

ESTUDO E APLICAÇÃO DE SISTEMAS BRT – *BUS RAPID TRANSIT*

SORAIA PATRÍCIA VIDEIRA MARTINS BRANCO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor José Pedro Maia Pimentel Tavares

JANEIRO DE 2013

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2012/2013

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2012/2013 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais e Família

AGRADECIMENTOS

Quero deixar a minha profunda gratidão a todos os que contribuíram na elaboração da presente Tese de Mestrado em Engenharia Civil, nomeadamente:

- Ao Professor Doutor José Pedro Maia Pimentel Tavares por toda a orientação e disponibilidade demonstrada no decorrer do trabalho. Agradeço também a revisão atenta que fez desta dissertação.
- Aos professores Luís António Lindau e Luiz Afonso dos Santos Senna pela partilha de conhecimentos e experiências e pela informação disponibilizada.
- Ao Vasco Soares um especial agradecimento pelo incansável apoio, dedicação e companheirismo.
- Aos meus pais e família por todo o incentivo e por me proporcionarem a oportunidade de chegar até este momento.
- Por fim, a todos os colegas que me acompanharam durante esta caminhada e que de alguma forma contribuíram para atingir este objetivo com sucesso.

RESUMO

O denominado sistema *Bus Rapid Transit* (BRT) cresceu em notoriedade face ao seu desenvolvimento e implementação em cidades emergentes da América Latina. A necessidade de solucionar os problemas de mobilidade urbana nestas cidades populosas possibilitou a introdução de inúmeras medidas para aumentar a qualidade e desempenho do serviço de transporte coletivo. Como grande destaque apresenta-se a introdução de vias exclusivas para Transporte Público.

Como resultado do sucesso verificado nessas cidades, o potencial dos sistemas BRT foi reconhecido também nos países desenvolvidos como uma opção atrativa e eficaz. Por este motivo, nos últimos anos tem-se evidenciado uma crescente popularidade destes sistemas, inclusive várias experiências BRT em cidades Europeias, justificando-se o interesse da presente dissertação.

Neste sentido, inicialmente realiza-se a contextualização histórica do conceito, destacando as boas práticas de alguns exemplos de implementações de sucesso.

De seguida, o presente trabalho pretende identificar quais as características principais em que os sistemas BRT se baseiam, assim como realizar um estudo comparativo com outros modos de transporte público coletivo. O objetivo passa por identificar quais as principais vantagens e as condições de aplicabilidade destes sistemas.

Posteriormente abordam-se as fases de planeamento de um sistema BRT e os respetivos conteúdos. Um serviço de transporte público requer, para além de outras medidas, infraestruturas de qualidade que garantam boas condições de conforto, segurança e rapidez aos seus utilizadores, tendo em atenção os aspetos económicos. Como tal, o processo de planeamento deve contemplar uma análise cuidada às várias soluções possíveis, no sentido de adequá-las aos objetivos previstos e às condições locais.

Por último, para complementar o estudo realizado, apresenta-se uma proposta de alteração à metodologia de avaliação de sistemas BRT atual. Esta proposta pretende adaptar o modelo internacional às características das cidades portuguesas, com o objetivo de auxiliar o desenvolvimento de um eventual plano de BRT em Portugal.

PALAVRAS-CHAVE: Transporte coletivo, BRT, vias exclusivas para transporte público, infraestrutura de transporte, metodologia de avaliação.

ABSTRACT

The so called BRT system grew notorious due to its development in Latin America emerging cities. The need to solve urban mobility issues in this crowded cities, enabled the introduction of several measures to increase both quality and performance of the collective public transportation service. The exclusive public transportation lanes are shown as major importance in this thesis.

As a result of the success verified in these cities, the potential of the BRT systems was also acknowledged in developed countries as an attractive and effective option. In the past years a positive change in popularity of this system has been noticed, including many BRT experiences in European cities, justifying the interest of the present dissertation.

With that in mind, this dissertation begins by approaching the historical context of the concept and mentioning some successful implementations of the system.

Then, this work tries to identify the main aspects in which the BRT system is based, also comparing it with other means of collective public transportation. The primary objective is to study its advantages and its applicability conditions.

Following this, it shall be approached the planning stages of this system and its content. A public transportation service requires, beside other aspects, quality infrastructures that can provide a comfortable journey, safety condition and a fast service, always taking account to the economic side. With that said, planning process requires a careful analysis to every possible solution in order to adjust them to the prior objectives and local conditions.

Finally, this dissertation proposes some possible changes to the current BRT international evaluation methodology, in order to adapt it to the needs and goals of the Portuguese cities, aiming to assist a possible BRT future program in Portugal.

KEYWORDS: Collective Transport, BRT, Exclusive Public Transportation Lanes, Transport Infrastructures, Evaluation Methodology.

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|-----|
| AGRADECIMENTOS | i |
| RESUMO | iii |
| ABSTRACT | v |
| | |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1. ENQUADRAMENTO GERAL | 1 |
| 1.2. OBJETIVOS | 2 |
| 1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 2 |
| | |
| 2. CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA | 3 |
| 2.1. INTRODUÇÃO | 3 |
| 2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO BRT | 3 |
| 2.3. EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DE SUCESSO | 5 |
| 2.3.1. “REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE” (RIT) – CURITIBA (BRASIL) | 5 |
| 2.3.2. “TRANSMILENIO” – BOGOTÁ (COLÔMBIA) | 8 |
| 2.3.3. “METROBÚS” – CIDADE DO MÉXICO (MÉXICO) | 9 |
| 2.3.4. “ORANGE LINE” – LOS ANGELES, CALIFORNIA (EUA) | 11 |
| 2.3.5. “HEALTHLINE” – CLEVELAND (EUA) | 12 |
| 2.3.6. “METROPLÚS” – MEDELLÍN (COLÔMBIA) | 13 |
| 2.4. SISTEMAS BRT NO MUNDO | 14 |
| | |
| 3. CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS BRT – BUS RAPID TRANSIT | 17 |
| 3.1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 3.2. DEFINIÇÃO DO CONCEITO BRT – “BUS RAPID TRANSIT” | 17 |
| 3.3. PRINCIPAIS CARATERÍSTICAS | 20 |
| 3.3.1. INFRAESTRUTURA VIÁRIA | 21 |
| 3.3.2. ESTAÇÕES | 23 |
| 3.3.3. VEÍCULOS | 26 |
| 3.3.3.1. Configuração do veículo | 26 |
| 3.3.3.2. <i>Layout</i> interno | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.3.3. Portas | 30 |
| 3.3.3.4. Sistema de propulsão e combustíveis..... | 30 |
| 3.3.3.5. Opções estéticas | 32 |
| 3.3.4. SISTEMA TARIFÁRIO..... | 34 |
| 3.3.4.1. Plano operacional para o sistema de cobrança | 34 |
| 3.3.4.2. Estrutura tarifária | 35 |
| 3.3.4.3. Escolha da tecnologia | 36 |
| 3.3.5. ITS (INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS) | 37 |
| 3.3.5.1 Localização Automática de Veículos (AVL- “Automated Vehicle Location”)..... | 38 |
| 3.3.5.2. GPS | 38 |
| 3.3.5.3. Tecnologia semafórica | 38 |
| 3.3.5.4. Tecnologias de informação. | 39 |
| 3.3.6. PLANO OPERACIONAL E SERVIÇO | 41 |
| 3.3.7. ESTRATÉGIA DE MARKETING..... | 42 |
| 3.4. ANÁLISE COMPARATIVA DE MODOS DE TRANSPORTE PÚBLICO | 43 |
| 3.4.1. BREVE DEFINIÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTE PÚBLICO | 43 |
| 3.4.1.1. Metro..... | 43 |
| 3.4.1.2. Metro Ligeiro (LRT – Light Rail Transit) | 44 |
| 3.4.1.3. BRT (Bus Rapid Transit) | 44 |
| 3.4.1.4. Serviço convencional de autocarros..... | 44 |
| 3.4.2. CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS | 44 |
| 3.4.2.1. Capacidade..... | 44 |
| 3.4.2.2. Flexibilidade..... | 45 |
| 3.4.2.3. Custos..... | 46 |
| 3.4.2.4. Prazos..... | 48 |
| 3.4.2.5. Velocidade e tempos de viagem | 49 |
| 3.4.2.6. Nível de conforto e segurança..... | 51 |
| 3.4.2.7. Integração..... | 51 |
| 3.4.2.8. Frequência..... | 52 |
| 3.4.2.9. Impactos | 52 |
| 3.4.3. QUADRO RESUMO DE COMPARAÇÃO | 54 |

| | |
|---|----|
| 4. PLANEAMENTO DE SISTEMAS BUS RAPID TRANSIT (BRT) | 55 |
| 4.1. INTRODUÇÃO | 55 |
| 4.2. PREPARAÇÃO DO PROJETO | 57 |
| 4.2.1. ETAPA 1 – FASE INICIAL | 57 |
| 4.2.1.1. Equipa de projeto | 58 |
| 4.2.1.2. Plano de trabalhos e cronograma | 58 |
| 4.2.1.3. Estimativa Orçamental | 59 |
| 4.2.1.4. Fases do projeto..... | 60 |
| 4.2.1.5. Erros comuns de planeamento | 60 |
| 4.2.2. ETAPA 2 – ANÁLISES..... | 61 |
| 4.2.2.1. Análise da situação atual | 61 |
| 4.2.2.2. Recolha de dados | 61 |
| 4.2.2.3. Estimativa detalhada da procura..... | 63 |
| 4.2.2.4. Matriz Origem-Destino (OD)..... | 63 |
| 4.2.2.5. Modelos de transporte..... | 64 |
| 4.2.3. ETAPA 3 – COMUNICAÇÃO | 64 |
| 4.2.3.1. Agentes participantes..... | 65 |
| 4.2.3.2. Processo de participação pública | 65 |
| 4.2.3.3. Plano de Marketing | 66 |
| 4.2.3.3. Plano de Educação Pública | 66 |
| 4.3. PROJETO OPERACIONAL E CONSTRUTIVO | 67 |
| 4.3.1. ETAPA 4 – OPERAÇÕES..... | 67 |
| 4.3.1.1. Seleção do corredor | 67 |
| 4.3.1.2. Opções para vias estreitas..... | 68 |
| 4.3.1.3. Projeto de rede e linhas | 74 |
| 4.3.1.4. Capacidade e velocidade do sistema | 80 |
| 4.3.1.5. Interseções e controlo semafórico | 83 |
| 4.3.1.6. Serviço ao cliente | 85 |
| 4.3.2. ETAPA 5 – INFRAESTRUTURA | 87 |
| 4.3.2.1. Vias..... | 89 |
| 4.3.2.2. Estações..... | 90 |
| 4.3.2.3. Estações de transferência, terminais e garagens | 91 |
| 4.3.2.4. Centro de Controlo | 93 |

| | |
|--|------------|
| 4.3.2.5. Infraestrutura das linhas alimentadoras | 94 |
| 4.3.3. ETAPA 6 – TECNOLOGIA..... | 94 |
| 4.4. INTEGRAÇÃO | 95 |
| 4.4.1. ETAPA 7 – INTEGRAÇÃO MODAL | 95 |
| 4.4.1.1. Peões..... | 95 |
| 4.4.1.2. Bicicletas..... | 96 |
| 4.4.1.3. Outros sistemas de transporte público coletivo e táxis | 98 |
| 4.4.1.4. “Park and Ride” | 99 |
| 4.4.2. ETAPA 8 – INTEGRAÇÃO COM USO DO SOLO E TDM ”TRANSPORTATION DEMAND MANEGEMENT” | 100 |
| 4.4.2.1. TDM | 100 |
| 4.4.2.2. Integração com políticas de uso do solo | 100 |
| 4.5. AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO..... | 102 |
| 4.5.1. ETAPA 9 – AVALIAÇÃO | 102 |
| 4.5.2. ETAPA 10 – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO | 104 |
| 4.5.2.1. Plano de Construção | 104 |
| 4.5.2.2. Manutenção | 105 |
| | |
| 5. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS BRT..... | 107 |
| 5.1. INTRODUÇÃO | 107 |
| 5.2. CONSIDERAÇÕES | 108 |
| 5.3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO..... | 108 |
| 5.3.1. PLANEAMENTO DOS SERVIÇOS..... | 111 |
| 5.3.1.1. Pré-pagamento de tarifas | 111 |
| 5.3.1.2. Múltiplas rotas..... | 112 |
| 5.3.1.3. Frequência de ponta..... | 114 |
| 5.3.1.4. Frequência fora de ponta | 116 |
| 5.3.1.5. Serviços expressos, limitados e locais | 117 |
| 5.3.1.6. Centro de controlo | 118 |
| 5.3.1.7. Localização entre os dez maiores corredores | 119 |
| 5.3.1.8. Horas de operação | 119 |
| 5.3.1.9. Rede de múltiplos corredores..... | 120 |
| 5.3.2. INFRAESTRUTURA..... | 121 |
| 5.3.2.1. Alinhamento das vias | 121 |

| | |
|---|------------|
| 5.3.2.2. Infraestrutura segregada com prioridade de passagem | 124 |
| 5.3.2.3. Tratamento das interseções..... | 125 |
| 5.3.2.4. Vias de ultrapassagem nas estações | 126 |
| 5.3.2.5. Minimização das emissões dos veículos | 127 |
| 5.3.2.6. Estações afastadas das interseções..... | 129 |
| 5.3.2.7. Estações centrais | 130 |
| 5.3.2.8. Qualidade do pavimento | 131 |
| 5.3.3. PROJETO DA ESTAÇÃO E LIGAÇÃO ESTAÇÃO-VEÍCULO | 132 |
| 5.3.3.1. Embarque de nível | 132 |
| 5.3.3.2. Estações..... | 133 |
| 5.3.3.3. Número de portas do veículo | 134 |
| 5.3.3.4. Baias de paragem | 135 |
| 5.3.3.5. Portas deslizantes nas estações..... | 136 |
| 5.3.4. QUALIDADE DO SERVIÇO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO..... | 137 |
| 5.3.4.1. Estabelecimento de uma marca..... | 137 |
| 5.3.4.2. Informação aos passageiros | 138 |
| 5.3.5. INTEGRAÇÃO E ACESSO | 139 |
| 5.3.5.1. Acesso universal | 139 |
| 5.3.5.2. Integração com outros modos de transporte público | 140 |
| 5.3.5.3. Acesso de peões..... | 141 |
| 5.3.5.4. Estacionamento de bicicletas / Ciclovias / Integração com um sistema público de bicicletas..... | 142 |
| 5.4. PONTUAÇÕES NEGATIVAS | 144 |
| | |
| 6. CONCLUSÕES | 145 |
| 6.1. CONCLUSÕES PRINCIPAIS..... | 145 |
| 6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS..... | 146 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1 – Expansão de sistemas BRT | 4 |
| Fig. 2 – Estruturação viária da Rede Integrada de Transporte, Curitiba | 6 |
| Fig. 3 – Estação “tubo” de Curitiba..... | 7 |
| Fig. 4 – Veículos do sistema Metrobús, Cidade do México | 10 |
| Fig. 5 – Principais elementos dos sistemas BRT | 20 |
| Fig. 6 – Componentes do sistema BRT, “Macrobús” Guadalajara, México..... | 20 |
| Fig. 7a) e 7b) – Vias exclusivas para BRT, Curitiba (Brasil) e Hangzhou (China) | 21 |
| Fig. 8a) e 8b) – Faixas exclusivas para BRT, Curitiba e Bogotá | 22 |
| Fig. 9a) e 9b) – Embarque em plataforma de nível, Curitiba e Las Vegas | 24 |
| Fig. 10a) e 10b) – Estação “tubo”, Curitiba e estação Griffith University de Brisbane, Austrália | 25 |
| Fig. 11 – Autocarro de dois andares, Hong Kong | 27 |
| Fig. 12a) e 12b) – Modelo de piso baixo, Déli e de piso alto com plataforma de nível, Leon | 28 |
| Fig. 13 – Interior de um veículo BRT, Los Angeles “Orange Line” | 29 |
| Fig. 14 – Normas Euro de emissões para pesados | 30 |
| Fig. 15 – Veículo de BRT “Civis” | 33 |
| Fig. 16 – Cartões electrónicos, sistema de bilhética sem contato | 37 |
| Fig. 17a) e 17b) – Painéis de informação dinâmica, Berlim e quiosque electrónico, Taipei | 40 |
| Fig. 18 – Imagem do sistema BRT na China | 43 |
| Fig. 19 – LRT, Porto | 44 |
| Fig. 20 – Comparação entre custo de infraestrutura e extensão da rede..... | 46 |
| Fig. 21 – Comparação custo de investimento e capacidade | 47 |
| Fig. 22 – Comparação de quantidade de espaço público necessária | 52 |
| Fig. 23 – Esquema do processo de planeamento..... | 56 |
| Fig. 24 – Cronograma básico de BRT..... | 59 |
| Fig. 25 – Mapa de origens e destinos de Bogotá..... | 64 |
| Fig. 26 – Exemplos de logótipos de sistemas..... | 66 |
| Fig. 27 – Perfil viário tipo para BRT | 68 |
| Fig. 28 – Sistema BRT de Rouen..... | 69 |
| Fig. 29a) e 29b) – Alamedas de transporte público, Bogotá e Pereira | 69 |
| Fig. 30 – Corredor dividido nas áreas centrais da cidade, sistema Metrovía de Guayaquil | 70 |
| Fig. 31 – Projeto de estação preservando as árvores existentes | 71 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 32 – Passagem subterrânea, Quito..... | 72 |
| Fig. 33 – Sistema guiado, Essen (Alemanha) | 72 |
| Fig. 34 – Operação em via única, Eugene | 73 |
| Fig. 35 – Estações assimétricas..... | 73 |
| Fig. 36 – Comparação de uma configuração padrão com estações alongadas | 74 |
| Fig. 37 – Comparação esquemática entre serviços tronco-alimentadores e diretos | 76 |
| Fig. 38 – Tipos de transferências | 77 |
| Fig. 39 – Esquema de linhas para as opções de serviços | 78 |
| Fig. 40 – Configurações típicas das linhas alimentadoras | 79 |
| Fig. 41 – Relação entre nível de saturação e velocidade dos veículos | 81 |
| Fig. 42 – Relação entre frequência de serviço e velocidade dos veículos | 81 |
| Fig. 43 – Mapa do sistema TransMilenio, Bogotá | 86 |
| Fig. 44 – Componentes de infraestrutura de sistemas BRT | 87 |
| Fig. 45 – Representação do sistema de BRT, Guangzhou..... | 88 |
| Fig. 46 – Perspectiva de uma estação de BRT | 88 |
| Fig. 47 – Esquema ilustrativo da diferença entre terminais, estações e estações de transferência | 91 |
| Fig. 48 – Estação intermediária de transferência, Bogotá | 91 |
| Fig. 49 – Garagem e terminal, Bogotá | 92 |
| Fig. 50 – Projeto interno da área das garagens | 93 |
| Fig. 51 – Central de controlo e monitorização da EPTC, Porto Alegre..... | 94 |
| Fig. 52 – Exemplo de parques de estacionamento para bicicletas..... | 97 |
| Fig. 53 – Ciclovia integrada ao sistema BRT de Eindhoven (Holanda) | 97 |
| Fig. 54 – Ciclovia entre o passeio e as faixas de tráfego misto, Dar es Salaam (Tanzânia)..... | 98 |
| Fig. 55 – Ciclovia adjacente à via de transporte público no corredor central, Dar es Salaam (Tanzânia) | 98 |
| Fig. 56 – Ozone Station, Nagoya (Japão) | 99 |
| Fig. 57 – Estacionamento proposto em Nantes (França)..... | 99 |
| Fig. 58 – Área de desenvolvimento orientado ao transporte (TOD) | 101 |
| Fig. 59 – Classificação dos sistemas | 110 |
| Fig. 60a) e 60b) – Múltiplas rotas em serviços diretos e serviço troncal | 113 |
| Fig. 61a), 61b, 61c) e 61d) – Seções transversais de possíveis configurações viárias | 122 |
| Fig. 62 – Corredor de BRT de Las Vegas, EUA..... | 126 |
| Fig. 63 – Poupança da introdução de gás natural..... | 128 |
| Fig. 64 – Normas Euro da frota da STCP..... | 128 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 65 – Sub-pontos de paragem em Lima, Peru | 135 |
| Fig. 66 – Elementos de marca do BRT “Metro Orange Line”, Los Angeles | 137 |
| Fig. 67 – Utilização da bicicleta na Europa | 143 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| Quadro 1 – Indicadores do sistema BRT de Curitiba (RIT) | 8 |
| Quadro 2 – Indicadores do sistema BRT TransMilenio, Bogotá | 9 |
| Quadro 3 – Indicadores do sistema Metrobús, Cidade do México | 10 |
| Quadro 4 – Indicadores do sistema BRT “Orange Line”, Los Angeles | 11 |
| Quadro 5 – Indicadores do sistema BRT “HealthLine”, Cleveland | 12 |
| Quadro 6 – Indicadores do sistema BRT “Metroplús”, Medellín | 14 |
| Quadro 7 – Sistemas BRT implementados no Mundo | 14 |
| Quadro 8 – Influência da infraestrutura viária no desempenho do sistema | 22 |
| Quadro 9 – Influência das estações no desempenho do sistema | 25 |
| Quadro 10 – Opções de veículos e respectivas capacidades | 27 |
| Quadro 11 – Comparação de veículos de piso baixo e alto | 28 |
| Quadro 12 – Vantagens e Desvantagens dos combustíveis alternativos | 32 |
| Quadro 13 – Influência dos veículos no desempenho do sistema | 33 |
| Quadro 14 – Influência do sistema tarifário no desempenho do sistema | 37 |
| Quadro 15 – Influência do Sistema Inteligente de Transporte, ITS, no desempenho do sistema | 41 |
| Quadro 16 – Influência do plano operacional e serviço no desempenho do sistema | 41 |
| Quadro 17 – Comparação da capacidade dos sistemas de transporte público | 45 |
| Quadro 18 – Comparação dos prazos de execução de sistemas de transporte público | 49 |
| Quadro 19 – Comparação das velocidades de sistemas de transporte público | 49 |
| Quadro 20 – Comparação dos tempos totais de viagem de sistemas de transporte público | 50 |
| Quadro 21 – Quadro resumo comparação dos sistemas de Transporte Público | 54 |
| Quadro 22 – Soluções típicas de BRT para os diferente níveis de procura | 62 |
| Quadro 23 – Vantagens e desvantagens dos serviços tronco-alimentadores e diretos | 76 |
| Quadro 24 – Larguras mínimas por tipo de faixa | 90 |
| Quadro 25 – Benefícios do “Transit Oriented Development” (TOD) | 101 |
| Quadro 26 – Critérios e pontuações das categorias | 109 |
| Quadro 27 – Pontuação detalhada do critério: pré-pagamento de tarifas | 111 |
| Quadro 28 – Pontuação detalhada do critério: Múltiplas rotas | 112 |
| Quadro 29 – Pontuação detalhada do critério: frequência de ponta | 114 |
| Quadro 30 – Sugestão de alteração da pontuação detalhada do critério: frequência de ponta | 115 |
| Quadro 31 – Pontuação detalhada do critério: frequência fora de ponta | 116 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 32 – Sugestão de alteração da pontuação detalhada do critério: frequência fora ponta..... | 116 |
| Quadro 33 – Pontuação detalhada do critério: tipos de serviços..... | 117 |
| Quadro 34 – Pontuação detalhada do critério: centro de controlo..... | 118 |
| Quadro 35 – Pontuação detalhada do critério: Localização do corredor | 119 |
| Quadro 36 – Pontuação detalhada do critério: Horas de operação | 119 |
| Quadro 37 – Pontuação detalhada do critério: Rede de múltiplos corredores | 120 |
| Quadro 38 – Pontuação detalhada do critério: Alinhamento das vias | 121 |
| Quadro 39 – Pontuação detalhada do critério: Infraestrutura segregada com prioridade de passagem | 124 |
| Quadro 40 – Pontuação detalhada do critério: Tratamento das interseções..... | 125 |
| Quadro 41 – Pontuação detalhada do critério: Vias de ultrapassagem..... | 126 |
| Quadro 42 – Pontuação detalhada do critério: Emissões dos veículos | 127 |
| Quadro 43 – Pontuação detalhada do critério: Localização da estação..... | 129 |
| Quadro 44 – Pontuação detalhada do critério: Estações centrais | 130 |
| Quadro 45 – Pontuação detalhada do critério: Qualidade do pavimento | 131 |
| Quadro 46 – Pontuação detalhada do critério: Embarque de nível | 132 |
| Quadro 47 – Pontuação detalhada do critério: Estações..... | 133 |
| Quadro 48 – Pontuação detalhada do critério: Número de portas do veículo | 134 |
| Quadro 49 – Pontuação detalhada do critério: Baias de paragem | 135 |
| Quadro 50 – Pontuação detalhada do critério: Portas deslizantes | 136 |
| Quadro 51 – Pontuação detalhada do critério: Marca do sistema | 137 |
| Quadro 52 – Pontuação detalhada do critério: Informação aos passageiros | 138 |
| Quadro 53 – Pontuação detalhada do critério: Acessibilidade universal | 139 |
| Quadro 54 – Pontuação detalhada do critério: Integração com outros modos de transporte público..... | 140 |
| Quadro 55 – Pontuação detalhada do critério: Acesso de pedestres..... | 141 |
| Quadro 56 – Pontuação detalhada dos critérios: Estacionamento de bicicletas/ Ciclovias / Integração com um sistema público de bicicletas | 142 |
| Quadro 57 – Critérios e pontuações negativas | 144 |

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

BRT – Bus Rapid Transit

RIT – Rede Integrada de Transporte

SITES – Sistema Integrado de Transporte do Ensino Especial

LRT – Light Rail Transit

ITDP – Institute for Transportation and Development Policy

ITS – Intelligent Transportation System

TP – Transporte Público

VTP – Veículo de Transporte Público

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbanos

TCRP – Transit Cooperative Research Program

AVL – Automated Vehicle Location

GPS – Global Positioning System

CNT – Confederação Nacional do Transporte

OD – Origem - Destino

TDM – Transportation Demand Management

WRI – World Resource Institute

ONG – Organização Não Governamental

EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação

TOD – Transit Oriented Development

TDM – Transportation Demand Management

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

STCP – Sociedade de Transportes Coletivos do Porto

FTA – Federal Transit Administration

1

INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO GERAL

O processo de urbanização tem tornado mais claros os problemas adquiridos pelo uso irrestrito dos automóveis quer em termos de desperdícios energéticos, encargos sociais, ambientais e económicos, quer em termos de saturação viária. Uma vez que a necessidade de mobilidade é um imperativo urbano, torna-se necessário repensar o modelo de transporte das cidades de forma a torná-las mais sustentáveis. Assim, é possível evitar a tendência de crescente conflituosidade provocada pelo uso do transporte individual, o que causa consequências drásticas na degradação da qualidade de vida dos cidadãos.

