do usuário – realização de integração tarifária, por exemplo.

FERRAZ e TORRES (2005) ressaltam ainda que o pagamento antecipado permite a caracterização do dispositivo, de acordo com o desconto associado. Por exemplo, bilhetes verdes para tarifa regular e bilhete azul para estudantes (50% da tarifa).

No Brasil, segundo NTU (2005), cerca da metade (46%) dos municípios brasileiros com mais cem mil habitantes possuem bilhetagem eletrônica, sendo que em metade destes (23% do total) possuem o sistema implantado em todos os veículos do STPP.

Quanto ao local de bilhetagem (pagamento da tarifa ou apresentação do comprovante), este pode ser feito no interior dos veículos ou no acesso aos pontos de parada ou às estações. O pagamento feito no interior do veículo não é aconselhado nos modos de maior capacidade, pois geraria um tempo elevado na bilhetagem e, conseqüentemente, um tempo de viagem desnecessariamente maior.

Quanto aos métodos de controle de acesso, FERRAZ e TORRES (2005) comentam acerca de algumas metodologias praticadas.

Em alguns STPP, um funcionário fica responsável pelo recebimento da tarifa (ou comprovante) e o acesso ao sistema. Neste modelo, percebe-se uma margem para fraudes na arrecadação, ficando a empresa prestadora à mercê da idoneidade dos funcionários. Esta modalidade de controle é a mesma praticada em alguns terminais rodoviários e nos transportes clandestinos.



Muitos STPP, além de um funcionário para o recebimento da tarifa, possuem dispositivos de controle, como catracas, por exemplo, os quais podem ser alocados no interior dos veículos ou no acesso às estações. A utilização destes dispositivos possui as funções de inibir o acesso indevido e de auxiliar na contabilidade da operação.

No caso do controle no interior dos veículos, este é feito normalmente nos veículos dos modos de menor capacidade, dotados de duas ou mais portas. Alguns veículos dotados de catracas e apenas uma porta são utilizados para o transporte público, todavia não são recomendados.

Os pontos de parada e estações (e mini-estações) também podem ser dotados de dispositivos de controle de acesso. Caso os veículos que acessam estas estruturas já possuam catracas, o acesso a estes veículos se dará pela porta de desembarque.

Muitas vezes, pela estreita relação entre bilhetagem e controle de acesso, os dispositivos utilizados procuram atender estes dois fundamentos ao mesmo tempo, como a liberação automática da catraca ao se apresentar o cartão inteligente, por exemplo.

### **3.2.5 Integração**

Segundo SORRATINI e SILVA (2005), a *integração* em um STPP pode ser definida como “um conjunto de medidas de natureza físico-operacional, tarifária e institucional destinadas a articular e racionalizar os serviços de transporte público, através da transferência entre dois veículos do STPP”. Ressalta-se que os veículos envolvidos na transferência não precisam ser necessariamente do mesmo modo.

Da mesma forma, o termo também é utilizado para designar transferências entre modos privados (automóveis e bicicletas) e públicos.

No aspecto físico-operacional, uma vez definida a rede de linhas de transporte, muitas vezes os itinerários podem não atender satisfatoriamente os interesses de uma parcela dos usuários. Nestes casos, para a realização completa da viagem, faz necessária a utilização de duas ou mais linhas e a transferência entre elas.

À primeira vista, a utilização de mais de um veículo através de uma integração implica no pagamento de mais de uma tarifa. Todavia, sob o aspecto tarifário, o STPP pode ser planejado de forma a permitir descontos ou a total isenção do pagamento da tarifa de um veículo, caso o usuário seja oriundo de outro.

Caso a abrangência do STPP atenda usuários de várias jurisdições (municípios conurbados, por exemplo), ou se os diversos subsistemas sejam operados/administrados por diferentes empresas/órgãos, sob o aspecto institucional, estas esferas devem entrar em acordo, definindo atribuições e responsabilidades, de modo a viabilizar integrações e conseqüentemente a mobilidade dos usuários através do STPP.

Por definição, quando a integração possibilita a transferência entre veículos, diz-se que ocorreu uma *integração espacial*; quando a transferência viabiliza também um novo cálculo da tarifa total da viagem, diz-se que ocorreu uma *integração tarifária*.

A seguir, será explanado cada um destes aspectos.

### **INTEGRAÇÃO ESPACIAL**

De acordo com FERRAZ e TORRES (2005), as integrações espaciais entre veículos de um STPP são viabilizadas pela proximidade dos pontos de parada destes veículos. Esta pode ocorrer em pontos de parada utilizados por mais de um veículo, pontos próximos, pontos de uma mesma estação, ou mesmo estações próximas de modos diferentes.

Mais uma vez, além da integração entre veículos do STPP, estruturas como estacionamentos ou bicicletários podem ser implantadas nas proximidades de estações para a viabilização da integração entre o modo público e o particular.

Nas grandes cidades, a utilização de estacionamentos nas proximidades das estações mais periféricas é incentivada para a redução da utilização de veículos particulares nas áreas centrais, normalmente já congestionadas. Os bicicletários possuem o mesmo objetivo, mas com o adicional que uma viagem com transporte não motorizado pode oferecer.

## **INTEGRAÇÃO TARIFÁRIA**

O processo de integração tarifária geralmente é adequado aos processos de bilhetagem e de controle de acesso adotados.

FERRAZ e TORRES (2005) comentam que, no caso de bilhetagem por fichas ou bilhetes, a padronização destes equipamentos pode indicar a possibilidade ou não da integração. Todavia, salientam que estes métodos são indicados apenas em cidades de menor porte, onde muitos dos desejos de viagem são satisfatoriamente atendidos com apenas uma linha, e a demanda por transferências é relativamente pequena.

Quanto à bilhetagem por cartão inteligente, este é capaz de armazenar os dados da última viagem e assim, o validador pode ser programado para possibilitar uma nova transferência com ou sem integração tarifária.

A integração tarifária pode também ser viabilizada pelo método da estação fechada, ou seja, com a restrição do acesso à estação com o pagamento de uma tarifa. De fato, uma vez dentro da estação, seja pela entrada ou pelo desembarque de uma linha no interior desta, o usuário pode acessar qualquer outra linha pela porta de desembarque.

### **3.2.6 Estratégias de melhoria na operação de um STPP**

A avaliação e a alocação correta dos elementos de um STPP influenciam diretamente na sua eficiência e são influenciados principalmente pela demanda a ser atendida e pela relação “recursos financeiros disponíveis *versus* qualidade do serviço ofertado”. As escolhas entre as diversas tecnologias de veículos, os dispositivos para pontos de parada, a instalação ou não de uma estação, por exemplo, refletem bem este fato.

Para a definição do modo de transporte a ser utilizado, viu-se anteriormente, na Tabela 3.2, que existem condições específicas de demanda e recursos para cada modo de transporte.

No entanto, em situações como um aumento acentuado e inesperado da população atendida, ou pelo simples vencimento do ano-horizonte do STPP planejado,

geralmente estas prejudicam a qualidade do serviço pelo excesso de demanda pelo sistema. No caso específico dos veículos em condições de tráfego misto – como o ônibus, por exemplo –, além do excesso de demanda, outro fato que pode diminuir a eficiência das linhas é a estagnação do sistema viário.

Uma solução para isto seria uma remodelação do presente sistema para outro com modos de transporte de maior capacidade e/ou melhor desempenho, todavia, esta parece ser demasiadamente onerosa, principalmente no que diz respeito à readequação de espaço urbano.

Em todo caso, FERRAZ e TORRES (2005) apresentam uma série de estratégias para a melhoria da operação, das quais se podem destacar: a) tratamento preferencial ao transporte público; b) retorno vazio; e c) adição de linhas com tipo de serviço diferenciado.

Sobre o tratamento preferencial, VUCHIC (1981) esclarece que “a igualdade de tratamento de todos os veículos nas ruas, sendo público ou privado, de alta ou de baixa capacidade, de passageiros ou de mercadorias, é um anacronismo ilógico e injusto que muitas vezes resulta em aumento no custo e no tempo de viagem para todos os participantes nas viagens urbanas”.

Nestas circunstâncias, o transporte público deve ser favorecido pelos motivos explanados no início deste capítulo – ou seja, menor necessidade de espaço viário e menos efeitos nocivos do transporte por pessoa/quilômetro – além do fato dele representar um serviço básico à população.

Dos tipos de tratamento preferencial apresentados por VUCHIC (1981) para modos públicos que operam em condições de tráfego misto, vale destacar: a) faixas designadas – identificadas com instrumentos de sinalização no pavimento; b) faixas segregadas – separadas por obstáculos físicos das destinadas aos veículos particulares; e c) vias designadas – das quais o trânsito de veículos particulares é proibido.

A estratégia do retorno vazio, de acordo com FERRAZ e TORRES (2005), se baseia na orientação dada aos condutores de não atender pontos de parada no sentido de menor demanda, como, por exemplo, no sentido “centro-bairro” no pico da manhã e no

sentido “bairro-centro” no pico da tarde. No mais, por não realizar atendimento, os “retornos” podem inclusive operar em outro itinerário menos carregado naquele momento.

Acerca da adição de novas linhas com serviço diferenciado, FERRAZ e TORRES (2005) explicam que, quando uma linha de transporte mostra-se saturada, pode-se avaliar a adoção de linhas de igual itinerário, porém de serviço semi-expresso ou mesmo expresso.

Para todas as estratégias de melhoria, nos casos em que o déficit na eficiência se dá apenas em determinados horários, pode-se avaliar a adoção de qualquer uma destas somente naqueles períodos de tempo, geralmente nos horários de pico. Em muitos STPP, no intuito de se obter um resultado ainda mais benéfico, não apenas uma, mas várias destas técnicas são executadas simultaneamente.

### 3.3 QUALIDADE E EFICIÊNCIA DE UM STPP

Segundo o dicionário Aurélio, o termo qualidade, de um modo geral, pode ser entendido como a percepção de um ator sobre as características e possibilidades de um determinado objeto, em relação a outro(s).

No caso de um STPP, sua qualidade está relacionada às condições da realização de um desejo de viagem, comparadas geralmente ao transporte particular.

BERTOZZI e LIMA Jr. (1998) *apud* ARAÚJO *et al* (2008) comentam que a qualidade de um STPP deve atender à visão de três atores, cada um com suas próprias necessidades e objetivos, a saber:

- *o usuário* – confiabilidade (tempo de viagem, cumprimento do itinerário); responsabilidade (atendimento ao usuário); empatia (atenção com pessoas idosas e deficientes) e segurança;
- *o operador* – velocidade, frequência, regularidade, idade da frota, número de veículos, redução de custos e manutenção; e
- *o órgão gestor* – eficiência, lotação, limpeza, densidade de passageiros, acidentes e assaltos.

Sob o ponto de vista do usuário, os fatores citados entre outros são mensurados e ponderados, segundo os conceitos de cada cidadão, gerando o que MANHEIN (1979) chama de *nível de atração* do sistema (STPP) sobre aquele potencial usuário.

Desta forma, caso a qualidade e conseqüentemente o nível de atração de STPP sejam avaliados como satisfatórios por grande parte da população, a utilização do transporte público é valorizada, minimizando diversos impactos negativos do transporte sobre a comunidade. Invariavelmente o inverso também é verdadeiro, ou seja, quanto mais “insatisfatório” for o STPP, menos será priorizado.

Quanto à eficiência econômica, em um STPP, ela está relacionada ao custo para transportar cada usuário e deve ser mensurada para a constante avaliação da tarifa a ser cobrada aos passageiros pagantes e da política de subsídios, e, conseqüentemente, a ciência de que o sistema é ou não auto-sustentável.

Existe uma forte correlação entre qualidade e eficiência econômica do transporte público. Um STPP de alta qualidade pode muitas vezes ser oneroso para a maioria da população, enquanto que um mais econômico pode não atrair os usuários suficientes para sustentar o sistema.

A seguir serão apresentados alguns parâmetros para a mensuração da qualidade e eficiência de um STPP:

### **3.3.1 Qualidade**

As informações contidas nesta seção, salvo indicação, foram extraídas de FERRAZ e TORRES (2005).

Como foi visto anteriormente, existem diversos parâmetros que podem ser considerados para mensurar a qualidade de um STPP.

A *conveniência* (disponibilidade locacional e temporal, frequência de atendimento das linhas, tempo de viagem no interior do veículo, etc.), o *conforto* (lotação, sensação térmica e de segurança, tanto no interior quanto nos pontos de acesso aos veículos) e o *custo* financeiro de uma viagem através do STPP são características

estabelecidas no planejamento do sistema que, se comparadas ao transporte particular, ajudam a mensurar sua qualidade.

Quanto à conveniência, além das considerações feitas acerca de distância entre pontos de parada (ver Tabela 3.3), vale ressaltar que o período do dia em que o serviço é oferecido deve ser capaz de atender a demanda pelo STPP.

Tem-se também que a periodicidade dos veículos deve ser proporcional à demanda, ou seja, não tão alta, tornando-se economicamente ineficiente, nem tão baixa, desmotivando usuários em potencial.

Quanto ao conforto, além da comodidade de uma viagem porta a porta, veículos particulares podem ser dotados de poltronas espaçosas, acolchoadas e reclináveis, sistema de aquecimento ou ar-condicionado, vidros fumês e blindados, além de diversos dispositivos para uma viagem mais aconchegante. Várias destas tecnologias também podem ser instaladas tanto em veículos quanto em pontos de acesso ao STPP, gerando uma sensação maior de conforto ao utilizá-los.

Além disso, o número de veículos para uma determinada linha pode ser adotado de modo que a lotação, isto é, o número de passageiros por veículo, seja considerada “confortável”, principalmente para passageiros que realizam a viagem em pé.

Quanto ao custo financeiro de uma viagem utilizando o STPP, este pode ser considerado “mais viável” em viagens rotineiras por parte da população. No entanto, a qualidade do serviço prestado para os demais motivos de viagem podem, segundo os usuários, não justificar as tarifas adotadas.

No caso de viagens emergenciais e recreativas, a periodicidade do serviço e/ou a faixa de horário de atendimento (geralmente apenas diurna em cidades de menor porte), podem desmotivar a utilização do STPP.

Ao comparar com a qualidade do serviço de transporte público, parte da população está disposta a pagar um custo maior nos modos particular ou semi-público para realizar suas viagens. Da mesma forma, outra parcela prefere utilizar modos não motorizados, muitas vezes de forma inadequada, em consequência do custo da utilização do STPP.

Outro fator de qualidade no transporte público é o acesso ao sistema, o qual pode ser traduzido pelo percurso entre o ponto inicial da viagem e o ponto de embarque no STPP e o entre o ponto de desembarque do sistema e o destino final da viagem. Estes percursos podem ser realizados a pé, em bicicletas ou veículos particulares. Nos dois últimos casos, vale ressaltar o uso de veículos de terceiros, sob a forma de passageiro-“carona”.

A avaliação da qualidade do acesso ao STPP envolve dois aspectos: um numérico, considerando a distância a ser percorrida, e um cognitivo, considerando parâmetros como a qualidade dos pavimentos (calçadas), segurança da região, proteção do sol, da chuva, da neve, etc. As mesmas considerações podem também ser utilizadas para a mensuração da qualidade do trajeto de uma transferência.

A Tabela 3.4 traz alguns valores sugeridos como padrões de qualidade para os diversos parâmetros mencionados no sistema de transporte público urbano por ônibus.

**Tabela 3.4: Padrões de qualidade para o transporte urbano por ônibus.**

<i>Fatores</i>	<i>Parâmetros de avaliação</i>	<i>Classificação</i>		
		<i>Bom</i>	<i>Regular</i>	<i>Ruim</i>
Acessibilidade	Distância da caminhada no início e no fim da viagem	< 300	300 – 500	> 500
	Declividade, qualidade do pavimento, segurança	Satisfatório	A desejar	Insatisfatório
Conveniência	Intervalo de tempo de atendimento em minutos	< 15	15 – 30	> 30
	Relação entre tempo de viagem de carro e de ônibus	< 1,5	1,5 – 2,5	> 2,5
Lotação	Taxa de passageiros em pé por metro quadrado	< 2,5	2,5 – 5,0	> 5,0
Características dos ônibus	Idade	Até cinco anos em bom estado	De 5 a 10 em bom estado	Outras condições
	Número de portas e largura do corredor	Três portas e corredor largo	Duas portas e corredor largo	Outras condições
	Altura dos degraus	Pequena	A desejar	Grande
	Aparência	Satisfatória	A desejar	Insatisfatória
Características dos pontos de parada	Sinalização	Em todos	Falta em alguns	Falta em muitos
	Cobertura	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Bancos	Na maioria	Falta em muitos	Em poucos
	Aparência	Satisfatória	A desejar	Insatisfatória

**Fonte: Ferraz e Torres (2005).**



### 3.3.2 Eficiência econômica

As informações desta seção, salvo indicação, foram extraídas de VERRONI (2006).

Como dito anteriormente, os parâmetros relacionados com a eficiência econômica de um STPP remetem sempre à avaliação do custo necessário para transportar cada passageiro – estrutura tarifária e política de subsídios.

Existem diversas metodologias de cálculo de custo e definição da tarifa, das quais se destacam: a) Método Direto; b) Planilha do CEPAM – Centro de Estudos e Pesquisa de Administração Municipal – Fundação Prefeito Faria Lima; c) Método Leonês; e d) Planilha GEIPOT.

A planilha GEIPOT é o método mais empregado no STPP das cidades brasileiras, a qual considera um custo operacional médio, ou seja, embora empresas diferentes possuam eficiências diferentes, estas são remuneradas pela média dos diversos parâmetros avaliados para a composição do custo total.

A partir do modelo proposto pela planilha GEIPOT, alguns municípios desenvolveram a sua própria planilha com base naquela, como é o caso de Belo Horizonte e de Curitiba.

A planilha GEIPOT divide os parâmetros em três grupos, a saber: custos fixos – combustíveis, lubrificante, rodagem, peças e acessórios –, de custos variáveis – depreciação, remuneração, pessoal e despesas administrativas – e tributos – PIS, COFINS, ISSQN e taxa de gerenciamento.

FERRAZ e TORRES (2005) alertam que existem ainda fatores de custos que extrapolam o STPP, tais como o estado das vias – influenciando na velocidade média operacional e no desgaste de veículos – e a topografia e morfologia das cidades – exigindo mais potência e/ou viagens mais longas para o atendimento da demanda.

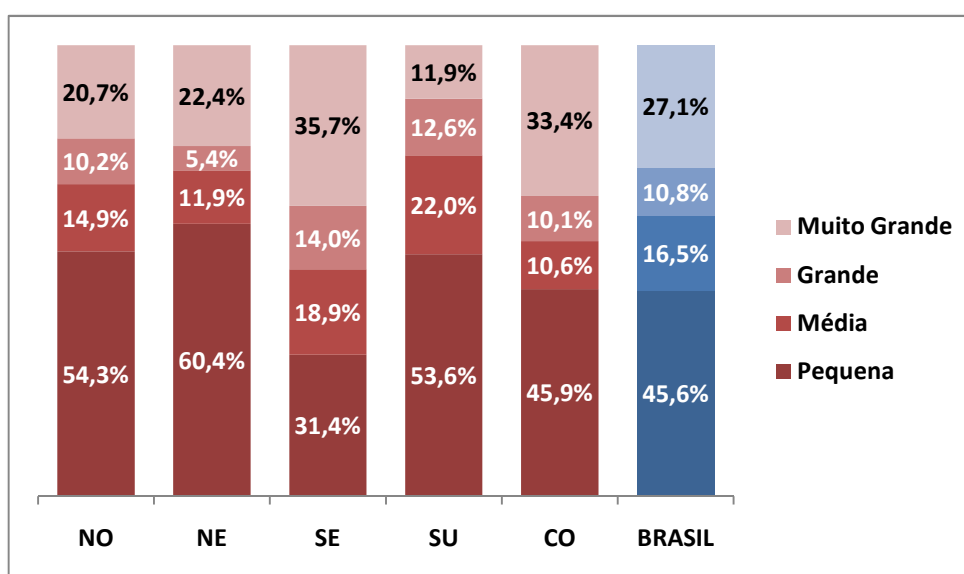
### 3.4 CIDADES E STPP PROPOSTO

Este capítulo já apresentou definições e parâmetros que orientam o planejamento e a classificação de um STPP. Esta seção se dedica a organizar estas informações, de modo a sugerir o STPP ideal para cada tipo de cidade. Para isso, FERRAZ e TORRES (2005), por exemplo, fazem uma série de considerações acerca das características ideais para um STPP eficiente e de qualidade, considerando como parâmetro apenas o tamanho da população da cidade. A classificação feita por estes foi a seguinte:

- *Cidades pequenas* – menos de cem mil habitantes.
- *Cidades médias* – entre cem e trezentos mil habitantes.
- *Cidades grandes* – entre trezentos e seiscentos mil habitantes.
- *Cidades muito grandes* – acima de seiscentos mil habitantes.

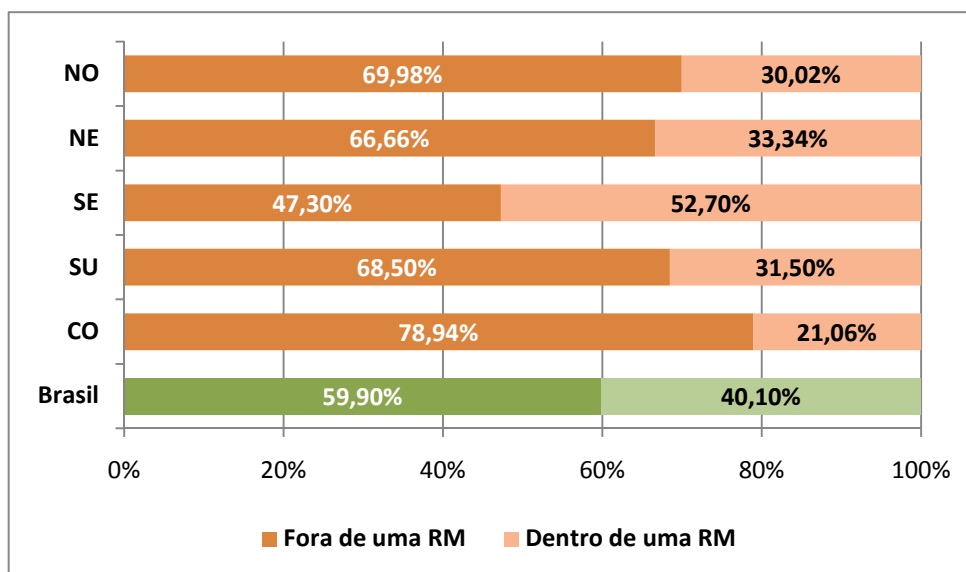
No Brasil, de acordo com esta classificação e a estimativa populacional feita pelo IBGE para 1º julho de 2009, cerca de 95,5% dos 5564 municípios são considerados cidades pequenas, enquanto trinta cidades são consideradas muito grandes, dentre elas, dezessete capitais além do Distrito Federal.

A Figura 3.6 apresenta um gráfico com a concentração populacional por tipo de cidade e por região no Brasil, enquanto a Figura 3.7, as concentrações considerando os municípios que fazem parte ou não de uma região metropolitana.



**Figura 3.6: Concentração populacional por tipo de cidades e região.**

Fonte: Baseado em dados de IBGE (2009).



**Figura 3.7: Proporção entre populações dentro e fora das regiões metropolitanas brasileiras.**

**Fonte: Baseado em dados de IBGE (2009).**

Na Figura 3.6, pode-se observar que, embora quase metade da população do país viva em cidades com menos de cem mil habitantes, este fato não ocorre de maneira uniforme em todas as regiões. De fato, na região Sul, o número de pessoas que vivem em cidades com menos de cem mil habitantes é quatro vezes maior do que as que vivem nas cidades muito grandes (duas das três capitais), enquanto na região Sudeste, esta relação é quase de um para um.

Na Figura 3.7, considerando as RM, caracterizadas pela conurbação dos municípios e pela integração de serviços públicos diversos, tem-se que, embora cerca de 60% da população viva fora das vinte e sete RM brasileiras, mais uma vez, esta proporção não é a mesma para todas as regiões brasileiras. De fato, na região Sudeste, mais da metade da população reside nas sete RM desta, enquanto para as demais regiões a proporção é cerca de um habitante dentro para cada dois fora de uma das RM.

A seguir, é apresentado um resumo das características de um STPP ideal citadas por FERRAZ e TORRES (2005).

### **CIDADES PEQUENAS**

Nestas cidades, a maioria das atividades, e conseqüentemente das viagens, são orientadas para o centro. Desta forma, para estas cidades, é aconselhável uma rede de

transporte público composta por linhas diametrais e radiais, utilizando veículos de categoria C com capacidade proporcional à demanda.

Também é indicada a integração física através de uma estação central, onde a maioria das linhas (senão todas) terá passagem por ela.

Para facilitar a circulação dos usuários, considerando o fato de que a maior parte das linhas se “encontram” na estação central, pode ser adotado um sistema de integração tarifária através do método da estação fechada.

Caso seja possível, pode ser utilizado um sistema de bilhetagem eletrônica.

### **CIDADES MÉDIAS**

Nestas cidades, já é possível observar uma descentralização das atividades, a qual deve ser considerada pela rede do STPP. No Brasil, de acordo com IBGE (2009), cento e noventa e duas cidades são consideradas médias. Para estas cidades, com raras exceções, uma rede apenas com linhas diametrais e radiais é a mais indicada, utilizando veículos de categoria C de direito de passagem (ver Tabela 3.1).

A integração física deve ser viabilizada através de uma estação central, além de mini-estações nos locais de maior fluxo, fora da área central. A integração tarifária deve ser viabilizada através da bilhetagem eletrônica e o modelo de estação fechada deve ser avaliado para a estação central.

Caso seja necessário, também é indicada a utilização de estratégias de melhoria na operação, tais como, faixas exclusivas em corredores e linhas extras nos horários de pico com características expressas ou semi-expressas com volta vazia.

Em casos como topografia demasiadamente irregular, pavimentação e/ou uso do solo deficiente, entre outros, um sistema complementar com linhas alimentadoras da rede principal, utilizando veículos de menor porte, deve ser avaliado. Muitas vezes, este sistema pode ser subsidiado pelo principal.

### **CIDADES GRANDES**

Nestas cidades, é possível observar uma descentralização avançada das atividades, além de uma relativa estagnação do sistema viário, fatos que devem ser considerados pela rede do STPP. No Brasil, de acordo com IBGE (2009), cinquenta e uma cidades são consideradas grandes. Para estas, uma rede com linhas diametrais e circulares é a mais indicada, utilizando veículos de categorias B e C, dependendo da demanda.

A integração física deve ser feita através de uma ou mais estações de passagem na área central, além de mini-estações diversas nos cruzamentos entre as linhas da rede e pontos de maior fluxo. A integração tarifária deve ser dada através da bilhetagem eletrônica e o modelo de estação fechada deve ser avaliado tanto para as estações quanto para as mini-estações.

Dada a complexidade no tráfego de cidades com este porte, é indicada a utilização de estratégias de melhorias para a operação das linhas de transporte público.

Semelhante às cidades médias, caso necessário, um sistema complementar com linhas alimentadoras da rede principal e veículos de menor porte deve ser avaliado.

### **CIDADES MUITO GRANDES**

Nestas cidades, é possível observar tanto a descentralização das atividades, quanto a estagnação do sistema viário em estágios bem avançados, as quais devem ser consideradas pela rede do STPP.

Uma rede complexa contendo linhas diametrais, circulares e inter-bairros deve ser adotada, utilizando veículos de capacidade mediana, além de um sistema tronco-alimentado composto por veículos de maior capacidade (categorias B e A).

A integração física deve ser viabilizada por estações na área central e ao longo dos corredores tronco, além de mini-estações diversas nos cruzamentos entre linhas da rede e nos pontos de maior fluxo. Nas proximidades das estações troncais, devem ser implantados estacionamentos e bicicletários, favorecendo integrações automóvel-público e bicicleta-público.

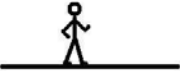
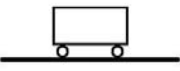
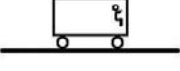
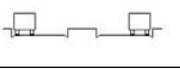
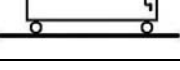
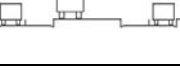
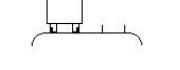
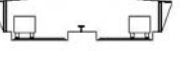

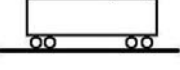
A integração tarifária deve ser viabilizada através da bilhetagem eletrônica e o modelo de estação fechada deve ser avaliado para as estações e mini-estações.

A adoção de estratégias de melhorias para a operação das linhas de transporte público deve sempre ser analisada e aplicada convenientemente.

Semelhante às cidades médias e grandes, caso necessário, um sistema complementar com linhas alimentadoras da rede principal deve ser avaliado.

Ainda sobre a definição do STPP ideal para determinada cidade, VUCHIC (1981) apresenta um estudo sobre a evolução de um sistema de transporte em função da dimensão das aglomerações humanas. A Tabela 3.5 apresenta um resumo das idéias apresentadas por VUCHIC (1981).

**Tabela 3.5: Passos da evolução de um sistema de transporte.****Fonte: Adaptado de VUCHIC (1981).**

<i>Passo</i>	<i>Descrição</i>	<i>Esboço</i>	<i>Principal melhoria</i>	<i>Sistema correspondente no mundo real</i>
1	Caminhadas		–	Pedestres
2	Cabines privadas motorizadas		Velocidade Conforto Conveniência	Automóveis particulares
3	Cabines de aluguel		Serviço disponível para todas as pessoas	Táxis
4	Alargamento de vias		Capacidade Nível de serviço	Vias arteriais
5	Introdução de cabines grandes		Capacidade Custo Conforto	Transporte público por ônibus
6	Separação de modos		Capacidade Confiança Velocidade do transporte público	Transporte público de categoria B
7	Tecnologia de orientação		Capacidade Tração eletrônica Conforto Custo operacional	VLT
8	Vias segregadas		Capacidade Velocidade Segurança Conveniência	Vias de alta capacidade
9	Transporte público totalmente controlado		Capacidade Velocidade Confiança Conveniência	Transporte público de categoria A
10	Cabines de transporte público automatizadas		Frequência Custo operacional Desempenho	Modos guiados automaticamente

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto neste capítulo, pode-se considerar que um STPP possui um conjunto de elementos básicos bem definido, o qual deve ser avaliado para uma perfeita alocação, de forma coerente, responsável e eficiente, gerando qualidade para usuários, operadores e gestores.

A qualidade e a eficiência são dois parâmetros que medem forças em um STPP, ou seja, se encontram em uma balança, de modo que seus planejadores devem encontrar um ponto de equilíbrio para que as características do sistema possam atrair usuários sem, contudo, ser demasiadamente oneroso aos seus administradores.

Cada elemento básico de planejamento de um STPP possui um conjunto de características peculiares; estas podem ser transformadas em informações e exposta aos usuários, de modo a auxiliá-los a mensurar, segundo os seus próprios conceitos, a qualidade do serviço prestado, e assim decidir por utilizá-lo.

A organização destas informações em bancos de dados para em seguida serem trabalhados por ferramentas computacionais são assuntos dos próximos capítulos, os quais explicitam o funcionamento da ferramenta em si.



## Capítulo 4

### BANCO DE DADOS

Após os conceitos definidos sobre a operação de um SPV, bem como as características que podem ser relevantes na geração do produto final proposto pelo STPP, este quarto capítulo inicia a abordagem do modelo proposto por esta pesquisa, apresentando o conjunto de banco de dados necessário para a sua perfeita operação.

#### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O principal atributo do modelo de ferramenta proposto por esta pesquisa é a definição e caracterização de uma lista de itinerários para a realização de um desejo de viagem. Através desta lista, espera-se fornecer condições para o usuário ponderar e avaliar se o STPP, além de viabilizar a viagem, a realiza com um nível satisfatório de qualidade.

Uma vez tendo sido determinado o itinerário, os dados de caracterização podem representar quaisquer parâmetros relevantes para uma avaliação satisfatória dos usuários – para isto, uma lista dos parâmetros para mensuração desta qualidade foi apresentada no Capítulo 3, dos quais alguns serão citados neste.

Por definição, o modelo proposto trabalhará com uma arquitetura Cliente/Servidor, fato que será discutido no Capítulo 5. Assim, para a operacionalização da ferramenta desenvolvida nesta pesquisa, um conjunto de banco de dados é proposto, os quais podem, por definição, ser classificados conforme segue:

- *dados de definição do itinerário* – relativos à definição das linhas de transporte a serem utilizadas, bem como dos locais de acesso ao STPP e, se necessário, dos pontos de transferência, perfazendo assim, a lista de opções de itinerários a ser sugerida;
- *dados de caracterização do itinerário* – relativos à caracterização de cada um dos itinerários listados e à de seus componentes.

Para a definição dos dados, foram utilizados termos de linguagem de programação. Os dados aqui apresentados serão armazenados como:

- um *integer* – representando um número inteiro;
- uma *string* – representando uma palavra, ou uma hora;
- um *float* – representando um número com duas casas decimais.

Na definição dos bancos de dados, esta pesquisa se preocupou com a compatibilização deste com a realidade das tecnologias aplicadas, buscando soluções de coleta e transmissão de dados em sistemas reais, no entanto, vale a experiência dos gestores na adequação destes conceitos.

Assim, este capítulo irá abordar o conceito e a estruturação dos bancos de dados necessários para a operação do modelo de ferramenta desenvolvido, além de propor metodologias de coleta e de atualização destes dados.

## **4.2 DADOS DE DEFINIÇÃO DE ITINERÁRIO**

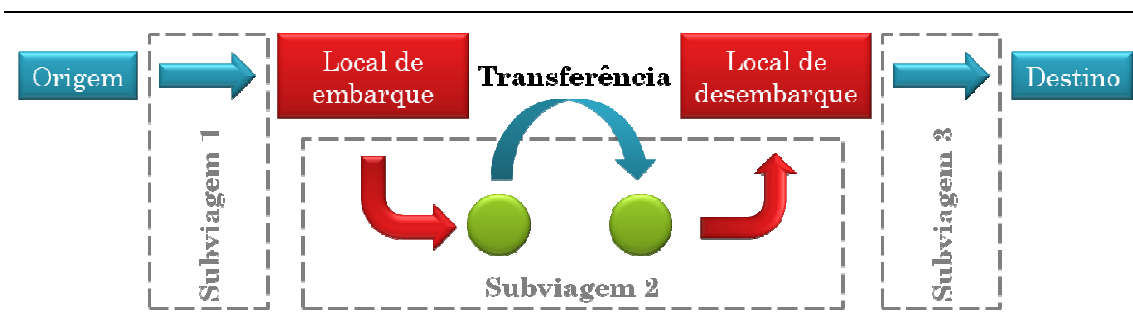
Toda viagem com a utilização de veículos pode ser desmembrada em três subviagens: a) do local de início da viagem ao local de embarque no veículo; b) do local de embarque ao de desembarque do veículo; e c) do local de desembarque do veículo ao destino final da viagem.

No caso de veículos particulares, as subviagens 1 e 3 podem ser resumidas e até mesmo desprezadas, como, por exemplo, ir ao parque de bicicleta, ou sair da garagem de casa para a garagem do escritório e vice-versa.

Já no caso de um STPP, é fácil perceber que os pontos de transição entre as subviagens são os locais de acesso ao STPP. Portanto, pode-se definir que as subviagens 1 e 3 são influenciadas pelas condições de acesso do usuário ao sistema, enquanto a 2, está sujeita às condições de operação deste e das vias que utiliza.

A subviagem 2 pode ser realizada por um ou mais veículos. No caso de mais de um veículo, é necessária a definição dos pontos de transferência, ou seja, dos pontos onde se irá desembarcar de uma linha para se embarcar em outra.

A Figura 4.1 apresenta um esboço exemplificando o modelo das três subviagens utilizando o STPP.



**Figura 4.1: Modelo das três subviagens.**

Desta forma, como dito anteriormente, a definição de uma viagem através de um STPP constitui-se na definição dos seus componentes, ou seja, dos locais de acesso, das linhas a serem utilizadas e, se necessário, dos pontos de transferência.

A seguir, será abordado cada um destes componentes, bem como a forma de abordagem pela proposta de ferramenta apresentada nesta pesquisa.

#### **4.2.1 Definição dos locais de acesso ao STPP**

Os locais de acesso ao STPP são função dos locais de origem e destino da viagem. Desta forma, para operação do modelo de ferramenta proposto, o usuário poderá informar os seus locais de viagem, ou seja, origem e destino, através dos seguintes parâmetros: “Ponto de Parada”, “Ponto de Referência”, “Cruzamento”, ou “Endereço”.

Os mecanismos internos da ferramenta proposta sempre retornarão a um valor específico, independente do parâmetro utilizado; desta forma, o parâmetro utilizado na definição dos locais de viagem independem um do outro.

Caso os gestores decidam por não oferecer os quatro parâmetros como opção para informar um local de acesso, salienta-se que apenas o primeiro – ou seja, o parâmetro “Ponto de Parada” – é fundamental para a operação da ferramenta, enquanto os demais podem ser considerados de segunda importância.

A seguir, cada parâmetro de definição de local de viagem será explanado, bem como os fatores que serão utilizados nesta definição.

### **PONTO DE PARADA**

O usuário poderá informar um local de viagem através da codificação de um ponto de parada do STPP.

Para a definição de um ponto de parada, caso estes não possuam uma codificação consolidada, sugere-se o levantamento de todos os pontos, anexando-lhes informações como coordenadas geográficas, pontos de paradas próximos e as linhas de transporte que os utilizam.

A Tabela 4.1 apresenta a proposta para o escopo do banco de dados de ponto de parada e um exemplo para o seu preenchimento.

**Tabela 4.1: Proposta de estrutura para o banco de dados de Pontos de Parada.**

<i>Definição</i>					<i>Operação</i>	
(1) <i>Cod_par</i>	(2) <i>Coord_N</i>	(3) <i>Coord_E</i>	(4) <i>Nome</i>	(5) <i>Bairro</i>	(6) <i>Vetor_pp</i>	(7) <i>Vetor_lin</i>
...						
CB38	...	...	Praça Central	Centro	...	...
...						

Da Tabela 4.1, para um determinado ponto de parada, tem-se que as cinco primeiras colunas o definem, enquanto as colunas (6) e (7) utilizam estas informações para operação da ferramenta.

As colunas de (1) a (5) possuem as seguintes definições:

- “Cod\_par” (integer ou string) representa a codificação do ponto de parada;
- “Coord\_N” (integer) e “Coord\_E” (integer) representam, respectivamente, as coordenadas de latitude e de longitude do ponto de parada;
- “Nome” (string) representa o nome associado ao ponto de parada;

- “Bairro” (string) representa o nome do bairro o qual o ponto de parada está contido.

A definição e a composição das colunas (6) e (7), as quais são utilizadas para a operação da ferramenta, serão explicitadas posteriormente, na seção *VETOR\_PP E VETOR\_LIN*.

As coordenadas de latitude e longitude podem ser obtidas na base cartográfica do município, caso este possua, ou mesmo através de levantamentos *in loco* com aparelhos GPS. Estas duas informações podem ser consideradas de importância secundária para o modelo, todavia, devem ser levantadas para utilização em ferramentas de SIG, de modo a auxiliar na obtenção de outros dados.

Quanto à codificação (*Cod\_par* e *Nome*) do ponto de parada, o STPP de muitas cidades já possui uma bem definida, baseado em uma lógica peculiar a cada situação. Caso esta codificação não seja bem consolidada, o apêndice I – UMA PROPOSTA PARA A CODIFICAÇÃO DE PONTOS DE PARADA contém uma proposta plausível. Mesmo que o STPP já possua uma codificação consolidada, sugere-se averiguar o custo-benefício de uma reorganização. Esta deve influenciar pouco na operação da ferramenta, todavia deve-se considerar a identificação e dedução do usuário, de modo a potencializar os benefícios da ferramenta.

A definição da coluna *Bairro* é importante para um melhor reconhecimento do usuário.

### **PONTOS DE REFERÊNCIA**

O usuário poderá informar um local de viagem através de um ponto de referência da cidade. Para isso, sugere-se o levantamento de alguns lugares no meio urbano, considerando a sua importância e reconhecimento dos usuários, anexando-lhes informações como categoria do local – saúde, lazer, educação, etc. –, coordenadas geográficas, pontos de paradas próximos e as linhas de transporte que os utilizam.

A Tabela 4.2 apresenta a proposta para o escopo do banco de dados de ponto de referência e um exemplo para o seu preenchimento.

**Tabela 4.2: Proposta de estrutura para o banco de dados de Pontos de Referência.**

<i>Definição</i>						<i>Operação</i>	
(1) <i>Cod_ref</i>	(2) <i>Coord_N</i>	(3) <i>Coord_E</i>	(4) <i>Nome</i>	(5) <i>Categoria</i>	(6) <i>Bairro</i>	(7) <i>Vetor_pp</i>	(8) <i>Vetor_lin</i>
...							
123	...	...	da Sé	Igreja	Centro	...	...
...							

Da Tabela 4.2, para um determinado ponto de referência, tem-se que as seis primeiras colunas o definem, enquanto as colunas (7) e (8) utilizam estas informações para operação da ferramenta.

Semelhante à Tabela 4.1, as colunas “Cod\_ref” (integer) e “Nome” (string) representam, respectivamente, um código e um nome associado ao ponto de referência, enquanto “Coord\_N” (integer), “Coord\_E” (integer) e “Bairro” (string) representam as coordenadas geográficas e o bairro onde este está localizado.

A coluna “Categoria” (string) representa o tipo de ponto de referência. As colunas (7) e (8) serão explicitadas posteriormente, na seção *VETOR\_PP E VETOR\_LIN*.

As considerações feitas para as colunas *Coord\_N*, *Coord\_E* e *Bairro* na seção anterior podem ser atribuídas às colunas de mesmo nome desta. A codificação representada na coluna *Cod\_ref* possui apenas a função de ordená-los, atribuindo-lhes um código numérico diferente para cada ponto de referência.

Pelo fato do valor de *Cod\_ref* ser exclusivamente para o uso interno da ferramenta, ele não será apresentado ao usuário, e, portanto, não há a necessidade de uma lógica de ordenação para este código.

À coluna *Nome*, deve ser adicionado o nome do ponto de referência pelo qual este é mais conhecido, considerando siglas e gírias populares, como “IBGE” ou “Varejão”, por exemplo.

Por fim, vale ressaltar que o cadastro dos pontos de referência está associado a sua importância e seu reconhecimento pela população em geral, parâmetros que devem ser mensurados pelos gestores do sistema de transportes.

Como exemplos de *tipos* de pontos de referência – parâmetros que podem ser adicionados à coluna *Categoria*, pode-se sugerir:

- Equipamentos Comerciais – Shoppings Centers, supermercados, grandes lojas, prédios comerciais, etc.;
- Equipamentos de Educação e Cultura – Universidades (campus), grandes escolas, bibliotecas, etc.;
- Equipamentos de Turismo e Lazer – Praias, piscinas e clubes, cinemas e teatros, museus e galerias de arte, hotéis, restaurantes, centros comunitários e de recreação, estádios e ginásios, etc.;
- Equipamentos de Saúde e Religião – Unidades de postos de saúde, clínicas médicas, hospitais, cemitérios, asilos, templos religiosos, etc.;
- Equipamentos de Transporte – Portos e aeroportos, estações rodoviárias, ferroviárias e metroviárias, viadutos e mergulhos, acesso a elevados e túneis, rotatórias, estacionamentos, bicicletários, etc.;
- Equipamentos de Segurança Pública – instituições militares, delegacias, etc.;
- Equipamentos diversos.

### **CRUZAMENTO**

O usuário poderá informar um local de viagem através de um cruzamento de vias da cidade. Para isso, sugere-se o levantamento de todos os cruzamentos anexando-lhes informações como coordenadas geográficas, pontos de paradas próximos e as linhas de transporte que os utilizam.

A Tabela 4.3 apresenta a proposta para o escopo do banco de dados de cruzamento e um exemplo para o seu preenchimento.

**Tabela 4.3: Proposta de estrutura para o banco de dados de Cruzamento.**

(1) <i>Cod_cruza</i>	<i>Definição</i>					<i>Operação</i>	
	(2) <i>Coord_N</i>	(3) <i>Coord_E</i>	(4) <i>Via_1</i>	(5) <i>Via_2</i>	(6) <i>Bairro</i>	(7) <i>Vetor_pp</i>	(8) <i>Vetor_lin</i>
...							
45678	...	...	São José	São João	Centro	...	...
...							

Da Tabela 4.3, para um determinado cruzamento, tem-se que as seis primeiras colunas o definem, enquanto as colunas (7) e (8) utilizam estas informações para operação da ferramenta.

As colunas “Coord\_N” (integer) e “Coord\_E” (integer) representam as coordenadas geográficas, “Via\_1” (string) e “Via\_2” (string), o nome das vias que definem o cruzamento, “Bairro” (string) representa o bairro onde o cruzamento está localizado, enquanto a coluna “Cod\_cruza” (integer) representa um código associado ao cruzamento. As colunas (7) e (8) serão explicitadas posteriormente, na seção *VETOR\_PP E VETOR\_LIN*.