Com vista a um desenvolvimento sustentável das cidades devem adoptar-se medidas interventivas no âmbito das condições de operação no sector dos transportes que passem pelo incentivo ao uso do transporte coletivo e a outros modos sustentáveis. Esta será a premissa para combater os constantes congestionamentos que invadem principalmente os centros das cidades.

Sendo assim, implementar um sistema eficaz de transporte público compatível com a realidade económica atual e que forneça um serviço de alta qualidade, seguro, confortável e rápido é um desafio permanente para os órgãos responsáveis. No entanto, é essencial que se garanta um serviço eficiente uma vez que, para uma considerável percentagem da população, o transporte coletivo é a única alternativa para atender às suas necessidades de mobilidade.

Deve então adoptar-se uma tecnologia que englobe não só menores custos económicos, sociais e ambientais, mas que tenha em vista a implementação de um sistema que seja capaz de apoiar o desenvolvimento da cidade com qualidade de vida para os seus habitantes.

Em resposta a este problema, muitas cidades têm implementado sistemas de transporte público com base ferroviária ou eléctrica, como é o caso do metro. Mas deve reverter-se a percepção de que este será o investimento mais sustentável, uma vez que é uma opção que envolve custos de investimento extremamente elevados e que torna inacessível a sua implementação à grande maioria das cidades.

Neste sentido, o denominado sistema BRT “Bus Rapid Transit” é cada vez mais reconhecido como uma solução atrativa e eficaz para resolver os problemas de mobilidade urbana. É visível a sua crescente popularidade em todo mundo, nomeadamente na Europa, Ásia e América do Sul, em contraste com outros modos de transporte coletivo, como o metro ligeiro ou “pesado”.

Este facto é justificável pela quantidade de vantagens que apresenta relativamente aos restantes modos. Além de exigirem menores investimentos de implementação e operação, os sistemas BRT oferecem um serviço rápido e frequente, alta capacidade, confortável, menos poluente, de rápida implementação e com boa cobertura de rede. Para além disto, o conceito BRT compreende uma grande flexibilidade, permitindo ser facilmente adaptado de acordo com o mercado que vai servir e o espaço físico onde vai operar.

Estes são aspectos a ter em conta aquando da escolha do modo de transporte a implementar e, neste sentido, os projetos de sistemas BRT apresentam-se como propostas viáveis e realistas para enfrentar os problemas de mobilidade. Assim, a implementação de sistemas BRT deve ser uma alternativa avaliada seriamente pelos governos responsáveis, uma vez que apresenta benefícios atrativos para responder aos ideais de transporte sustentável, bem como apresenta um enorme potencial para estimular o desenvolvimento e reabilitação das cidades.

1.2. OBJETIVOS

A realização da presente dissertação tem como principal objetivo a caracterização de um sistema de Transporte Público do tipo “Bus Rapid Transit” (BRT) e a elaboração de um conjunto de regras/normas que possam eventualmente vir a integrar um manual de boas práticas para futuros projetos do sistema em Portugal. Uma vez que o BRT ainda não se encontra difundido no nosso país, pretende-se contribuir para a divulgação do mesmo, como sendo uma alternativa viável de transporte público e que vai de encontro com os princípios de mobilidade urbana sustentável.

Assim, ao longo do presente trabalho pretende-se abordar os diversos componentes de um sistema BRT, apresentando-se o conceito básico, as características da infraestrutura, as diferentes fases de projeto e todos os elementos relevantes que possam contribuir para um melhor entendimento deste sistema. Procurar-se-á estudar o modo como o conceito de BRT tem sido adotado, no sentido de examinar referências de boas-práticas que possam adequar-se ao contexto português, para posteriormente se proceder à implementação do sistema de forma bem-sucedida.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A estrutura do presente trabalho encontra-se organizada em seis capítulos.

- No primeiro apresenta-se sucintamente o enquadramento geral, os objetivos e a estrutura da dissertação.
- No segundo, realiza-se a contextualização histórica do tema em estudo, bem como exemplificação de alguns casos de sucesso.
- No terceiro capítulo evidenciam-se as principais características dos sistemas BRT, assim como se procede a um estudo comparativo com os restantes modos de transporte público.
- No quarto capítulo, correspondente ao processo de planeamento, estruturam-se as fases distintas de planeamento e expõem-se os conteúdos correspondentes.
- No quinto capítulo apresenta-se um método internacional de avaliação de sistemas BRT e procede-se ao seu estudo e adaptação ao contexto português. Realiza-se uma proposta de alteração ao modelo atual, prevendo-se que sirva como auxílio a um eventual projeto de BRT em Portugal.
- Por último, no sexto capítulo, discutem-se as conclusões mais relevantes e abordam-se as perspetivas de desenvolvimento futuro.

2

CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA

2.1. INTRODUÇÃO

A adoção e o funcionamento de Sistemas BRT têm vindo a expandir-se pelo mundo. Atualmente, de acordo com a organização mundial BRT Data (www.brtdata.org, 2012), os corredores exclusivos para veículos de transporte coletivo transportam aproximadamente 25 milhões de passageiros por dia, em 147 cidades, e muitos outros projetos continuam a ser implementados. Este reconhecimento do sistema como uma solução viável para oferecer serviço de transporte público de alta qualidade e a custos moderados, é enfatizado pelo sucesso de implantações pioneiras, como é o caso de Curitiba (Brasil) e Bogotá (Colômbia).

O conhecimento e informação das experiências realizadas nas diversas cidades é fundamental pois, a partir da concretização prática de todos os conceitos teóricos pelo qual o sistema se rege, é possível identificar as limitações existentes para posteriormente corrigi-las, caminhando assim no sentido de aperfeiçoamento do sistema. Por outro lado, este conhecimento também permite observar e explorar quais os aspectos mais importantes que valorizam e fazem deste um sistema de sucesso mundial.

A velocidade com que este conceito tem crescido e evoluído ao longo do tempo, é também um indicativo de que a base de conhecimento acerca de algumas características do sistema se tenha expandido de forma relevante. À medida que novos projetos vão sendo implementados a experiência adquirida também aumenta, o que pode resultar num desempenho continuamente aperfeiçoado do sistema.

Neste sentido, no presente capítulo pretende-se fazer uma breve análise da evolução histórica do conceito BRT, destacando Curitiba e Bogotá como marcos desta evolução. Também serão apresentados outros exemplos de implementações já existentes que poderão servir como referência para futuros projetos.

2.2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DO CONCEITO BRT

Embora a moderna era do desenvolvimento de sistemas BRT “Bus Rapid Transit” seja creditada à abertura do sistema de Curitiba (Brasil) em 1974, a origem do conceito pode ser remontada aos anos 30, com a aplicação do Plano de Chicago, em 1937, que previa a conversão de três linhas férreas em linhas exclusivas para autocarros. Embora seja apenas um predecessor de muitos projetos BRT, a introdução de faixas exclusivas teve um papel importante no desenvolvimento do conceito.

Foi através da observação do desempenho de sistemas ferroviários de alta qualidade existentes na época, e a constante procura por soluções viáveis para melhoria do serviço de transporte público, que se estabeleceu a ideia de “Bus Rapid Transit”.

O rápido crescimento populacional que a América Latina sofreu nos anos 70, aliado à crise do petróleo, criou alguma pressão aos governos para se encontrarem soluções rápidas e económicas para melhorar o serviço de Transporte Público.

Inicialmente, Curitiba tinha como objectivo implementar um sistema com base ferroviária, mas a ausência de recursos financeiros necessitava de uma nova abordagem. Na época, Curitiba era uma cidade pequena, mas em rápida expansão, e o seu objectivo era desenvolver um plano para a cidade que poderia adequar o crescimento, mas sem a expansão e congestionamento que se começava a verificar noutras cidades brasileiras. Foi então que, em 1972 o prefeito Jaime Lerner teve a brilhante ideia de introduzir uma alternativa que visava a utilização da tecnologia dos autocarros para fornecer um serviço de alta qualidade e a custos reduzidos. O potencial deste sistema, como medida de encorajamento ao uso do Transporte Público, e o seu estrondoso sucesso fizeram com que o sistema fosse amplamente reconhecido e repercutido por muitas outras cidades.

“Sob muitos aspectos, o BRT deve sua existência à criatividade e à determinação de Jaime Lerner, ex-prefeito de Curitiba (Brasil) e ex-governador do Estado do Paraná. Curitiba foi o marco desse primeiro passo vital na compreensão de uma visão de oferta de transporte baseada no usuário.” (Ministério das Cidades, 2008)

Outras cidades tomaram a iniciativa de implementar um sistema BRT, como é o caso de Quito que, em 1994, implantou um sistema semelhante ao de Curitiba mas com a introdução de autocarros eléctricos. Em 1997, o Banco Mundial reconheceu a potencialidade deste novo sistema de transporte coletivo e financiou a primeira via exclusiva na Costa do Marfim (África) e Pittsburgh (EUA). Na década de 90, ainda foram desenvolvidos projetos e abertos sistemas em Kunming (China), Vancouver (Canadá), Miami (EUA), Brisbane (Austrália) e várias cidades em França.

No entanto, a crescente replicação dos sistemas BRT não se verificou logo a seguir à implantação do sistema de Curitiba. Foi só no final dos anos 90, com a introdução do que viria a ser uma grande rede de BRT, em Bogotá (Colômbia), que se marcou o início de uma nova fase na percepção e desenvolvimento do conceito BRT em todo o mundo.

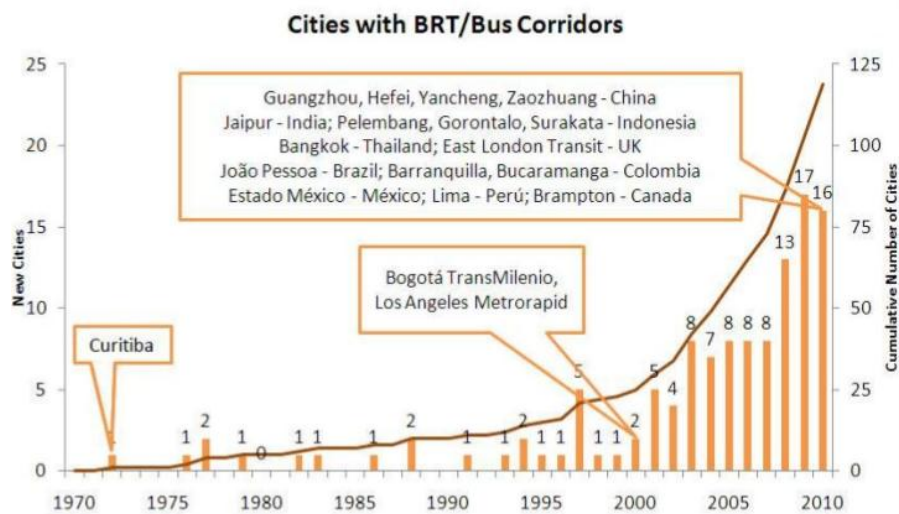


Fig. 1 – Expansão de sistemas BRT. (Hidalgo et al., 2010b)

É visível, na Fig. 1, que a crescente multiplicação dos sistemas BRT destaca-se a partir do início do séc. XXI e que tem tendência a aumentar a uma velocidade superior àquela que se verificou até à data de introdução do sistema BRT TransMilenio, em Bogotá.

Tal facto deve-se essencialmente ao potencial que este sistema demonstrou em realizar um serviço de alta capacidade e alta qualidade, mas para uma cidade com dimensões e população muito superiores às de Curitiba. Assim comprovou que a implementação de sistemas BRT também seria possível para as grandes cidades do mundo.

“Juntas, as histórias de Curitiba e Bogotá são hoje a base para que mais e mais cidades se engajem na transformação urbana conduzida pelo BRT e por um pacote de outras medidas para o transporte sustentável.” (Ministério das Cidades, 2008)

O primeiro sistema BRT da Ásia, mais precisamente em Jacarta (Indonésia), foi implantado em 2004 e, em 2005 foi inaugurado o primeiro da América do Norte, na Cidade do México.

Já em 2008, a cidade de Istambul (Turquia) adoptou um sistema BRT, Metrobüs, que alcançou velocidades médias superiores aos restantes sistemas já implantados. Para além de possuir faixas exclusivas centrais e vias completamente separadas do restante tráfego, o sistema Metrobüs de Istambul possui estações compridas, com grande espaçamento entre si, e utiliza autocarros de grande capacidade, articulados ou biarticulados, o que permite alcançar as referidas velocidades, que rondam os 40km/h. Atualmente, o sistema BRT de Istambul, transporta diariamente cerca de 600.000 passageiros ao longo de 42 km de vias segregadas e está integrado com o metro e o serviço convencional de autocarros.

Em 2010, a cidade de Guangzhou (China), implementou um sistema BRT que difere dos sistemas mais populares da América Latina uma vez que passou a operar essencialmente em serviços diretos. Esta inovação permite aos autocarros que vêm das linhas alimentadoras, menor densidade, entrar na linha troncal, maior procura, e seguir pela mesma sem efetuar conexão ou troca de veículo. (Os serviços diretos, linhas troncais e linhas alimentadoras serão explicados com maior detalhe no capítulo 4). O corredor de BRT de Guangzhou, com 22.5km, também investiu em estações longas com faixa de ultrapassagem e incorpora várias linhas diretas na mesma infraestrutura. Atualmente, este sistema transporta um elevado número de passageiros, 800.000 por dia, facto que se deve em grande parte à enorme concentração de diversas atividades e densidade urbana, nas redondezas do corredor, e que resulta numa alta rotatividade de passageiros e numa operação, em condições próximas às de pico, por cerca de 14 horas ao dia. Adicionalmente foram incluídos no projeto 5500 lugares de estacionamento para bicicletas, ciclovias ao longo do corredor e a possibilidade de integração com duas linhas diferentes de metro.

2.3. EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DE SUCESSO

2.3.1. “REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE” (RIT) – CURITIBA (BRASIL)

Como uma das bases do planeamento proposto pelo Plano Diretor de Curitiba, foi implementado o sistema de transporte coletivo integrado ao sistema viário e ao uso do solo. Foi em 1974 que entraram em funcionamento os primeiros 20 km de vias exclusivas onde transitavam autocarros expressos, que se destacavam pela sua cor vermelha, e que possuíam paragens a cada 400 metros com infraestrutura diferenciada. Na época, aproximadamente 1.9 milhões de pessoas, por mês, utilizavam este novo sistema de transporte.

Em 1979 surge a linha Interbairros, que opera com veículos verdes, *standard* ou articulados, e que efetua ligação entre os diversos bairros e estações, sem passar pelo centro da cidade.

A partir de 1980 passou a utilizar-se uma tarifa única que refletia o custo global de todo o sistema, passando as linhas menos extensas a subsidiar as linhas de maior extensão. A implantação desta tarifa mostrou-se bastante vantajosa pois, para além de ser socialmente mais justa e incentivar a população a utilizar o transporte colectivo, também facilitou a implantação da integração tarifária entre as várias linhas.

Ainda na década de 80 é adoptado o conceito de Rede Integrada de Transporte (RIT), consolidado pela implantação da passagem única que permitiu a integração físico-tarifária entre as linhas existentes. Este processo ocorre a partir de Interfaces onde o utilizador pode fazer a troca de linha, dentro desse espaço, mas sem um novo pagamento.

No ano de 1980 verificava-se uma poupança de 46% nos combustíveis e uma redução de 21% no custo por passageiro transportado. Tal facto deveu-se à introdução de autocarros articulados que permitiram aumentar a capacidade para cerca de 170 pessoas por veículo.

Em 1986, as empresas operadoras passaram a ser remuneradas pelo número de km que efetuavam, ou seja, passaram a receber pelo serviço que efetivamente prestavam e não diretamente pelo número de passageiros transportados.

Em 1987, a Rede Integrada de Transporte de Curitiba transportava diariamente cerca de 500 mil passageiros. No início da década de 90, já existiam 230 linhas em todo o sistema, das quais 80 eram linhas alimentadoras que permitiam aos utilizadores deslocar-se pelos 5 eixos que irradiavam do centro da cidade (Fig. 2). As referidas linhas alimentadoras estabelecem a ligação entre os terminais e os bairros da região através de veículos normalmente com menores dimensões do que os que circulam nas linhas principais, nomeadamente mini bus, *standard* ou articulado.

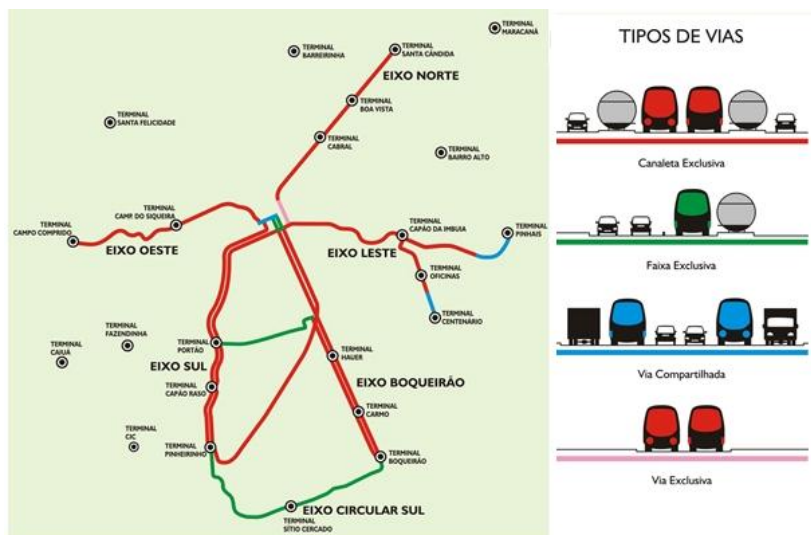


Fig.2 – Estruturação viária da Rede Integrada de Transporte, Curitiba. (<http://www.urbs.curitiba.pr.gov.br>, 2012)

Em 1991 foram implantadas as estações denominadas por “tubo”. Com um *design* modernista, plataforma elevada e coberta, a operação de entrada e saída de passageiros passou a ser efectuada de forma mais rápida, controlada e segura.

Adicionalmente existem pequenos elevadores e rampas para acesso às estações “tubo”, bem como sinalização clara, o que facilita a acessibilidade dos usuários, com especial destaque para pessoas de mobilidade reduzida (Fig. 3). Foi ainda introduzido o SITES (Sistema Integrado de Transporte do Ensino Especial), que consiste numa linha especial que transporta os estudantes com deficiências físicas e ou/mentais, sem custos para os mesmos.



Fig.3 – Estação “tubo” de Curitiba. (<http://ippucweb.ippuc.org.br>, 2012)

Ainda neste mesmo ano foram criadas as linhas diretas, servidas por veículos do tipo *standard*, identificados pela sua cor cinza, que passaram a interligar as Interfaces sem efetuar paragens intermédias a uma distância média de 3km. Esta inovação no transporte coletivo permitiu aumentar a velocidade comercial, facilitar as integrações, criar novos percursos e novas opções, mas a principal vantagem passa pela economia do tempo de viagem para os passageiros. As referidas linhas diretas atraíram muitos utilizadores do transporte individual que passaram a utilizar o novo sistema e, devido à sua popularidade, foram apelidados de “ligeirinhos”.

Posteriormente, em 1992, para aumentar a capacidade da operação do sistema foram introduzidos autocarros biarticulados para substituir os utilizados nas Linhas Expresso. Estes veículos apresentam como características principais a sua elevada capacidade, cerca de 230 a 250 pessoas, agilidade, conforto e segurança na operação de entrada e saída de passageiros, facilitadas pela existência das estações “tubo” que permitem o acesso de nível. O resultado da introdução destes autocarros de grande capacidade passa pela melhoria da qualidade do serviço prestado, com um menor custo operacional, e garantia das condições de operação necessárias para atender à procura prevista dos próximos anos. Atualmente, os Biarticulados operam com intervalos de dois minutos, prevendo-se atingir intervalos de um minuto e uma capacidade de 180 000 passageiros por hora.

Para continuar a elevar o desempenho do sistema foram introduzidas algumas melhorias, nos veículos, ao nível do sistema de aviso das paragens. Através de um sistema automático de voz que é acionado ao sair da estação-tubo, os passageiros são informados relativamente ao próximo ponto de paragem e qual a porta pela qual devem desembarcar.

Em 1996, a Rede Integrada de Transporte (RIT) expandiu-se para toda a Região Metropolitana.

Em 2005 a tarifa diminuiu e foi criada uma tarifa especial para os domingos, com vista a garantir o convívio social e lazer às famílias mais necessitadas. Em 2009, foi introduzida a Linha Verde e a primeira Linha Expresso Direta.