As considerações feitas anteriormente para as colunas *Coord\_N*, *Coord\_E* e *Bairro* podem também ser atribuídas às colunas de mesmo nome desta. Também semelhante à seção anterior, a codificação do cruzamento, representada na coluna *Cod\_cruza*, possui apenas a função de ordená-los, e por ser exclusivamente para o uso interno da ferramenta, este não será apresentado ao usuário, e, portanto, não há a necessidade de uma lógica de ordenação para este código também.

Não há a necessidade da designação de quais das vias do cruzamento receberá *Via\_1* ou *Via\_2*, ou seja, a designação destas colunas não deve obedecer a nenhuma regra de alocação pré-definida, ressaltando somente a não repetição do cruzamento pela simples permutação das vias que o compõe.

Da mesma forma, um fato comum em muitas cidades é que existem várias vias com mesmo nome e fatalmente cruzamentos cujo par de vias que o compõe possuem os mesmos nomes. Nestes casos, a coluna *Bairro* deve fazer distinção e orientar claramente ao usuário sobre a localização dos cruzamentos.

As vias declaradas nas colunas *Via\_1* e *Via\_2* devem abranger o máximo dos logradouros, se possível toda extensão da cidade, considerando inclusive vilas. Todavia, caso o levantamento não englobe toda cidade, sugere-se iniciá-lo nas áreas de maior atração de viagens, pelo fato dos usuários estarem mais familiarizados com as áreas geradoras de viagem, espera-se que estas gerem um volume menor de buscas relacionadas a cruzamentos.



A área de abrangência dos dados de cruzamento deve, portanto, sempre ser informada aos usuários.

No caso de equipamentos como viadutos ou rotatórias, estes podem ser considerados como ponto de referência e tratados conforme a seção anterior. Em todo caso, um cruzamento com as vias que compõem estes equipamentos deve estar relacionado também no banco de dados de cruzamentos.

### **ENDEREÇO**

O usuário poderá informar um local de viagem através de um endereço, representado por uma via e a numeração da edificação. Para isso, sugere-se a designação de faixas de domínio dessa numeração, por via, por bairro, referenciando-as a um dos cruzamentos listados na seção anterior.

A Tabela 4.4 apresenta a proposta para o escopo do banco de dados de endereço e um exemplo para o seu preenchimento.

**Tabela 4.4: Proposta de estrutura para o banco de dados de Endereço.**

<i>Definição</i>					<i>Operação</i>
(1) <i>Cod_end</i>	(2) <i>Via</i>	(3) <i>Bairro</i>	(4) <i>N_inicial</i>	(5) <i>N_final</i>	(6) <i>Cod_cruza</i>
...					
901234	Rua São João	Centro	1550	1649	45678
...					

Da Tabela 4.4, para uma determinada faixa de endereço, tem-se que as cinco primeiras colunas a definem, enquanto a coluna (6) utiliza estas informações para operação da ferramenta.

As colunas “Via” (string) e “Bairro” (string) representam, respectivamente, os nomes da via e do bairro, identificando a localização da faixa de endereço, enquanto “N\_inicial” (integer) e “N\_final” (integer) representam os valores inicial e final que a definem. A coluna “Cod\_end” (integer) representa um código associado à faixa, enquanto a coluna “Cod\_cruza” (integer) representa o cruzamento associado a esta.

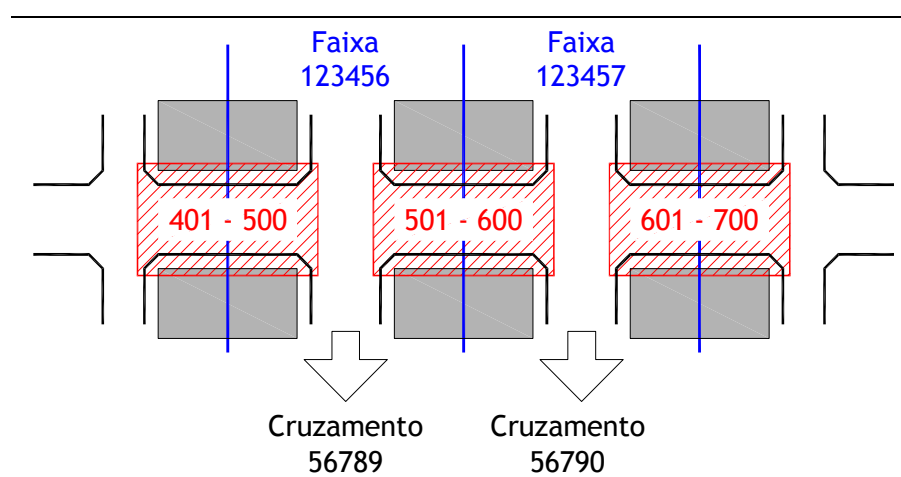
Semelhante aos itens anteriores, a codificação de uma faixa de endereço, representada na coluna *Cod\_end*, possui apenas a função de ordená-los e por ser

exclusivamente para o uso interno da ferramenta, este não será apresentado ao usuário, e, portanto, não há a necessidade de uma lógica de ordenação para este código também.

Para a maioria das cidades, o número de uma edificação (ou qualquer outro equipamento) está relacionado à quadra a qual esta pertence. Normalmente, considera-se uma faixa de domínio com dois dígitos para cada quadra; ou seja, na primeira quadra de uma via, todas as edificações possuem numerações de 100 a 199, na segunda, de 200 a 299, e assim sucessivamente. Todavia, vale ressaltar que para a configuração das faixas de domínio, esta deve sempre se adequar à realidade das numerações das edificações do local.

Ao identificar uma quadra, através dos cruzamentos que a definem, pode-se identificar o cruzamento mais próximo, ou seja, a partir da faixa de domínio da numeração de residências pelas quadras, pode-se determinar também uma faixa de domínio dos endereços pelos cruzamentos.

A Figura 4.2 apresenta uma sugestão de configuração de faixa de domínio de endereço.



**Figura 4.2: Exemplo de designação de faixas de domínio.**

Na Figura 4.2, observa-se que as quadras da via em questão possuem faixas de domínio de cem números; para reorganizar os endereços e referenciá-los a um cruzamento, dada a configuração da via, pode-se associar a metade de cada quadra a um cruzamento. A Tabela 4.5 apresenta o preenchimento correto das informações do exemplo representado na Figura 4.2.

**Tabela 4.5: Preenchimento do banco de dados de endereços conforme exemplo da Figura 4.2.**

<i>Cod_end</i>	<i>Via</i>	<i>Bairro</i>	<i>N_inicial</i>	<i>N_final</i>	<i>Cod_cruza</i>
...					
123456	A	B	451	550	56789
123457	A	B	551	650	56790
...					

Como dito anteriormente, no caso de equipamentos de transporte, estes devem ser tratados tanto como ponto de referência como cruzamento. Desta forma, em casos onde faixas de domínio de endereço que se aproximam de equipamentos de transporte, estas podem ser normalmente associadas a cruzamentos.

### **VETOR PP E VETOR LIN**

Após a definição do local de viagem, a operação deste na ferramenta irá gerar dois vetores de integer, ambos de mesma ordem, denominados “Vetor\_pp” e “Vetor\_lin”.

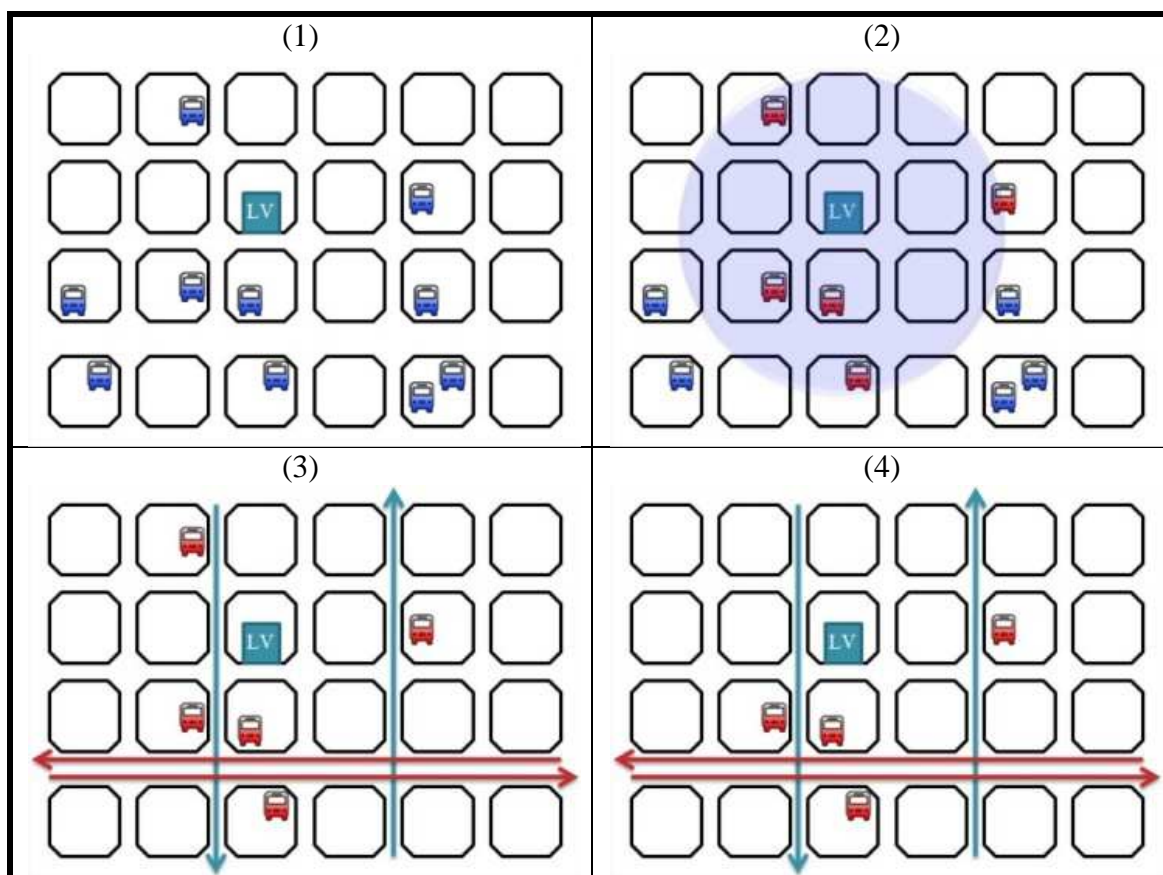
Os elementos de *Vetor\_lin* buscam representar as linhas que podem ser acessadas através daquele local de viagem, enquanto *Vetor\_pp*, os respectivos pontos de parada a serem utilizados para acessar cada elemento de *Vetor\_lin*, a partir daquele local.

A definição de *Vetor\_pp* remete ao conceito de “paradas próximas”, no qual a distância entre o referido local de viagem e os locais de acesso ao STPP (embarque ou desembarque), corresponde a um valor métrico considerado próximo. Ou seja, considerando uma distância máxima, considera-se apenas os pontos de parada em um raio menor ou igual a este valor.

A definição dos conjuntos *Vetor\_pp* e *Vetor\_lin* segue os seguintes passos:

- definição da distância máxima de acesso;
- determinação dos pontos de parada próximos;
- determinação de *Vetor\_lin* (linhas que acessam os pontos de parada próximos); e
- determinação de *Vetor\_pp* (pontos a serem acessados pelos elementos de *Vetor\_lin*).

A Figura 4.3 ilustra a seqüência de passos para a criação de *Vetor\_pp* e de *Vetor\_lin*.



**Figura 4.3: Etapas do procedimento para a composição de *Vetor\_pp* e *Vetor\_lin*.**

Na Figura 4.3, considerando um local de viagem qualquer, os pontos da região e a definição da distância máxima para o acesso ao STPP (Passo 1), deve-se considerar apenas aqueles pontos localizados dentro de uma circunferência de raio menor igual a essa distância (Passo 2). Este é o conjunto de pontos de parada próximo.

A partir dos pontos selecionados, gera-se um conjunto com as linhas de transporte que acessam esses pontos (Passo 3). Este será o *Vetor\_lin*. Para cada linha de *Vetor\_lin*, seleciona-se o ponto mais próximo utilizado, ou seja, caso dois ou mais pontos do conjunto de paradas próximas seja utilizado pela mesma linha de transporte, o ponto associado ao elemento de *Vetor\_lin* será o mais próximo do local de viagem informado (Passo 4). O conjunto destes pontos será *Vetor\_pp*.

O valor de distância máxima varia, entre outros fatores, conforme a cultura e condições físicas do indivíduo, o motivo da viagem e as condições proporcionadas (tempo de viagem, conforto, etc.) pelo modo a ser utilizado, além de sofrer forte influência da acessibilidade ao STPP, ou seja, das condições climáticas, das condições do pavimento, da sensação de segurança, etc.

A literatura sugere diversos valores para a definição da distância máxima de paradas próximas. A Tabela 4.6 apresenta os valores sugeridos por BURTON (2006).

**Tabela 4.6: Distâncias máximas a se percorrer a pé para a realização de algumas atividades em meio urbano.**

<i>Atividade</i>	<i>Distância máxima (metros)</i>
Mudança de modo	100
Apanhar um ônibus	300
Apanhar um bonde	500

**Fonte: BURTON (2006).**

De acordo com a Tabela 4.6, a distância a que o usuário está disposto a percorrer para acessar um veículo do sistema de bondes é maior do que a um do de ônibus, que por sua vez, é maior do que a relativa a uma transferência entre veículos de modos diferentes. Todavia, vale ressaltar a experiência dos gestores de transporte e a cultura da cidade para definição destas distâncias.

Um processo razoavelmente simples de se fazer o levantamento do conjunto de pontos de parada próximos é utilizar um sistema de informações geo-referenciadas (SIG), no qual, através das coordenadas geográficas e das rotinas do sistema, torna esta etapa mais automática e prática, inclusive no caso de atualizações.

Os locais de viagem que necessitam da definição de *Vetor\_pp* e *Vetor\_lin* são Ponto de Parada, Ponto de Referência e Cruzamento. Estes requerem a definição e caracterização da subviagem 1 (ou 3), as quais serão mais bem explanadas posteriormente. O parâmetro Endereço, por sua vez, é referenciado a um cruzamento.

No parâmetro Ponto de parada, um dos elementos de *Vetor\_pp* será o próprio ponto, o que suprime a subviagem. Ou seja, assume-se que a viagem se inicia no próprio ponto, sem a necessidade de se caracterizar o acesso a este.

Após a definição dos locais de viagem, a próxima etapa nos indica a definição da viagem em si, ou seja, do(s) veículo(s) a ser utilizado(s) e, se necessário, dos locais de transferência.

#### 4.2.2 Definição das linhas de transporte

Como dito anteriormente, os dados de viagem aqui referidos se resumem à definição das linhas de transporte e, se necessário, dos pontos de transferência. Todos os dados desta seção são de uso interno da ferramenta, não podendo o usuário alterar ou sugerir informações.

Uma ressalva deve ser feita: cada linha deve ser desmembrada em duas, cada uma representando um sentido da linha. As linhas circulares devem ser analisadas pelos gestores em particular, se estas devem ou não ser desmembradas.

As informações a serem levantadas para a execução desta etapa devem ser incluídas em apenas um banco de dados, cujo escopo e um exemplo de preenchimento são apresentados na Tabela 4.7.

**Tabela 4.7: Proposta de estrutura para o banco de dados de Linhas de Transporte.**

<i>Definição</i>				<i>Operação</i>		
(1) <i>Cod_lin</i>	(2) <i>Nome</i>	(3) <i>Sentido</i>	(4) <i>Vetor_par</i>	(5) <i>Vetor_lc</i>	(6) <i>Vetor_pd</i>	(7) <i>Vetor_pe</i>
...						
A401	Areias	1	...	...	...	...
...						

Da Tabela 4.7, para uma determinada linha, tem-se que as quatro primeiras colunas a definem, enquanto as três últimas utilizam estas informações para a operação da ferramenta. As colunas possuem a seguinte definição:

- “Cod\_lin” (integer ou string) representa a codificação da linha;
- “Nome” (string) e “Sentido” (integer) representam, respectivamente, o nome e o sentido da linha em questão, definida pelo *Cod\_lin*;
- “Vetor\_par” (string) representa a seqüência de pontos de parada atendida pela linha definida em *Cod\_lin*;

- “Vetor\_lc” (integer) representa o conjunto de linhas do STPP as quais é possível se fazer uma transferência com a linha representada em *Cod\_lin*;
- “Vetor\_pd” (string) e “Vetor\_pe” (string) representam, respectivamente, o conjunto de pontos de paradas de desembarque e o de embarque, os quais possibilitam a integração entre a linha considerada em *Vetor\_lc* e a definida por *Cod\_lin*.

A maioria das cidades já possui um nome e uma codificação consolidada para cada linha de seu STPP, reconhecida inclusive pelos usuários. Esta pesquisa não fará proposições sobre a definição destes parâmetros.

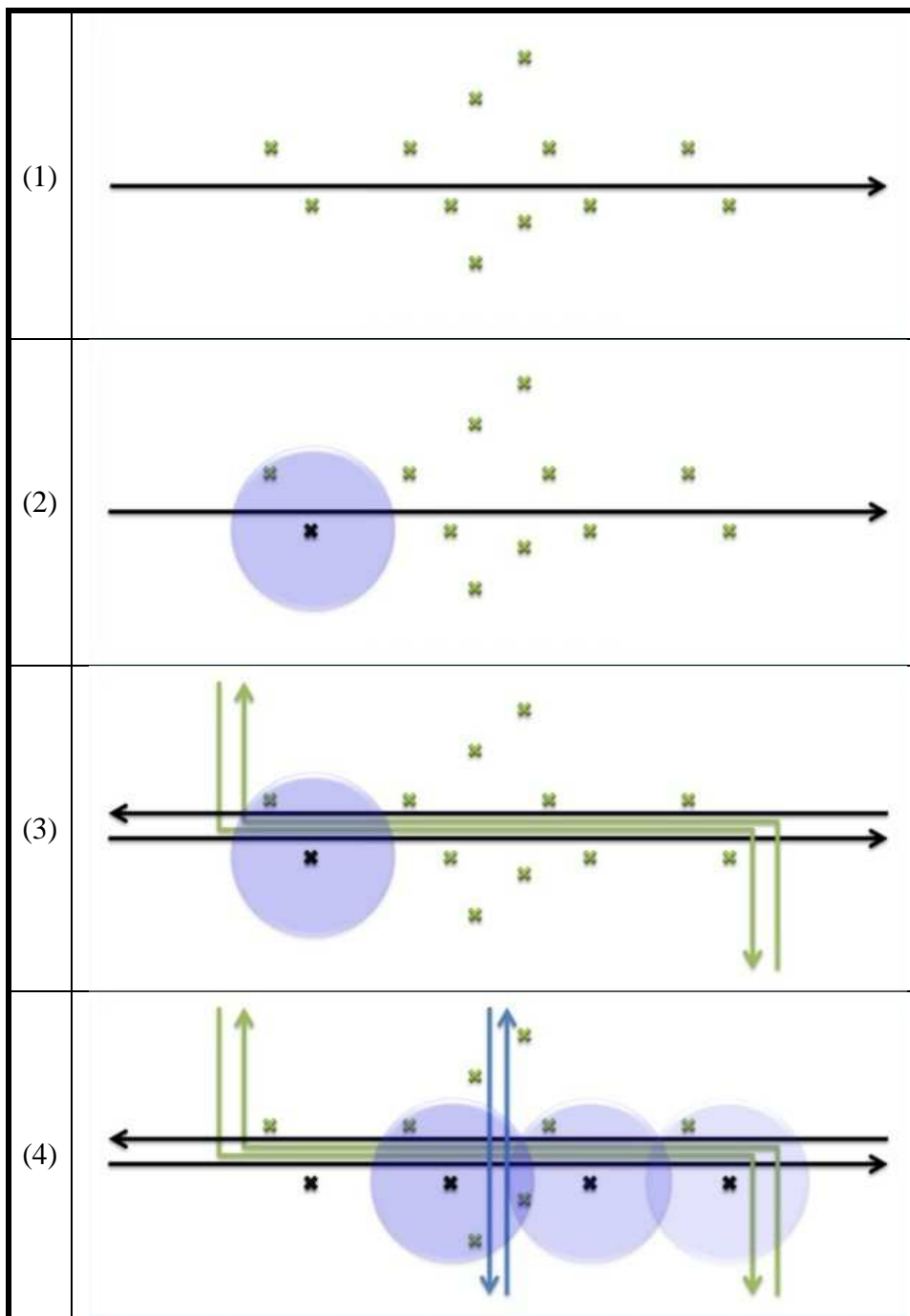
Como dito anteriormente, a codificação terá que segregar as linhas por sentido. À codificação existente, portanto, será adicionado o caractere “1”, designando que o sentido considerado é o de “Ida”, e “2”, que é o de “Volta”. Assim, é possível que duas linhas possuam expressões semelhantes na coluna *Nome*, porém diferentes nas colunas *Cod\_lin* e *Sentido*.

Para a construção de *Vetor\_lc*, para cada ponto de parada da linha em questão, devem-se observar as demais linhas que utilizam estes mesmos pontos, ou outros situados a uma distância menor ou igual a uma distância máxima de caminhada considerada para a realização de uma transferência.

Com base na Tabela 4.6, pode-se considerar uma distância de cem metros, todavia, mais uma vez vale ressaltar a experiência dos gestores de transporte e a cultura da cidade para definição deste valor.

Para a construção de *Vetor\_pd* e *Vetor\_pe*, como dito anteriormente, deve-se considerar, respectivamente, os pontos de parada de desembarque e de embarque que melhor viabilizam a integração entre a linha definida por *Cod\_lin* e a linha em questão de *Vetor\_lc*.

A Figura 4.4 ilustra a seqüência de passos para a criação de *Vetor\_lc*, *Vetor\_pd* e *Vetor\_pe*.



**Figura 4.4: Etapas do procedimento para a composição de Vetor<sub>lc</sub>, Vetor<sub>pd</sub> e Vetor<sub>pe</sub>.**

Na Figura 4.4, considerando uma linha de transporte qualquer, os pontos da região e a definição da distância máxima para uma transferência (Passo 1), para cada ponto de parada atendido por essa linha, deve-se considerar apenas aqueles pontos localizados dentro de uma circunferência de raio menor igual a essa distância (Passo 2). Este é o conjunto de pontos de parada próximo daquele ponto.



A partir dos pontos selecionados, gera-se um conjunto com as linhas de transporte que acessam esses pontos e armazena estes dados (Passo 3). Repete-se os procedimentos 2 e 3 para todos os pontos de parada (Passo 4).

As linhas de transporte armazenadas serão o *Vetor<sub>lc</sub>*, ou seja, as linhas que se pode fazer uma transferência a partir da linha em questão (*Cod<sub>lin</sub>*). No exemplo da Figura 4.4, pode-se fazer uma transferência para qualquer uma das linhas nos dois sentidos – lembrando que as linhas do sistema foram segregadas por sentido.

Da experiência do cotidiano percebe-se que, embora que possível, não é muito razoável a integração entre sentidos na linha analisada na Figura 4.4. De fato, tem-se que para as linhas acíclicas, ou seja, que percorrem as mesmas vias nos dois sentidos, as integrações entre sentidos só são razoáveis nos pontos finais e de retorno das linhas.

Entre as diversas opções de pares de pontos geradas para a realização da transferência, para as linhas com *itinerários paralelos*, sugere-se sempre a utilização do primeiro par no sentido da linha de desembarque, tanto no mesmo sentido, quanto em sentidos opostos. Para itinerários perpendiculares, diversos fatores devem ser considerados, dos quais se pode citar a distância e o número de faixas de tráfego a serem atravessadas.

Em determinados casos, um par de pontos de parada pode ser dotado de uma infra-estrutura melhor, o que permitiria uma transferência de melhor qualidade do que a proporcionada pelo par indicado no parágrafo anterior. Nestes casos, vale a experiência dos gestores na avaliação de cada caso, para definição dos pares de transferência entre as linhas.

Definido o “melhor” par para cada transferência, *Vetor<sub>pe</sub>* receberá a codificação do ponto de embarque no elemento de *Vetor<sub>lc</sub>*, enquanto *Vetor<sub>pd</sub>*, o ponto de desembarque da linha definida por *Cod<sub>lin</sub>*.

### **4.3 DADOS DE CARACTERIZAÇÃO DE ITINERÁRIO**

Os bancos de dados apresentados na seção anterior são suficientes para a definição da lista de itinerários candidatos à realização de uma viagem através de um STPP. Esta seção contém a proposta para a caracterização de cada um dos itinerários

desta lista. Alguns dos dados de caracterização que serão mencionados podem ser reorganizados de forma a melhorar a eficiência da ferramenta; considerando a disposição apresentada aqui apenas como uma sugestão, cabe aos gestores avaliar esta reorganização.

A caracterização de uma viagem através de um STPP tem por principal objetivo conscientizar o usuário da qualidade e eficiência do serviço prestado, de modo que este possa ponderar e decidir pela utilização do mesmo. Desta forma, a caracterização pode englobar quaisquer características que os gestores do STPP avaliem como relevantes para o usuário, considerando seus objetivos de viagem, cultura, condições climáticas, etc.

A sugestão desta pesquisa para a caracterização de uma viagem considera, semelhante à definição das viagens, a segregação desta em três subviagens. Desta forma, esta seção fará proposições para a caracterização: a) dos acessos – subviagens 1 e 3; b) da utilização do STPP – subviagem 2; e, se necessário, c) das transferências.

A seguir, cada uma destas etapas será explanada mais detalhadamente.

#### **4.3.1 Caracterização do acesso ao STPP**

A caracterização das subviagens 1 e 3 pode ser resumida na avaliação da acessibilidade do local de acesso ao sistema.

Como visto na seção 3.3.1 *Qualidade*, o acesso ao STPP envolve aspectos numéricos – como a distância percorrida – e cognitivos – como tipo e qualidade dos pavimentos (calçadas e/ou vias), segurança da região, proteção do sol, da chuva, da neve, etc.

Por a caracterização do acesso ao sistema está intimamente ligada à definição destes locais, sua informação pode ser adicionada aos bancos de dados de locais de viagem já mencionados na seção 4.2.1 *Definição dos locais de acesso ao STPP*, conforme é apresentado na Tabela 4.8.

**Tabela 4.8: Proposta de estrutura para os dados de caracterização do acesso ao sistema.**

<i>Definição</i>	<i>Operação</i>		<i>Caracterização do acesso</i>		
	<i>Vetor_pp</i>	<i>Vetor_lin</i>	(1) <i>Vetor_dist</i>	(2) <i>Vetor_aces</i>	(3) ...
...					

Da Tabela 4.8, para um determinado local de viagem, além das colunas de definição do local e as de operação da ferramenta para a determinação do itinerário, sugere-se a adição de duas ou mais colunas, as quais podem caracterizar a acessibilidade entre o local de viagem considerado e cada um dos pontos de parada da coluna *Vetor\_pp*.

No caso do banco de dados de Endereços, a acessibilidade considerada para a caracterização é a da faixa de endereço ao cruzamento relacionado. Estas informações podem ser trabalhadas isoladamente, ou serem concatenadas à caracterização da acessibilidade deste cruzamento ao sistema.

As novas colunas possuem as seguintes definições:

- “Vetor\_dist” (integer) representa a distância entre o local de viagem e o local de acesso;
- “Vetor\_aces” (string) representa uma avaliação cognitiva da acessibilidade do local de acesso;
- As demais colunas podem representar quaisquer parâmetros de caracterização das subviagens 1 e 3, tais como qualidade do pavimento, segurança, arborização, etc.

A distância a ser considerada na coluna *Vetor\_dist* é a percorrida, considerando as esquinas dos logradouros e declividade do terreno. Todavia, pode ser considerada também a distância euclidiana, obtida de maneira mais simples, até mesmo manualmente. Os gestores devem, portanto, avaliar o custo-benefício do método de levantamento da distância a ser considerado, além de informar ao usuário qual deles está sendo utilizado.

Quanto à avaliação cognitiva, sugere-se a criação de uma tabela (TAC) com critérios quaisquer que generalize a caracterização do acesso. O objetivo desta avaliação

é o resumo de informações, de modo que critérios contidos em outras colunas não façam parte da TAC.

A Tabela 4.9 apresenta uma proposta hipotética de TAC para a avaliação da acessibilidade de pontos de acesso ao sistema.

**Tabela 4.9: Proposta de Tabela de Avaliação Cognitiva (TAC).**

<i>Parâmetro</i>		<i>Classificação</i>			
		<i>Ótima</i>	<i>Boa</i>	<i>Mediana</i>	<i>A desejar</i>
Qualidade do pavimento (Calçadas)	Tipo	Cerâmica antiderrapante ou Concreto	Cerâmica antiderrapante ou Concreto	Cerâmica comum ou sem pavimento	Cerâmica comum ou sem pavimento
	Continuidade	100 %	> 70 %	> 50 %	< 50 %
	Geometria	Bem Largas > 3 metros	Boa largura > 2 metros	Média	Estreita < 2 metros
	Qualidade	Ótima	Boa	Mediana	A desejar
Declividade		Plana sem ondulações	Plana com leves ondulações	Levemente plana com ondulações	Não plana ou bastante ondulada
Arborização		Muito arborizada	Bem arborizada	Arborizada	Mal Arborizada
Esquinas semaforizadas		Nenhuma	Uma	Duas	Mais de duas
...					

### 4.3.2 Caracterização das transferências

Caso seja executada, uma transferência pode ser caracterizada semelhante ao acesso ao sistema, ou seja, conforme a acessibilidade do ponto de desembarque de uma linha ao de embarque na outra.

Por a caracterização do transbordo estar intimamente ligada à definição das linhas de transporte, sua informação pode ser adicionada ao banco de dados de definição das linhas já mencionados na seção 4.2.2 *Definição das linhas de transporte*, conforme apresenta a Tabela 4.10.

**Tabela 4.10: Proposta de estrutura para os dados de caracterização de uma transferência.**

<i>Definição</i>	<i>Operação</i>			<i>Caracterização da transferência</i>			
	<i>Vetor_lc</i>	<i>Vetor_pd</i>	<i>Vetor_pe</i>	(1) <i>Vetor_tar</i>	(2) <i>Vetor_dist</i>	(3) <i>Vetor_aces</i>	(4) ...
...							

Da Tabela 4.10, para uma determinada linha de transporte, além das colunas de definição da linha e as de operação da ferramenta para a determinação do itinerário, sugere-se a adição das mesmas colunas de caracterização de acesso ao sistema, as quais podem caracterizar a transferência entre o ponto de desembarque (*Vetor\_pd*) da linha considerada para o de embarque (*Vetor\_pe*) de cada uma das linhas da coluna *Vetor\_lc*.

As considerações feitas na seção anterior para as colunas *Vetor\_dist* e *Vetor\_aces* são as mesmas para esta, inclusive a proposta de uma TAC.

A coluna “*Vetor\_tar*” (integer) representa o valor a ser adicionado ao custo total da viagem para que a integração entre as linhas envolvidas seja realizada, ou seja, entre a linha considerada em *Cod\_lin* e o elemento de *Vetor\_lc* em questão.

#### **4.3.3 Caracterização da utilização do STPP**

A caracterização da subviagem 2 pode ser resumida na avaliação da utilização da(s) linha(s) de transporte, a qual influencia e é influenciada diretamente pela caracterização específica dos locais de acesso e de transferência. Ambas as caracterizações, semelhante às outras etapas, podem utilizar quaisquer parâmetros.

A seção 3.3.1 *Qualidade* apresenta parâmetros relacionados à conveniência (horários de embarque e desembarque, tempo de viagem e intervalo de tempo de atendimento) e ao conforto (à lotação e características do veículo utilizado) proporcionados pela utilização do STPP – além do custo financeiro. Estes parâmetros, como discutido anteriormente, podem englobar características *estáticas* ou *dinâmicas*, conforme a dinamicidade desta sobre o fator tempo, a qual deve ser considerada para definição dos bancos desta seção.

Em todo caso, sugere-se que os bancos de dados de caracterização da utilização do STPP contenham referências temporais.

Inicialmente, é de grande importância a definição do padrão temporal em que o sistema opera. Geralmente, as linhas de transporte de um STPP possuem programações diferenciadas para dias úteis, sábados e domingos. Este padrão indica que os dados temporais serão diferentes em cada uma destes dias; logo, faz-se necessária a criação de

bancos de dados para cada “dia padrão”. Caso a cidade apresente um padrão de programação diferente, cabe ao gestor do STPP analisar o seu caso específico.

Assim, serão criadas duas tabelas para a caracterização temporal da utilização do STPP, a saber: uma com os dados temporais dos pontos de parada e outra com os dados temporais dos veículos do sistema.

Além dos dados temporais, estas tabelas também devem conter informações para a caracterização física, tanto dos locais de acesso, quanto dos veículos utilizados no sistema. A Tabela 4.11 e a Tabela 4.12 apresentam os escopos do banco de dados sugeridos.

**Tabela 4.11: Proposta de estrutura para o banco de dados de caracterização temporal dos pontos de paradas.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Cod_par</i>	<i>Vetor_hor</i>	<i>Vetor_vei</i>	<i>Vetor_lin</i>	...

**Tabela 4.12: Proposta de estrutura para o banco de dados de caracterização temporal das linhas de transporte.**

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Cod_vei</i>	<i>Vetor_hor</i>	<i>Vetor_par</i>	<i>Vetor_lot</i>	...

As colunas da Tabela 4.11 e da Tabela 4.12 possuem as seguintes definições:

- “Cod\_par” (integer ou string) representa o código de um ponto de parada;
- “Cod\_vei” (integer ou string) representa a codificação de um veículo do sistema;
- “Vetor\_hor” (string) representa os horários requeridos;
- “Vetor\_vei” (integer) representa os veículos que acessam o ponto de parada definido em *Cod\_par*;
- “Vetor\_lin” (integer ou string) representa a linha de transporte relacionada ao veículo considerado em *Vetor\_vei*;
- “Vetor\_par” (integer) representa a seqüência de pontos de parada que é utilizada pelo veículo definido em *Cod\_vei*;

- “Vetor\_lot” representa a lotação do veículo definido em *Cod\_vei*, no momento de utilização do ponto considerado em *Vetor\_par*;
- As demais colunas remetem à caracterização dos pontos de parada e dos veículos, relacionados, respectivamente, a *Cod\_par* e *Cod\_vei*.

A maioria das cidades já possui uma codificação consolidada para os veículos que operam no STPP (*Cod\_vei*). Esta pesquisa não fará proposições sobre a definição deste parâmetro. As definições de *Cod\_par* e *Vetor\_par* são as mesmas citadas anteriormente neste capítulo.

Para a composição da Tabela 4.11, considerando cada ponto de parada do STPP (*Cod\_par*), deve-se levantar o horário (*Vetor\_hor*) em que cada veículo (*Vetor\_vei*) acessa este ponto, mesmo que este veículo o utiliza mais de uma vez durante o dia. Cada veículo em *Vetor\_vei* deve ser associado à respectiva linha em que este opera – representada por *Cod\_lin* da Tabela 4.7 – naquele determinado momento, através da coluna *Vetor\_lin*.

Esta tabela se assemelha a um quadro de horário de um ponto de parada, ou um relatório de um posto de controle – métodos bastante utilizados nas cidades brasileiras.

A caracterização de um local de acesso trata-se da identificação das tecnologias utilizadas no ponto de parada, ou estação considerada. Uma lista destas tecnologias pode ser vista na Tabela 3.4, das quais se pode citar: “placa de identificação”, “assentos”, “abrigo da chuva, vento, sol, etc.”, inclusive uma avaliação cognitiva do ponto. Estes parâmetros, semelhante à caracterização do acesso, podem ser agrupados em uma TAC.

Para as estações de transporte, pode ser pensado um conjunto de informações maior, inclusive com fins turísticos.

Para a composição da Tabela 4.12, considerando cada veículo do STPP (*Cod\_vei*), deve-se levantar o horário (*Vetor\_hor*) em que este veículo acessa cada ponto de parada (*Vetor\_par*), mesmo que este veículo o utiliza mais de uma vez durante o dia. Esta tabela se assemelha a um quadro de horário de um veículo, outro método bastante utilizado na operação de um STPP.

A lotação é uma característica particular da utilização do veículo, a qual pode ter uma forte dinamicidade em relação ao tempo. Desta forma, para a composição do *Vetor\_lot*, devem ser levantadas as lotações do veículo definido em *Cod\_vei*, durante a utilização de cada ponto de parada considerado em *Vetor\_par*.

A caracterização de uma linha de transporte trata-se da identificação das tecnologias utilizadas no veículo considerado. Uma lista destas tecnologias pode ser vista na Tabela 3.4, das quais se pode citar: modelo do veículo (padrão, articulado, Double deck, etc.), ar-condicionado, tipo de poltrona, etc., inclusive uma avaliação cognitiva do veículo através de uma TAC.

No caso de linhas seletivas, pode-se gerar um conjunto de informações de modo a incentivar sua utilização, tanto para fins executivos quanto turísticos.

Por fim, para ambas as tabelas, pode se considerar que o levantamento de *Vetor\_hor* é função do das demais colunas.

#### **4.4 MÉTODOS DE OBTENÇÃO E ATUALIZAÇÃO DOS DADOS**

Uma vez definidos os dados necessários para a execução do SPV, esta seção se propõe a expor alguns métodos para a obtenção destes dados e mecanismos de atualização dos mesmos.

Conforme explanado em capítulos anteriores, os dados comentados nesta pesquisa podem ser classificados segundo o seu grau de dinamicidade. Isto é, podem ser agrupados em dois conjuntos, a saber: a) estáticos, com uma baixa dinamicidade; ou b) dinâmicos, com uma alta variabilidade conforme o fator tempo.

A análise da dinamicidade é importante para a definição das metodologias de obtenção dos dados, mas principalmente para as de atualização.

Dados considerados estáticos podem ser obtidos através de levantamentos simples ou da manipulação de dados pré-existentes, e a sua atualização pode ser feita com fiscalizações rotineiras, verificando possíveis alterações e, se necessário, alterando estes dados.



Muitos destes dados, caso possuam alguma variação, esta é considerada ruidosa, ou seja, de fácil percepção, como “localização e identificação de um ponto de parada”, ou “atendimento de um ponto por uma linha de transporte”, por exemplo.

Todos os dados vistos na seção 4.2 DADOS DE DEFINIÇÃO DE ITINERÁRIO podem ser considerados como estáticos. Os dados das últimas colunas da Tabela 4.11 e da Tabela 4.12 para a caracterização física de pontos de parada e de veículos, respectivamente, também podem ser considerados estáticos.

No caso dos dados considerados dinâmicos, estes também podem ser obtidos através de levantamentos e manipulação de dados, todavia uma “simples” fiscalização de rotina pode ser dispendiosa e/ou ineficiente para se manter a veracidade ou precisão das informações obtidas. Para estes dados, deve-se, portanto, avaliar a adoção de métodos de atualização dinâmica e, se possível, em tempo real.

Todavia, vale ressaltar que a dinamicidade de um parâmetro pode variar significativamente de um STPP para outro, em função de fatores diversos, principalmente da relação oferta-demanda.

O parâmetro “lotação”, por exemplo, definido anteriormente como a ocupação do veículo no momento em que este atende um ponto de parada, possui uma variação significativa durante o dia.

Para a maioria das cidades pequenas e algumas médias, esta variação obedece a certo padrão, principalmente em consequência da estabilidade dos padrões de demanda. Todavia quanto maior a população e conseqüentemente a demanda por transporte público, fica cada vez mais evidente a descentralização e aleatoriedade dos desejos de viagens, desestabilizando os padrões de demanda e conferindo uma alta dinamicidade da ocupação dos veículos conforme, tanto aos horários de atendimento, quanto aos dias da semana.

No conjunto de parâmetros que *podem* ter uma alta dinamicidade estão principalmente os de caracterização temporal apresentados nas primeiras colunas da Tabela 4.11 e Tabela 4.12.

A seguir, serão apresentadas algumas sugestões de métodos de obtenção dos dados necessários para a composição dos bancos de dados do SPV, tanto para os padrões considerados estáticos quanto os dinâmicos.

#### 4.4.1 Dados estáticos

Como comentado anteriormente, os principais métodos utilizados para a obtenção dos dados considerados estáticos são o *levantamento de informações* e a *manipulação de dados pré-existentes*. Da mesma forma, citou-se que os dados de definição de locais de viagem e de linhas de transporte, bem como os relacionados a estes para a operação do sistema podem ser incluídos neste grupo.

Inicialmente, a identificação dos locais de viagem e das linhas de transporte é de responsabilidade dos gestores. Ou seja, além de definir quais das opções de identificação de local de viagem devem ser levantadas, os gestores devem avaliar a abrangência de cada um destes levantamentos. Assim, a definição de *Cod\_par* e *Nome* do banco de dados de Ponto de parada, *Cod\_ref*, *Nome* e *Categoria* do de Ponto de referência, *Cod\_cruza*, *Via\_1* e *Via\_2* do de Cruzamento, *Cod\_end*, *Via*, *N\_inicial* e *N\_final* do de Endereço, e *Cod\_lin*, *Nome*, *Sentido* e *Vetor\_par* do banco de dados de Linhas de transportes devem ser atribuídos pelo próprio órgão gestor.

Quanto à localização dos locais de viagem, um documento que poderá auxiliar bastante no levantamento destas informações é a chamada *base cartográfica* do município, que, grosso modo, pode ser definida como o mapeamento da cidade com as respectivas coordenadas geográficas dos pontos utilizados.

A base cartográfica tornaria mais simples a definição dos parâmetros de operação do sistema, ou seja, dos conjuntos *Vetor\_pp* e *Vetor\_lin* dos bancos de dados de locais de viagem e *Vetor\_lc*, *Vetor\_pd* e *Vetor\_pe* dos de linhas de transporte. A definição da coluna *Cod\_cruza* do banco de Endereços também é simplificada com a utilização da base.

Caso o município não possua uma base cartográfica, a consideração das coordenadas geográficas obtidas no levantamento dos dados de *definição* de locais de

viagem deve gerar uma base cartográfica específica para a obtenção dos dados de operação do sistema.

Os parâmetros de caracterização física dos locais de acesso e dos veículos do sistema devem ser levantados em campo, ou mesmo atualizados, caso os gestores já possuam um banco de dados correspondente.

Uma vez obtidos os dados, caso estes sejam considerados estáticos, deve-se definir a periodicidade em que deve ser feita uma fiscalização de modo a verificar possíveis alterações; logo esta periodicidade é função da dinamicidade do parâmetro.

Existem parâmetros que NÃO possuem dinamicidade, ou seja, uma vez definidos os dados, estes não mudarão por razões óbvias. Neste caso, podem-se enquadrar os parâmetros de definição (identificação e localização) de Ponto de referência, de Cruzamento e de Endereço. A coluna *Cod\_cruza* do banco de dados de Endereço também pode ser considerada imutável.

No caso de definição de Pontos de parada, um fato comum em STPP de muitas cidades é a reordenação e/ou realocação espacial dos pontos, de modo a ajustar paulatinamente a operação das linhas de transporte ao atendimento da demanda. Neste caso, embora a identificação e a localização dos pontos não sejam imutáveis, estas se mostram bastante ruidosas, além de controladas pelo poder público, tornando estes parâmetros de fácil atualização.

Da mesma forma, os dados de definição de linhas de transporte também são controlados ou assistidos por entidades públicas.

Os dados de operação do sistema para os bancos de locais de viagem e linhas de transporte são função principalmente da localização dos pontos de parada e do itinerário das linhas de transporte (*Vetor\_par*); desta forma, caso ocorram alterações (ruidosas e assistidas) em algum destes elementos, deve-se sempre avaliar os impactos nos dados de operação.

Quanto à caracterização física dos locais de acesso e dos veículos do sistema, deve ser estabelecida a periodicidade em que será visitado cada elemento para

atualização dos dados. Recomenda-se ainda incentivar e solicitar aos próprios usuários da ferramenta a conferência destes dados e assim orientar a demanda por atualizações.

#### **4.4.2 Dados dinâmicos**

Para os parâmetros considerados dinâmicos, a metodologia de obtenção de dados é influenciada pela metodologia de atualização, variando desde um levantamento – semelhante ao dos dados estáticos, mas com uma periodicidade maior –, ou idêntica às metodologias de atualização.

Mais uma vez, é preciso definir o índice de dinamicidade de cada um dos parâmetros, a qual, em muitos casos, é de fácil percepção, todavia recomenda-se a retirada de uma amostragem de modo a comprová-la.

Para os dados que possuem uma dinamicidade maior, recomenda-se a adoção de técnicas de coleta, transmissão, manipulação e atualização de dados em tempo real. Todavia, para os demais casos, estas podem ser onerosas e muitas vezes tecnicamente desnecessárias se comparadas aos resultados obtidos, isto é, embora estes dados possuam certa dinamicidade, deve-se avaliar se esta justifica a utilização das metodologias de atualização a serem empregadas.