Recentemente, em 2011, Curitiba introduziu um novo veículo biarticulado ao seu sistema de transporte. Foi lançado o maior autocarro do mundo: com 28 metros de comprimento e capacidade até 270 pessoas. Denominado de “Ligeirão Azul”, este moderno veículo é mais confortável e seguro, tem janelas panorâmicas, GPS, *design* inovador e são abastecidos apenas com biocombustível, feito à base de soja, o que permitiu reduzir em cerca de 50% a emissão de poluentes. Outro grande destaque deste ano foi a renovação de mais de 30% da frota existente, com a entrada de 557 veículos com o mesmo *design* dos novos veículos biarticulados e combustíveis menos poluentes.

Atualmente o sistema BRT de Curitiba é utilizado diariamente por cerca de 505 000 passageiros, numa cidade com aproximadamente 1 800 habitantes, ao longo de 81 km distribuídos nos 6 corredores próprios, atingindo uma velocidade média de 21km/h (Quadro 1). No entanto, considerando que o sistema “RIT” também abrange os municípios da Região Metropolitana, verifica-se que no total existem 14 cidades que se interligam pela extensa rede de linhas do sistema (355), proporcionando uma ampla mobilidade a mais de 2 milhões de pessoas, diariamente. Além disto, a Rede Integrada de Transporte de Curitiba compreende uma frota de 1920 autocarros e é responsável pelo emprego direto de aproximadamente 15 mil pessoas, nomeadamente motoristas, fiscais, mecânicos, entre outros.

Quadro 1 – Indicadores do sistema BRT de Curitiba (RIT). (BRTdata.org, Novembro 2012)

| Nome do sistema | População (habitantes) | Número de corredores | Extensão (Km) | Procura (passageiros por dia) | Velocidade Média (Km/h) | Número de estações |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| RIT | 1 746 896 | 6 | 81 | 505 000 | 21 | 113 |

Foi este contínuo processo em busca de novas ideias para melhorar o desempenho e qualidade do sistema de transporte público, que foi possível a aplicação de quase todos os componentes de um sistema BRT e, por esta razão, Curitiba continua a ser considerado um exemplo de renome e influência a nível mundial.

2.3.2. “TRANSMILENIO” – BOGOTÁ (COLÔMBIA)

Até à data de implementação do sistema TransMilenio, Bogotá sofria um complexo problema de mobilidade. A utilização de mini bus, que operavam independentemente, traduzia-se em tempos de viagem excessivos, elevados níveis de acidentes e poluição, resultando num serviço caótico e sem identidade.

Foi o então prefeito Enrique Peñalosa, inspirado em Curitiba, que decidiu intervir e estabelecer a mobilidade como principal prioridade de Bogotá. Foi criado o Plano de Desenvolvimento – “Por la Bogotá que Queremos” que previa, para além de implementar medidas de prioridade ao sistema de transporte público coletivo, introduzir um conjunto de ambiciosas estratégias para desestimular o uso do automóvel e promover os modos não motorizados, como a bicicleta.

Com o apoio financeiro do Governo Nacional e a participação do sector privado, o sistema de transporte público foi desenvolvido em apenas três anos, sendo inaugurado no ano de 2000.

Atualmente, o TransMilenio é o sistema BRT com maior nível de procura e maior capacidade no mundo. É responsável por uma média de viagens de cerca de 1 800 000 pessoas por dia, sendo capaz de transportar cerca de 45 000 passageiros por hora, em hora de ponta e no sentido mais carregado.

Com estes valores, a capacidade que o sistema BRT atinge consegue rivalizar e até superar alguns sistemas de metro existentes.

O sistema é constituído por 8 corredores próprios, totalizando uma extensão de 106 km, 135 estações (Quadro 2) e é composto por uma frota de aproximadamente 1800 autocarros, incluindo articulados e biarticulados.

Quadro 2 – Indicadores do sistema BRT TransMilenio, Bogotá. (BRTdata.org, Novembro 2012)

| Nome do sistema | População (habitantes) | Número de corredores | Extensão (Km) | Procura (passageiros por dia) | Velocidade Média (Km/h) | Número de estações |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| TransMilenio | 7 363 782 | 8 | 106 | 1 800 000 | 27 | 135 |

Os altos níveis de desempenho atingidos pelo sistema, incluindo uma velocidade média de 27 km/h, são resultado da criação de estações maiores com várias plataformas de embarque de nível, pagamento antecipado do bilhete, via de ultrapassagem nas estações e corredores com duas vias exclusivas, possibilitando a combinação de serviços expressos e locais.

Para além disto, verificou-se que após a implementação do TransMilenio, as taxas de acidentes diminuíram 90% e que são emitidos cinco vezes menos poluentes no ar. Além de ser mais seguro, evita anualmente uma emissão de 366 666 toneladas de CO₂.

Simultaneamente foram implementadas medidas complementares de apoio ao uso do transporte público e à restrição ao carro, tais como: inclusão de 300 km de novas ciclovias, melhorias no espaço público, corte de 120 km de rodovias destinadas ao tráfego automóvel, restrições de estacionamento, entre outras.

Por fim, o sistema TransMilenio também trouxe benefícios económicos e sociais para a cidade uma vez que, os sectores de comércio e residenciais, nas áreas adjacentes aos corredores próprios, passaram a ser mais atrativas, cativando um maior número de pessoas para essas áreas.

2.3.3. “METROBÚS” – CIDADE DO MÉXICO (MÉXICO)

Foi em 2005 que se inaugurou a primeira linha do sistema Metrobús, na Cidade do México. O projeto iniciou-se em 2002, teve como inspiração os sistemas de Curitiba e Bogotá e contou com o financiamento do Banco Mundial.

O sistema rapidamente se expandiu e, em Abril de 2012, entrou em funcionamento a linha 4, com 28 km de extensão que atravessam o centro histórico da cidade. Para além do sistema Metrobús, a Cidade do México possui 12 linhas de metro e uma linha de comboio suburbano, onde é possível fazer a conexão para as linhas do BRT.

A introdução do sistema Metrobús modernizou o transporte público da cidade e trouxe benefícios tanto para os seus usuários como para a população em geral. Este facto traduziu-se num aumento da qualidade de vida dos seus cidadãos e em melhorias significativas do ponto de vista ambiental.

Antes da inauguração deste sistema, a população apenas possuía autocarros pequenos, inseguros e com altos níveis de poluição.

Do ponto de vista dos utilizadores do transporte público, o Metrobús possibilita maior cobertura, segurança, rapidez e acessibilidade. Para tal, a infraestrutura inclui:

- Estações com embarque de nível, permitindo o acesso ao autocarro de forma mais rápida e segura e contribui para a acessibilidade de pessoas com mobilidade reduzida;
- Faixas exclusivas para os autocarros, aumentando a velocidade da viagem;
- Rampas, elevadores de acesso à plataforma, portas especiais e espaços exclusivos nos autocarros para portadores de cadeiras de roda, semáforos sonoros, placas em Braille e anúncios luminosos e auditivos para as portas;
- Sistema para pagamento antecipado, aumentando a rapidez de embarque.

Para além disto, os veículos são controlados por um centro de operações que permite analisar, em tempo real, a localização dos mesmos. É também permitido transportar bicicletas dentro dos veículos do Metrobús, iniciativa que pretende incentivar a utilização do sistema a um maior número de pessoas.

Do ponto de vista da população em geral, passaram a existir melhorias ao nível da imagem e recuperação de espaços públicos, ordenamento do território e modernização dos semáforos e cruzamentos pedonais. Ainda, por forma a melhorar a qualidade e rapidez dos serviços de emergência, foi permitido o acesso desses veículos (ambulâncias, carros de bombeiros, entre outros) às faixas exclusivas do sistema Metrobús.

Adicionalmente foram substituídos os veículos antigos por novos autocarros articulados e biarticulados (Fig. 4) que utilizam combustível de baixas emissões, factor que trouxe claras melhorias do ponto de vista ambiental. Com a introdução do sistema Metrobús, verificou-se uma redução de aproximadamente 100 000 ton/ano de emissões de CO₂ e cerca de 30% do número de acidentes viários, diminuição de contaminações e recuperação de espaços verdes e recreativos.



Fig. 4 – Veículos do sistema Metrobús, Cidade do México. (<http://brt.mercedes-benz.com>, 2012)

Diariamente, cerca de 755 000 pessoas utilizam o sistema Metrobús, das quais mais de 5% utilizavam o carro como meio de transporte anteriormente. O sistema é constituído por 4 corredores próprios que totalizam 94 km, possui 147 estações e apresenta uma velocidade comercial de cerca de 19,5 km/h (Quadro 3).

Quadro 3 – Indicadores do sistema Metrobús, Cidade do México. (BRTdata.org, Novembro 2012)

| Nome do sistema | População (habitantes DF*) | Número de corredores | Extensão (Km) | Procura (passageiros por dia) | Velocidade Média (Km/h) | Número de estações |
|-----------------|----------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Metrobús | 8 851 080 | 4 | 95 | 755 000 | 19.5 | 147 |

*Distrito Federal (México)

2.3.4. “ORANGE LINE” – LOS ANGELES, CALIFORNIA (EUA)

O “Metro Orange Line”, também inaugurado em 2005, é um sistema BRT agenciado pela Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority (Metro) e que faz conexão com a linha de metro “Red Line”.

O sistema “Orange Line” pode ser considerado um exemplo de superação das expectativas previstas a curto prazo. Em Maio de 2006, sete meses após a inauguração do sistema, foram atingidas as metas estipuladas para 15 anos, obtendo-se uma média de 22 mil utilizadores por dia, quando se previam entre 5 a 7,5 mil passageiros por dia. Isto significou uma mudança drástica da procura existente pelo meio de transporte individual para o público coletivo, que resultou em mais do dobro do número de utentes da “Orange Line” em relação ao metro, e praticamente se triplicou o desempenho das linhas de serviços convencionais de autocarros.

A introdução deste sistema causou um verdadeiro impacto na qualidade de vida das pessoas que necessitam de se deslocar diariamente na cidade. Uma viagem que demorava aproximadamente 80 minutos passou a ser realizada entre cerca de 44 a 52 minutos, economia de quase uma hora, considerando viagem de ida e volta. Verificou-se também uma boa integração do sistema, visto que a maioria dos utilizadores chegavam à estação de BRT via transporte público coletivo, de bicicleta ou a pé.

Numa cidade como Los Angeles, onde a imagem é bastante importante, conseguir tornar os autocarros numa alternativa atraente em relação ao carro, torna-se um objetivo claramente ambicioso e difícil. No entanto, com a aplicação das melhores práticas dos sistemas BRT já implementados, e com a introdução de algumas ideias inovadoras, foi possível melhorar a qualidade de vida dos utilizadores de transporte público, bem como dos moradores de Los Angeles, em especial nas áreas adjacentes à linha.

Entre as medidas aplicadas ao sistema, destacam-se:

- Faixas segregadas do restante tráfego;
- Sistema de pagamento de tarifa antecipado;
- Prioridade nos semáforos e cruzamentos;
- Autocarros articulados com design inovador;
- Inclusão de uma ciclovia e passeio para peões, ao longo de quase todo o corredor BRT;
- Estacionamento para bicicletas nas estações, bem como espaço no veículo para as transportar.

Este crescente sucesso tornou-se um desafio constante na procura de soluções para conseguir transportar cada vez mais passageiros. Entre estas soluções encontra-se a adoção de veículos mais longos, bem como a extensão da linha que, segundo a pesquisa efetuada, já entrou em operação. A referida expansão inclui mais 6.4 km de faixas exclusivas e 4 estações.

Assim, o sistema “Orange Line” apresenta um corredor com 28,4 km de extensão, 18 estações e uma velocidade comercial alta, atingindo aproximadamente 32 km/h (Quadro 4). O sistema BRT de Los Angeles transporta atualmente cerca de 27 000 pessoas por dia.

Quadro 4 – Indicadores do sistema BRT “Orange Line”, Los Angeles. (Adaptado BRTdata.org, Novembro 2012)

| Nome do sistema | População (habitantes) | Número de corredores | Extensão (Km) | Procura (passageiros por dia) | Velocidade Média (Km/h) | Número de estações |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Orange Line | 3 792 621 | 1 | 28.4 | 26 83 | 32 | 18 |

2.3.5. “HEALTHLINE” – CLEVELAND (EUA)

Inspirado em Curitiba e inaugurado em 2009, o BRT de Cleveland foi classificado recentemente como o melhor sistema BRT da América do Norte. O projeto da “HealthLine”, operado pela agência RTA (Regional Transit Authority), previa a concretização das seguintes metas:

- Resolver os problemas de transporte de Cleveland, fornecendo um serviço mais eficaz para os usuários;
- Promover o desenvolvimento económico, a longo prazo, na avenida Euclide e arredores;
- Melhorar a qualidade de vida para a população que frequenta o corredor da “HealthLine” (turistas, moradores ou trabalhadores) e áreas adjacentes.

Neste sentido, a linha de BRT de Cleveland foi implantada ao longo da Avenida Euclide com uma extensão de 12 km, que interliga o centro cultural, instituições de educação, Hospital e principais centros de trabalho da cidade. Após seis meses da implantação deste sistema, verificou-se um índice geral de aprovação de 90% e, três anos depois, o número de passageiros de transporte colectivo sofreu um crescimento de mais de 60% relativamente ao serviço convencional de autocarros que servia anteriormente.

A “HealthLine” possibilitou aos utilizadores do sistema uma redução significativa dos tempos de viagem, através da aplicação de algumas características mais eficazes dos sistemas BRT, tais como: vias exclusivas para os veículos de transporte público, embarque de nível e pagamento antecipado da tarifa.

Para além disto, as estações estão equipadas com máquinas de venda, lugares sentados, quiosques, informação em tempo real, sinalização e iluminação durante 24 horas. Os veículos incluem GPS, câmaras de segurança, informação visual e auditiva, várias portas para embarque e utilizam combustíveis menos poluentes.

Cleveland comprovou que um sistema BRT, quando bem planeado, pode ter impactos positivos numa cidade inteira e estimular o seu desenvolvimento económico. Neste caso, o investimento foi de cerca de US\$4,3 bilhões para a revitalização de edifícios antigos em habitações e centros comerciais, expansão da Universidade, museu e infraestrutura hospitalar. Ainda, foram plantadas cerca de 1500 árvores nas áreas adjacentes à “HealthLine” e incluídas algumas peças de arte ao longo do corredor e nas estações, por forma a proporcionar o percurso com uma paisagem mais agradável e transformar a cidade num espaço aprazível a todos.

Com isto, a cidade começou a revitalizar-se e, devido à acessibilidade ao sistema BRT, as pessoas voltaram a morar no centro da cidade. Atualmente, cerca de 15 000 pessoas utilizam diariamente a “HealthLine”, ao longo de um corredor próprio com 12 km de extensão que possui 36 estações (Quadro 5). O sistema é composto por uma frota de 21 veículos que circulam a uma velocidade comercial de aproximadamente 19 km/h.

Quadro 5 – Indicadores do sistema BRT “HealthLine”, Cleveland. (BRTdata.org., Novembro 2012)

| Nome do sistema | População (habitantes) | Número de corredores | Extensão (Km) | Procura (passageiros por dia) | Velocidade Média (Km/h) | Número de estações |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| HealthLine | 396 815 | 1 | 12 | 15 000 | 19,2 | 36 |

2.3.6. “METROPLÚS” – MEDELLÍN (COLÔMBIA)

A primeira linha BRT de Medellín foi inaugurada recentemente, em Dezembro de 2011 e parte das obras ainda continuam a decorrer. O projeto iniciou-se em 2002, em 2005 foi agenciado pela empresa Metroplús S.A., que realizou pesquisas de avaliação com o apoio da assessoria técnica da empresa TransMilenio, responsável pelo sistema de Bogotá, entre 2006 e 2008.

O projeto parte de uma proposta para reorganização do transporte público coletivo da região do Valle de Aburrá (Medellín e região Metropolitana), e o principal objetivo passa pela integração físico-tarifária com o metro de Medellín e as linhas alimentadoras, com vista a atender de forma eficiente, segura, económica e sustentável, as necessidades presentes e futuras da população.

Para responder de forma eficaz aos objetivos definidos pretende-se:

- Infraestrutura especializada para os veículos (vais exclusivas, garagens e parques de estacionamento);
- Infraestrutura especializada para os utilizadores (estações, estações de integração com o sistema de Metro, estações de transferência, pontes pedonais, semaforização nos cruzamentos, mecanismos para pessoas com mobilidade reduzida e problemas visuais);
- Programação e controlo através de um centro de controlo operacional;
- Prioridade nas intersecções semaforizadas;
- Veículos desenhados para fornecer um bom serviço de transporte colectivo de passageiros e boas condições de acessibilidade, em especial para pessoas com mobilidade reduzida;
- Veículos concebidos para utilização de combustíveis mais limpos, para diminuir as emissões poluentes.

Com isto, a introdução do sistema BRT trouxe benefícios tanto sociais como económicos e ambientais, para a cidade de Medellín. Entre estes, destaca-se:

- Melhorias na qualidade do serviço de transporte público na região, em especial nas zonas não cobertas pelo Metro;
- Diminuição dos tempos de viagem para os utilizadores do transporte público;
- Diminuição dos tempos de paragem dos veículos, paragens a cada 500 metros com dois serviços diferentes (Expresso- faz paragem apenas nos locais de maior procura, e Local- faz paragem em todas as estações);
- Melhorias nas condições ambientais, através da utilização de Gás Natural nos veículos;
- Redução nos custos de operação do serviço de transporte coletivo;
- Integração tarifária - Tarifa única, pré-paga, que possibilita a utilização do Metro, linhas alimentadoras e Metroplús com maior economia no custo total das viagens;
- Acessibilidade para pessoas de mobilidade reduzida em 100% dos veículos;
- Redução do número de acidentes viários e pedonais;
- Criação de 4.600 empregos temporários diretos e 6.400 indiretos;
- Criação de espaços públicos mais ordenados e melhores áreas urbanísticas para a cidade.

Com todos estes benefícios, percebe-se que a implantação do sistema BRT contribuiu para o desenvolvimento económico, cultural, social, ambiental e urbanístico da região. Atualmente, cerca de 39 000 passageiros utilizam o sistema “HealthLine” que possui 21 estações espaçadas de cerca de 600 m, ao longo dos seus 12.5 km de corredor (Quadro 6). A velocidade comercial aproxima-se dos 16 km/h.

Quadro 6 – Indicadores do sistema BRT “Metroplús”, Medellín. (BRTdata.org, Novembro 2012)

| Nome do sistema | População (habitantes) | Número de corredores | Extensão (Km) | Procura (passageiros por dia) | Velocidade Média (Km/h) | Número de estações |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Metroplús | 2 223 078 | 1 | 12,5 | 39 000 | 16 | 21 |

Apesar de todas estas características, um dos aspectos mais interessantes no Metroplús passa pela exemplar estratégia de marketing e comunicação levada a cabo pela empresa agenciadora e que permitiu fortalecer a relação da comunidade com o projeto do novo sistema de transporte. O objetivo principal da empresa visava contribuir para o fortalecimento das redes sociais e promover a responsabilidade social na comunidade que vai beneficiar do sistema BRT. Com isto pretende-se analisar quais os impactos que a obra terá diretamente na comunidade e para posteriormente se poderem introduzir estratégias de melhoramento no sistema.

A empresa Metroplús S.A. disponibiliza um *website* com dados sobre as operações do sistema, balanços financeiros e impactos sociais e ambientais a cada etapa do BRT, bem como promove campanhas de comunicação através das redes sociais, newsletters, campanhas publicitárias, assessoria de imprensa e, especialmente, a participação ativa da comunidade. Como exemplo, uma vez que o projeto previa a plantação de cerca de 2500 árvores, esta responsabilidade passou para cerca de 250 pessoas (moradores ou trabalhadores da região) que ficaram encarregues de as plantar e as cuidar. Esta iniciativa estimula e fortifica a relação da comunidade com o sistema Metroplús, para além de introduzir melhorias nos espaços urbanos adjacentes ao corredor BRT.

2.4. SISTEMAS BRT NO MUNDO

Com base nos dados presentes no BRTdata.org, apresenta-se, no quadro 7, o panorama atual de sistemas BRT implementados no mundo. Verifica-se que, aproximadamente 24.5 milhões de passageiros utilizam, diariamente, sistemas BRT desenvolvidos em 147 cidades, totalizando uma extensão de cerca de 4000 km.

Quadro 7 – Sistemas BRT implementados no Mundo. (BRTdata.org, Dezembro 2012)

| | Número de cidades | Extensão (KM) | Passageiros/dia |
|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| África | 3 | 62 | 238.000 |
| Ásia | 25 | 882 | 6.438.622 |
| Europa | 42 | 636 | 936.970 |
| América Latina | 50 | 1250 | 15.693.911 |
| América do Norte | 20 | 585 | 849.286 |
| Oceania | 7 | 326 | 327.074 |
| TOTAL | 147 | 3741 | 24.483.863 |

Como se pode verificar no quadro 7, a América Latina apresenta um maior número de cidades com sistemas BRT, maior extensão de vias exclusivas para transporte público e um número muito significativo de passageiros transportados diariamente. Uma vez que se tratam de cidades maiores e com elevados níveis de população, além de existirem menos opções ao nível de transporte público, a solução de implementar um sistema BRT tem-se intensificado nos países em desenvolvimento.

A popularidade do sistema BRT nas cidades latino americanas pode ser explicada essencialmente pelo baixo custo e rapidez de implementação, relativamente a outros modos de transporte público coletivo. Tendo em conta que estas cidades normalmente apresentam grandes debilidades ao nível da mobilidade urbana, a necessidade de uma solução imediata torna-se urgente.

Entretanto, no contexto dos países mais desenvolvidos, nomeadamente Europeus e Norte Americanos, também se verifica uma elevada e crescente adesão aos sistemas BRT. Embora estas cidades geralmente apresentem menores densidades populacionais e mais opções de transporte, a escolha por sistemas BRT não deixa de ser opção. No decorrer do próximo capítulo serão abordadas com maior detalhe as características que fazem deste modo de transporte público coletivo uma opção viável tanto para as cidades dos países em desenvolvimento como desenvolvidos.

3

CARACTERIZAÇÃO DE SISTEMAS BRT - BUS RAPID TRANSIT

3.1. INTRODUÇÃO

Apesar da crescente multiplicação de sistemas BRT em todo o mundo e do desenvolvimento prático que se tem verificado nos últimos anos, ainda é perceptível alguma falta de consenso que existe em relação ao conceito. Esta carência na compreensão do impacto que os elementos de projeto têm no desempenho deste novo sistema e a dificuldade de definição precisa de BRT, deve-se essencialmente à sua grande flexibilidade e à ampla variedade dos sistemas existentes. Isto resulta do facto de cada cidade apresentar distintas condicionantes (recursos financeiros, preferências locais e culturais, densidade populacional, restrições físicas, etc) que ditam até que ponto os atributos de um sistema BRT devem ou não ser desenvolvidos. Desta forma, é possível criar uma vasta gama de possibilidades, de acordo com as circunstâncias locais, ao invés de apresentar um conjunto fixo de qualidades.

Neste sentido, o presente capítulo reveste-se de especial interesse uma vez que pretende dar uma perspectiva ampla das características que fazem parte de um sistema BRT completo. Só após o verdadeiro entendimento das mesmas, é possível posteriormente seleccioná-las e adequá-las às circunstâncias locais.

Para além das características referidas, pretende-se definir o conceito BRT e fazer uma análise comparativa com os restantes modos de transporte público, nomeadamente metro, serviço convencional de autocarros e metro ligeiro ou LRT (“Light Rail Transit”). Com isto pretende-se esclarecer quais os aspectos e diferenças mais relevantes que tornam este sistema numa alternativa viável para qualificar o serviço de transporte coletivo.

3.2. DEFINIÇÃO DO CONCEITO BRT “BUS RAPID TRANSIT”

O BRT “Bus Rapid Transit” é um sistema de transporte coletivo que utiliza autocarros e os faz circular em faixas ou vias exclusivas, com o objectivo de promover um serviço rápido, eficaz, confortável e a custos moderados. Basicamente, um sistema BRT incorpora as melhores características de desempenho de modernos sistemas ferroviários e concilia-as com a flexibilidade do sistema de veículos de transporte coletivo rodoviário. Desta forma, torna-se um sistema integrado designado para melhorar a velocidade, confiabilidade e identidade do sistema convencional de autocarros, mas com custos acessíveis à grande maioria das cidades.