Assim, com base na dinamicidade dos dados de um parâmetro, deve-se definir também a periodicidade de atualização destes dados, bem como os impactos desta periodicidade na precisão dos dados e na confiabilidade das informações.

Nos casos em que dados apresentam uma dinamicidade não muito alta, as metodologias de coleta e atualização recomendadas para estes são as mesmas empregadas para os dados estáticos, todavia com uma periodicidade para a execução da fiscalização de rotina compatível com esta dinamicidade.

Ao passo em que a dinamicidade aumenta, ou seja, exige um espaço de tempo menor entre as atualizações, o qual as “simples” fiscalizações de rotina se tornariam demasiadamente onerosas, deve-se avaliar inicialmente a adoção de metodologias de coleta automática de dados, das quais as principais são a bilhetagem eletrônica e os aparelhos GPS. Em seguida, caso se justifique, devem ser adotadas metodologias de transmissão automática de dados, ou seja, transmissões digitais.

A manipulação dos dados, assim como a operação do sistema deve sempre ser automatizada, todavia compatível com o volume de dados trabalhados.

Assim, com a ciência do índice de dinamicidade de um parâmetro, deve-se avaliar a relação custo-benefício da adoção de metodologias de atualização automáticas, ou seja, a eficácia e os impactos da utilização de cada uma destas metodologias.

A seguir, cada um dos métodos citados nos parágrafos anteriores é melhor explanado.

### **BILHETAGEM ELETRÔNICA**

Como explanado na seção 3.2.4 *Tarifação, bilhetagem e controle de acesso*, a bilhetagem eletrônica baseia-se na apresentação de um cartão eletrônico a um validador, geralmente dotado de um relógio interno. Este cartão é capaz conter informações de seu portador, enquanto o validador armazena informações dos cartões apresentados, juntamente com as de operação do veículo ou do ponto de acesso em que ele está instalado, possibilitando uma sincronização destes dados em função do tempo.

A utilização da bilhetagem eletrônica permite atividades como, por exemplo, a contagem de passageiros embarcados em um determinado espaço de tempo. Associando este tempo a um trecho delimitado por dois pontos, pode-se avaliar a lotação do veículo no trecho, naquele determinado horário do dia.

Segundo NTU (2008), no sistema de Seul, capital da Coreia do Sul, no Extremo Oriente, o usuário deve realizar o pagamento da tarifa apresentando seu cartão a dois validadores: um no momento do embarque e outro no momento do desembarque, sendo os dispositivos de controle localizados tanto nos veículos quanto nos pontos de parada.

Neste sistema em particular, o objetivo é calcular o valor da tarifa a ser cobrada, pois o sistema de tarifação é por faixas de distância percorrida. Uma vez embarcado, o primeiro validador, localiza o ponto de embarque e armazena esta informação; no momento de desembarque, o segundo validador localiza o ponto de desembarque, calcula a distância percorrida e a tarifa a ser cobrada.

Segundo a página da empresa ÔNIBUS BAIXADA SANTISTA, em 2006, foi inaugurado um sistema semelhante em uma linha intermunicipal na região relatada, de modo a calcular automaticamente o valor das passagens internas a essa região (Fonte: [http://onibus.baixadasantista.com.br/noticia.asp?codigo=622&COD\\_MENU=236](http://onibus.baixadasantista.com.br/noticia.asp?codigo=622&COD_MENU=236)).

Mesmo em sistemas onde a tarifação não seja por distância, a aplicação de dois validadores auxiliaria na obtenção do parâmetro lotação, uma vez que, em dado momento, subtraindo os passageiros que embarcaram pelos que desembarcaram, tem-se o total de passageiros no interior do veículo.

### **APARELHOS GPS**

Os aparelhos de *Sistema de Posicionamento Global* (GPS) podem, grosso modo, ser definidos como receptores de coordenadas geográficas, as quais são obtidas por um sistema mundial de satélites.

A principal aplicação dos aparelhos de GPS em veículos de STPP é para a definição de itinerário operado, ou seja, para a fiscalização do itinerário utilizado pelo condutor do veículo em comparação com o definido pela empresa operadora da linha. Uma vez instalado em um veículo, pode-se programar o aparelho GPS para armazenar coordenadas com certa periodicidade, de 30 em 30 segundos, por exemplo, e assim, “traçar” a rota executada pelo veículo.

Por os dados da coluna *Vetor\_par* do banco de dados temporais das linhas de transporte estarem associados ao horário de atendimento dos locais de acesso, a aplicação explicitada no parágrafo anterior pode ser aproveitada de duas formas:

- estabelecendo o horário de atendimento dos pontos, através da comparação entre as coordenadas destes e das obtidas através da operação dos veículos; e
- ajustando o momento de obtenção das coordenadas para o de “abrir as portas” do veículo, o qual só deve ocorrer no atendimento dos pontos.

Os resultados da proposta 1 do parágrafo anterior são considerados de precisão inferior, simplesmente pela imprecisão do método de definição do horário de atendimento. A proposta 2 proporciona uma maior precisão, pela obtenção de dados

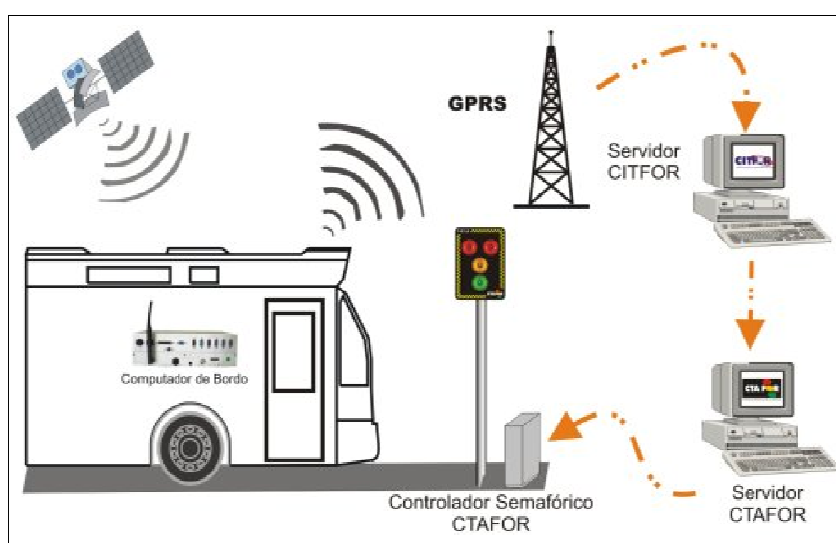
diretos, sem a necessidade de recálculos ou cruzamento de informações. A utilização de uma ou ambas as técnicas de coleta automática de dados, possibilita a manipulação de um volume maior de informações e conseqüentemente uma maior precisão nos resultados.

### TRANSMISSÃO DIGITAL DE DADOS

Uma vez os dados coletados, um funcionário da empresa operadora pode acessá-los e transferi-los para um computador (móvel) e, em seguida, para uma central. Assim, os bancos de dados podem ser manipulados e atualizados com o espaço de tempo de um dia, uma semana, etc., sempre conforme a dinamicidade do parâmetro.

O modelo de transferência de dados do parágrafo anterior é definido como *transmissão analógica*, onde há a necessidade de um meio físico de comunicação, como um cabo de transferência. Todavia, caso o volume de dados a serem transferidos seja muito grande, ou a periodicidade de atualização muito pequena, a transmissão analógica se torna onerosa e/ou ineficiente para uma precisão desejável nos resultados.

Nestes casos, aconselha-se a *transmissão digital* de dados, baseada na utilização de ondas de rádio-freqüência, sem a necessidade de um meio físico para a transferência. A Figura 4.5 apresenta um esquema do sistema único de coleta e transmissão digital de dados implantado no STPP de Fortaleza.



**Figura 4.5: Sistema de coleta e transmissão de dados digital implantado no sistema CITFOR de Fortaleza.**

**Fonte: AMC (2009).**

Na Figura 4.5, pode-se observar um sistema único composto, entre outros elementos, de computador de bordo e antena GPS realizando a coleta automática de dados, além da antena de celular GPRS responsável pela transmissão digital.

#### **4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base no exposto neste capítulo, buscou-se estruturar bancos de dados para a operação do modelo de ferramenta proposto, com informações capazes de definir uma lista de itinerários utilizando os elementos do STPP (linhas, pontos de acesso e de transferência), bem como de caracterizar a utilização destes, com base em quaisquer parâmetros que os gestores considerarem relevantes para a ponderação do usuário.

As informações dos bancos de dados podem representar características consideradas estáticas ou dinâmicas, de acordo com a variabilidade dos valores apresentados com relação ao fator tempo. Conforme esta classificação, as metodologias de obtenção e atualização dos bancos de dados podem variar desde um levantamento rotineiro a uma complexa estrutura de coleta e manipulação de dados em tempo real.

Com a definição dos bancos de dados, as metodologias de manipulação do modelo de SPV, bem como as propostas de mecanismo de acesso e de disposição dos dados por este são assuntos do próximo capítulo.



## Capítulo 5

### O MODELO PROPOSTO

Após a definição dos bancos de dados, este capítulo tem por objetivo a descrição dos procedimentos para a operação do modelo de ferramenta proposto nesta pesquisa, caracterizando as sugestões dos processos de manipulação de dados, bem como as propostas de interfaces para a definição da viagem e disposições dos resultados gerados.

#### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como dito anteriormente, o modelo proposto para a ferramenta computacional trabalhará com uma arquitetura Cliente/Servidor.

Segundo SILVA (2001), o funcionamento desta arquitetura de engenharia de software se baseia na seguinte iteração: “o usuário do sistema, através do processo de software cliente, envia o pedido de requisição ao processo de software servidor, que por sua vez devolve ao cliente os resultados solicitados”.

Para isto, de acordo com MELO *et al.* (1994) *apud* SILVA (2001), existe um conjunto de componentes básicos dentro de cada mecanismo de uma arquitetura Cliente/Servidor, a saber:

- *Sistema cliente* – hardware da estação, sistema operacional, interface de conectividade, programas de aplicação e *interface gráfica do usuário*;
- *Sistema servidor* – hardware de servidor, sistema operacional de rede, interface de conectividade, *sistema de gerenciamento de banco de dados*;
- *Rede de comunicação de dados*.

Esta pesquisa tratará, especificamente, das propostas de manipulação de banco de dados do sistema servidor e das interfaces gráficas do usuário do sistema cliente. Não

há restrições ou recomendações acerca dos sistemas operacionais, interfaces de conectividade e sistema de gerenciamento de banco de dados a serem utilizados.

Quanto aos componentes de *hardware* do sistema, a utilização de computadores e notebooks parece ser a alternativa mais simples. Todavia, sugerem-se também um estudo de viabilização de terminais públicos de acesso, dispostos em locais de grande fluxo de pessoas.

Os modelos de interface para a ferramenta proposta por esta pesquisa foram elaborados com base nas informações obtidas dos SVP avaliados no Capítulo 2, além de diversos outros modelos dispostos na rede mundial de computadores.

As metodologias de manipulação de dados foram definidas através de conceitos de ciências da computação e procedimentos lógicos de engenharia de software, considerando também os bancos de dados definidos no Capítulo 4.

Através do modelo proposto, pode-se desenvolver uma ferramenta tanto para ambientes *web* quanto *desktop*, dependendo apenas das metodologias de atualização do banco de dados.

Caso os dados estejam em constante atualização, recomenda-se o desenvolvimento de um banco de dados *on-line*, o qual poderá ser acessado através de ferramentas *web*. Todavia, caso os dados sofram uma atualização periódica e controlada, nada impede que os bancos de dados a serem consultados estejam na própria máquina do usuário, sendo este responsável pela atualização dos bancos.

Assim, este capítulo dará ênfase às propostas de interface e aos procedimentos de manipulação de dados definidos para a ferramenta proposta nesta pesquisa. A seguir, cada um destes será mais bem explanado.

## **5.2 PROPOSTA DE INTERFACES**

O SPV proposto nesta pesquisa será composto de quatro interfaces, a saber:

- 1ª interface – “SELECIONE A ORIGEM”;
- 2ª interface – “SELECIONE O DESTINO”;

- 3ª interface – “SELECIONE O MOMENTO DA VIAGEM”;
- 4ª interface – “RESULTADOS”.

Recomenda-se também o desenvolvimento da “Interface ZERO”, a qual deverá apresentar a ferramenta ao usuário. Nesta interface, deverá também ter espaço para os seguintes eventos: a) como operar a ferramenta – semelhante a um manual; b) perguntas frequentes sobre assuntos relacionados a esta; c) reclamações e sugestões; e d) propaganda, patrocínio, desenvolvedor, agradecimentos, etc.

A Figura 5.1 apresenta uma proposta para a “Interface ZERO”.



**Figura 5.1: Proposta para a “Interface ZERO”.**

As duas primeiras interfaces, *SELECIONE A ORIGEM* e *SELECIONE O DESTINO*, são responsáveis por receber as informações de locais de viagem; a terceira, como o nome sugere, as informações temporais; enquanto a quarta interface informará os resultados gerados pela ferramenta, a partir dos dados informados.

As interfaces serão apresentadas em seqüência, de modo que a segunda interface só será exibida com a confirmação das informações da primeira, a terceira com a confirmação das da segunda, e assim sucessivamente.

As imagens utilizadas para exemplificar as propostas de interface desta seção, inclusive a Figura 5.1, foram geradas através do aplicativo NetBeans IDE®<sup>18</sup>, versão 6.0. A seguir, serão apresentadas as características de cada uma das interfaces proposta.

### 5.2.1 Seleção de locais

As duas interfaces de informação de locais são apresentadas de forma idêntica, diferenciadas apenas pelo cabeçalho que as definem.

Estas interfaces são dotadas de um conjunto de quatro abas, sendo cada uma destas abas, capaz de receber as informações de definição de um local de viagem segundo o tipo. As quatro abas são as seguintes:

- aba “Ponto de Parada”;
- aba “Ponto de Referência”;
- aba “Cruzamento”; e
- aba “Endereço”.

Em cada aba, serão exibidos campos a serem preenchidos com as informações que definem o desejo do usuário e um botão de confirmação de suas informações.

De modo a facilitar a iteração do usuário, devem ser exploradas técnicas de preenchimento automático, as quais serão citadas posteriormente.

Após a informação dos dados, o usuário deverá confirmá-los através do botão “CONFIRMAR”.

Caso os dados remetam a um elemento reconhecido pelo banco de dados, uma caixa de diálogo “Confirmar Origem” será aberta para a verificação dos dados informados, solicitando novamente a confirmação do usuário. Caso contrário, uma caixa de diálogo informando o erro encontrado será exibida e não será permitido passar à próxima interface.

Com a confirmação na caixa de diálogo “Confirmar Origem”, passar-se-á à próxima interface, ou seja, caso o usuário esteja na *SELECIONE A ORIGEM*, passa-se à

---

<sup>18</sup> Site oficial: <<http://netbeans.org/>>.

*SELECIONE O DESTINO*, caso ele esteja na *SELECIONE O DESTINO*, passa-se à *SELECIONE O MOMENTO DA VIAGEM*.

A seguir cada aba será mais bem explanada.

### **ABA DE PONTO DE PARADA**

O usuário poderá selecionar a sua origem (ou destino) através de um ponto de parada ou uma estação do STPP. Para isso, selecionando a aba *Ponto de Parada*, o usuário deverá informar o código do ponto no campo *Código*, o nome associado a este no campo *Nome* e o nome do bairro onde este se localiza no campo *Bairro*.

A Figura 5.2 apresenta uma proposta para a interface de seleção de origem através de um ponto de parada.

**Prefeitura Municipal de Oliveira Lira**

**SELECIONE A ORIGEM**

**Ponto de Parada** Referência Cruzamento Endereço

**Código**  Sugestões para Ponto de Parada

**Nome**

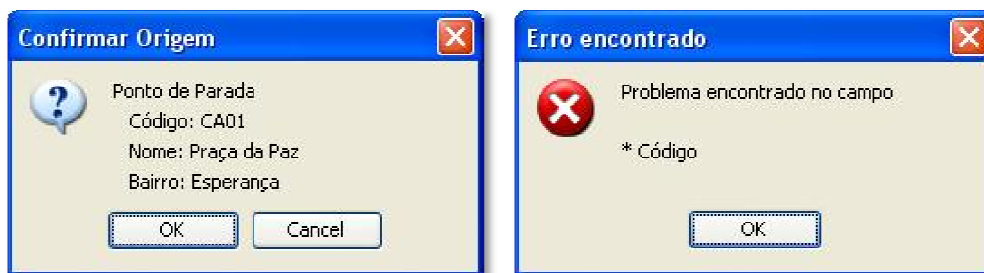
**Bairro**

**CONFIRMAR**

**Figura 5.2: Proposta de interface para seleção de origem através de um ponto de parada.**

Os dados informados nesta aba estão diretamente relacionados ao banco de dados de Pontos de Parada, explicitado na seção 4.2.1 *Definição dos locais de acesso ao STPP*: a expressão informada no campo *Código* será relacionada à coluna *Cod\_par*; a do campo *Nome* à coluna *Nome*; enquanto a do campo *Bairro* à coluna *Bairro*.

A Figura 5.3 apresenta sugestões para as caixas de diálogo após a confirmação dos dados da aba *Pontos de Parada*.



**Figura 5.3: Proposta de caixas de diálogo para a aba Ponto de Parada.**

### ABA DE PONTO DE REFERÊNCIA

O usuário poderá selecionar a sua origem (ou destino) através de um ponto de referência do meio urbano da cidade. Para isso, selecionando a aba *Ponto de Referência*, o usuário deverá informar o tipo do ponto no campo *Categoria*, o nome associado a este no campo *Nome* e o nome do bairro onde este se localiza no campo *Bairro*.

A Figura 5.4 apresenta uma proposta para a interface de seleção de origem através de um ponto de referência.

 The interface is a window for the 'Prefeitura Municipal de Oliveira Lira'. It features a header with the city's coat of arms and name. Below the header, the title 'SELECIONE A ORIGEM' is displayed. There are four tabs: 'Ponto de Parada', 'Referência', 'Cruzamento', and 'Endereço'. The 'Referência' tab is selected. The form contains three input fields for 'Categoria', 'Nome', and 'Bairro'. To the right of these fields is a section titled 'Sugestões para Referência' with three dropdown menus. A 'CONFIRMAR' button is located at the bottom right.

**Figura 5.4: Proposta de interface para seleção de origem através de um ponto de referência.**

Os dados informados nesta aba estão diretamente relacionados ao banco de dados de Pontos de Referência, explicitado na 4.2.1 *Definição dos locais de acesso ao STPP*: a expressão informada no campo *Categoria* será relacionada à coluna *Categoria*; a do campo *Nome* à coluna *Nome*; enquanto a do campo *Bairro* à coluna *Bairro*.

A Figura 5.5 apresenta sugestões para as caixas de diálogo após a confirmação dos dados da aba *Pontos de Referência*.



**Figura 5.5: Proposta de caixas de diálogo para a aba Ponto de Referência.**

### ABA DE CRUZAMENTO

O usuário poderá selecionar a sua origem (ou destino) através de um cruzamento da malha viária urbana. Para isso, selecionando a aba *Cruzamento*, o usuário deverá informar as vias que compõem o cruzamento através dos campos *Primeira Via* e *Segunda Via* e o nome do bairro onde este se localiza no campo *Bairro*.

A Figura 5.6 apresenta uma proposta para a interface de seleção de origem através de um cruzamento.

 The image shows a web interface for the 'Prefeitura Municipal de Oliveira Lira'. It features a header with the city's coat of arms and name. Below the header is a section titled 'SELECIONE A ORIGEM'. There are four tabs: 'Ponto de Parada', 'Referência', 'Cruzamento', and 'Endereço', with 'Cruzamento' being the active tab. The form contains three input fields: 'Primeria Via', 'Segunda Via', and 'Bairro'. To the right of these fields is a section titled 'Sugestões para Cruzamento' with three dropdown menus. A 'CONFIRMAR' button is located at the bottom right of the form.

**Figura 5.6: Proposta de interface para seleção de origem através de um cruzamento.**

Os dados informados nesta aba estão diretamente relacionados ao banco de dados de Cruzamento, explicitado na seção 4.2.1 *Definição dos locais de acesso ao STPP*: a expressão informada no campo *Primeira Via* será relacionada à coluna *Via\_1*; a do campo *Segunda Via* à coluna *Via\_2*; enquanto a do campo *Bairro* à coluna *Bairro*.

A Figura 5.7 apresenta sugestões para as caixas de diálogo após a confirmação dos dados da aba *Cruzamento*.



**Figura 5.7: Proposta de caixas de diálogo para a aba Cruzamento.**

### **ABA DE ENDEREÇO**

O usuário poderá selecionar a sua origem (ou destino) através de um endereço. Para isso, selecionando a aba *Endereço*, o usuário deverá informar o logradouro no campo *Via*, o número da edificação no campo *Número* e o nome do bairro onde esta se localiza no campo *Bairro*.

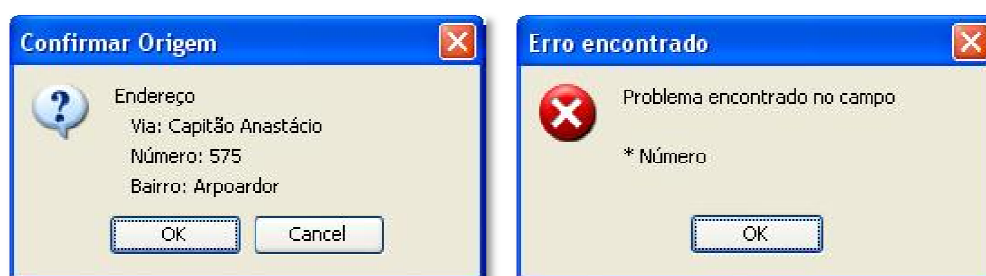
A Figura 5.8 apresenta uma proposta para a interface de seleção de origem através de um endereço.



**Figura 5.8: Proposta de interface para seleção de origem através de um endereço.**

Os dados informados nesta aba estão diretamente relacionados ao banco de dados de Endereço, explicitado na seção 4.2.1 *Definição dos locais de acesso ao STPP*: a expressão informada no campo *Via* será relacionada à coluna *Via* do banco de dados de pontos de referência; a do campo *Número* às colunas *N\_inicial* e *N\_final*; enquanto a do campo *Bairro* à coluna *Bairro*.

A Figura 5.9 apresenta sugestões para as caixas de diálogo após a confirmação dos dados da aba *Endereço*.



**Figura 5.9: Proposta de caixas de diálogo para a aba Endereço.**

## TÉCNICAS DE ITERAÇÃO

O preenchimento dos campos deve ser automatizado com sugestões do banco de dados. Como exemplo, na aba *Ponto de Parada*, caso o usuário preencha o campo

*Nome* com a expressão “José”, a interface deverá expor neste campo todos os pontos de parada do banco de dados que contêm a expressão “José” na coluna *Nome*.

O preenchimento dos campos não deve ser limitado às opções do banco de dados, sendo a ferramenta capaz de sugerir expressões semelhantes ou similares. Como exemplo, caso o usuário preencha o campo *Bairro* com a expressão “Manoel”, sendo que no banco de dados só exista a expressão “Manuel”, estes deverão ser sugeridos ao usuário. Da mesma forma, expressões com erros acidentais de escrita como “Maaanuel” devem ser advertidas.

O preenchimento de um campo pode implicar ou sugerir o do outro, ou seja, ao informar uma expressão no campo *Nome*, por exemplo, esta será associada a todos os pontos de parada com expressão semelhante na coluna *Nome* do banco de dados e, em seguida, os campos *Código* e *Bairro* serão automaticamente preenchidos com as expressões contidas nas colunas *Cod\_par* e *Bairro*, respectivamente, dos pontos de parada associados.

### **5.2.2 Seleção do momento de viagem**

Após a seleção dos locais de viagem, o usuário deverá informar o momento em que esta deve ocorrer. Para isso, na interface SELECIONE O MOMENTO DA VIAGEM, ele deverá informar a data no quadro *Data* e o horário no quadro *Hora*.

A Figura 5.10 apresenta uma proposta para a interface *SELECIONE O MOMENTO DE VIAGEM*.

**Prefeitura Municipal  
de Oliveira Lira**

**SELECIONE O MOMENTO DE VIAGEM**

**Data**

Dia Útil

**Hora**

Chegar antes das 10 00

**CONFIRMAR**

**Figura 5.10: Proposta de interface para seleção de momento de viagem.**

O quadro *Data* é dotado de uma “lista automática” (termo usado na linguagem de programação: *combobox*) e um calendário virtual, semelhante ao da ferramenta *Travel Planner*, vista na seção 2.3.2 *O planejamento de uma viagem através do STPP de Ottawa*.

A lista automática deve expor opções rápidas de acesso ao usuário para a seleção de um dia padrão, como “Dia Útil/Sábado/Domingo”, conforme o exposto na seção 4.3.3 *Caracterização da utilização do STPP*.

O calendário virtual deve auxiliar nos casos em que o usuário reconhece uma data, mas não o dia da semana em que esta ocorre. Embora o usuário possa ter acesso a outros exemplos de calendário perante um computador, o acesso a este deve ser facilitado através deste ícone.

O quadro *Hora* é dotado de uma lista automática com duas opções de momento e um campo a ser preenchido com horas e minutos.

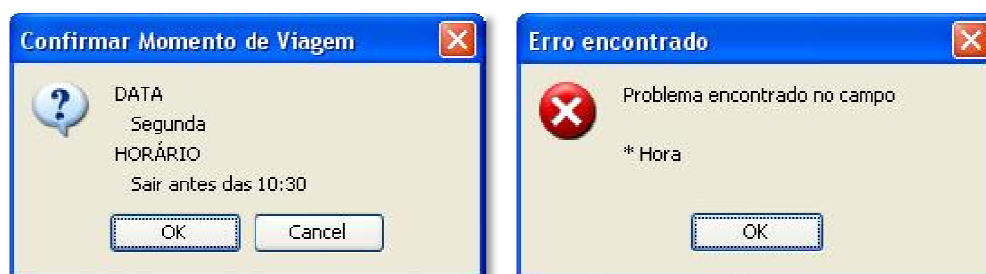
As opções da lista automática do quadro *Hora* são: a) “Sair depois das”; e b) “Chegar antes das”.

O campo do quadro *Hora* pode ser preenchido automaticamente com o horário de acesso do usuário conforme demonstrado na Figura 5.10. Vale salientar que este

campo deve ser capaz de reconhecer o formato da expressão informada, de modo rejeitar formatos inválidos, como “1234:56”, ou “00:AB”.

Semelhante à definição dos locais de viagem, após a informação dos dados, o usuário deverá confirmar sua informação através do botão “CONFIRMAR”, o que fará surgir, ou uma caixa de diálogo para verificação e confirmação dos dados, ou uma caixa de erro.

A Figura 5.11 apresenta sugestões para as caixas de diálogo após a confirmação dos dados da interface *SELECIONE O MOMENTO DE VIAGEM*.



**Figura 5.11: Proposta de caixas de diálogo para a interface SELECIONE O MOMENTO DE VIAGEM.**

Com a confirmação na caixa de diálogo, passa-se à próxima interface, ou seja, à interface *RESULTADOS*.

### 5.2.3 Resultados

A página de resultados será comentada após serem apresentados os procedimentos de manipulação de dados, na seção 5.4 *PÁGINA DE RESULTADOS*.

## 5.3 PROCEDIMENTOS PARA A MANIPULAÇÃO DOS DADOS

Como dito anteriormente, os procedimentos para a manipulação de dados para o modelo de ferramenta proposta nesta pesquisa possui como base a iteração e a coleta de informações dos bancos de dados. Estes, por sua vez, são gerados a partir dos conceitos estabelecidos no Capítulo 4.

Inicialmente, a ferramenta deverá gerar todos os itinerários capazes de satisfazer o desejo informado, e, assim, compor uma lista de opções. Em seguida, ela irá caracterizar cada um destes itinerários, auxiliando o usuário a avaliá-los.

A seguir, é apresentada a proposta desenvolvida para os procedimentos de manipulação de dados.

### **5.3.1 Definição dos itinerários**

Como explicitado anteriormente, a definição dos itinerários considera a divisão da viagem em três subviagens, conforme segue:

- do local inicial da viagem ao local de embarque no STPP;
- do (primeiro) local de embarque ao (último) local de desembarque do STPP;
- do local de desembarque do STPP ao local final da viagem.

Os pontos que definem a mudança entre as subviagens são necessariamente os pontos de (primeiro) embarque e (último) desembarque.

A primeira e a terceira subviagem estão intimamente relacionadas à acessibilidade do STTP, ou seja, dos pontos de início e fim da viagem aos pontos de acesso ao sistema, podendo ser realizadas a pé, em bicicletas, ou em veículos particulares, próprios ou como “carona”.

A segunda subviagem pode ser definida como a utilização do STPP em si. Esta pode compreender a utilização de um ou mais veículos do sistema. No segundo caso, devem-se definir também os pontos de transferência, ou seja, onde há o desembarque de um veículo para o embarque em outro.

*A priori*, as informações necessárias para a definição de um itinerário (viagem completa) são simplesmente a origem inicial (LO) e o destino final (LD); a partir destas informações definidas pelo usuário nas duas primeiras interfaces, podem-se definir as três subviagens.

A seguir, as etapas de definição do conjunto de itinerários serão melhor explanadas.

## **DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE ACESSO**

Como explicitado anteriormente, cada aba da interface de definição de locais de acesso está associada ao banco de dados com respectivo nome, e os campos destas, às colunas relatadas, definindo assim, um local de viagem único.

No caso da aba *Endereço*, a expressão informada no campo *Número* será comparada às colunas *N\_inicial* e *N\_final* do banco de dados de *Endereço*, de modo a definir uma faixa de domínio de numeração e relacioná-la a um cruzamento, para em seguida, trabalhar os dados do cruzamento referido.

É razoável considerar que a maior parte dos usuários só conheça a localização dos pontos de acesso ao STPP que ele já tenha utilizado, ou mesmo tenha já observado com frequência. Desta forma, a ferramenta parte do princípio da seleção dos pontos de acesso independente de uma escolha precisa do usuário, o qual, muitas vezes, não está ciente de todas as opções.

Assim, uma vez definido LO através da interface *SELECIONE A ORIGEM* (ou LD na *SELECIONE O DESTINO*), a ferramenta o relacionará a um conjunto de pontos de parada com suas respectivas linhas de transporte, as quais se localizam a uma distância relativamente próxima aos locais de viagem informados.

Mesmo informando o seu local de origem através da aba *Ponto de Parada*, a ferramenta considerará um conjunto de paradas próximas, com base no princípio de que o usuário não conhece todas as possibilidades de utilização do STPP.

No caso da aba *Endereço*, como mencionado no início desta seção, o endereço informado será relacionado a um cruzamento e este, de acordo com o banco de dados de *Cruzamento*, já possui um conjunto de paradas próximas e de linhas de transporte definido.

O conjunto de paradas próximas citado refere-se à coluna *Vetor\_pp*, dos bancos de dados de locais de viagem, enquanto o de linhas de transporte, à coluna *Vetor\_lin* dos mesmos.

## **DEFINIÇÃO DOS ITINERÁRIOS**

A definição dos itinerários será feita em três etapas, considerando o número de transferências a serem realizadas.

- Sem transferências – Uma vez definidos os locais de viagem (LO e LD), o conjunto de paradas próximas destes locais (*Vetor\_pp*) e o das linhas que utilizam estes pontos (LIO e LID), a primeira etapa consistirá na definição das linhas que utilizam ambos os conjuntos de paradas próximas, ou seja, uma linha que utiliza um ponto de parada próximo à origem e outro próximo ao destino.
- Com uma transferência – Após a definição dos itinerários sem transferência, devem-se definir os itinerários com apenas uma transferência. Para isso, com base no banco de dados de linhas de transporte, verifica-se se alguma linha complementar a qualquer linha que atende ao ponto de origem atende também ao ponto de destino. Ou seja, se alguma linha que passa próximo à origem utiliza também um ponto de parada qualquer do STPP, o qual também é utilizado por uma linha que passa próximo ao destino.
- Com duas transferências – Por fim, após a definição dos itinerários sem e com apenas uma transferência, deve-se definir os itinerários com duas transferências. Para isso, com base no banco de dados de linhas de transporte, verifica-se se alguma linha complementar a qualquer linha que atende à origem é também complementar a uma linha qualquer que atende ao destino. Ou seja, considerando o conjunto das linhas que passam próximo à origem e o das que passam próximo ao destino, se qualquer par com um elemento de cada um destes conjuntos possui pelo menos uma linha complementar em comum, a qual possa realizar transferências com ambas.

Os gestores podem decidir por viagens com um número maior de transferências, porém isto pode ser considerado desnecessário para a maioria das cidades. Em todo caso, o modelo poderá ser expandido com relativa simplicidade.

Para cada tipo de itinerário, a ferramenta irá desenhar aqueles compostos por linhas que atendem os locais de viagem e/ou se integram. No entanto, esta consideração pode não necessariamente atender o desejo de viagem do usuário. Pode acontecer, no caso de itinerários sem transferências, por exemplo, de uma linha utilizar os pontos de parada próximos de ambos os locais definidos, todavia, atende o ponto de desembarque antes do de embarque, o que não seria útil ao usuário.

Desta forma, além do procedimento para a definição de itinerários, faz-se necessário a verificação do atendimento do desejo por este. Este procedimento será melhor explicitado posteriormente.

O processo de manipulação de dados deve primeiramente iniciar as seguintes variáveis:

- LIO (Vetor de string); LID (Vetor de string);
- LC<sub>*i*</sub> (Vetor de string); LJ<sub>*j*</sub> (string);
- LA (Vetor de string); LB (Vetor de string);
- LI (string); PP (Vetor de string); PC (Vetor de string);
- NP<sub>*j*</sub> (integer); PE<sub>*j*</sub> (integer); PD<sub>*j*</sub> (integer).

No STPP de algumas cidades, dependendo da codificação dada às linhas de transporte, os conjuntos relacionados a estas podem ser configurados como “vetor de *integer*” ao invés de “vetor de *string*”, sem perda de generalidade.

LIO deverá receber todas as linhas que atendem pontos de parada próximos à origem (*Vetor\_lin* de LO), enquanto LID, as que atendem próximos ao destino (*Vetor\_lin* de LD).

LC<sub>*i*</sub> é um conjunto com os itinerários a serem definidos, sendo que este possui *i* linhas, ou seja, LC<sub>1</sub> corresponde aos candidatos com apenas uma linha e sem transferência, LC<sub>2</sub> com duas linhas e uma transferência, e LC<sub>3</sub> com três linhas e duas transferências.

LA e LB serão utilizados para o armazenamento provisório dos pares de LC<sub>2</sub> e dos trios de LC<sub>3</sub> respectivamente, nas sub-etapas de seleção de itinerários, conforme serão explanados posteriormente.



$LI_j$  representa a  $j$ -ésima linha de cada elemento de  $LC_i$ , sendo  $j \leq i$ . Por definição, cada elemento de  $LC_1$  será representado por “LI1”; os de  $LC_2$ , como “LI1-LI2”; e os de  $LC_3$ , como “LI1-LI2-LI3”.

Para a verificação da ordem de atendimento por uma linha, considerando o vetor de dois elementos PP – o local de embarque e o de desembarque, nesta ordem – e a linha de transporte definida por LI, PC será o *Vetor\_par* desta na tabela de definição de linhas de transporte (Tabela 4.7).

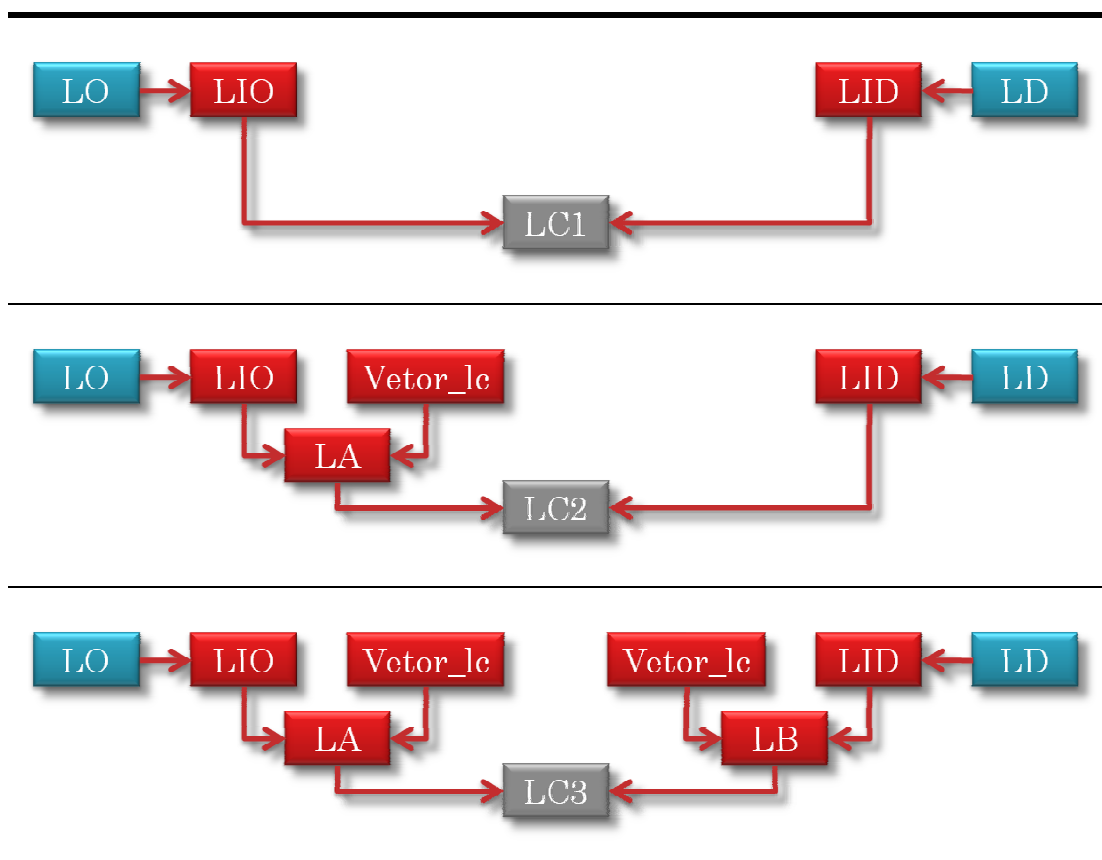
Assim, a ferramenta irá verificar se a ordem dos locais de acesso em PC é a mesma que em PP. Caso sim, segue-se estruturando o itinerário, atribuindo o primeiro elemento de PP a  $PE_j$ , o segundo a  $PD_j$ , e o número de pontos entre estes a  $NP_j$ ; do contrário, este é descartado.

O quadro 5.1 apresenta o procedimento a ser adotado para a definição dos itinerários, referente aos itinerários sem transferência.

- 1. INÍCIO** (inicialização das variáveis).
- 2. GERAÇÃO DE LC1**
  - 2.1. LIO recebe os elementos de *Vetor\_lin* da origem;
  - 2.2. LID recebe os elementos de *Vetor\_lin* do destino;
  - 2.3. LC1 recebe a interseção entre LIO e LID.
- 3. VERIFICAÇÃO** de cada elemento de LC1
  - 3.1. Verificação de LI1, PC1 e PP1;
- 4. GERAÇÃO DE LC2**
  - 4.1. Para cada elemento de LIO,
    - 4.1.1. Para cada elemento de *Vetor\_lc* no banco de dados de linhas de transporte, LA recebe os pares “elemento de LIO – elemento de *Vetor\_lc*”.
  - 4.2. Para cada elemento de LA,
    - 4.2.1. Se a segunda linha de LA for igual a qualquer elemento de LID, LC2 recebe este elemento de LA.
- 5. VERIFICAÇÃO** de cada elemento de LC2
  - 5.1. Verificação de LI1, PC1 e PP1;
  - 5.2. Verificação de LI2, PC2 e PP2.
- 6. GERAÇÃO DE LC3**
  - 6.1. Para cada elemento de LID,
    - 6.1.1. Para cada elemento de *Vetor\_lc* na tabela de linhas de transporte, LB recebe os pares “elemento de *Vetor\_lc* – elemento de LID”.
  - 6.2. Para cada elemento de LB,
    - 6.2.1. Se a primeira linha de LB for igual à segunda de qualquer elemento de LA, LC3 recebe o trio “elemento de LA – segunda linha de LB”.
- 7. VERIFICAÇÃO** de cada elemento de LC3
  - 7.1. Verificação de LI1, PC1 e PP1;
  - 7.2. Verificação de LI2, PC2 e PP2;
  - 7.3. Verificação de LI3, PC3 e PP3.
- 8. FIM.**

**Quadro 5.1: Procedimento para a definição de itinerários sem transferência.**

A Figura 5.12 ilustra as etapas 2., 4. e 6. do procedimento, para a definição dos conjuntos LC1, LC2 e LC3 respectivamente.



**Figura 5.12: Etapas do procedimento para a definição de itinerários.**

Os itinerários verificados devem ser concatenados e arquivados das seguintes formas:

onde,

- LO – Local de origem (informado pelo usuário);
- LD – Local de destino (informado pelo usuário);
- $L_i$  – a  $i$ -ésima linha do itinerário;
- $PE_i$  – Ponto de embarque da linha  $L_i$ ;
- $PD_i$  – Ponto de desembarque linha  $L_i$ ; e
- $NP_i$  – Número de pontos de parada entre o embarque e o desembarque de  $L_i$ .

Nos casos em que as linhas  $LI_n$  não existe,  $NP_n$  será NULO; ou seja, para itinerários sem transferência,  $NP2 = NP3 = \emptyset$ , para os com apenas uma transferência,  $NP3 = \emptyset$ .

Em cada verificação, o itinerário só será efetivamente arquivado se, e somente se, passar em todos os testes, ou seja: para os itinerários sem transferência (elementos de LC1), se a verificação do item 3.1 for verdadeira; para os com apenas uma transferência (elementos de LC2), se os itens 5.1 e 5.2 forem verdadeiros; e os com duas transferências (elementos de LC3), os itens 7.1, 7.2 e 7.3.

Os sub-testes nas etapas de verificação são excludentes, isto é, caso o itinerário verificado não passe no item 5.1, este deve ser excluído sem a necessidade de se executar o item 5.2; da mesma forma o item 7.2 só deve ser executado se o 7.1 for verdadeiro, e o 7.3, se o 7.2 o for.

### **5.3.2 Caracterização dos itinerários**

Semelhante à seção anterior, a caracterização dos itinerários também considera a divisão da viagem em três subviagens.

De acordo com os conceitos definidos no Capítulo 4 sobre parâmetros de caracterização, estes podem ser separados em dois grupos: o de características físicas e o de temporais.

As características físicas estão diretamente relacionadas aos locais de acesso, que por sua vez, foram definidos considerando apenas as informações definidas nas duas primeiras interfaces. Já para as características temporais, os fatores determinantes são a data e o horário da viagem, os quais são informados na terceira interface.

A seguir, as etapas de caracterização do conjunto de itinerários serão melhor explanadas.

#### **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS ITINERÁRIOS**

Uma vez definido o itinerário, a caracterização física deste considera: 1) o acesso e locais de acesso ao STPP; 2) a(s) transferência(s) e locais de transferência; e 3) o(s) veículo(s) utilizados.

A caracterização do acesso ao STPP é feita através das colunas de “caracterização do acesso”, expostas na seção 4.3.1 *Caracterização do acesso ao STPP*, de acordo com o local definido. Através destas, pode-se definir parâmetros como “distância a ser percorrida” e “avaliação cognitiva do percurso”.

Além destes, deve-se considerar o tempo requerido para a execução do percurso de acesso ao STPP. Para este parâmetro, os gestores devem definir uma velocidade média de caminhada, considerando ser esta a utilizada pelo usuário para chegar ao local de acesso.

Uma vez definida a velocidade média de caminhada e as distâncias de percurso das subviagens 1 e 3, pode-se estimar o tempo necessário para a realização destas. A literatura aponta diversos valores para esta velocidade, variando de 65 m/min ~ 1,08 m/s (OCT, 2009) a 4,0 fps ~ 1,22 m/s (MCTUD, 2003). No entanto, vale ressaltar a influência de características próprias de cada cidade na definição do valor da velocidade média de caminhada, como declividade do terreno e cultura da população.

Com base nestes conceitos, para cada elemento da lista de itinerários, deve-se criar o seguinte arquivo:

[TV1,TV3]

onde,

- TV1 (string) – Tempo de viagem para a execução da subviagem 1;
- TV3 (string) – Tempo de viagem para a execução da subviagem 3.

Os valores de TV1 e TV3 serão fundamentais para a definição das características temporais do itinerário em questão.

A caracterização dos locais de acesso ao STPP é feita através das últimas colunas da Tabela 4.11, de acordo com o local definido. Através destas, pode-se definir quaisquer parâmetros que possam discriminar os pontos a serem utilizados.

Como explicitado anteriormente, no caso de estações, pode ser pensado um conjunto de informações mais complexo, de cunho histórico e/ou turístico.