O BRT Planning Guide – ITDP, 2007 apresenta, de acordo com alguns especialistas, as seguintes definições do conceito BRT:

- “It is a high quality public transport system, oriented to the user that offers fast, comfortable and low cost urban mobility” – Lloyd Wright, (2003).
 - “Um modo de transporte público de alta qualidade, orientado para o utilizador, que realiza mobilidade urbana rápida, confortável e de custo eficiente.”
- BRT is “a rapid mode of transportation that can combine the quality of rail transit and the flexibility of buses” - Thomas, (2001).
 - “Um modo de transporte rápido que consegue combinar a qualidade dos transportes ferroviários e a flexibilidade dos autocarros.”
- BRT is “a flexible, rubber-tired rapid-transit mode that combines stations, vehicles, services, running ways, and Intelligent Transportation System (ITS) elements into an integrated system with a strong positive identity that evokes a unique image.”- Levinson et al., (2003).
 - “BRT é um modo de transporte público sobre pneus, rápido e flexível, que combina estações, veículos, serviços, vias e elementos de um sistema inteligente de transporte (ITS) num sistema integrado com uma forte identidade positiva que evoca uma imagem única.”

A maior particularidade de um sistema BRT reside na inicial R, do inglês *Rapid*, que pressupõe um serviço de transporte público mais eficaz, com menores tempos de espera para os utilizadores e maior rapidez nos deslocamentos. Isto requer um serviço frequente e constante, velocidades operacionais elevadas e alta capacidade.

Para tal, os elementos que constituem um sistema BRT devem possuir um nível de qualidade muito além do conhecido nos serviços convencionais de autocarros e, através da análise pormenorizada de cada um deles, torna-se possível definir mais detalhadamente o sistema. Deste modo, destacam-se algumas características presentes na maioria dos sistemas BRT implementados com sucesso:

- Corredores exclusivos ou com prioridade ao transporte coletivo;
- Entrada e saída de passageiros de nível;
- Sistemas tarifários de pré-pagamento e integrados;
- Veículos de alta capacidade, modernos e com tecnologias mais limpas;
- Transbordos facilitados;
- Programação e controle rigorosos da operação;
- Sinalização e informação aos utentes.

No entanto, nem todos os elementos podem ser precisos ou exequíveis dentro de determinado cenário, uma vez que são as circunstâncias locais que o ditarão. Para cidades mais pequenas ou com maiores restrições financeiras, o tipo de sistema mais apropriado poderá não conter todos os requisitos e ser, igualmente, uma solução viável.

Segundo o Manual de BRT- Guia de planeamento (2008), o que qualifica um sistema BRT não é apenas a totalidade das características quantitativas e de factores como a capacidade, velocidade e tamanho da rede, mas também os elementos de natureza qualitativa. Estes elementos podem incluir: facilidade de acesso ao sistema, conforto nas estações e autocarros, percepção de proteção e segurança, legibilidade e compreensão de mapas e placas, cordialidade dos funcionários e motoristas, amplo reconhecimento do nome e imagem do sistema, limpeza e profissionalismo em todo o serviço.

Sendo assim, a existência de uma vasta gama de opções disponíveis para cada elemento do BRT e o facto de estas serem adaptadas às circunstâncias locais, faz com que exista uma variedade enorme destes sistemas. O Manual de BRT faz ainda uma abordagem em níveis, para definir o conceito, sendo que o BRT “Completo” ficará no nível mais alto, apresentando muitas semelhanças com os sistemas de metro. Sendo assim, apresentam-se de seguida as características mínimas para definir cada um destes níveis:

- BRT “leve”:
 - Existe alguma forma de prioridade, mas não vias totalmente segregadas;
 - Melhores tempos de viagem;
 - Paragens com mais qualidade;
 - Tecnologia veicular de baixas emissões;
 - Identidade de mercado.

- BRT:
 - Vias segregadas;
 - Cobrança externa ao veículo;
 - Estações com melhor qualidade;
 - Tecnologia veicular de baixas emissões;
 - Identidade de mercado.

- BRT “Completo”:
 - Vias segregadas ou faixas exclusivas na maioria da extensão do sistema troncal/corredores centrais da cidade;
 - Vias para autocarros localizadas nas faixas centrais;
 - Existência de uma rede integrada de linhas e corredores;
 - Estações modernas, confortáveis, seguras, abrigadas e com acessibilidade;
 - Acesso de nível entre a plataforma da estação e o veículo;
 - Interfaces e estações de transferência para facilitar a integração física entre linhas troncais, serviços alimentadores e outros sistemas de transporte coletivo;
 - Cobrança e controle de tarifas antes do embarque;
 - Integração física e tarifária entre linhas, corredores e serviços alimentadores;
 - Distinta identidade de mercado;
 - Entrada no sistema restrita a operadores prescritos, com uma estrutura administrativa e de negócios renovada.

3.3. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Após definição do conceito, pretende-se neste ponto realizar uma análise mais detalhada aos principais elementos constituintes de um sistema *Bus Rapid Transit* (Fig. 5) bem como apresentar qual a influência de cada um deles no desempenho do sistema.

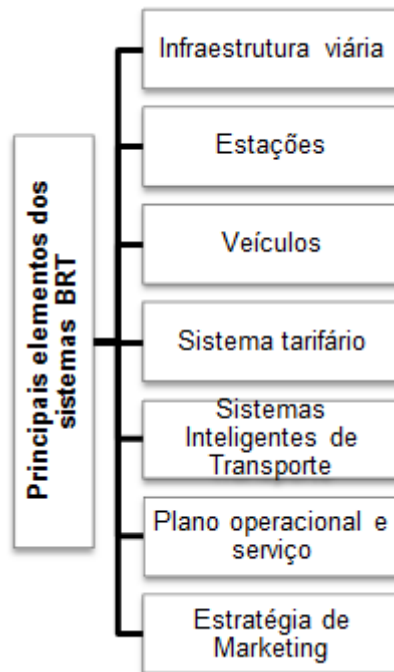


Fig. 5 – Principais elementos dos sistemas BRT.

Na Figura 6 ilustra-se a área de uma estação do sistema BRT “Macrobus” onde se evidenciam alguns elementos essenciais ao bom desempenho e qualidade do serviço de transporte público. Os referidos elementos consistem em vias segregadas para os veículos de TP, centro de controlo operacional, veículos grandes com várias portas largas, imagem distinta e estações com sistemas de pré-pagamento e embarque de nível.

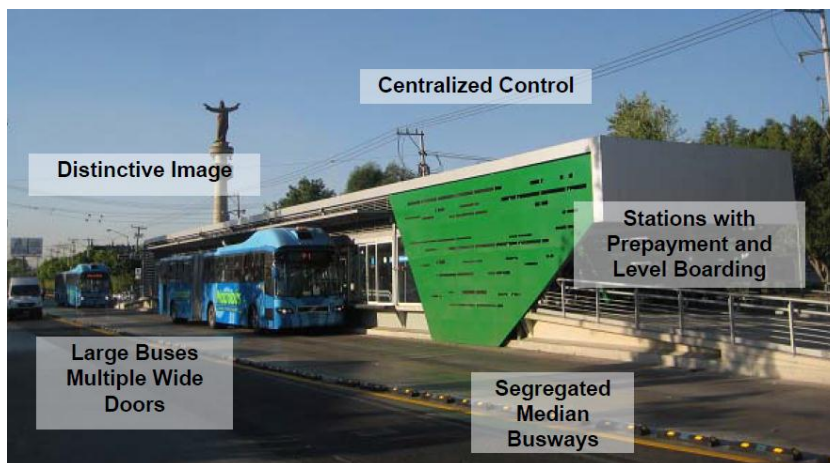


Fig. 6 – Componentes do sistema BRT, “Macrobus” Guadalajara, México. (EMBARQ)

3.3.1. INFRAESTRUTURA VIÁRIA

Uma vez que a infraestrutura viária define onde vão circular os veículos de transporte público rodoviário, a forma como esta é incorporada ao sistema BRT terá um papel determinante no seu desempenho. Neste sentido, o tipo de infraestrutura viária utilizado apresenta-se como um elemento de maior importância na definição do sistema, mas também representa a parcela de custos mais significativa de todo o sistema BRT.

As características de infraestrutura viária dividem-se essencialmente no tipo de vias, no tipo de marcação das mesmas e na opção por um sistema de guias automático.

Relativamente ao tipo de vias de um sistema BRT, este varia consoante o grau de separação da superfície viária e o nível de segregação lateral. Assim, os veículos podem operar em vias exclusivas com ou sem segregação física, vias totalmente dedicadas aos autocarros ou, vias com tráfego misto. Importa aqui fazer a distinção entre faixas e vias exclusivas.

- **Vias exclusivas**

São superfícies viárias reservadas para VTP que não são segregadas fisicamente na faixa. Para que estas se distingam do restante tráfego, são utilizados pavimentos pintados com diferentes tonalidades, sinalização ou demarcação. No entanto, ainda é possível trocar de via ou mesmo compartilhá-la com outros veículos, como por exemplo ambulâncias ou táxis.



Fig. 7a) e 7b) – Vias exclusivas para BRT, Curitiba (Brasil) e Hangzhou (China). (Manual de BRT,2008)

- **Faixas exclusivas**

São faixas exclusivas para VTP quando estão fisicamente segregadas. Desta forma, o acesso é permanente e exclusivamente dedicado aos veículos do sistema BRT, sendo proibido o acesso ao restante tráfego. A segregação das faixas é possibilitada através de guias, muros, cones ou outros elementos estruturais.

A operação de sistemas BRT de alto desempenho requer infraestrutura de vias exclusivas, predominantemente no corredor central, segregadas fisicamente do tráfego misto. Para que seja possível ganhar capacidade, podem aplicar-se vias de ultrapassagem nas estações ou vias duplas ao longo de todo o corredor.



Fig. 8a) e 8b) – Faixas exclusivas para BRT, Curitiba e Bogotá. (Ministério das Cidade, 2008).

A utilização de um sistema mecanicamente guiado também pode ser uma opção a considerar em determinadas situações, ganhando especial interesse quando existem restrições em termos de espaço viário disponível para dedicar ao sistema BRT. Este assunto, bem como as diferentes opções relativas ao tipo de infraestrutura viária, serão abordados com maior detalhe no capítulo seguinte.

Entretanto, verifica-se que o nível de prioridade de trânsito para os sistemas BRT bem como o nível de separação física do restante tráfego são os principais atributos para se alcançar um sistema de alto desempenho. Assim, a utilização de faixas exclusivas que permitem uma rápida movimentação dos veículos de transporte público com a menor interferência possível no restante tráfego, afeta determinantemente a velocidade comercial (diminuição dos tempos de viagem), confiabilidade, identidade e imagem, segurança e capacidade do sistema (Quadro 8).

Quadro 8 – Influência da infraestrutura viária no desempenho do sistema. (NTU, 2010)

| Espaço viário dedicado | Tempo de viagem | Confiabilidade | Identidade e Imagem | Segurança | Capacidade |
|-------------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|------------|
| Segregação longitudinal | X | X | X | X | X |
| Prioridade de trânsito | X | X | X | X | X |
| Condições do pavimento | X | | X | | |
| Via de ultrapassagem | X | X | | | X |

Uma vez que a infraestrutura viária se trata de um elemento que está exposto visualmente não apenas aos utilizadores mas também ao público em geral, este pode ser utilizado para reforçar a identidade visual e imagem do sistema. Assim, a aplicação de diferentes tonalidades de cor ao pavimento das vias de BRT permite a sua distinção, do restante tráfego, e pode contribuir para aumentar a atratividade em relação ao sistema. Além disto, manter as boas condições de manutenção do pavimento influencia significativamente a velocidade dos veículos, o conforto dos utilizadores e a imagem relativamente ao sistema.

Ainda, a oportunidade de incluir uma via de ultrapassagem permite aumentar o número de serviços disponíveis para operação do sistema, tais como serviços expressos ou de paragens limitadas (assunto que será explicado posteriormente), o que possibilita o aumento da velocidade comercial bem como o aumento da capacidade.

3.3.2. ESTAÇÕES

As estações representam os pontos de acesso dos passageiros ao sistema BRT e, por este movimento, são consideradas um elemento fundamental a ter em consideração no desenvolvimento do projeto de infraestrutura do sistema. Assim, a aplicação de algumas soluções inovadoras permite realçar as diferenças existentes com um serviço convencional de autocarros e, quando bem projetadas, é possível atingir-se bons níveis de desempenho.

Neste sentido, a abordagem ao projeto destes elementos deve obedecer a uma forte colaboração entre os projetos complementares de especialidades (arquitetura, paisagismo, instalações elétricas, estruturas metálicas, entre outras) bem como a instalação dos equipamentos necessários para a operação, conforto e segurança dos utilizadores. O produto final deve contemplar uma estação moderna, conveniente, confortável, segura e de fácil acesso a todos os utilizadores, inclusive a pessoas com necessidades especiais.

De seguida destacam-se alguns aspetos relevantes para o projeto das estações de BRT, os quais permitem obter um bom desempenho do sistema.

- Tipo e localização

O tipo de estação selecionado dependerá de uma série de parâmetros, incluindo os níveis de procura estimados, o orçamento disponível, a área envolvente e a disponibilidade de espaço. Relativamente à localização, as estações podem ser laterais, centrais e a determinada distância em relação à interseção. O tipo e a localização das estações afetarão a velocidade comercial, a identidade e imagem em relação ao sistema bem como a capacidade (Quadro 9).

- Espaçamento

A distância entre estações afeta a velocidade e a capacidade de um sistema BRT, quadro 9. Quanto mais afastadas entre si, maior será a velocidade e capacidade atingidas, assim como existem menos perdas de tempo no processo de aceleração e paragem dos veículos. No entanto, se as estações estiverem demasiado afastadas, a distância que os usuários terão que percorrer até à estação aumenta bem como o tempo nas estações será superior face ao maior volume de entrada/saída de passageiros. Neste sentido, as estações precisam ser espaçadas criteriosamente de forma a não se reduzir muito a velocidade comercial e assim comprometerem a captação de utilizadores.

Sendo assim, por forma a otimizar a relação espaçamento entre estações com distância percorrida até à mesma, deve-se localizar as estações nas proximidades dos destinos com maior procura, tais como centros comerciais, grandes edifícios residenciais ou escritórios, instituições de ensino, entre outros.

Considera-se que o padrão atual de distâncias entre estações rondará, em média, os 500 metros.

- Plataforma de nível

Para além das dimensões apropriadas da plataforma em termos de largura e comprimento, a plataforma das estações deve ser projetada de modo a ter a mesma altura que o piso dos veículos a utilizar no sistema BRT. Com isto, é possível reduzir os tempos de entrada/saída de passageiros, o que aumenta a velocidade comercial, e facilita-se o acesso a pessoas com cadeiras de rodas, crianças ou idosos.



Fig. 9a) e 9b) – Embarque em plataforma de nível, Curitiba e Las Vegas. (ITDP)

- *Design*

No projeto de arquitetura das estações dever-se-á ter em consideração os seguintes aspetos relevantes:

Soluções arquitetónicas: as coberturas ou abrigos devem ser especialmente concebidos para tornar as estações mais visíveis e apelativas, por forma a contribuir para o desenvolvimento de uma identidade de marca para o sistema BRT. Deve optar-se por soluções criativas que reflitam o estilo arquitetónico local.

Impactos visuais e estéticos: deve incluir-se no processo de planeamento a oportunidade de envolver a participação pública no desenvolvimento da estação, permitindo o envolvimento da comunidade para tomada de decisões relativas a cores, materiais de acabamento, arquitetura, sinalização, condições de acesso para os peões, entre outros. Assim, é possível criar um senso de orgulho comunitário e maior aceitabilidade do sistema.

Aspetos históricos, recursos arqueológicos e culturais: uma vez que as estações de BRT geralmente estão localizadas em áreas urbanas, deve realizar-se uma avaliação dos impactos sobre os recursos históricos, arqueológicos e culturais. Por forma a mitigar os referidos impactos, podem incorporar-se, na concepção da estação, características dos elementos históricos da área onde esta vai ser implementada.

Materiais e práticas ambientalmente sustentáveis: o projeto de uma nova estação oferece uma oportunidade para se introduzirem materiais e práticas ambientalmente sustentáveis, tanto na construção como na operação. Para tal, podem considerar-se medidas de conservação de energia para as estações de BRT, como projetos que fazem uso de iluminação natural ou iluminação de baixa potência, uso de painéis solares e incorporação de materiais reciclados.

Sendo assim, deve investir-se num *design* diferenciador e moderno que permita posicionar os sistemas BRT como uma nova classe de transporte público, transmitindo uma imagem de sofisticação, personalidade e velocidade.



Fig. 10a) e 10b) – Estação “tubo”, Curitiba e estação Griffith University de Brisbane, Austrália. (ITDP,2012)

Uma vez que as estações proporcionam a ligação física entre os utilizadores e o sistema BRT, reconhece-se que estas devem reforçar principalmente a identidade e imagem do sistema, como se destaca no quadro 9, onde são apresentadas algumas características das estações de BRT e qual a sua influência no desempenho do sistema.

Quadro 9 – Influência das estações no desempenho do sistema. (Adaptado NTU, 2010)

| Estações | Tempo de viagem | Confiabilidade | Identidade e Imagem | Segurança | Capacidade |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|------------|
| Tipo e localização | X | | X | X | X |
| Número de baias nas plataformas | X | X | | | X |
| Espaçamento | X | | | | X |
| Layout da plataforma | X | X | X | | X |
| Integração com outros modos | | | X | X | |
| Acesso | | | X | X | |
| Integração com uso do solo adjacente | | | X | X | |

Para além dos aspetos referidos, as estações também devem possibilitar:

- Integração com outros modos de transporte;
- Proteção contra a ação do tempo;
- Sistema de pré-pagamento e validação da tarifa;
- Circulação segura dos peões nas travessias das vias urbanas, no acesso e no deslocamento entre plataformas;
- Inserção adequada ao uso do solo adjacente (exemplo: terminais integrados a áreas comerciais ou de serviços);
- Controlo de acesso à estação para evitar evasões tarifárias, utilizando portas de acesso ao veículo que devem abrir apenas à chegada do mesmo ou através de dispositivos de controlo com validador;
- Sistema adequado de informações para os usuários. Este deve conter placas com nomes e direções, mapas das linhas e informações operacionais em tempo real.
- Uma guia para os pneus no chão, ao longo da estação, para garantir a proximidade entre a plataforma e o veículo;
- Integração com áreas de estacionamento para automóveis e bicicletas, por forma a facilitar o seu acesso a um maior número de pessoas;
- Bilheteira nas estações ou arredores;
- Câmaras de vigilância, iluminação especial e telefones;
- Ambiente atrativo para os clientes, através de recursos como arte pública e paisagismo.

3.3.3. VEÍCULOS

Uma vez que os veículos são o elemento BRT mais visível, não só aos clientes, mas à comunidade em geral, estes têm grande impacto na identidade e percepção de qualidade dos sistemas BRT. Esta percepção é essencialmente estética e visual, mas também se refere aos impactos, tais como ruídos e emissões geradas pelos veículos BRT. Embora não seja um aspecto tão relevante como o tempo de viagem e custo, a imagem e influência que os veículos transmitem pode causar uma boa impressão pública e atrair novos clientes. Entretanto, para além do aspeto estético, os veículos BRT também apresentam um papel importante na determinação do desempenho do sistema. Além disto, a seleção do veículo vai assumir uma forte influência ao nível dos custos operacionais e de manutenção.

Neste sentido, para além de uma tecnologia sofisticada e atraente, devem considerar-se outras questões fundamentais no processo de tomada de decisão das especificações técnicas do veículo, nomeadamente uma série de observações relativas às seguintes áreas:

- Configuração do veículo;
- *Layout* interno;
- Portas;
- Sistema de propulsão e combustíveis;
- Opções estéticas.

3.3.3.1. Configuração do veículo

A configuração de um veículo inclui o tipo, as dimensões externas (altura e comprimento) e a altura do piso. O tamanho e capacidade pretendidos para o veículo devem ser determinados, no início do projeto, através da análise do volume de passageiros para um corredor específico.

No quadro 10 encontram-se as diferentes opções de veículos mais utilizadas pelos sistemas BRT, respectivos comprimentos e capacidade.

Quadro 10 – Opções de veículos e respetivas capacidades. (Manual de BRT, 2008).

| Tipo de veículo | Comprimento (metros) | Capacidade (passageiros) |
|-----------------|-------------------------|-----------------------------|
| Mini Bus | 6 | 25-35 |
| <i>Standard</i> | 12 | 60-80 |
| Dois andares | 15 | 80-130 |
| Articulado | 18.5 | 120-170 |
| Biarticulado | 24 | 240-270 |

No entanto, a capacidade depende não só do comprimento do veículo, mas também de uma série de outros elementos, incluindo a planta do interior, o número de lugares sentados e número de lugares em pé, assim como as normas relativas ao espaço necessário por passageiro (normalmente 6m²/pessoa).

Entretanto, conclui-se que o tamanho do veículo afeta essencialmente a identidade e imagem do sistema bem como a capacidade (Quadro 11).

- Autocarros com dois andares

Relativamente à altura do veículo, um autocarro com dois andares pode também ser uma opção a considerar para aumentar a capacidade de passageiros. Embora sejam menos utilizados do que os veículos com maior extensão, como os articulados e biarticulados, os autocarros com dois andares permitem uma maior densidade de passageiros sem aumentar o espaço utilizado na via. Outra vantagem reside no facto de, no segundo andar, se obter um ponto de vista de observação mais vantajoso, o que atrai o turismo e cria uma imagem mais cativante para o transporte público. No entanto, esta opção acarreta custos adicionais e possíveis dificuldades de deslocação no interior. De facto, além da escada consumir uma quantidade relevante de espaço no veículo, também cria dificuldades de movimentação para os passageiros, o que se traduz num aumento do tempo de entrada/saída de passageiros. A figura 11 ilustra um exemplo de um autocarro de dois andares que representa um ícone da cidade.



Fig. 11 – Autocarro de dois andares, Hong Kong. (Ministério das Cidades, 2008).

- Altura do piso

A altura do piso do veículo é uma das características físicas mais importantes da viatura uma vez que afeta decisões relativas a custos de aquisição e de manutenção, estratégias de embarque e desembarque e facilidades para o utilizador.

Do ponto de vista dos sistemas BRT a opção de um piso alto ou baixo do veículo é um pouco irrelevante comparativamente ao embarque e desembarque de nível. No entanto, cada uma destas opções pode ser facilmente adaptada para uso com embarque de nível.



Fig. 12a) e 12b) – Modelo de piso baixo, Délhi e de piso alto com plataforma de nível, Leon. (Manual BRT, 2008)

Para facilitar a decisão relativa à altura do piso do veículo, o quadro 11 apresenta um conjunto de vantagens e desvantagens para cada uma das opções.

Quadro 11 – Comparação de veículos de piso baixo e alto. (Adaptado Manual de BRT, 2008)

| Piso baixo | | Piso alto | |
|--|---|-----------------------------------|---|
| Vantagens | Desvantagens | Vantagens | Desvantagens |
| Melhor imagem | Maiores custos de manutenção (10 a 20%) | Menor custo de aquisição | Maiores custos de estações (5%) |
| Maior flexibilidade operacional (com ou sem plataforma de embarque) | Maiores custos de aquisição (20% a 30%) | Menores custos de manutenção | Só se aplica a estações com plataforma alta |
| Menores custos de construção (altura da estação reduzida cerca de 70 cm) | Capacidade inferior (rodas obstruem a área de assentos) | Suspensão elevada reduz vibrações | |
| | Necessidade de veículos especiais de reboque | | |
| | Veículo sujeito a maiores vibrações | | |

3.3.3.2. *Layout* interno

Do ponto de vista do utilizador de transporte público, o interior de um veículo representa um aspeto de destaque na medida em que afeta diretamente o seu conforto, segurança e a opinião relativamente ao sistema.