Caso sejam executadas, a caracterização da transferência é feita através das colunas de “caracterização da transferência”, expostas na seção 4.3.2 *Caracterização das transferências*, de acordo com o par (ou trio) de linhas definido. Através destas pode-se definir parâmetros como “tarifa adicional para a execução da transferência”, “distância a ser percorrida” e “avaliação cognitiva do percurso”.

Semelhante à caracterização do acesso ao STPP, deve ser definido o tempo requerido para a execução da transferência. Este tempo corresponde ao tempo de caminhada entre o ponto de desembarque da presente linha e o de embarque na posterior, acrescido do tempo de espera para o embarque.

A primeira parcela, semelhante ao acesso ao STPP, é baseada em uma velocidade média de caminhada; a espera pela linha posterior, como parâmetro *dinâmico* do itinerário, será tratada na próxima seção.

Nos casos em que os pontos para a realização da transferência são os mesmos, o tempo de caminhada será considerado NULO.

Com base nestes conceitos, devem-se criar os seguintes arquivos:

[TC1] e [TC1, TC2]

para itinerários com uma e duas transferências respectivamente, onde,

- TC1 (string) – Tempo de caminhada para a primeira transferência;
- TC2 (string) – Tempo de caminhada para a segunda transferência;

Os valores de TC1 e TC2 serão fundamentais para a definição das características temporais dos itinerários com transferência(s).

A caracterização dos locais de transferência, semelhante a dos locais de acesso, é feita através das últimas colunas da Tabela 4.11, de acordo com o local definido, e, da mesma forma, pode-se definir quaisquer parâmetros que possam discriminar os pontos a serem utilizados.

Quanto à caracterização dos veículos, esta é feita através das últimas colunas da Tabela 4.12. Nelas, podem-se definir parâmetros como “modelo do veículo (piso-baixo,

(bi)articulado, etc.)”, “tipo de poltronas”, “número de portas”, etc., os quais possam discriminar o veículo a ser utilizado.

Por fim, à exceção dos valores de TV1 e TV3 e, se necessário, TC1 e TC2, as informações de caracterização física não necessitam ser arquivadas junto ao itinerário, pois estas somente serão acessadas se solicitadas pelo usuário.

### **CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DOS ITINERÁRIOS**

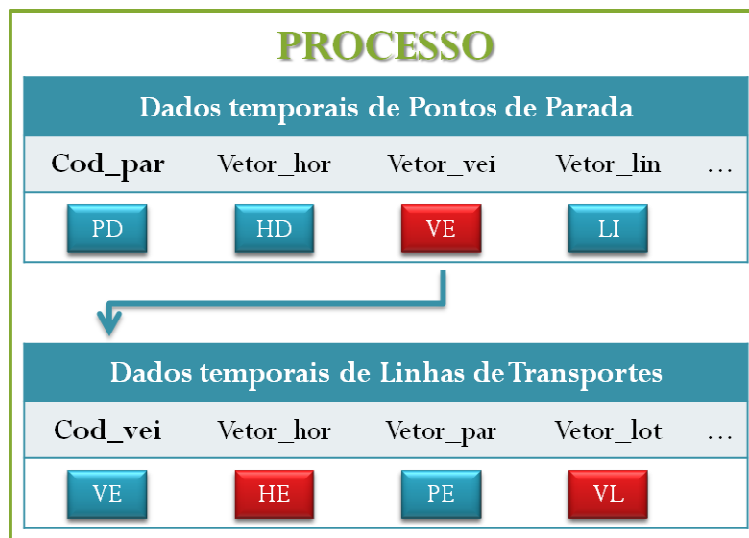
Dentre os diversos parâmetros temporais – ou seja, capazes de caracterizar um itinerário e que podem sofrer alterações em seus valores sobre a influência do momento de utilização do STPP – pode-se citar “horário de embarque e desembarque”, “tempo de viagem” e “lotação”.

A caracterização temporal dos itinerários deverá considerar as informações fornecidas na terceira interface de seleção do momento de viagem.

A opção selecionada na lista automática do campo *Data* será associada para o acesso do banco de dados temporais, conforme exposto na seção 4.3.3 *Caracterização da utilização do STPP*, sem considerar as tabelas desenvolvidas para os demais dias-padrão.

A opção selecionada na lista automática do campo *Hora* (“Sair depois das” ou “Chegar antes das”) será associada ao procedimento a ser adotado, conforme será melhor explanado posteriormente, enquanto o horário informado deverá ser arquivado em uma variável denominada HOR (string).

Para a definição dos horários, acessando as tabelas de dados temporais (Tabela 4.11 e Tabela 4.12) referentes ao dia-padrão selecionado, foi desenvolvido o processo ilustrado na Figura 5.13.



**Figura 5.13: Processo de identificação temporal.**

De fato, dado um determinado ponto de parada (*Cod\_par*) e um horário pré-estabelecido (*Vetor\_hor*), a Tabela 4.11: Proposta de estrutura para o banco de dados de caracterização temporal dos pontos de paradas. Tabela 4.11 permite determinar qual veículo (*Vetor\_vei*) é o responsável pelo atendimento de cada linha (*Vetor\_lin*). Do mesmo modo, dado um veículo (*Cod\_vei*) e um ponto de parada (*Vetor\_par*), a Tabela 4.12 permite definir o horário de atendimento deste ponto (*Vetor\_hor*) e as lotações instantâneas de um percurso (*Vetor\_lot*).

A Figura 5.13 ilustra o processo adotado caso a opção selecionada na lista automática do campo *Hora* seja “Sair depois das”.

Nesta etapa, as seguintes variáveis devem ser iniciadas:

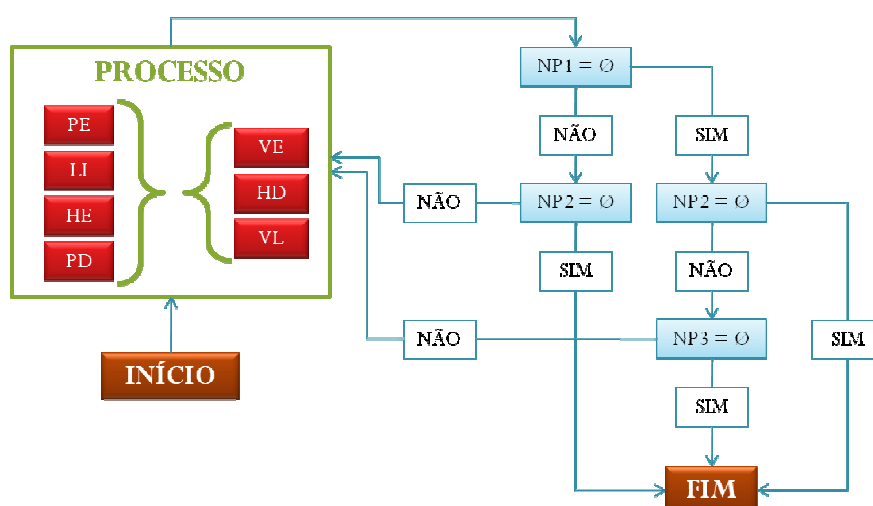
- $VE_i$  (string) –  $i$ -ésimo veículo a ser utilizado na linha  $LI_i$  já mencionada;
- $HE_i$  (string) – Horário de embarque em  $VE_i$ ;
- $HD_i$  (string) – Horário de desembarque em  $VE_i$ ;
- $VL_i$  (Vetor de integer) – Conjunto das lotações instantâneas de  $VE_i$ .

$VL_i$  é um conjunto de tamanho  $NP_i$ , o qual irá receber as lotações instantâneas  $i$ -ésimo veículo entre os pontos de embarque e desembarque.

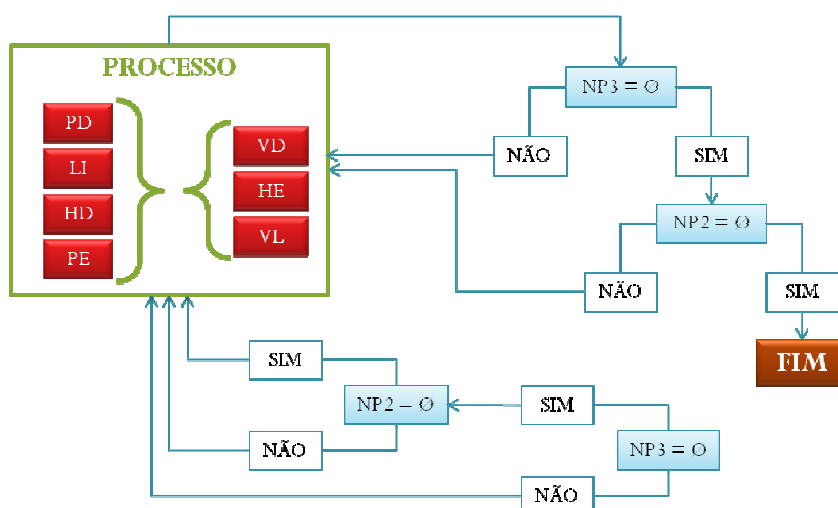


Além da definição temporal, o processo de caracterização temporal gerará árvores de decisão, no intuito de discriminar os itinerários pelo número de transferências.

A Figura 5.14 apresenta o processo para a caracterização temporal dos itinerários, caso a opção de momento de viagem selecionada for “Sair depois das”, enquanto a Figura 5.15, caso seja a “Chegar antes das”.



**Figura 5.14: Processo de caracterização temporal para opção “Sair depois das”.**



**Figura 5.15: Processo de caracterização temporal para opção “Chegar antes das”.**

O Quadro 5.2 e o Quadro 5.3 apresentam os procedimentos adotados para a caracterização dos itinerários segundo a opção de momento de viagem escolhida, ou seja, para opção “Sair depois das” e “Chegar antes das” respectivamente.

**1. INÍCIO**

1.1. PE recebe PE1; LI recebe LI1; HE recebe HOR mais TV1; PD recebe PD1;

**2. PROCESSO**

2.1. Através do banco de dados temporais dos pontos de paradas, selecionar a linha em que *Cod\_par* é igual a PE.

2.1.1. Se (elemento de *Vetor\_lin* for igual a LI) e (*Vetor\_hor* possui a menor diferença de HE),

VE recebe o elemento de *Vetor\_vei*.

2.2. Através da tabela dados temporais das linhas de transporte, selecionar a linha em que *Cod\_vei* é igual VE.

2.2.1. Se o elemento de *Vetor\_par* for igual a PD,

HD recebe o elemento de *Vetor\_hor* correspondente.

VL recebe todos os elementos de *Vetor\_lot* entre PE e PD.

**3. ÁRVORE DE DECISÃO**

3.1. Se  $NP1 \neq 0$ ;

3.1.1. VE1 recebe VE; HD1 recebe HD; VL1 recebe VL;  $NP1 = 0$ .

3.1.2. Se o itinerário possuir transferência ( $NP2 \neq 0$ ),

PE recebe PE2; LI recebe LI2; HE recebe HD1 mais TT1; PD recebe PD2;

Retorna ao passo 2.

3.1.3. Senão, Passo 4.

3.2. Se  $NP2 \neq 0$ ;

3.2.1. VE2 recebe VE; HD2 recebe HD; VL2 recebe VL;  $NP2 = 0$ .

3.2.2. Se o itinerário possuir uma segunda transferência ( $NP3 \neq 0$ ),

PE recebe PE3; LI recebe LI3; HE recebe HD2 mais TT2; PD recebe PD3;

Retorna ao passo 2.

3.2.3. Senão, passo 4.

3.3. Se  $NP3 \neq 0$ ;

3.3.1. VE3 recebe VE; HD3 recebe HD; VL3 recebe VL;  $NP3 = 0$ .

**4. FIM.**

**Quadro 5.2: Procedimento para a caracterização de itinerários com base na opção “Sair depois das”.**

**1. INÍCIO****2. ÁRVORE INICIAL**

2.1. HD recebe HOR menos TV3

2.2. Se (NP3 = 0),

2.2.1. Se (NP2 = 0), PD recebe PD1, LI recebe LI1, PE recebe PE1.

2.2.2. Senão PD recebe PD2, LI recebe LI2, PE recebe PE2.

2.3. Senão, PD recebe PD3, LI recebe LI3, PE recebe PE3.

**3. PROCESSO**

3.1. Através da tabela de dados temporais dos pontos de paradas, selecionar a linha em que *Cod\_par* é igual a PD.

3.1.1. Se (elemento de *Vetor\_lin* for igual a LI) e (*Vetor\_hor* possui a menor diferença de HD),

VE recebe o elemento de *Vetor\_vei*.

3.2. Através da tabela dados temporais das linhas de transporte, selecionar a linha em que *Cod\_vei* é igual VE.

3.2.1. Se o elemento de *Vetor\_par* for igual a PE,

HE recebe o elemento de *Vetor\_hor* menor e com menor diferença de HD.

VL recebe todos os elementos de *Vetor\_lot* entre PE e PD.

**4. ÁRVORE PRINCIPAL**

4.1. Se (NP3 = 0)

4.1.1. Se (NP2 = 0), VE1 recebe VE; HE1 recebe HE; VL1 recebe VL;

Passo 5.

4.1.2. Senão, VE2 recebe VE; HE2 recebe HE; VL2 recebe VL; NP2 recebe zero.

PD recebe PD1; LI recebe LI1; PE recebe PE1, HD recebe HE2 menos TC1.

Retorna ao passo 3 (PROCESSO).

4.2. Senão, VE3 recebe VE; HE3 recebe HE; VL3 recebe VL, NP3 recebe zero.

PD recebe PD2; LI recebe LI2; PE recebe PE2, HD recebe HE3 menos TC2.

Retorna ao passo 3 (PROCESSO).

**5. FIM.**

**Quadro 5.3: Procedimento para a caracterização de itinerários com base na opção “Chegar antes das”.**

Assim, os arquivos de itinerários deverão ser salvos da seguinte maneira:

$$\left\{ \begin{array}{l} [LO, PE1, PD1, LD]; [LI1]; [NP1, NP2, NP3] \\ [HS, HE1, HD1, HC]; [VE1]; [TV1, TV2, TV3] \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [LO, PE1, PD1, PE2, PD2, LD]; [LI1, LI2]; [NP1, NP2, NP3] \\ [HS, HE1, HD1, HE2, HD2, HC]; [VE1, VE2]; [TV1, TV2, TV3] \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} [LO, PE1, PD1, PE2, PD2, PE3, PD3, LD]; [LI1, LI2, LI3]; [NP1, NP2, NP3] \\ [HS, HE1, HD1, HE2, HD2, HE3, HD3, HC]; [VE1, VE2, VE3]; [TV1, TV2, TV3] \end{array} \right\}$$

onde,  $HS = HE1 - TV1$  (string) representa o horário de saída,  $HC = HDi + TV3$  (string), o de chegada, e  $TV2 = HDi - HE1$  (string), o tempo total de utilização do STPP. Estes parâmetros são obtidos da seguinte forma:

$$HS = HE1 - TV1$$

$$HC = HDi + TV3$$

$$TV2 = HDi - HE1$$

onde  $i$  representa o índice da última linha embarcada, ou seja, “1” para itinerários sem transferência, “2” para os com uma transferência e “3” para os com duas transferências. Estas variáveis devem ser sempre calculadas, independente da opção de momento de viagem selecionada.

O parâmetro lotação média do  $i$ -ésimo veículo, representado por  $LMi$  (integer), pode ser obtido através da média das lotações instantâneas dadas em  $NPi$ . Esta lotação pode ser associada a um nível de lotação, conforme o *exemplo* apresentado na Tabela 5.1.

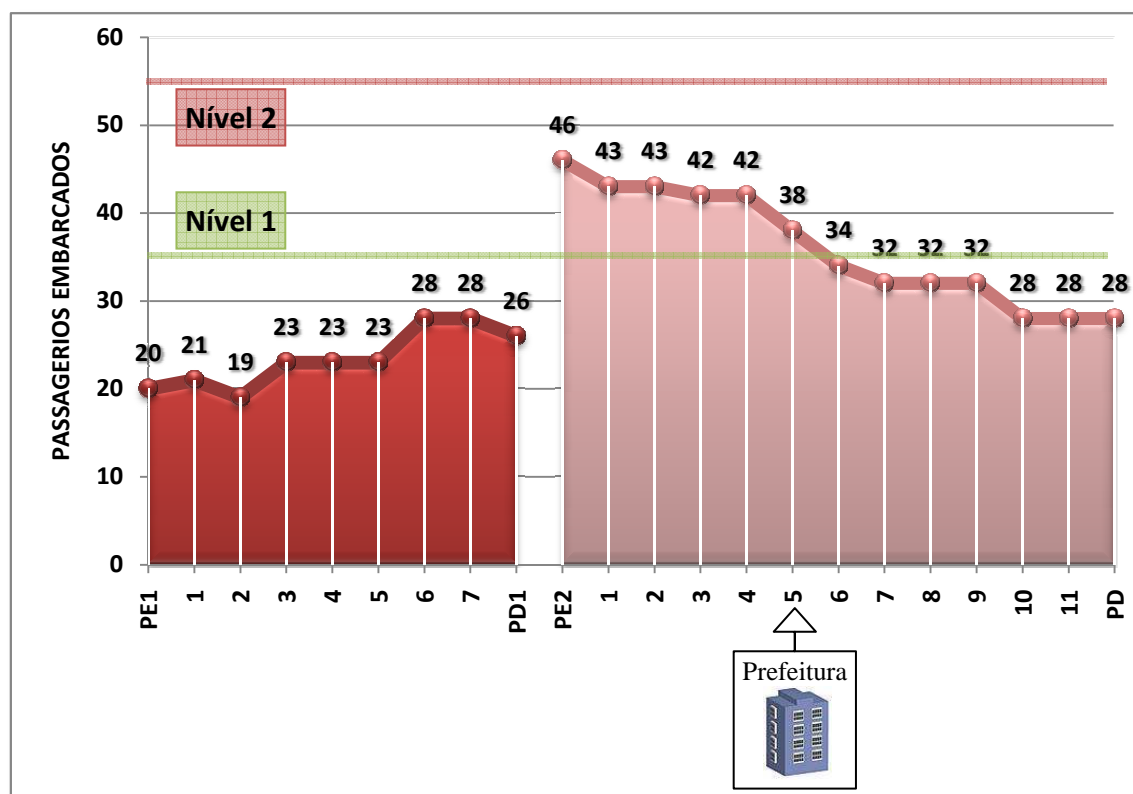
**Tabela 5.1: Exemplo de classificação dos níveis de ocupação no transporte público.**

<i>Nível de ocupação</i>	<i>Passageiros em pé por m<sup>2</sup></i>
A	0
B	0 – 1
C	1 – 3
D	3 – 5
E	> 5

Da Tabela 5.1, tem-se que os veículos em nível de ocupação “A” operam com todos os passageiros sentados; nos níveis “B” e “C”, alguns passageiros viajam em pé, todavia, o espaço de circulação é considerado confortável; já no nível “D”, a ocupação caminha para a lotação, enquanto no nível “E”, o veículo está *superlotado*.

Porém, pelo fato da lotação variar tanto no tempo quanto no espaço, ou seja, o número de pessoas em um mesmo veículo num determinado momento, pode variar muito em relação à região em que ele se encontra, tornando o parâmetro lotação média uma informação não tão útil ao usuário.

Desta forma, sugere-se que o parâmetro lotação seja exposto ao usuário através de um gráfico, conforme o exemplo da Figura 5.16.



**Figura 5.16: Proposta de gráfico para a caracterização do parâmetro lotação.**

Com base na Figura 5.16, pode-se observar que a lotação dos veículos do itinerário selecionado parte de 20 passageiros no ponto de embarque (PE1) a 26 no de desembarque do primeiro veículo (PD1), sendo que no percurso da viagem, atingiu-se

um máximo de 28 passageiros. Para o segundo veículo, embarcou-se com 46 (PE2) e desembarcou com 28 (PD2).

Também se pode observar que em todo percurso do primeiro veículo e a partir de um determinado ponto do segundo veículo, a utilização se dá abaixo de um “Nível 1” de lotação, e todo percurso está sempre abaixo do nível 2. Estes níveis podem representar, por exemplo, “todos os passageiros sentados”, ou “veículo com capacidade próxima à máxima”.

Da mesma forma, observa-se que o segundo veículo passa próximo ao edifício da “Prefeitura”. Outras referências quaisquer podem ser colocadas no gráfico de modo a facilitar a compreensão do usuário.

As considerações feitas sobre lotação e a adoção do parâmetro a ser utilizado – lotação média, ou gráfico de lotações instantâneas – deve ser avaliada através de uma análise custo-benefício pelos gestores.

Semelhante à caracterização física do itinerário, a lotação só deve ser avaliada no momento de solicitação do usuário.

## **5.4 PÁGINA DE RESULTADOS**

Após a definição e caracterização da lista dos itinerários candidatos, a última interface tem o objetivo de expor os resultados da manipulação dos dados, de forma lógica e acessível, possibilitando inclusive a iteração do usuário na manipulação de algumas opções.

A Figura 5.17 apresenta uma proposta para a interface de resultados.

**Prefeitura Municipal de Oliveira Lira**

## RESULTADOS

Origem: CA14, RUA 120, bairro MANGUINHOS  
Destino: ESCOLA, PRIMÁRIA ALEGRIA, bairro AREIAS  
Momento: Chegar antes das 10:00 de um Dia Útil

MODIFICAR

Para maiores informações, selecione um itinerário.

Linhas	Tempo de Viagem	Tarifa	Lotação Média
C + 521	00:58	R.\$ 2,80	C
C + 041	01:05	R.\$ 2,80	A
056 + 521	01:08	R.\$ 2,40	A
06B	01:12	R.\$ 1,80	B

**Figura 5.17: Proposta de interface para exibição dos resultados.**

Na Figura 5.17, pode-se observar que a ferramenta gerou, a partir das informações fornecidas, mais de quatro itinerários capazes de realizar o desejo de viagem, listados na tabela inferior da interface.

Estes itinerários estão ordenados por tempo de viagem, além de exibir as informações de “tarifa a ser paga” e “nível de lotação média” para cada itinerário. Sugere-se que interface deva possibilitar a reordenação dos resultados pelas demais variáveis, ou seja, pela tarifa ou pela lotação média, com um simples clique no cabeçalho da variável desejada.

No quadro onde se localizam os dados que identificam o desejo de viagem existe o botão “MODIFICAR”, o qual permite que o usuário, por um motivo ou por outro, reinicie a inserção das informações na ferramenta.

Na coluna “Linhas”, cada itinerário representa um ícone, o qual abrirá outra interface com informações mais detalhadas do itinerário selecionado. A Figura 5.18 apresenta a proposta de interface de informações específica do itinerário.