Inicialmente, é necessário determinar a quantidade de lugares sentados e de pé com base no volume de passageiros esperado, em especial nas horas de ponta. Embora, como é natural, os passageiros tenham preferência por lugares sentados, pode ser exigido um certo número de passageiros em pé, por questões de economia da operação do sistema. Para estes, devem ser adicionados dispositivos de apoio como barras e alças. No entanto, deve optar-se por medidas que ofereçam o número suficiente de lugares sentados ou minimização da necessidade de ficar em pé. De referir ainda que é preciso considerar também a distância das viagens e a disposição dos lugares sentados.

Adicionalmente, o *layout* interno dos veículos deve ser escolhido tendo em especial atenção o atendimento a idosos, pessoas com mobilidade reduzida, mulheres grávidas, deficientes visuais ou pessoas com necessidades especiais. Para tal, deve-se prover o veículo de lugares para cadeiras de rodas com uma trave de segurança.

No caso de ser permitido transportar as bicicletas dentro do autocarro, o veículo deve oferecer uma área aberta para o acesso fácil das bicicletas, espaço este que também pode ser utilizado para transportar passageiros em pé, durante o horário de ponta.

Outro aspeto relevante reside no tipo de lugar sentado. Embora os assentos de plástico sejam mais económicos e de fácil manutenção, os assentos de tecido e acolchoados conferem maior conforto aos usuários. A escolha das cores, formatos e texturas também pode influenciar a opinião do usuário sobre o sistema. Por fim, a escolha de janelas panorâmicas proporciona ao utilizador uma melhor visibilidade do ambiente exterior, possibilitando assim uma viagem mais agradável. A Figura 13 ilustra o exemplo do interior de um veículo BRT da “Orange Line” que cumpre com os requisitos referidos.



Fig. 13 – Interior de um veículo BRT, Los Angeles “Orange Line”. (BRT Service Design Guidelines, 2007)

3.3.3.3. Portas

A quantidade e largura das portas do material circulante dos sistemas BRT influenciam o seu desempenho em termos de capacidade e do tempo de viagem.

Aumentar a largura das portas permite que a operação de entrada/saída de passageiros se efetue com maior agilidade e rapidez, suportando um maior volume de pessoas a realizar a mesma operação. Através da aplicação de múltiplas portas obtém-se uma melhor distribuição de passageiros no veículo. Neste sentido, aumentar o número de portas permite embarques e desembarques mais rápidos mas, em contrapartida, diminui o espaço disponível para lugares sentados. Usualmente, um veículo articulado de 18 metros apresenta 3 a 4 portas.

Relativamente à localização das portas no veículo, estas devem estar situadas ao longo do comprimento em seções de aproximadamente igual capacidade e distância de circulação para o utilizador. Ainda, dependendo da localização do corredor de circulação de BRT e da estação, as portas devem estar localizadas do lado esquerdo, lado direito ou ambos.

3.3.3.4. Sistema de propulsão e combustíveis

Estimulado pela evolução de regulamentos de controlo de emissões, o número de sistemas de propulsão de veículos disponíveis está a aumentar. A tecnologia está em permanente evolução para que se possam fornecer sistemas de propulsão que utilizem combustíveis alternativos mais limpos, com o objetivo de reduzir os níveis de poluição ambiental e ruído. A figura 14 apresenta os atuais padrões de emissões, determinados pela União Europeia e EUA (US EPA), utilizados para classificar o desempenho de emissões das diferentes tecnologias.

Normas EURO para PESADOS, g/kWh (opacidade em m⁻¹)

| Norma EURO / Estágio | Data | Teste | CO | HC | NOx | PM | Opacidade |
|----------------------|--------------------------|-----------|-----|------|-----|---------------------------|-----------|
| Euro I | 1992, < 85 kW | ECE R-49 | 4.5 | 1.1 | 8.0 | 0.612 | |
| | 1992, > 85 kW | | 4.5 | 1.1 | 8.0 | 0.36 | |
| Euro II | 1996.10 | | 4.0 | 1.1 | 7.0 | 0.25 | |
| | 1998.10 | | 4.0 | 1.1 | 7.0 | 0.15 | |
| Euro III | 1999.10, apenas EEVs* | ESC & ELR | 1.5 | 0.25 | 2.0 | 0.02 | 0.15 |
| | 2000.10 | ESC & ELR | 2.1 | 0.66 | 5.0 | 0.10 0.13 ^a | 0.8 |
| Euro IV | 2005.10 | | 1.5 | 0.46 | 3.5 | 0.02 | 0.5 |
| Euro V | 2008.10 | | 1.5 | 0.46 | 2.0 | 0.02 | 0.5 |
| Euro VI | 2013.01 | | 1.5 | 0.13 | 0.4 | 0.01 | |

a - para motores com menos de 0.75 dm³ de cilindrada por cilindro e num regime de 3000 rotações por minuto

* EEVs - Enhanced Environmental Vehicles (veículos com melhor desempenho ambiental - "Verdes")

Fig. 14 – Normas Euro de emissões para pesados. (www.cm-lisboa.pt, 2012)

Neste sentido, visto que os projetos de BRT têm um papel importante no sentido de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, é recomendável que se aplique um padrão ambiental mais alto e que se insiram as tecnologias mais limpas aos veículos de BRT.

Entretanto, a opção mais adequada requer uma análise ao impacto que essa tecnologia terá na qualidade do serviço e principalmente na lucratividade do sistema, uma vez que a seleção do combustível e da tecnologia de propulsão, para além de alterarem os níveis de emissões, também têm um grande impacto nos custos de manutenção e operação e nas infraestruturas de apoio necessárias.

Assim, a análise a realizar deve conter uma abordagem aos seguintes fatores:

- Custo do veículo;
- Impacto ambiental;
- Disponibilidade e inconstância de preços dos combustíveis;
- Política governamental;
- Confiabilidade.

Sendo assim, cada alternativa apresenta vantagens e desvantagens que se podem acentuar ou não, consoante a realidade local. Além disto, a indisponibilidade de determinado combustível alternativo pode restringir a seleção da tecnologia de propulsão pretendida. Embora o diesel e a eletricidade sejam os combustíveis com maior disponibilidade, existem outras alternativas cada vez mais utilizadas nos veículos BRT, tais como:

- Biocombustíveis (etanol e biodiesel): combustível proveniente de recursos naturais vegetais ou animais. O etanol é produzido, predominantemente, a partir da fermentação da cana-de-açúcar e milho. O biodiesel é produzido através de reações químicas entre óleos vegetais/ animais e álcool.
- Gás Natural (na forma natural ou comprimido): é proveniente da decomposição de matéria orgânica, obtido de fontes não renováveis.
- Hidrogénio (tecnologia de células combustíveis): embora ainda existam muitos desafios a vencer para que a sua utilização se torne realidade, o hidrogénio é considerado o combustível do futuro, uma vez que se trata de uma fonte de energia renovável, inesgotável e não poluente.
- Energia elétrica: energia elétrica, para propulsão de veículos, pode ser utilizada através do armazenamento de energia em baterias ou através de fontes externas ao veículo, tais como cabos ao longo da via.

No quadro 12, apresenta-se um conjunto de vantagens e desvantagens de cada uma das opções referidas.

Quadro 12 – Vantagens e Desvantagens dos combustíveis alternativos.

| Combustíveis Alternativos | Vantagens | Desvantagens |
|---------------------------|---|---|
| Biocombustíveis | Fácil adaptação aos veículos atuais | Pode afetar qualidade da água e solo |
| | Zero emissões líquidas de gases de efeito de estufa | Consumo de grande quantidade de energia |
| | Renovável | Promove devastação de áreas florestais |
| | Menos gases de efeito estufa, relativamente ao petróleo | Promove desmatamento e queimadas de grandes áreas para cultivo de matéria prima |
| Gás Natural | Pode aumentar a eficiência energética do motor | Aumenta custos e peso dos veículos |
| | Fácil adaptação aos veículos atuais | Não renovável |
| | Menor emissão de matérias poluentes | Maior emissão de metano |
| Hidrogénio | Fonte energética inesgotável / não poluente / renovável | Elevado custo do combustível e veículo |
| | Elevada eficiência energética, potencial de melhorias nos novos projetos de veículos (menor ruído, dimensão do motor) | Tecnologia atual insuficiente para aplicação do conceito a grande escala |
| | Não promove efeito de estufa | Necessita de CO ₂ |
| Energia Elétrica | Zero emissões de gases que promovem o efeito de estufa | Autonomia dos veículos reduzida |
| | Reaproveitamento da energia cinética do veículo para gerar energia elétrica | Baterias muito tóxicas e de difícil reciclagem |

REDUÇÃO DA DEPENDÊNCIA DO PETRÓLEO

3.3.3.5. Opções estéticas

A valorização estética do veículo é um componente que contribui para a identidade e percepção pública do sistema BRT. Para tal, é essencial introduzir alguns elementos que afetem o aspeto e a configuração do corpo dos veículos de forma a torná-los mais apelativos e diferenciados dos sistemas convencionais de autocarros.

Como resposta, os fornecedores de veículos têm incluído os seguintes detalhes:

- Janelas panorâmicas;
- Esquemas de pintura e combinação de cores;
- Rodas cobertas;
- Frente do veículo arredondada;
- Simulação do *design* de sistemas ferroviários ligeiros;
- Sistemas de informação para passageiros, sonoros e electrónicos;
- Materiais de alta qualidade;
- Melhor iluminação;
- Controle de temperatura;
- Redução de ruídos.

A figura 15 ilustra o modelo de um veículo onde se incluíram melhorias ao nível estético.



Fig. 15– Veículo de BRT “Civis”. (US TCRP, 2012)

Como se pode observar no quadro 13, o veículo seleccionado para operar no sistema BRT afeta essencialmente a identidade e imagem, a capacidade e pode contribuir claramente para a redução dos níveis de poluição locais.

Quadro 13 – Influência dos veículos no desempenho do sistema. (Adaptação NTU, 2010).

| Veículos | Tempo de viagem | Confiabilidade | Identidade e Imagem | Segurança | Capacidade |
|---------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|------------|
| Tamanho do veículo | | | X | | X |
| Embarque de nível | X | X | X | X | X |
| Quantidade e largura das portas | X | | | | X |
| Layout interno | | | X | X | X |
| Equipamentos adicionais | | | X | X | |
| Sistema de propulsão | X | | X | | |

3.3.4. SISTEMA TARIFÁRIO

Na maioria dos sistemas convencionais de autocarros, o motorista fica responsável por cobrar a tarifa de cada passageiro. Desta forma, o tempo de embarque fica dependente do tempo de cobrança a bordo e, caso este processo sofra alguns atrasos, todo o serviço de transporte público acarretará com as perdas de tempo, tornando-se claramente mais lento. Ainda, ao se efetuar o pagamento dentro do veículo em movimento, podem ocorrer alguns problemas de segurança, uma vez que o motorista terá que realizar duas atividades em simultâneo, além de se tornar incómodo para os clientes.

Por outro lado, outra característica de destaque nos sistemas BRT passa pela opção de cobrança e verificação das tarifas antes do embarque no veículo, similar aos sistemas de metro. Este processo permite reduzir drasticamente os tempos de embarque, resultando numa clara economia do tempo de viagem. A introdução de elementos electrónicos, além de facilitar a venda e controle do pagamento de tarifas, com impactos importantes sobre o seu desempenho operacional e as receitas do serviço, também assume um papel essencial na integração tarifária das redes e com os outros modos de transporte.

Não obstante, antes de se tomar uma decisão relativa à tecnologia a utilizar no sistema tarifário, deve-se ter em consideração os seguintes fatores:

- Plano operacional,
- Estrutura tarifária;
- Tecnologia de cobrança.

3.3.4.1. Plano operacional para o sistema de cobrança

O processo de o cliente pagar a tarifa e a verificação de que esta realmente foi paga, normalmente é realizado quase em simultâneo nos sistemas BRT, ou seja, antes do embarque. Contudo, também é possível cobrar a tarifa de uma forma e proceder à validação de outra. Esta decisão terá um forte impacto na capacidade do sistema, nos tempos de serviço, na identidade e imagem dos sistema e na confiabilidade, quadro 14. Para além destes aspetos que afetam o desempenho do sistema, a decisão tomada também terá influência nos custos operacionais e de aquisição de equipamentos, bem como pode evitar eventuais evasões e perdas de receita.

Neste sentido, as opções a definir passam pelo pagamento e validação externa ao veículo, ou pagamento externo e validação dentro do veículo.

- **Pagamento e validação de tarifas fora do veículo:** este processo permite reduzir os tempos de espera para os passageiros e de paragem do veículo, é mais confortável para o utilizador, reduz eventuais roubos dentro do veículo, por não existirem trocas de dinheiro, e há menos oportunidade para evasões ao pagamento da tarifa.

No entanto, para que este processo seja possível, é necessário construir dispositivos para cobrança e validação das tarifas que, para além de requerer maior investimento, também requer espaço para a sua instalação. Normalmente é exigida a construção de estações fechadas e separação física entre os utilizadores que já pagaram e os que ainda não o fizeram. Com isto, os custos aumentam consideravelmente, mas também possibilitam maior proteção contra o tempo e oferecem maior segurança aos usuários. Sendo assim, os custos acrescidos de um sistema de cobrança de tarifas externa, são justificáveis caso a capacidade do sistema atinja o número necessário de passageiros. Para tal, assumindo os dados de custo disponíveis, deve recorrer-se a uma análise de custo-benefício para determinar o referido ponto de capacidade.

- **Pagamento externo e validação dentro do veículo:** Neste caso, a cobrança é realizada antes do embarque, normalmente em máquinas de venda automática localizadas na estação, quiosques ou bilheteiras. Após efetuar o pagamento os utilizadores podem prosseguir para o veículo sem necessidade de confirmar a compra do bilhete, exceptuando durante os processos de inspeção.

O facto de não ser necessário a construção de estações fechadas, sendo possível a sua implementação em áreas com espaço mais limitado, permite a redução da parcela de custos do projeto das estações. Esta é uma das principais vantagens deste tipo de sistemas tarifários, usualmente utilizado na Europa.

No entanto, uma vez que não existe separação entre as pessoas que pagaram e as que não o fizeram, podem ocorrer possíveis evasões da tarifa, resultando em alguma perda de receita. Para se criar um obstáculo ao incumprimento da obrigação de cliente, deve-se apostar numa fiscalização frequente e rigorosa, com a aplicação de multas relativamente altas.

Outra vantagem da característica de pré-pagamento passa pela possibilidade de integração tarifária. A maioria dos sistemas BRT possibilita transferência gratuita, ou com descontos, entre os veículos do próprio sistema com outros modos de transporte público coletivo, nomeadamente o metro, comboio e o serviço convencional de autocarros.

3.3.4.2. Estrutura tarifária

Existem cinco principais tipos de estruturas tarifárias:

- **Tarifa gratuita:** não exige o pagamento de qualquer tarifa por parte do usuário. É de implementação simples e não requer aquisição de equipamentos de cobrança ou serviços de fiscalização. O custo do sistema é tipicamente coberto por outras fontes, como a aplicação de taxas de estacionamento para veículos particulares. [Ex.: sistemas ou linhas em cidades como Hasselt (Bélgica), Denver (EUA), Miami (EUA) e Orlando (EUA)]
- **Tarifa fixa:** consiste na cobrança de uma mesma tarifa para qualquer deslocação efetuada na rede de transportes. Desta forma, cria-se maior igualdade social uma vez que os usuários que vivem a maiores distâncias, normalmente com menores rendimentos, acabam por ser subsidiados por os que vivem nas áreas centrais. [Ex.: Cidades latino-americanas, como Bogotá e Quito]
- **Tarifa por zonas:** consiste na cobrança de tarifas diferenciadas, de acordo com as zonas utilizadas. Dentro da mesma zona a tarifa é a mesma. [Ex.: Área Metropolitana do Porto]
- **Tarifa por distância:** neste caso, é cobrada uma tarifa de acordo com a distância efetivamente percorrida. Uma estrutura com base no número de quilómetros de deslocações permite uma maior aproximação dos custos reais do sistema, mas necessita de equipamentos mais desenvolvidos do ponto de vista tecnológico.
- **Tarifa por tempo:** consiste na variação da tarifa de acordo com o horário de utilização do modo de transporte. Este tipo de estrutura, à semelhança da tarifa por distância, requer maiores investimentos para a sua implantação por precisar de tecnologia mais desenvolvida.

3.3.4.3. Escolha da tecnologia

Tecnologias de cobrança são sistemas de equipamentos, de procedimentos e de programas utilizadas para venda e controle de tarifas.

A seleção do meio de pagamento de tarifas e da tecnologia apropriada, apenas deve ser feita após determinar o tipo de estrutura tarifária, política e operacional. Esta decisão também é influenciada pelo tipo de vias utilizadas no sistema BRT e pela procura esperada nas estações.

Na maioria dos sistemas BRT, o meio pagamento de tarifas utilizado é: dinheiro ou fichas, bilhetes de papel, cartões magnéticos ou cartões eletrônicos (*Smart Cards*). A seleção das referidas opções pode ter influência no tempo do serviço, na integração tarifária, nas possíveis evasões bem como nos custos operacionais e de aquisição dos respetivos equipamentos. É também possível a utilização de mais de um meio de pagamento por sistema.

Sistema de moedas/ fichas: Tecnologia simples que permite cobrança e verificação automática de tarifas. Apenas é possível para estruturas com tarifa fixa e tem custos operacionais relativamente baixos.

Sistemas de papel: A aquisição do bilhete é realizada, tipicamente, em máquinas de venda automática ou bilheteiras, mas não permite verificação automática. Esta será realizada posteriormente, através da inserção do bilhete de papel numa máquina de validação ou de forma manual, mostrando ao motorista ou a agentes de fiscalização. É um sistema de fácil compreensão, tem custos de implementação e operação baixos e não necessita de muito espaço para instalar o equipamento, mas é bastante susceptível a falsificações do bilhete.

Cartões magnéticos: Tecnologia utilizada, com êxito, em diversos sistemas de metro. É necessário a aquisição prévia do cartão magnético para entrar no sistema. Os custos das máquinas de venda e de validação são bastante mais dispendiosos. Apesar de os bilhetes magnéticos terem um custo relativamente baixo, a sua vida útil é bastante limitada. Este sistema permite uma estrutura de tarifa por distância e múltiplas viagens.

Cartões electrónicos: Os *smart cards* representam a forma mais avançada de cobrança de tarifas. A utilização de cartões electrónicos permite ler e processar uma grande variedade de informações que podem contribuir para futuros desenvolvimentos do processo bem como controlo da distribuição de receita. Para além disto, uma maior gama de opções de estruturas tarifárias é possível, como tarifas por distância, com descontos e de múltiplas viagens. No caso da tarifa por distância, requer máquinas de verificação na saída do sistema. Como principais desvantagens da opção por cartões electrónicos destacam-se os custos de equipamentos e de implementação relativamente altos, incluindo o preço do próprio cartão, assim como exigem um maior nível de complexidade. No entanto, comparativamente com os cartões magnéticos, apresentam custos de manutenção mais baixos devido à maior durabilidade dos cartões.

Para ativar o cartão utilizam-se mecanismos com ou sem contacto. “Cartões de contato” exigem a inserção do cartão no respetivo leitor, e “cartões sem contato” permitem validar o cartão passando apenas na proximidade do leitor, oferecendo assim maior conveniência aos usuários. O sistema de bilhética sem contato consta de um cartão com chip, no qual estão inscritos os dados pessoais e a validade do bilhete ou passe, o qual deve ser validado na entrada do veículo, num validador que deteta o cartão a uma certa distância. (Ex.: Cartão Andante, Porto). A introdução deste sistema permite aumentar a satisfação dos clientes, criar maior fluidez no movimento dos passageiros, reduzir os tempos de entrada no veículo, e gera maior segurança, dificultando possíveis fraudes.

Adicionalmente, uma vez que os cartões têm boa capacidade de memória, podem oferecer serviços adicionais muito além do sector dos transportes, tais como compra de bilhetes para espetáculos, compras em várias lojas, pagamento de parques de estacionamento, entre outros.



Fig.16 – Cartões electrónicos, sistema de bilhética sem contato.

No quadro 14 é visível a influência de cada um dos fatores do sistema tarifário abordados anteriormente, no desempenho do sistema. Conclui-se que este elemento presente nos sistemas BRT afeta claramente os tempos de entrada/saída de passageiros, identidade e imagem do sistema e a sua capacidade.

Quadro 14 – Influência do sistema tarifário no desempenho do sistema. (Adaptado NTU, 2010)

| Sistema tarifário | Tempo de viagem | Confiabilidade | Identidade e Imagem | Segurança | Capacidade |
|---------------------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|------------|
| Plano Operacional | X | X | X | | X |
| Estrutura Tarifária | X | | X | | X |
| Tecnologia e meios de pagamento | X | X | X | X | X |

3.3.5. ITS (INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS)

Para que um sistema BRT alcance níveis elevados de eficiência, segurança e conforto para os seus utilizadores, é fundamental a introdução das áreas de tecnologia de informação e de comunicação, atualmente conhecidas sob a designação de sistemas inteligentes de transporte (ITS).

A aplicação destes sistemas pode desempenhar um papel importante na gestão da rede viária do sistema, uma vez que as novas tecnologias podem ajudar a minimizar os problemas que advêm do congestionamento de tráfego. Neste sentido, os ITS proporcionam informação em tempo real relativa à viagem e ao tráfego, fornecem equipamentos e técnicas para medir os congestionamentos, permitem aumentar a capacidade da rede e providenciam meios para gerir e aplicar, de melhor forma, os custos relativos à viagem.

Relativamente à segurança rodoviária, os ITS também contribuem significativamente para a redução do número de acidentes ao introduzirem medidas como:

- Disponibilização de equipamentos que aumentem os níveis de segurança para o condutor e que possibilitem comunicação entre o veículo e a infraestrutura;
- Implementar sistemas de monitorização das vias, disponibilizando imediatamente meios para solucionar possíveis situações de emergência.

Resumidamente, os ITS representam o produto final de um conjunto de esforços que previam adicionar as tecnologias de informação e comunicação aos sistemas de transporte. O objetivo passava por gerir alguns fatores variáveis, como veículos e itinerários, com a finalidade de reduzir o uso do automóvel particular, os tempos de viagem para os utilizadores de TP e o consumo de combustível. Sendo assim, a utilização do sistema inteligente de transporte permite melhores viagens, maior informação para quem utiliza o sistema e, principalmente, maior segurança rodoviária.

Neste contexto, serão apresentadas de seguida algumas opções tecnológicas disponíveis e que têm vindo a ser utilizadas nos sistemas BRT. De referir ainda que os cartões electrónicos abordados no ponto anterior também são considerados elementos de um Sistema Inteligente de Transporte.

3.3.5.1. Localização Automática de Veículos (AVL- “Automated Vehicle Location”)

Com um sistema AVL, é possível comandar a movimentação de veículos através do centro de controlo operacional. Com isto, é possível evitar aglomerações, reagir prontamente a eventuais emergências e problemas, bem como aumentar ou diminuir o número de veículos consoante alterações na procura.

3.3.5.2. GPS

Um sistema de navegação GPS “Global Positioning System”, é basicamente um receptor instalado no veículo que calcula permanentemente a sua posição a partir de sinais emitidos por satélites.

O sistema TransMilenio de Bogotá utiliza um sistema GPS em conjunto com um sistema de telecomunicações, comunicação por voz, e um *software* de rastreamento. Desta forma, é possível controlar precisamente os intervalos de tempo entre veículos e comunicar com os motoristas na eventualidade de ser necessário alterar a velocidade de circulação. Adicionalmente, caso algum excesso de procura ocorra numa estação, é possível enviar um veículo extra para atenuar a lotação.