**Figura 5.18: Proposta de interface para informações específicas de um itinerário.**

Na Figura 5.18, pode-se observar o itinerário completo a ser executado, considerando os locais, os veículos e as informações temporais.

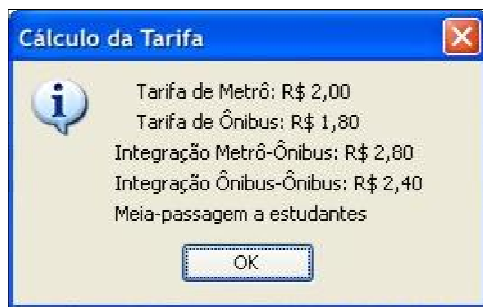
A caracterização dos locais de acesso e transferência e dos veículos (termos grifados e coloridos) pode ser feita por um clique, ou simplesmente ao passar ao mouse sobre o elemento desejado, o qual fará abrir uma janela flutuante com as devidas informações, a qual é feita uma sugestão na Figura 5.19.



**Figura 5.19: Proposta de janela flutuante para informações dos locais de acesso.**

Logo abaixo das informações do itinerário, os botões “CÁLCULO DA TARIFA” e “LOTAÇÃO” oferecem estas opções em janelas flutuantes. Uma sugestão para o cálculo da tarifa é feita na Figura 5.20, enquanto que para a lotação, pode-se considerar a Figura 5.16.





**Figura 5.20: Proposta de caixa de diálogo para informações do valor da tarifa.**

## 5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto neste capítulo, pode-se considerar que o modelo de ferramenta proposto por esta pesquisa considera apenas a interface gráfica do usuário e o sistema de gerenciamento de banco de dados, não fazendo sugestões ou comentários acerca dos demais elementos.

As propostas de interfaces consideraram conceitos e metodologias de modelos de ferramentas existentes, dos quais, alguns exemplos foram bem explanados no Capítulo 2, enquanto os procedimentos para a manipulação de dados utilizaram conceitos de engenharia de *softwares*, além de considerar os bancos de dados definidos no Capítulo 4.

Como explicitado anteriormente, na etapa inicial, o modelo define uma lista de itinerários candidatos à realização do desejo de viagem informado pelo usuário, para em seguida caracterizar a cada um destes, considerando, entre outros fatores, a dinamicidade dos parâmetros considerados.

## Capítulo 6

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo final apresenta algumas conclusões, representando os conceitos produzidos com o desenvolvimento desta pesquisa, bem como algumas recomendações para obras posteriores com as considerações feitas.

#### 6.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O ponto inicial desta pesquisa foi a constatação de que a qualidade do STPP influi diretamente na sua atração e que um SPV é uma das melhorias que vem recebendo bastante atenção, principalmente com os recentes avanços tecnológicos nas áreas de coleta e transmissão de dados.

Esta dissertação se propõe a relatar um resumo desta pesquisa, cujo objetivo principal é “propor um modelo conceitual de um sistema que forneça aos usuários um conjunto de itinerários capaz de realizar seu desejo de viagem através de elementos de um STPP”. Além disto, este sistema deve ser capaz de caracterizar cada um dos itinerários listados, de modo que estes usuários avaliassem e escolhessem pela utilização do STPP para a realização de suas viagens.

Através da pesquisa bibliográfica de ferramentas semelhantes operadas em diversas cidades do mundo e dos elementos básicos que formam um STPP, os quais foram avaliados para embasar os modelos de classificação, propôs-se um conjunto de banco de dados e um modelo de ferramenta com uma arquitetura Cliente/Servidor, da qual se deu ênfase à proposta de programa de aplicação e à interface gráfica do usuário.

A seguir, são dispostas as principais conclusões obtidas com esta dissertação e em seguida algumas recomendações para pesquisas com as considerações geradas ou citadas aqui.

## 6.2 CONCLUSÕES

Dentre as conclusões obtidas com a execução desta pesquisa, pode-se citar a influência de aspectos como “cultura do transporte” para a aplicação da ferramenta, ou seja, a opinião dos munícipes acerca do sistema de transporte como um todo, bem como as políticas públicas adotadas em relação à priorização do transporte coletivo.

Constatou-se que cidadãos com poder aquisitivo semelhantes, porém imersos em culturas diferentes, podem ter interesses diferentes acerca da caracterização do seu desejo de viagem, os quais influenciarão no modelo de ferramenta a ser adotado.

Esta caracterização, por sua vez pode sofrer influência do fator tempo, principalmente nas cidades de médio e grande porte, onde as atividades e desejos de viagem são influenciados pela velocidade em que os fatos acontecem e os níveis de estagnação do sistema de transporte prejudicam a sua fluidez. Assim, um SPV deve considerar esta dinamicidade, de modo a potencializar os resultados na atração de usuários.

A definição dos locais de viagem (origem e destino) é suficiente para a definição da lista de itinerários candidatos, além de alguns parâmetros de caracterização. Porém, é razoável a definição do momento de viagem, de modo a atribuir uma maior precisão aos parâmetros de dinamicidade maior. De fato, a maior parte das ferramentas pesquisadas considera apenas estas três informações básicas: “local de origem”, “local de destino” e “momento da viagem”.

Por fim, vale ressaltar que o objetivo do SPV é a atração do usuário para o STPP, assim, além das características de interesse do usuário, uma atenção a mais deve ser dada aos mecanismos de interface do usuário, bem como à disposição da ferramenta em locais públicos de grande fluxo de pessoas, induzindo a sua utilização e potencializando os resultados.

### 6.3 RECOMENDAÇÕES

Com base nos conceitos desenvolvidos nesta dissertação, sugere-se as seguintes pesquisas:

- Desenvolvimento e simulação do modelo de ferramenta proposto tanto para sistemas *web* quanto *desktop*;
- Avaliação dos impactos da aplicação do modelo de ferramenta proposto em uma cidade brasileira, considerando as características da cidade e as do STPP adotado, bem como as soluções utilizadas para coleta de dados e atualização dos bancos;
- Levantamento e proposição de adequações para as tecnologias promissoras de coleta e atualização de bancos de dados aplicáveis em STPP;
- Proposição de uma infra-estrutura para receber um terminal público de um planejador de viagens utilizando STPP, bem como definição de critérios para a sua alocação;
- Avaliação da demanda por transporte público, considerando o planejamento de viagem com o modelo de ferramenta proposto – de fato, uma vez com os dados de “alunos matriculados”, por exemplo, e o endereço residencial de cada um destes alunos, pode-se avaliar a demanda por transporte (público) no início de cada ciclo escolar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 9292 (2009) *Página oficial do sistema de informações do STPP dos Países Baixos*. Disponível em <<http://www.9292ov.nl>>.
- AMC – Autarquia Municipal de Trânsito, Serviços Públicos e Cidadania de Fortaleza (2009) *Página oficial da AMC*. Disponível em <<http://www.amc.fortaleza.ce.gov.br>>.
- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos (1999) *Mudanças nas expectativas e comportamento do usuário de transporte coletivo urbano na região Metropolitana de São Paulo*. Revista Transportes Públicos n° 84, p. 97-108.
- ARAÚJO A. C. de; MAURÍCIO, C. M. de M.; COSTA, A. C. S.; LIMA, C. M. de; BARROS, C. E. C. (2008) *Sistema de Transporte Público por Ônibus: Uma Aplicação da Análise de Regressão Múltipla ao Sistema de Faturamento de Empresas de Transporte Coletivo*. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP 2008, Rio de Janeiro.
- BARSA (1997a) *Nova Enciclopédia Barsa*. Termo Cingapura. Volume 4.
- BARSA (1997b) *Nova Enciclopédia Barsa*. Termo Ottawa. Volume 11.
- BARSA (1997c) *Nova Enciclopédia Barsa*. Termo Amsterdã. Volume 1
- BERTOZZI, P. P. e LIMA JR., O. F. (1998) *A qualidade no serviço de transporte público sob as óticas do usuário, do operador e do órgão gestor*. Revista dos Transportes Públicos – ANTP, ano 21, p. 53-61. São Paulo.
- BURTON, E. (2006). *Inclusive Urban Design*. Architectural Press.
- CBS (2009) *Página oficial do Centro de Estatísticas dos Países Baixos*. Disponível em <<http://www.cbs.nl>>.
- FERRAZ, A. C. P. e ESPINOZA TORRES, I. G. (2004) *Transporte público urbano*. 2. ed. São Carlos, SP. ISBN 8586552887.

- GVB (2009) *Página oficial da principal operadora do STPP de Amsterdã*. Disponível em <<http://www.gvb.nl>>.
- IAM (2009) *Página oficial do município de Amsterdã*. Disponível em: <<http://www.iamsterdam.com>>.
- IBGE (2009) *Estimativas Populacionais para os Municípios Brasileiros em 01/07/2009*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.
- LTA (2009) *Página oficial da Autoridade de Transporte Terrestres de Singapura*. Disponível em <<http://www.lta.gov.sg>>.
- MANHEIM, M. L. (1979) *Principles of Transport System Analysis*. Highway Research Record, N° 180.
- MELO, R. N.; SILVA, S. D.; TANAKA, A. K. (1994) *Banco de dados em aplicações Cliente/Servidor*. Infobook, Rio de Janeiro.
- MOT (2009) *Página oficial do Ministério dos Transportes de Singapura*. Disponível em <<http://www.mot.gov.sg>>.
- MUTCD (2003). *Manual on Uniform Traffic Control Devices for streets and highways*. 2003 Edition. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- NTU (2009) *Anuário 2008/2009*. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília, 2009.
- NTU (2008) *Urbano Informativo da associação nacional das empresas de transportes urbanos*. Ed. 134, Outubro/2008. Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano. Brasília, 2008.
- NTU (2005) *Relatório Final: Novas Tendências em Políticas Tarifárias*. Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. Brasília, 2005.
- OCT (2009) *Página oficial da principal operadora do STPP de Ottawa*. Disponível em <<http://www.octranspo.com>>.

- OMM (2009a) *Página oficial da Organização Meteorológica Mundial*. Consulta dos dados da cidade de Singapura. Disponível em <<http://wmo.meteo.pt/city.jsp?memID=81>>.
- OMM (2009b) *Página oficial da Organização Meteorológica Mundial*. Consulta dos dados da cidade de Ottawa, Canadá. Disponível em <<http://wmo.meteo.pt/cityForecast.jsp?cityID=265>>.
- OMM (2009c) *Página oficial da Organização Meteorológica Mundial*. Consulta dos dados da cidade de Amsterdã, Países Baixos. Disponível em <<http://wmo.meteo.pt/cityForecast.jsp?cityID=143>>.
- OTTAWA (2009) *Página oficial da prefeitura de Ottawa*. Disponível em <<http://www.ottawa.ca>>.
- PEREIRA, W. A. de A. e ORRICO FILHO, R. D. (1995) *Aspectos gerais da tarifa de transporte público por ônibus nas cidades brasileiras*. Brasília: GEIPOT.
- PTC (2009) *Página oficial do Conselho de Transporte Público de Singapura*. Disponível em <<http://www.ptc.gov.sg>>.
- RENAEST – Rede Nacional de Estatística de Trânsito (2008) *Relatório anual de acidentes de trânsito/2007*. Coordenadoria Renaest, Departamento Nacional de Trânsito.
- SBSTRANSIT (2009) *Página oficial da principal operadora privada do transporte público de Singapura*. Disponível em <<http://www.sbstransit.com.sg>>.
- SILVA, E. K. O. (2001) *Um Estudo sobre Sistemas de Banco de Dados Cliente/Servidor*. [Monografia] Faculdades ASPER – Associação Paraibana de Ensino Renovado. João Pessoa, PB.
- SMRT (2009) *Página oficial da principal operadora pública do transporte público de Singapura*. Disponível em <<http://www.smrt.com.sg>>.
- SORRATINI, J. A. e SILVA, M. A. da (2005) *Avaliação de um sistema integrado de transporte coletivo urbano: o caso de Uberlândia, MG*. I Congresso Luso-

Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 2005, São Carlos, SP. PLURIS 2005.

TEST – Tools for Evaluating Strategically Integrated Public Transport (2001) *Work Package 1 – Working Paper 1: Technical and Financial Characteristics of Public Transport Systems*. Transport Studies Unit, University of Oxford.

TMP (2008) *Transportation Master Plan*. Cidade de Ottawa, Canadá. Disponível em <[http://www.ottawa.ca/city\\_hall/master\\_plans/tmp/tmp\\_en.pdf](http://www.ottawa.ca/city_hall/master_plans/tmp/tmp_en.pdf)>.

TP (2009) *Página oficial da ferramenta de planejamento de viagens utilizando o STPP de Ottawa*. Disponível em <[http://octranspo.com/Intro\\_Trip\\_Planner.htm](http://octranspo.com/Intro_Trip_Planner.htm)>.

TRANSITLINK (2009) *Página oficial da ferramenta de planejamento de viagens utilizando o STPP de Singapura*. Disponível em <<http://www.transitlink.com.sg>>.

VBN (2009) *Página oficial da empresa nacional de bilhetagem em transportes públicos dos Países Baixos*. Disponível em <<http://www.vbn-bv.nl>>.

VERRONI, J. H. Z. (2006). *Tarifa do transporte público urbano por ônibus: uma contribuição para definição de seu valor* [Dissertação de Mestrado] Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

VUCHIC, Vukan R. *Urban public transportation: systems and technology*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, c1981. 673p. ISBN: 0139394966

YSS (2008) *Yearbook of Statistics Singapore*. ISSN 0583-3655, Singapura. Disponível em <<http://www.singstat.gov.sg/pubn/reference/yos/yos2008.pdf>>.



## Anexo I

# UMA PROPOSTA PARA A CODIFICAÇÃO DE PONTOS DE PARADA

Essa proposta tem por objetivo uma codificação lógica, contendo um prefixo alfa-numérico (código) composto de quatro ou cinco caracteres, além de um nome identificando o ponto de parada.

### I.1 NOME

A sugestão para o nome do ponto de parada deve atender a um dos seguintes critérios, por ordem de preferência:

- Nome de um ponto de referência próximo largamente conhecido (nome de praças, Igrejas, centros comerciais, pontos turísticos, etc.);  
ou
- Nome da via transversal mais próxima e/ou conhecida das duas que formam a quadra a qual o ponto pertence.

### I.2 CÓDIGO

A sugestão para o prefixo varia conforme a importância da via para o sistema de transportes. A maioria das cidades, principalmente as de maior porte, possui um sistema composto por vias de maior fluidez de tráfego denominadas *corredores de transporte*.

Um tratamento especial é dado à codificação dos pontos de parada pertencentes a estes corredores, baseada no nome (codificação) do corredor e na seqüência dos pontos, de modo a auxiliar na memorização e dedução dos usuários. Já nos pontos que não pertencem a estas vias, a codificação pode está relacionada ao bairro/região ou à via em que o ponto se encontra.

Outro ponto relevante são as constantes solicitações de mudança ou remoção de um ponto de parada existente, ou mesmo a criação de um novo ponto, o que pode afetar

a ordenação lógica dos pontos. De forma a minimizar os impactos destas medidas, faz-se necessário um estudo prévio acerca da necessidade desses pontos, tanto a presente quanto a futura.

Dado o volume de desembarques em um mesmo ponto de parada ser maior naquelas pertencentes aos corredores, permite-se um menor rigor na “lógica” de ordenação dos pontos fora dos corredores.

A seguir, a sugestão de codificação dos pontos de parada por via será explanada.

### **I.2.1 Corredores**

Sugere-se que o sistema tenha, de preferência, até cem (100) pontos de parada por corredor. A codificação sugerida segue o exemplo.

**Parada CA43  
Praça Cristo Rei**

A codificação nos diz que o ponto de parada é o quadragésimo terceiro do corredor [inicial “C” que corresponde a “corredor”] denominado “A”, e, através deste ponto, pode-se facilmente acessar a “Praça Cristo Rei”. (Obs.: não há sugestão de coloração.)

Para dar início ao processo de codificação, deve-se primeiro determinar os corredores e a codificação destes. Sugere-se uma codificação por letras, em uma ordem lógica considerando a importância e a disposição dos corredores no sistema. Em seguida deve-se considerar a faixa de domínio da codificação dos pontos dentro dos corredores.

Como exemplo, considerando um corredor composto pelas vias D. Pedro II, Guaraciaba e Divinópolis, contendo 82 pontos em todo seu trajeto, este recebeu analiticamente a codificação “G”. Assim, seus pontos de parada, receberam a codificação “CGXX”, sendo que os dois últimos caracteres variam de 01 a 82.

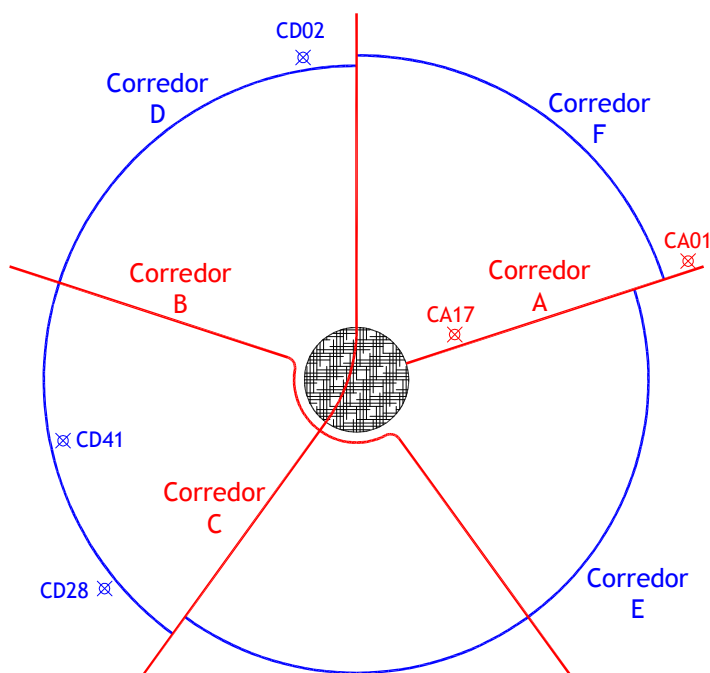
Caso o corredor seja dotado de vias paralelas, as quais não constituam binários, deve-se, sem nenhuma perda de generalidade, iniciar a ordenação pela mais relevante destas vias e em seguida “continuar-la” com a(s) outra(s) via(s). Se as vias representassem um binário, proceder-se-ia normalmente.

Se no exemplo, as vias Guaraciaba (12 pontos) e Divinópolis (14 pontos) corressem paralelas, ambas de mão dupla, supondo a via Divinópolis de categoria secundária, seus pontos receberiam as codificações de “CG69” a “CG82”, enquanto que os pontos das demais vias receberiam as codificações de “CG01” a “CG68”.

Em seguida, deve-se ordenar os pontos de parada dentro do corredor. A ordenação do número dos pontos está relacionada com a configuração do corredor no sistema de transporte, como se segue:

- *Corredores Radiais* – O ponto de número “01” será a primeira no sentido periferia-centro, a de número “02” será a subsequente no mesmo sentido e assim sucessivamente, até chegar ao centro e retornar à periferia, completando o ciclo.
- *Corredores Circulares* – A ordenação será subsequente, semelhante à dos corredores radiais, todavia o ponto de número “01” será a primeira no sentido anti-horário.

A Figura I.1 apresenta um esquema da ordenação dos pontos de parada em corredores.



**Figura I.1: Esquema para a ordenação dos pontos de parada nos corredores de transporte público.**

Na Figura I.1, o ponto “CA01” recebeu esta notação por ser a primeira do corredor “A”, partindo da periferia para o centro; a “CA17” deve ser a décima sétima na seqüência iniciada por CA01.

Da mesma forma, o ponto “CD02” é a segunda partindo de um ponto extremo do corredor “D” no sentido anti-horário; o ponto “CD28” é a vigésima oitava, enquanto “CD41” é a quadragésima primeira deste mesmo corredor. Note que o ponto CD41 contempla o sentido horário (de volta) do corredor, portanto, ordenada após a CD28.

Quanto às alterações na disposição dos pontos de parada, recomenda-se um estudo mais detalhado acerca da necessidade dos pontos nos corredores, evitando ao máximo qualquer alteração e, assim, uma reordenação, a qual pode prejudicar a lógica dessa disposição e o seu entendimento pelo usuário.

### **I.2.2. Fora dos corredores**

Sugere-se que a cidade seja dividida em regiões, tentando abrigar áreas homogêneas, sendo que cada região não deverá conter mais que mil pontos de parada. A codificação sugerida segue o exemplo.

**Parada P3102  
Américo Vespúcio**

A codificação nos diz que o ponto de parada pertence à Área [inicial “P” – que corresponde a “fora dos corredores”] denominada “3”, e está próxima a via Américo Vespúcio. (Obs.: não há sugestão de coloração.)

A ordenação do número dos pontos deve estar relacionada com a ordenação dos bairros dentro da Área e a ordenação das vias dentro dos bairros.

Após determinar a codificação das áreas, deve-se determinar faixas de domínio dentro da ordenação para cada bairro e assim uma determinada margem para possíveis alterações na disposição dos pontos de parada. Sugere-se que essa faixa seja de cem pontos, dada a simplicidade na configuração.

Como exemplo, considerando a Área “3” contendo oito bairros, uma média de 48 pontos por bairro sendo o máximo de 79 pontos para o bairro “Areias” – código “8”

– e o mínimo de 34 para o bairro “Manguinhos” – código “5”. Assim, os pontos de parada do bairro Manguinhos serão notificados “P35XX”, sendo que os dois últimos caracteres irão variar de 01 a 34; da mesma forma, os pontos do bairro Areias serão notificados “P38XX”, e os dois últimos caracteres deverão variar entre 01 e 79.

Caso necessário, se o número de bairros por área alcançar os dois dígitos, ou se o número de pontos de parada por bairro for maior que 99, deve-se re-configurar as faixas de domínio, ou mesmo as áreas.

Dentro do bairro, os pontos devem ser ordenados segundo o número do CEP das vias, o qual já possui uma lógica estabelecida.

No bairro Manguinhos, das vias que contém pontos de parada, a Rua Manoel Botelho possui o menor número de CEP. Os quatro pontos daquela via receberão os códigos “P3501”, “P3502”, “P3503” e “P3504”. A via com pontos e o segundo menor CEP possui dois pontos; esses receberão, portanto os códigos “P3505” e “P3506”.

Dentro da via, a ordenação dos códigos deverá considerar, nessa ordem, o sentido periferia-centro, ou o anti-horário.

Novamente, salienta-se um estudo para evitar ao máximo quaisquer alterações na disposição dos pontos. Caso adições sejam realmente necessárias, deve-se utilizar a faixa de domínio do bairro, evitando uma reorganização dos pontos já existentes.