3.3.5.3. Tecnologia semafórica

A introdução de um sistema BRT implica algumas mudanças (nova prioridade para VTP, novas faixas exclusivas, novos movimentos de conversão e restrições de movimento) que afetam a tecnologia semafórica.

Neste contexto, devem ser introduzidas estratégias de prioridade para os VTP baseadas no controlo semafórico, em especial nas interseções/ cruzamentos. O objetivo consiste em antecipar e/ou ajustar a programação semafórica para regular o tráfego e dar prioridade à passagem dos VTP. Com isto, obtém-se maior velocidade operacional, maior economia de tempo de viagem, redução dos atrasos e redução do consumo de combustíveis.

Assim, prioridades de sinais podem envolver um ajustamento mínimo de um sinal de tempo fixo ou uma nova instalação controlada por computador que identifique os autocarros

De seguida, apresenta-se uma breve descrição das estratégias de prioridade ativa e passiva, duas formas distintas de prioridade semafórica para veículos BRT.

- **Prioridade semafórica passiva:** refere-se ao ajuste da programação semafórica, sinais de tráfego normais, através de programas ou de forma manual, para dar prioridade ao sistema BRT ao longo de um corredor. Neste tipo de operação, a prioridade para os VTP pode ser alcançada através de configurações dos tempos semafóricos, como extensão dos tempos de verde para o corredor BRT. Pode ainda verificar-se se os ciclos semafóricos podem ser encurtados, ou seja, pode-se diminuir a sequência verde-amarelo-vermelho para diminuir os atrasos no corredor do sistema BRT.

Outra opção, menos comum, refere-se ao ajuste do desfasamento entre os semáforos. Uma vez que a velocidade dos autocarros e tempos de embarque e desembarque são bastante irregulares, a determinação dos tempos de semáforo entre as interseções torna-se bastante complexa. Sendo assim, só se torna justificável a coordenação de semáforos no corredor BRT, quando as velocidades dos veículos são previsíveis e quando as interseções se encontram a uma curta distância, inferior a 1.6 km.

- **Prioridade semafórica ativa:** envolve equipamentos electrónicos que detetam a chegada do veículo, na proximidade do semáforo, e ajusta o sinal para a sua passagem. Assim, o sistema deve ser capaz de prever o instante da chegada do veículo à interseção e alterar a fase do semáforo. Para tal, os autocarros devem ser equipados com dispositivos de identificação veicular como *transponder*, GPS, antenas receptoras, entre outros.

As estratégias de priorização ativa passam por a extensão da fase verde, antecipação do verde, interrupção do vermelho e interrupção do verde. Assim, se o veículo é detetado perto do final da fase verde, o verde é alongado. Caso a detecção ocorra durante a fase de vermelho ou amarelo, a fase verde é retomada antes do tempo normal.

Entretanto, para intervalos de tempo entre veículos inferiores a 2,5 minutos torna-se injustificável implementar medidas de prioridade ativa, uma vez que o restante tráfego estaria constantemente em fase vermelha. Assim, esta estratégia ganha ainda mais importância quando se trata de um volume de autocarros baixo e *headways* superiores a 5 minutos.

Outra alternativa a considerar passa pela integração do controlo semafórico ao sistema de controlo centralizado. Londres é um exemplo de utilização desta tecnologia em que, câmaras são instaladas em interseções estratégicas permitindo que a equipa de controlo observe os pontos de potencial congestionamento.

3.3.5.4. Tecnologias de informação

Um sistema BRT de sucesso requer um bom sistema de informação ao público, que inclua a natureza da informação (sobre a rede, horários e tarifas, acessibilidade, tempos de espera na paragem, etc), o conteúdo da informação (esquemas da rede, horários das linhas e preçário, formas de aquisição dos títulos de viagem, etc) e os respetivos suportes de informação (Internet, SMS, papel, painéis de informação dinâmica em tempo real, informação auditiva, entre outros).

Os suportes de papel têm sempre a vantagem de serem fáceis de manipular em qualquer lugar. A internet é atualmente um meio que deve ser utilizado para disponibilizar toda a informação necessária aos utilizadores do serviço de transporte público. Assim, é possível fazer um bom planeamento da viagem, o que possibilita aos utilizadores uma melhor gestão do seu tempo, reduzindo a incerteza e os tempos de espera. Esta disponibilidade de informação ganha ainda maior importância quando se trata de pessoas com mobilidade reduzida, devendo também ser incluída informação sobre acessibilidade.

Outro suporte de informação utilizado nos sistemas BRT é o quiosque electrónico (Figura 17). Normalmente localizados nas estações, terminais ou interfaces, os quiosques electrónicos também permitem uma consulta rápida de informações sobre os trajetos, incluindo linhas, horários, tarifas e duração prevista para a viagem.

Ainda, para completar o conjunto de informações necessárias em viagem, devem ser colocados sistemas de informação dinâmica e auditiva nas estações/paragens (com tempos de espera) e a bordo do veículo (próxima paragem, alterações ou incidentes, porta de desembarque e ligações). A aplicação de painéis de informação dinâmica em tempo real está aliada a sistemas de localização de veículos, facto que possibilita o cálculo do tempo de percurso para cada paragem, em função da velocidade média do autocarro e da sua localização. Com isto, os utilizadores diminuem a incerteza quanto ao tempo de espera e ganham maior confiabilidade no sistema. Os referidos painéis podem estar localizados dentro ou fora da estação, podendo também servir como uma ferramenta de marketing a disponibilidade de informação de horários do lado de fora da estação.

Outros equipamentos específicos devem ser integrados ao sistema com o intuito de contribuir para um aumento de segurança. A utilização de câmaras de vigilância nos veículos, estações e terminais demonstra ser uma solução bastante eficiente e com custos acessíveis.

Em suma, as tecnologias de informação disponíveis atualmente para os sistemas BRT tornam as viagens mais fáceis, seguras e confortáveis.



Fig. 17a) e 17b) – Painéis de informação dinâmica, Berlim e quiosque electrónico, Taipei. (Ministério das Cidades, 2008).

Concluindo, através do quadro 15 é possível observar que a introdução do Sistema Inteligente de Transporte aos sistemas BRT influencia claramente o desempenho do sistema. De destacar a identidade e imagem do sistema, o que pode ser um indicativo do aumento da base de potenciais clientes com a introdução desta característica. Além disto também se verifica grande influência na confiabilidade, segurança e redução dos tempos de viagem.

Quadro 15 – Influência do Sistema Inteligente de Transporte, ITS, no desempenho do sistema. (Adaptado NTU, 2010)

| Sistema Inteligente de Transportes | Tempo de viagem | Confiabilidade | Identidade e Imagem | Segurança | Capacidade |
|---|-----------------|----------------|---------------------|-----------|------------|
| Tecnologia de controlo semafórico | X | X | X | | X |
| Controle de posicionamento dos veículos | X | X | X | X | |
| Informação em tempo real | X | X | X | X | |
| Tecnologia de segurança | | | X | X | |

3.3.6. PLANO OPERACIONAL E SERVIÇO

Outra característica essencial dos sistemas BRT e que os distingue essencialmente dos serviços convencionais de autocarros, reside no plano operacional e de serviço ao cliente.

O sistema BRT deve fazer parte de uma rede integrada de transporte público coletivo que englobe linhas troncais e linhas alimentadoras. Por outro lado, a possibilidade de introduzir serviços expressos e locais também é característico destes sistemas e que devem ser adequados às necessidades dos utilizadores.

Verifica-se que, outro dos aspetos relativos ao plano operacional dos sistemas BRT que se apresenta vantajoso em relação aos serviços convencionais passa pelo aumento do tamanho dos veículos. Através da introdução de veículos articulados e biarticulados é possível aumentar a capacidade e diminuir os custos operacionais. Além disto, é possível diminuir o tamanho da frota e aumentar as velocidades comerciais.

Como se pode observar no quadro 16, o plano operacional e de serviço afeta essencialmente os tempos de viagem, fiabilidade e imagem do sistema BRT.

Quadro 16 – Influência do plano operacional e serviço no desempenho do sistema. (Adaptado NTU, 2010).

| Plano operacional e serviço | Tempo de viagem | Confiabilidade | Identidade e Imagem | Segurança | Capacidade |
|-----------------------------|-----------------|----------------|---------------------|-----------|------------|
| Extensão da rede | X | X | X | | |
| Diferentes tipos de serviço | X | | X | | |
| Frequência de serviço | X | X | | X | X |

No capítulo seguinte serão abordados com maior detalhe os principais aspetos do plano operacional e de serviço.

3.3.7. ESTRATÉGIA DE MARKETING

O estigma negativo associado aos sistemas de autocarros convencionais pode representar um obstáculo à utilização do novo sistema de transporte. É conhecida a aversão natural das pessoas à mudança, particularmente quando se trata de um sistema que tenha por base algo que parece tão primordial como o autocarro. Por este motivo, anunciar a introdução de um sistema BRT deve ser uma tarefa persistente e com originalidade.

Neste sentido, o desenvolvimento de um plano de marketing pode contribuir muito para o sucesso de um sistema BRT. Um elemento chave passará pela criação de uma marca/identidade forte com a qual a população se identifique e que consiga ressaltar os benefícios do sistema BRT, tornando-o parte integrante das suas vidas e da cidade. Para tal, a marca do sistema deverá conter um nome e logo apelativos que contribuam para uma nova visão do transporte por autocarro. Deve também ser incluída uma estratégia de comunicação para promover o novo sistema, através de anúncios, promoções, rádio, televisão, entre outros, mas também salientar a insatisfação com o sistema existente.

De referir que, a gestão de uma marca deve ser um trabalho contínuo que considere as diferentes etapas de projeto, os diferentes públicos de interesse, e que dê continuidade à comunicação da marca, mesmo após implementação.

Os principais objetivos de uma estratégia de marketing, para um novo sistema de transporte público, passam por atrair novos utilizadores, manter os atuais que previam adquirir um veículo particular, e assegurar o apoio político e financeiro de representantes do governo.

A Rede Embarq lançou um manual de marketing para BRT, “De cá para lá”, baseado em modelos já aplicados deste sistema que obtiveram bons resultados da sua campanha de marketing. O referido manual serve como um guia para o desenvolvimento de estratégias que influenciem o comportamento do consumidor, atraindo novos clientes e cativando os atuais. Nele, são inumeradas oito estratégias fundamentais, de marketing, branding e comunicação a aplicarem no sector do transporte público coletivo:

- Marca e identidade;
- Educação dos utilizadores;
- Campanhas de marketing;
- Sistemas de feedback do utilizador;
- Comunicação interna;
- Sistemas de informação;
- Relações públicas e comunicação externa;
- Novas formas de acesso à informação.

Para maior esclarecimento das estratégias referidas, sugere-se a leitura do manual em questão, “De cá para lá”, referência bibliográfica [27].

Relativamente à influência da estratégia de marketing no desempenho do sistema, verifica-se que esta afeta de forma significativa a identidade e imagem do sistema BRT. A figura 18 ilustra um exemplo onde foi criada uma imagem distinta para o sistema BRT.



Fig.18 – Imagem do sistema BRT na China. (ITDP,2012)

3.4. ANÁLISE COMPARATIVA DE MODOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Naturalmente, a implementação de um sistema BRT é apenas uma de entre muitas opções de transporte público disponíveis. Cada tecnologia de transporte apresenta vantagens e desvantagens relativamente aos custos, desempenho, condições e preferências locais, as quais desempenham um papel primordial na escolha do sistema. Sendo assim, uma análise comparativa dos diferentes modos assume um papel fundamental uma vez que cada um apresenta características que os tornam mais adequados a uma determinada realidade.

Como foi referido anteriormente, um sistema BRT é capaz de conciliar o desempenho e qualidade dos sistemas ferroviários, com a flexibilidade e custos reduzidos dos sistemas rodoviários. Por este motivo, no presente ponto será realizada uma abordagem comparativa das características de um sistema BRT com o metro, o serviço convencional de autocarros e o metro ligeiro. Deste modo, pretende-se evidenciar as diferenças existentes entre as referidas opções de transporte público coletivo e diferenciar o sistema BRT como uma opção viável e cada vez mais adaptada a um extenso número de cidades.

Inicialmente será realizada uma breve definição dos diferentes modos, seguida pela análise comparativa em termos de capacidade, flexibilidade, custos, prazos, velocidade e tempos de viagem, níveis de conforto e segurança, integração, frequência e impactos.

3.4.1. BREVE DEFINIÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

3.4.1.1. Metro

Consiste num sistema de transporte público ferroviário pesado, que circula sobre trilhos com separação de nível. É maioritariamente subterrâneo, o que aumenta drasticamente os custos de implementação.

3.4.1.2. Metro Ligeiro (LRT – Light Rail Transit)

Denominado de metro ligeiro, o LRT é um sistema de transporte público ferroviário de tração elétrica, constituído por uma frota de veículos que circula tipicamente em faixas exclusivas com direito de passagem, predominantemente no nível da superfície. Foi através da modernização das redes tradicionais do elétrico que se deu origem ao LRT, obtendo-se uma performance com maior proximidade ao metro do que ao modo rodoviário (Fig. 19).



Fig.19 – LRT, Porto. (www.metrodoporto.pt, 2012)

3.4.1.3. BRT (Bus Rapid Transit)

Já definido anteriormente. Basicamente é um sistema de transporte público rodoviário que utiliza autocarros, onde são introduzidas melhorias significativas ao nível da infra-estrutura, nos veículos e no desempenho operacional, que se traduzem num serviço com maior qualidade e mais atrativo aos utilizadores.

3.4.1.4. Serviço convencional de autocarros

Trata-se de um sistema de transporte público urbano que normalmente tem um estigma negativo, associado ao mau desempenho operacional e serviço pouco adequado ao utente. Tipicamente, os autocarros comuns oferecem um serviço lento, pouco confortável e com baixa confiabilidade. No entanto, o sistema convencional de autocarros apresenta grande flexibilidade e facilidade de implementação, bem como custos de investimento relativamente baixos.

3.4.2. CARATERÍSTICAS COMPARATIVAS

3.4.2.1. Capacidade

O ponto importante aqui é a capacidade do serviço e não a capacidade dos veículos. A capacidade é uma das principais características de desempenho de um sistema que tem especial interesse para países em desenvolvimento, uma vez que estes apresentam altas densidades populacionais. Os valores de capacidade podem ser afetados por diversos fatores que variam de acordo com o tipo de sistema de transporte público, tais como: tamanho do veículo, número de veículos que podem ser agrupados, frequência, existência e disponibilidade de serviços expressos ou com poucas paragens e diferentes técnicas de embarque e desembarque.

Relativamente ao metro, a capacidade de passageiros é a sua maior vantagem. Nenhum outro modo consegue transportar rapidamente volumes tão altos de passageiros como os verificados em vários sistemas de metro. Os sistemas de metro de Hong Kong, São Paulo, Nova Iorque e Tóquio apresentam números superiores a 50 000 passageiros por hora e por sentido.

Contudo, quando estes sistemas não operam em condições de elevados níveis de capacidade, tornam-se muito menos eficientes do ponto de vista dos custos operacionais.

As aplicações de sistemas LRT, ou metro ligeiro, são mais ajustáveis a cidades Europeias e Norte Americanas. Nestas cidades a procura raramente excede 10 000 passageiros por hora e por sentido. Embora a capacidade não seja a maior restrição dos LRT, esta não consegue atingir os valores de capacidade em sistemas BRT. Isto deve-se ao facto de normalmente não ser possibilitada a ultrapassagem nas estações, restringindo assim a oportunidade de oferecer serviços expresso.

A introdução de algumas medidas nos sistemas BRT permitem atingir capacidades que se aproximam de muitos sistemas ferroviários, como é o caso de Bogotá. O sistema TransMilenio atingiu uma capacidade de 45 000 passageiros por hora e por sentido, no período de maior procura. Contudo, estes valores só podem ser atingidos através de vias de ultrapassagem nas estações e/ ou duas vias por sentido ao longo do corredor, o que pode ser dificultado devido à falta de espaço disponível, especialmente em países desenvolvidos. Sistemas que utilizem apenas uma via por sentido, podem atingir capacidades aproximadas de 12 000 pass/(hora*sentido) a 20 000 pass/(hora*sentido), exemplo de Curitiba e Porto Alegre, respetivamente.

Por outro lado, um sistema BRT e um LRT a operar apenas com uma via exclusiva, em geral, atingem praticamente os mesmos níveis de capacidade. Os serviços convencionais de autocarros normalmente transportam no máximo 6 000 passageiros por hora e por sentido, dependendo do número de passageiros por veículo, velocidades e distância entre veículos.

Quadro 17 – Comparação da capacidade dos sistemas de transporte público. (Adaptado CNT, Julho 2012)

| Modo de TP | Capacidade (passageiros/hora*sentido) |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Metro | 30.000 - 80.000 |
| LRT | 5.000 - 15.000 |
| BRT | 3.000 – 45.000 |
| Sistema convencional de autocarros | 500 – 6.000 |

Posto isto, verifica-se que os sistemas BRT invalidam a visão tradicional de capacidade dos serviços convencionais de autocarros. Vários casos de implementações BRT comprovam que os valores de capacidade podem superar os de LRT e aproximar-se dos sistemas ferroviários pesados.

3.4.2.2. Flexibilidade

Como já foi referido anteriormente, a flexibilidade inerente à utilização dos autocarros é uma das principais vantagens dos sistemas rodoviários. Uma vez que estes veículos possuem a sua própria energia, conseguem facilmente ser inseridos em qualquer via e permitem aumentar ou redefinir as rotas já estabelecidas.

Contrariamente, os sistemas ferroviários apresentam uma flexibilidade muito limitada visto que, após construção das linhas e escavação de túneis, mudanças de serviço e de itinerários não são adaptáveis. A principal causa reside nos elevados investimentos, quer a nível financeiro quer a nível do tempo de implementação do sistema. Assim, estes sistemas assumem uma parte permanente da cidade enquanto os sistemas BRT permitem facilmente viabilizar outras opções de transporte ou efetuar possíveis mudanças que sejam necessárias no desenvolver da forma urbana, como o crescimento da cidade ou alterações na procura dos diferentes itinerários. Ou seja, uma cidade que já tenha implementado um sistema BRT pode converter para um sistema ferroviário sem perder inteiramente os investimentos já efetuados. Isto acontece pois as linhas segregadas e as estações podem ser transferidas para outra tecnologia com relativa facilidade.

Assim, os sistemas BRT não simbolizam necessariamente permanência, mas sim um sistema de transporte público que tem a possibilidade de crescer e mudar consoante a evolução urbana e demográfica que ocorre naturalmente nas cidades, pois consegue conciliar os baixos investimentos com a elevada capacidade de expansão.

Adicionalmente, a flexibilidade do sistema BRT permite adequar o número de autocarros, tamanhos e rotas consoante os níveis de procura verificados, o que não será possível nos sistemas ferroviários.

3.4.2.3. Custos

- Infraestrutura

A principal diferença entre o sistema BRT e os modos ferroviários reside no investimento necessário para a sua implementação. Embora o intervalo de valores de cada um dos sistemas dependa essencialmente das características selecionadas e da natureza dos custos locais, a diferença que os sistemas BRT e o serviço convencional de autocarros apresentam, em relação ao metro e LRT, é extremamente elevada.

Verifica-se que um sistema BRT custa cerca de 4 a 20 vezes menos que um sistema LRT, e entre 10 a 100 vezes menos que um sistema de metro. Relativamente ao serviço convencional de autocarros, os sistemas BRT apresentam valores de investimento ligeiramente superiores, devido à introdução de várias características para melhoria do desempenho e aumento da qualidade de serviço.

A Figura 20 demonstra com bastante clareza a diferença entre o custo de infraestrutura e a extensão da rede dos sistemas BRT, LRT e metro. Note-se que, com o mesmo investimento, os sistemas BRT conseguem desenvolver uma rede muito mais extensa e completa. De acordo com a pesquisa efetuada, verifica-se que, com aproximadamente 1000 milhões de dólares, conseguem-se construir 400 km de BRT dedicado em contraste com 40 km de LRT, 15 km de via à superfície e 7 km de via subterrânea.



Fig.20 – Comparação entre custo de infraestrutura e extensão da rede. (Adaptação Manual de BRT)

A extensão total da rede é um fator fundamental. Um sistema de TP com tamanho limitado implica que muitas origens e destinos não vão ser considerados, o que o torna inutilizável para um grande número de pessoas. Assim, sem a aplicação de investimentos relativamente elevados, é possível formar uma rede completa de sistemas BRT, por toda a extensão da cidade.

Através da análise de investimentos, em dólares, realizados para diferentes sistemas em diferentes cidades, obteve-se os seguintes dados:

- Sistemas BRT custam, geralmente, entre 500 mil a 15 milhões de dólares por km, sendo que a maioria custa menos de 5 milhões de dólares por km;
- Sistemas LRT variam entre 13 milhões a 40 milhões de dólares por km;
- Sistemas de metro subterrâneo podem variar entre 40 milhões até 350 milhões de dólares por km;
- Sistemas convencionais de autocarros, normalmente, não ultrapassam os 5 milhões de dólares por km.

Mais uma vez, deve reforçar-se a ideia de que a variação destes valores depende essencialmente das características e das condições locais da cidade onde vai ser implementado o sistema.

Outra possível comparação encontra-se ilustrada na Figura 21, a qual apresenta os limites de investimento por km, de cada modo de TP, com os respetivos limites de capacidade. Como se pode constatar, a área relativa aos retângulos de cada opção são representativos da sua flexibilidade e do risco de implementação. O facto de o BRT apresentar um retângulo com largura muito superior à altura é indicativo da sua flexibilidade uma vez que, para uma margem estreita de investimento é possível considerar uma grande diversidade de capacidades. O mesmo não acontece com os sistemas de metro. Estes apresentam uma margem muito grande de investimentos, o que sugere um maior risco e incerteza quanto à possível implementação.

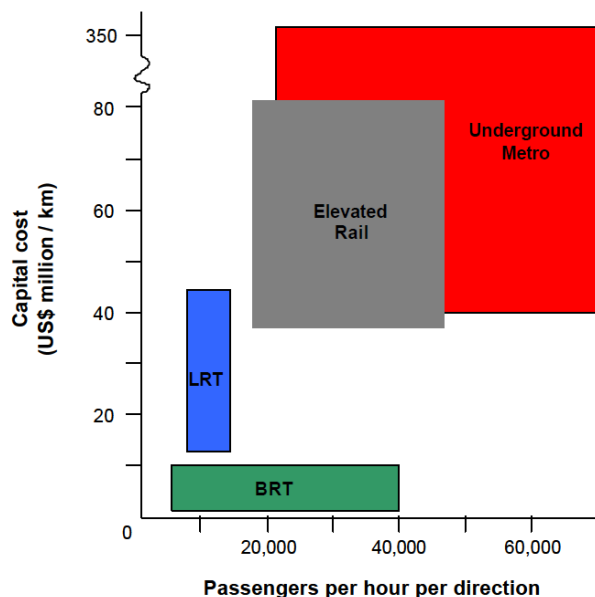


Fig.21 – Comparação custo de investimento e capacidade, fonte [26]

- Custos operacionais

Em primeiro lugar, os custos operacionais referem-se a custos fixos (salários, despesas administrativas, entre outros) e aos custos variáveis (combustíveis, eletricidade, manutenção, etc). Novamente, as condições locais representam um papel fundamental nesta parcela de custos.

Para efetuar uma análise a estes custos é importante distinguir as diferenças existentes entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos, destacando-se os custos de mão-de-obra. Nos países desenvolvidos representam cerca de 35% a 75% dos custos operacionais, enquanto nos países emergentes podem representar uma percentagem inferior a 20%. Este facto pode ser indicativo de que os países emergentes optem principalmente por modos de transporte que requeiram maior equipa operacional, como é o caso do BRT. Além de não representar uma parcela muito significativa de custos, também se garante ou aumenta o número de empregos existentes, o que se torna importante por razões sociais. Por outro lado, soluções de transporte ferroviário, que requerem uma equipa operacional mais reduzida, são típicas dos países mais desenvolvidos.

No entanto, um estudo realizado a diferentes sistemas dos Estados Unidos concluiu que, de uma amostra de 26 sistemas BRT, os custos de operação eram iguais ou inferiores aos sistemas LRT (Levinson *et al.*,2003)

Normalmente, nos países em desenvolvimento, os sistemas BRT obtêm lucro com a venda dos bilhetes, o que permite a sua operação sem necessidade de subsídios públicos. Isto é possível através da combinação de altos níveis de procura com os baixos custos de mão-de-obra. Por outro lado, a maioria dos sistemas de metro ou de base ferroviária não são capazes de recuperar os custos operacionais com a venda de bilhetes.

- Custos de veículos

A compra de veículos representa, geralmente, a parcela mais significativa dos custos de investimento, sem considerar os custos de infraestrutura.

Na América Latina, um veículo articulado BRT de alta qualidade tem um custo que varia entre 200 e 250 mil dólares. Os veículos ferroviários custam geralmente cerca de 2 milhões de dólares (Ministério das Cidades, 2008).

3.4.2.4. Prazos

Os tempos de planeamento e execução de sistemas BRT são outro aspeto de grande destaque em relação às opções de base ferroviária. Normalmente, as perspectivas de tempo de planeamento de um sistema BRT situam-se entre 12 a 18 meses, enquanto a construção dos primeiros corredores normalmente é concluída num período de 12 a 24 meses.

Como já referido anteriormente, os primeiros 40 km do sistema TransMilenio de Bogotá, foram planeados e construídos durante os três anos de mandato do prefeito Enrique Peñalosa. A Fase I do sistema BRT de Beijing foi planeada em apenas 5 meses.

Contrariamente, um sistema de base ferroviária requer um processo de planeamento mais complexo e demoroso. Verificou-se que, em geral, são precisos mais de 3 ou 5 anos para completar este processo. Por outro lado, os prazos de execução podem atingir os 10 anos. A complexidade do projeto, a escala das obras e obtenção de financiamento podem representar atrasos significativos na construção destes sistemas.

Antes da implementação do sistema BRT TransMilenio, foram gastas mais de quatro décadas a desenvolver planos de opções ferroviárias, como o metro e LRT. Devido a mudanças na administração pública e por falta de fundos suficientes, nenhum destes projetos passou além da fase de planeamento. Este exemplo é uma prova concreta da vantagem em termos de tempos de implementação de um sistema BRT, comparativamente aos modos ferroviários.

O quadro 18 apresenta os prazos estimados para implantação de 10 km de corredor, para os diferentes sistemas.

Quadro 18 – Comparação dos prazos de execução de sistemas de transporte público. (Adaptado NTU,2009)

| Modo de TP | Prazos de execução (anos) |
|------------------------------------|---------------------------|
| Metro | 9 |
| LRT | 5 |
| BRT | 2.5 |
| Sistema convencional de autocarros | 1 |

3.4.2.5. Velocidade e tempos de viagem

A velocidade comercial de um veículo representa a velocidade média com que o veículo executa a operação, incluindo os tempos de paragem nas estações.

Verifica-se que o modo ferroviário pesado é o que apresenta maiores velocidades. Os sistemas BRT e LRT atingem velocidades inferiores a este, mas superiores ao serviço convencional de autocarros.

O quadro 19 apresenta os intervalos de velocidades típicos dos modos de TP em comparação.

Quadro 19 – Comparação das velocidades de sistemas de transporte público. (Adaptado NTU,2009)

| Modo de TP | Velocidade comercial (Km/h) |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Metro | 28 – 35 |
| LRT | 12 – 35 |
| BRT | 15 – 32 |
| Sistema convencional de autocarros | <17 |

Como termo comparativo, verificou-se que os veículos metropolitanos ligeiros, da cidade do Porto, apresentam uma velocidade comercial de 28Km/h.

Os intervalos de valores observados são justificados pelo facto de a velocidade variar consoante o número de cruzamentos existentes ao longo do corredor, da aplicação de tecnologias de prioridade semafórica e da distância entre estações. Assim, um sistema com curtas distâncias entre as estações ou com tempos de embarque e desembarque altos é penalizado em termos de velocidade.

De referir ainda que, as diferenças de velocidade existentes entre o sistema BRT e o LRT devem-se essencialmente à maior facilidade do BRT desenvolver vias de ultrapassagem nas estações ou duas vias exclusivas, o que possibilita serviços expresso ou com paragens limitadas. Caso contrário, BRT e LRT apresentam velocidades comerciais muito próximas.

Entretanto, embora os sistemas de metro apresentem velocidades comerciais superiores aos restantes modos de transporte público, não significa que os tempos de viagem sejam também superiores. O tempo total de viagem é definido pela soma dos seguintes tempos:

- Tempo gasto até chegar à estação;
- Tempo de viagem da entrada da estação até à plataforma de embarque;
- Tempo de espera por um veículo;
- Tempo de embarque;
- Tempo de viagem dentro do veículo;
- Tempo de desembarque;
- Tempo de viagem desde o veículo até à saída da estação;
- Tempo de viagem da estação até ao destino final.

Os modos BRT e LRT, por serem essencialmente de superfície, apresentam pontos de entrada e saída relativamente acessíveis, quando comparado com os sistemas de metro que normalmente requerem maiores tempos de acesso à plataforma de embarque.

A distância entre estações de BRT é próxima da existente para os sistemas LRT. No entanto, o número de estações destes dois modos é necessariamente mais limitado do que aquele que existe para um serviço convencional de autocarros. Assim, os tempos de acesso às estações do serviço convencional à partida serão mais reduzidos, comparativamente com os restantes modos.

No quadro 20, apresenta-se uma simulação dos tempos reais gastos em cada modo de transporte, para efetuar o deslocamento de 10 km. É considerada uma velocidade média de caminhada de 4 Km/h.

Quadro 20 – Comparação dos tempos totais de viagem de sistemas de transporte público. (Adaptado NTU,2009)

| Deslocamentos | | Autocarro Convencional | BRT | LRT | Metro |
|------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------|-----------|-------------|
| Distância à estação | Distância (m) | 200 | 250 | 250 | 500 |
| | Tempo (min) | 3 | 3.9 | 3.9 | 7.5 |
| Acesso à plataforma | Distância (m) | - | - | - | 200 |
| | Tempo (min) | - | - | - | 3 |
| | Pagamento (min) | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Viagem | Velocidade (km/h) | 17 | 27.5 | 20 | 17 |
| | Tempo (min) | 35.3 | 22 | 30 | 15 |
| Acesso à saída da estação | Distância (m) | - | - | - | 200 |
| | Tempo (min) | - | - | - | 3 |
| TEMPO TOTAL (Minutos) | | 38.4 | 26 | 34 | 28.6 |

3.4.2.6. Nível de conforto e segurança

O nível de conforto para os passageiros de determinado sistema de transporte coletivo depende de um conjunto de características de projeto e de outros fatores que são independentes do tipo de modo.

Entre os referidos elementos destaca-se:

- Proteção contra a ação do tempo;
- Bancos nas estações;
- Qualidade do desenho interno do veículo;
- Qualidade das estações, incluindo ruídos, acessibilidade e temperatura ambiente;
- Qualidade de acesso às estações em termos de segurança, paisagismo e proteção;
- Qualidade do veículo;
- Número de passageiros por m².

Regra geral, os níveis de conforto dos veículos ferroviários são superiores aos veículos BRT devido à maior suavidade de movimento. Além disto, os metros subterrâneos garantem maior proteção das condições climáticas. No entanto, em função das especificações de projeto, podem atingir-se níveis de conforto bastante elevados para os diferentes sistemas.

Se as estradas se encontrarem em boas condições, o conforto dentro dos autocarros aumenta consideravelmente. Caso existam imperfeições na superfície da via, a utilização de veículos de piso elevado, em detrimento do piso baixo, podem mitigar o problema.

Relativamente à segurança viária dos diferentes modos, verifica-se que faixas segregadas tanto para os veículos ferroviários como BRT apresentam menores índices de acidentes, relativamente aos serviços convencionais de autocarros. Entretanto, os sistemas de metro modernos com separação de nível são exemplarmente mais seguros comparativamente aos sistemas BRT e LRT, uma vez que também não necessitam de se defrontar com interseções e tráfego misto.

3.4.2.7. Integração

Efetuar a transferência dos diferentes serviços de forma clara, rápida e confortável é um dos fatores de interesse na atratividade do sistema. Assim, serviços de transferência devem possibilitar:

- Curtas distâncias a percorrer na troca de serviço;
- Transferência efetuada em áreas protegidas da ação do tempo;
- Boa sincronização de transferências, para evitar as filas de espera;
- Pagamento de uma única tarifa, acessível aos restantes serviços.

Numa perspetiva mais teórica, a integração deveria cumprir as características apresentadas, independentemente da tecnologia de transporte público. No entanto, do ponto de vista prático, os custos associados à implementação de medidas para facilitar as transferências podem ser uma barreira para a sua evolução, principalmente entre sistemas com diferentes características físicas, operacionais e de custo.

Uma vez que se torna economicamente inviável operar sistemas ferroviários em áreas de baixa densidade, mesmo que estes operem nos corredores principais, os sistemas com base rodoviária devem dar continuidade ao serviço até essas áreas.

Assim, os sistemas de superfície, como o LRT e os serviços com base no autocarro, têm a vantagem de facilitar as transferências em nível. Os sistemas BRT além de facilitarem a transferência com os serviços convencionais de autocarros, também atuam positivamente em termos de integração operacional e comercial. Por outro lado, os sistemas com separação de nível, elevados ou subterrâneos, implicam percorrer uma distância vertical que pode ser difícil para pessoas com mobilidade reduzida, além de requerer a aplicação de sinalização adequada.

Além disto, a integração com outros tipos de serviço também deve ser tomado em consideração nos diferentes modos de TP. No projeto do sistema devem ser considerados lugares de estacionamento para automóveis e bicicletas, condições de acesso para utilizadores que cheguem a pé, de bicicleta ou de táxi, e espaço para transportar a bicicleta dentro do veículo.

3.4.2.8. Frequência

Independentemente do tipo de sistema, base rodoviária ou ferroviária, podem ser possibilitados serviços de altas frequências. No entanto, para frequências muito altas é necessário um maior controlo da distância entre veículos para não ocorrem colisões ou congestionamentos.

No caso dos serviços com autocarros, é possível manter distâncias menores de forma mais segura, possibilitando o aumento da frequência de serviço. Normalmente, os sistemas BRT apresentam altas frequências de serviço com lucratividade.

3.4.2.9. Impactos

A utilização de qualquer sistema de transporte público coletivo, por si só, contribui significativamente para a redução dos impactos ambientais e urbanos, uma vez que um único veículo pode substituir 100 ou mais veículos individuais. A Figura 22 ilustra a diferença existente entre a necessidade de espaço de 60 utilizadores do transporte público e 60 veículos privados.

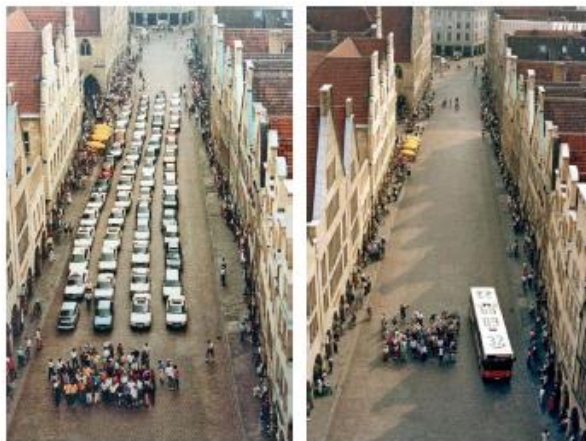


Fig. 22 – Comparação de quantidade de espaço público necessária. (Ministério das Cidades, 2008).

Apesar de todos os sistemas aqui em análise contribuírem para a redução dos impactos, existem algumas diferenças entre eles que importa realçar.

Relativamente aos impactos ambientais, verifica-se que os sistemas LRT e metro, por serem movidos a eletricidade, não produzem emissões ao nível local. Por outro lado, ao exigirem linhas de energia que podem ser provenientes de geração a carvão, podem ser responsáveis por significativas emissões causadoras do efeito de estufa. Além disto, os sistemas elétricos contribuem para a redução dos níveis de ruído, em especial os sistemas subterrâneos pois praticamente não têm impacto no nível da superfície, afetando apenas os operários e passageiros.

No que diz respeito aos sistemas BRT, como já foi referido, a aposta nos combustíveis mais limpos contribui substancialmente para a redução dos impactos ambientais. Embora veículos BRT movidos a combustíveis fósseis produzam emissões locais, em geral verifica-se que os sistemas BRT apresentam uma melhoria drástica quanto aos níveis de emissões, comparativamente com os sistemas convencionais de autocarros. Normalmente é exigido o cumprimento dos níveis máximos de ruído permitido pelos sistemas BRT, como o exemplo de Bogotá de 90 decibéis.

Relativamente aos impactos urbanos, verifica-se que os sistemas BRT e LRT precisam utilizar o espaço das vias públicas, enquanto os sistemas de metro consomem pouco espaço na superfície. No caso de sistemas elevados, por ser necessário aplicar pilares de suporte, também se ocupa relativo espaço público. Verificou-se que existem soluções de projetos BRT para praticamente qualquer circunstância de espaço viário, exemplo de Quito que utiliza ruas de três metros de largura no centro histórico.

De referir também que, a cedência de espaço para vias exclusivas para BRT e LRT, podem resultar numa redução de veículos privados.

3.4.3. QUADRO RESUMO DE COMPARAÇÃO

Após estabelecer uma comparação com outros modos de transporte públicos, concluiu-se que o sistema BRT apresenta algumas características semelhantes aos sistemas ferroviários e afastam-se de um serviço convencional de autocarros.

Como evidenciado no quadro 21, os custos de implementação, a capacidade, flexibilidade, velocidade, prazos de execução e a adaptabilidade a vários níveis de procura, destacam-se como principais vantagens.

Quadro 21 – Quadro resumo comparação dos sistemas de Transporte Público. (Adaptado, CNT e NTU)

| Caraterísticas | Metro | LRT | BRT | Serviço convencional |
|------------------------------|------------------|----------|----------------|----------------------|
| Capacidade | Alta | Média | Alta/ média | Baixa |
| Flexibilidade | Baixa | Baixa | Alta | Alta |
| Custos | Muito altos | Altos | Médios | Baixos |
| Prazos de execução | Muito longos | Longos | Curto | Muito curtos |
| Velocidade | Alta | Moderada | Alta/ moderada | Baixa |
| Atratividade | Muito alta | Alta | Alta/ moderada | Baixa |
| Nível de conforto/ segurança | Alto | Alto | Bom | Muito baixo |
| Procura necessária | Muito alta/ alta | Moderada | Baixa/ alta | Baixa |
| Impacto ambiental | Baixo | Baixo | Moderado | Alto |

4

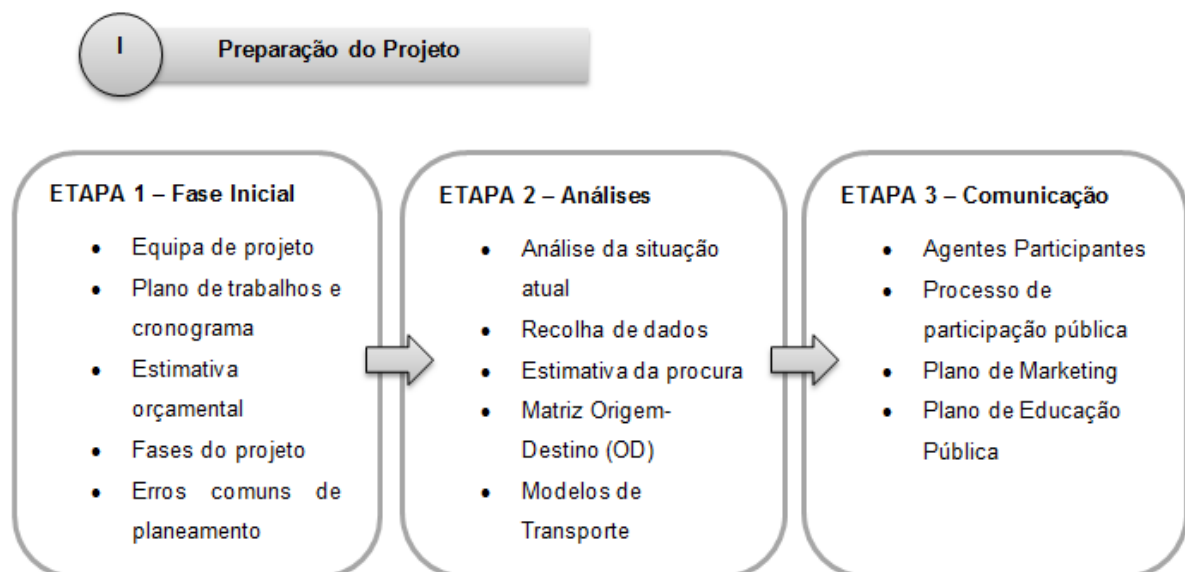
PLANEAMENTO DE SISTEMAS BRT

4.1. INTRODUÇÃO

No presente capítulo pretende-se apresentar uma visão geral da estrutura e conteúdos de um plano de “Bus Rapid Transit”, baseada essencialmente em experiências de projetos existentes. Embora os elementos abordados ao longo do capítulo variem consoante a localização e condições locais da cidade em estudo, pretende-se aqui apresentar uma abordagem geral dos principais aspetos e variedade de soluções a ter em consideração no desenvolvimento de um eventual plano de BRT em Portugal.

Desta forma, ao apresentar um possível modelo de planeamento pretende-se ajudar a superar alguns obstáculos comuns, e contribuir para uma redução não só do tempo despendido no processo como também dos custos associados de planeamento e promover uma maior eficiência nos resultados do sistema. De referir novamente que um planeamento de sistemas BRT é usualmente concluído ao fim de 12 a 18 meses, sendo que os custos variam entre 1 a 3 milhões de dólares. (Ministério das Cidades, 2008)

Na Figura 23 apresenta-se um esquema geral, para maior percepção de todo o processo de planeamento, onde se destacam as principais atividades a realizar, cujos conteúdos serão explorados posteriormente.



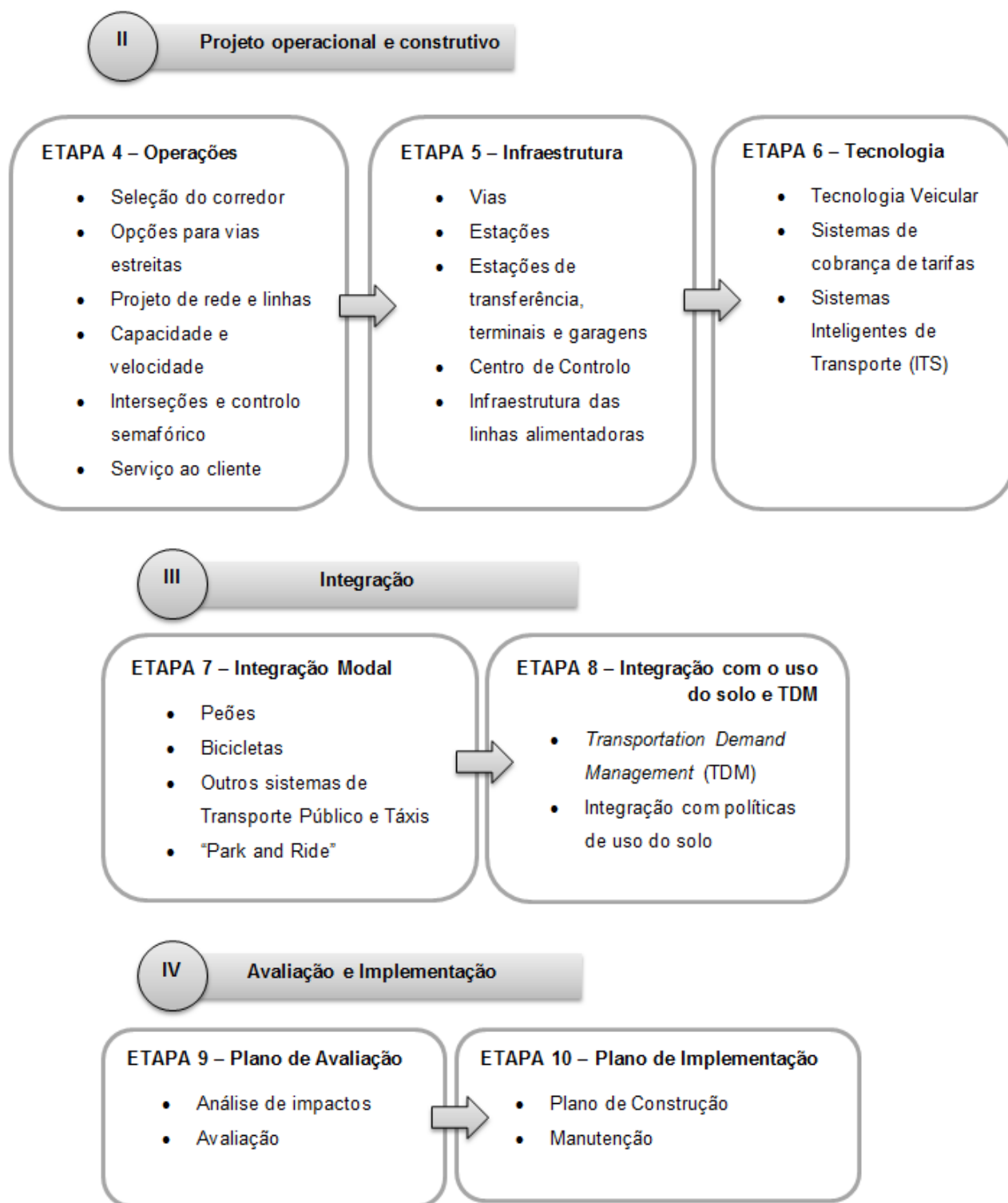


Fig.23 – Esquema do processo de planeamento.

O plano institucional e de negócios também deveriam ser incluídos como uma atividade a realizar no planeamento do projeto. No entanto, uma vez que não se enquadra exatamente no âmbito da presente dissertação, decidiu-se não desenvolver este assunto aprofundadamente. Importa apenas referir que será necessário estabelecer um plano contratual e estrutural entre os sectores público e privado, a fim de assegurar que o sistema seja financeiramente viável em termos operacionais. Os principais tópicos do referido plano englobam a estrutura de negócios, a análise de custos operacionais, opções relativas às tarifas, distribuição de receitas e opções de financiamento.

A estrutura base do processo de planeamento, que se apresenta, tem como principal referência o *Sustainable Transport: A sourcebook for Policy-makers in Developing Cities*, fonte [28]. Relativamente aos conteúdos apresentados ao longo do presente capítulo, para além da fonte referida anteriormente, também têm como base uma publicação mais completa, traduzida para português, do *Bus Rapid Transit- Planning Guide*, fonte [29]. Entretanto, importa referir que o Manual de planeamento foi desenvolvido para atender maioritariamente às necessidades dos países em desenvolvimento. Como tal, algumas das características dispostas neste capítulo podem não ter a mesma importância em cidades Europeias, tradicionalmente mais desenvolvidas e com procuras mais baixas. No entanto, a base de planeamento será sempre comum e na abordagem que será realizada no presente capítulo tentar-se-á adaptar o conteúdo do Manual a algumas características normalmente atribuídas aos países desenvolvidos.

No capítulo anterior já foram mencionados alguns pontos que também devem ser incluídos no processo de planeamento, aos quais se fará uma referência na fase de plano respetiva.

4.2. PREPARAÇÃO DO PROJETO

4.2.1. ETAPA 1 – FASE INICIAL

A fase inicial representa o início do processo de planeamento de um sistema BRT, o qual pretende essencialmente garantir o apoio político para o desenvolvimento do projeto. Uma vez que se trata de um novo conceito de transporte, poderão existir diversos obstáculos que podem impedir a implementação deste sistema, sendo a vontade política o elemento mais crítico e que pode oferecer maior resistência ao seu desenvolvimento. Assim, o apoio de algumas instituições envolvidas na divulgação de sistemas BRT assume uma posição de destaque na partilha de experiências e no suporte financeiro de projetos de transporte sustentável. Nesse sentido, destacam-se algumas organizações não-governamentais internacionais, tais como o ITDP (Institute for Transportation & Development Policy) e o programa EMBARQ do WRI (World Resource Institute). O Banco Mundial e o Global Environment Facility são também organizações que apoiam financeiramente as iniciativas de BRT.

Nesta fase, deve também incluir-se um estudo comparativo das diferentes opções de transporte público coletivo, onde seja possível ter uma visão geral e objetiva das várias hipóteses, para assim decidir qual o sistema mais adequado para a cidade. Um possível estudo já foi realizado no capítulo anterior, onde se destacam as principais vantagens dos sistemas BRT em relação aos restantes modos.

Após decisão relativa ao sistema de transporte público mais adequado e do apoio político para avançar com um projeto de BRT, trata-se de todos os procedimentos legais para oficializar o projeto. De seguida, o processo de formação de uma equipa de planeamento e o desenvolvimento de orçamentos, plano de trabalhos e cronogramas, podem começar.

4.2.1.1 Equipa de projeto

A introdução de um novo sistema de transporte público requer uma equipa que se dedique inteiramente ao seu planeamento. Verifica-se que os sistemas BRT de maior qualidade foram desenvolvidos por equipas de projetos criadas especificamente para esse fim.

Inicialmente, a equipa deve ser composta por 3 a 10 elementos. Este número pode variar consoante o prazo previsto para planeamento e implementação do sistema, e mediante a evolução do projeto. Assim, idealmente, a equipa inicial pode incluir os seguintes elementos:

- Coordenador do projeto;
- Suporte administrativo;
- Contabilista do projeto;
- Pessoal para realizar processo de educação pública e campanhas;
- Negociador para discussões com operadores existentes;
- Agente de ligação com organizações internacionais;
- Especialista em finanças/ economista;
- Engenheiro de transportes;
- Arquiteto;
- Modelador de transportes;
- Especialista de projeto de infraestruturas.

Em determinados casos pode ser importante a subcontratação de consultadoria internacional. A utilização de consultores, com vasta experiência em projetos de BRT, é mais um recurso que permite a troca de conhecimentos para obtenção de soluções mais eficientes. Com isto, podem-se evitar alguns dos erros mais comuns e a redução do período total de planeamento.

Uma vez que o sistema BRT se trata de um conceito relativamente novo, é normal que não existam muitas pessoas com experiência neste campo. Portanto, para o desenvolvimento das competências técnicas locais, os membros da equipa podem ser treinados por especialistas, sendo também comum realizarem-se visitas a cidades onde estejam implementados sistemas BRT de qualidade. Pode também recorrer-se a vídeos, artigos ou imagens que permitam observar como o sistema funciona em determinada cidade e obter uma visão mais concreta da mudança e comportamento que o novo sistema de transporte público trará para a cidade.

4.2.1.2 Plano de trabalhos e cronograma

Uma vez definida a equipa de projeto inicial, procede-se ao desenvolvimento de um plano detalhado de trabalho e à determinação da duração prevista para cada atividade. Nesta fase, a apresentação de um cronograma, ao público e às autoridades municipais, permite fornecer uma melhor percepção do âmbito do projeto e assegurar uma perspectiva mais realista da sua evolução.

Ao longo do processo de planeamento podem surgir possíveis mudanças ou atrasos, sendo então necessário uma revisão constante desse cronograma. Deve também ser realizado um gráfico de “Gantt” detalhado com os vários passos a seguir e respetivas durações (Figura 24).

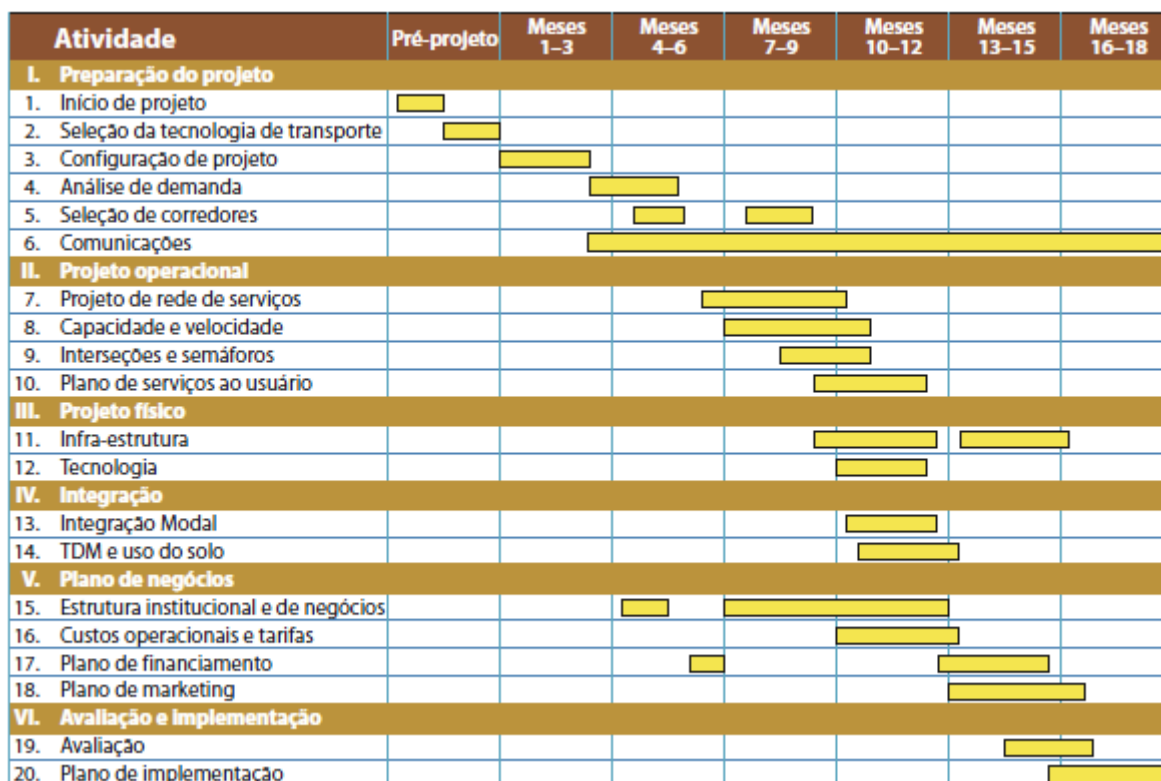


Fig.24 – Cronograma básico de BRT, fonte [29].

Deve ainda notar-se que, embora as fases apresentadas estejam por relativa ordem cronológica, algumas atividades são realizadas quase em simultâneo. Por exemplo, a análise financeira pode ter influência nas opções relativas ao tipo de infraestrutura e tecnologia, bem como a decisão referente aos itinerários tem interferência nas opções de projeto da via. Reconhece-se que o projeto operacional e físico deve consistir num processo iterativo a fim de se encontrar a solução que melhor se adapta, dentro do vasto cenário de possibilidades.

4.2.1.3 Estimativa orçamental

Com base nas atividades previstas no plano de trabalhos realiza-se uma estimativa, o mais realista possível, do orçamento necessário para o processo de planeamento. A quantia total deve incluir os salários da equipa, possíveis viagens de estudo, telecomunicações, suporte administrativo, recursos materiais e, caso se contratem consultores, os respetivos honorários.

À semelhança do que acontece com o plano de trabalhos e cronograma, também o orçamento vai sofrer ajustes ao longo do tempo. Assim, aconselha-se a inclusão de uma percentagem do orçamento total previsto (normalmente 10%), para ajudar a cobrir eventuais custos extraordinários.

Como é evidente, quanto maior a complexidade do projeto, maiores serão os custos de planeamento. Como exemplo, refere-se o sistema BRT de Bogotá que despendeu mais de 5.2 milhões de dólares no processo de planeamento, enquanto Quito gastou apenas 300 mil dólares. No entanto, dada a importância de um planeamento adequado para BRT e os baixos custos que apresenta, comparativamente com os restantes modos de transporte, aconselha-se que se invista o necessário neste processo. Eventuais erros podem ser bem mais onerosos a longo prazo.

4.2.1.4 Fases do projeto

Normalmente, os sistemas BRT são implementados por fases. A separação por fases de construção deve-se essencialmente a:

- Falta de financiamento inicial para toda a rede do sistema;
- O resultado das primeiras fases pode ajudar a melhorar o projeto das seguintes;
- O número de construtoras locais pode não ser suficiente para construir o sistema completo;
- Reduz a interrupção que o processo de construção causa na circulação de tráfego na cidade.

No entanto, mesmo que o sistema seja construído por fases, deve estabelecer-se uma visão geral da rede completa do sistema. Um simples mapa com as linhas de todos os corredores planeados pode contribuir para uma visão completa do futuro sistema, sendo fundamental para a visão de um projeto bem planeado e com perspectivas de evolução.

O tamanho da fase inicial depende de muitos fatores mas, em geral, uma primeira fase do projeto deve captar um número suficiente de passageiros para que o novo sistema apresente uma base financeiramente viável. Usualmente, a extensão selecionada para o primeiro ou dois primeiros corredores totaliza valores entre os 15 a 60 km de vias exclusivas, sendo também incluídas cerca de 40 a 120 km de serviços alimentadores.

4.2.1.5 Erros comuns de planeamento

Baseado em experiências de outros projetos, foram identificados alguns dos erros mais usuais que ocorrem durante o processo de planeamento. É fundamental que a equipa destacada analise cuidadosamente e reconheça todas as falhas que ocorreram com os diversos projetos de BRT, a fim de se evitar os problemas daí resultantes. Com isto é possível poupar recursos e tempo, bem como manter uma boa imagem do sistema.

Com base no Manual de Planeamento BRT (2008), enumeram-se alguns dos erros mais comuns, detetados por consultores de BRT:

- Sistema projetado sem ter como principal destaque os utilizadores;
- Pouco investimento no processo de planeamento;
- Primeira fase do projeto muito limitada;
- Falta de reorganização das linhas existentes de Transporte Público;
- Permissão da utilização da via de TP a todos os operadores;
- Nenhuma provisão de serviços alimentadores ou diretos nas áreas residenciais;
- Sistemas construídos em corredores com baixos níveis de procura para facilitar a construção;
- Não inclusão de acessos seguros e de qualidade para os peões;
- Não integração com os restantes modos de transporte (estacionamentos, lugares para bicicletas, entre outros);
- Subdimensionamento de veículos e/ou infraestrutura para determinada procura;
- Ausência de contratação competitiva para serviços de consultoria;
- Poucas portas nos veículos/estações;
- Nenhum plano de comunicações, campanha de marketing ou identificação de uma marca para o sistema.

4.2.2. ETAPA 2 – ANÁLISES

A estimativa do potencial número de passageiros é um dos principais fundamentos técnicos para o desenvolvimento do sistema, afetando o planeamento de operações, o projeto e a previsão de viabilidade financeira do sistema. Nesta linha, verifica-se que a análise dos níveis de procura influencia decisões como o tipo de corredor, o tamanho dos veículos, das estações e terminais, bem como o tipo de sistema de cobrança e verificação de tarifas a aplicar. Eventuais erros na sua determinação podem comprometer a qualidade e operação financeira do sistema.

Para auxiliar esta análise são utilizadas ferramentas de modelação de transportes que são bastante úteis para estimar a procura futura do sistema e determinar a capacidade que vai ser necessária para um maior horizonte de tempo.

Em primeiro lugar, para se realizar esta análise, é necessário compreender a matriz atual das viagens realizadas, bem como a oferta atual do serviço de transporte.

Neste sentido, na segunda etapa do processo de planeamento de um sistema BRT, pretende-se apresentar uma abordagem geral dos modelos de transporte utilizados e referir os requisitos mínimos para a estimação da procura.

4.2.2.1. Análise da situação atual

Antes de se estimar a procura, é necessário recolher e entender um conjunto de informações do panorama atual da cidade. Alguns destes dados serão, posteriormente, inseridos nos modelos de transporte para se projetar as necessidades futuras.

É importante compreender que o sistema de transporte público está intimamente relacionado com as condições económicas, sociais, demográficas, políticas e ambientais da cidade. A compreensão destas condições permite uma melhor aplicação do sistema, de acordo com a realidade local.

Neste sentido, a recolha de informações deve conter os seguintes pontos:

- População, densidade populacional e projeção do crescimento futura;
- Atividade económica geral;
- Atividades económicas por grupos sociais;
- Níveis de emprego;
- Condições ambientais;
- Níveis de equidade social;
- Calendário de eleições (locais e nacionais).

4.2.2.2. Recolha de dados

Uma análise cuidada das opções de transporte público existentes e das condições de operação permite uma melhor definição das necessidades presentes e futuras de um sistema BRT. A recolha de dados relativa à oferta e procura do transporte atual será um forte contributo para a determinação das características de projeto do novo sistema. Além disto, os dados recolhidos podem também ser utilizados para introduzir num modelo de transportes e projetar diferentes cenários. Os principais dados a recolher são:

- Linhas existentes dos serviços de transporte público;
- Número de passageiros de cada linha;
- Velocidades dos veículos.

Para tal, deve começar-se por mapear as linhas de transportes públicos existentes pois estas servem como indicador das áreas com maior procura. De seguida, realizam-se as contagens de tráfego nas áreas destacadas. A contagem de tráfego envolve essencialmente os veículos de transporte público coletivo, mas também deve incluir-se o restante tráfego (ligeiros, pesados, 2 rodas e peões). Com os dados relativos ao número de veículos particulares é possível estimar, posteriormente, o impacto que o sistema BRT terá nos níveis de congestionamento do corredor e oferecer uma indicação prévia das migrações modais de veículos particulares para o público.

Após determinar o número de veículos, procede-se à verificação do número de passageiros por veículo, num dado período de tempo. Assim, com o nível de ocupação médio multiplicado pelo número total de veículos, de um determinado tipo e num certo período de tempo, obtém-se uma primeira estimativa dos níveis de procura do corredor em análise. Por último, um levantamento das atuais velocidades dos veículos de Transporte Público permite calcular os benefícios que o sistema BRT trará para esse corredor.

A precisão dos dados recolhidos depende, em parte, do financiamento disponível para esta análise. No entanto, usando apenas contagens de veículos, pesquisas de ocupação em lugares estratégicos e velocidades dos autocarros, é possível chegar a uma estimativa da procura para o sistema BRT, com uma margem de erro de aproximadamente 20% em relação aos valores reais.

Assim, estas contagens de tráfego iniciais, permitem ter uma ideia aproximada de quantas pessoas usam determinado corredor, por hora e por sentido. Através desse valor, torna-se possível uma primeira decisão do tipo de corredor que será utilizado no sistema BRT. O quadro 22 apresenta o tipo de soluções mais utilizadas, de acordo com os níveis de procura determinados.

Quadro 22 – Soluções típicas de BRT para os diferente níveis de procura. (Adaptado Manual de BRT, 2008)

| Passageiros/ hora* sentido | Tipo de soluções de BRT |
|-------------------------------|--|
| <2.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Simples prioridade para os autocarros; • Normalmente sem separação física; • Possível faixa para autocarros, em tempo parcial. |
| 2.000-8.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Vias exclusivas (segregadas) no corredor central; • Serviços diretos para reduzir necessidades de transferências. |
| 8.000-15.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Vias exclusivas (segregadas) para autocarros no corredor central; • Serviços troncais que requerem transferência, mas têm embarque e desembarque rápido e velocidades operacionais altas; • Prioridade semafórica nas interseções. |
| 15.000-45.000 | <ul style="list-style-type: none"> • Vias exclusivas (segregadas) para autocarros no corredor central com ultrapassagem nas estações; • Possível aplicação de serviços expressos e com paragens limitadas; • Utilização de cruzamentos de nível e prioridade semafórica, nas interseções. |

| Passageiros/ hora* sentido | Tipo de soluções de BRT |
|----------------------------|---|
| >45.000 | <p>É possível através de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Total segregação com duas faixas exclusivas para autocarros, por sentido; • Elevado número de serviços expressos e paragens múltiplas; • Divisão do volume de passageiros entre dois ou mais corredores próximos. |

4.2.2.3. Estimativa detalhada da procura

Após o levantamento dos dados referidos no ponto anterior, procede-se a uma pesquisa mais detalhada para determinar o número de passageiros que o sistema BRT captará.

Inicialmente deve mapear-se, com precisão, os itinerários de todas as linhas de transporte público. Adicionalmente realiza-se uma pesquisa de embarque e desembarque em cada uma das linhas, onde se consegue obter um número aproximado de passageiros por linha e por paragem. Estes dados são bastante úteis, uma vez que permitem determinar a dimensão das paragens.

Além disto, ao somar-se o número de passageiros de todas as linhas existentes, é possível criar um mapa onde é visível a carga máxima no segmento mais crítico. Com esta informação, já é possível indicar quais as linhas que devem ser incorporadas ou não ao sistema BRT, e as que têm maior prioridade para inclusão na fase inicial do projeto. Neste sentido, os resultados aqui obtidos permitem ter uma base satisfatória dos níveis mínimos de procura do novo sistema.

4.2.2.4. Matriz Origem-Destino (OD)

O estudo da origem e destino das viagens é um elemento base fundamental para estabelecer a natureza dos padrões de viagem existentes, sendo crucial para o desenvolvimento do sistema de transporte. Além de identificar a natureza geográfica das viagens, o estudo da matriz OD também deve incluir o tempo que demora a realizar cada viagem e o fim a que se destina (estudo, trabalho, compras, entre outros), bem como dados relativos às atividades (por exemplo, horários de funcionamento das lojas).

A Figura 25 ilustra o mapa de origens e destinos de Bogotá. Estes mapas ilustram os pontos em que as viagens estão concentradas ou espalhadas dentro da cidade. Verifica-se que, em Bogotá, existe uma forte concentração de viagens que têm como destino o centro da cidade.

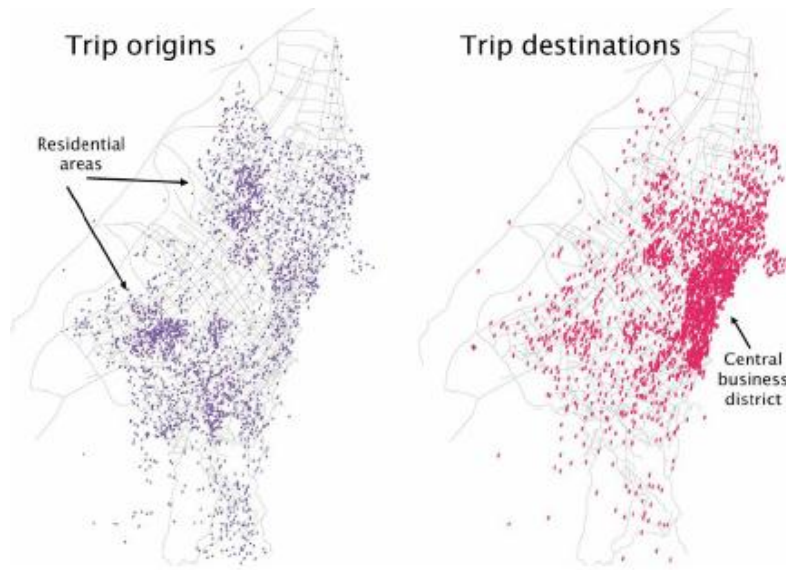


Fig.25 – Mapa de origens e destinos de Bogotá. (TransMilenio S.A., 2012)

4.2.2.5. Modelos de transporte

A modelação consiste basicamente numa representação simplificada de um sistema real, a qual permite visualizar o crescimento de transportes e projetar as condições futuras. Deve notar-se que estes modelos são apenas ferramentas que permitem simular e analisar os impactos de diferentes alternativas. Normalmente, a modelação de transporte é utilizada para determinar as condições de procura e oferta esperadas que, por sua vez, permite verificar quais as necessidades de infraestrutura a longo prazo.

Apesar de ser necessário tempo e recursos para o seu desenvolvimento, a utilização de modelos de transporte é bastante útil para o planeamento de sistemas BRT, como por exemplo o *software* TransCad. (<http://www.caliper.com/tcovu.htm>, 2012)

4.2.3. ETAPA 3 – COMUNICAÇÃO

A terceira etapa do planeamento de sistemas BRT refere-se ao desenvolvimento de um plano de comunicação. Como se verifica no cronograma apresentado anteriormente, o processo de comunicação deve ser um trabalho contínuo, assumindo um papel determinante não só no planeamento, mas também na implementação e operação do sistema.

Para além da equipa responsável pelo planeamento, um plano de comunicação envolve também a participação do público, organizações, operadores atuais, empresas do sector privado e outras entidades governamentais. Com a participação dos vários agentes, é possível alterar a percepção negativa que usualmente existe em relação ao transporte público, uma vez que estes podem opinar e estar envolvidos durante o processo de desenvolvimento do sistema. Assim, é importante demonstrar aos vários grupos participantes que a sua colaboração pode realmente contribuir para um melhor resultado final do projeto.

Neste sentido, pretende-se identificar os principais agentes participantes e apresentar algumas indicações de como desenvolver um plano de comunicação eficiente através de um processo de participação pública, desenvolvimento de um plano de Marketing e um plano de educação pública.

4.2.3.1. Agentes participantes

Identificar quais os principais agentes participantes, para incluir no planeamento e desenvolvimento do sistema, é a primeira condição para desenvolver uma estratégia de comunicação. O objetivo da inclusão e participação ativa, das várias partes interessadas, passa pela compreensão de quais os seus principais interesses e receios, bem como a capacidade de influência que podem ter no desenvolvimento do projeto.

Identificam-se alguns dos agentes participantes normalmente incluídos:

- Operadores de transporte existentes;
- Grupos de utilizadores (inclui de transporte público, donos de carros, pessoas com deficiência, idosos, estudantes, entre outros);
- Departamentos municipais (de planeamento, transporte, obras públicas, meio ambiente, entre outros);
- Polícia de trânsito;
- Agências Nacionais relevantes;
- Organizações não-governamentais;
- Associações (de moradores, comércio).

Normalmente, os operadores de transporte público existentes são os agentes que oferecem maior resistência ao desenvolvimento de um sistema BRT, tornando as negociações difíceis e contenciosas. Isto deve-se ao facto de serem bastante susceptíveis a mudanças, os atuais operadores, em especial quando se trata do seu próprio lucro e viabilidade. Por serem possíveis opositores do sistema, torna-se necessária uma comunicação mais cuidada e persuasiva. Deve apresentar-se o novo sistema como uma oportunidade de negócios positiva, com maiores ganhos e melhorias nas condições de trabalho, bem como criar uma ligação de confiança com os operadores e motoristas.

4.2.3.2. Processo de participação pública

Com um processo de comunicação pretende-se obter a aprovação pública para o desenvolvimento do projeto, mas também recolher as ideias que o público em geral tem sobre o sistema. Assim, ao incorporar os conselhos do público em geral, é possível assegurar uma maior aceitação e utilização do sistema. O processo de participação pública, embora pareça uma abordagem superficial para o desenvolvimento do projeto, pode ter bastante influência a longo prazo no desempenho do sistema.

Para facilitar a participação da comunidade, usualmente realizam-se reuniões, seções de informação, entrevistas com ONGs ou comunitárias, campanhas via telefone, ou comunicações via *e-mail*.

4.2.3.3. Plano de Marketing

Este assunto já foi abordado no capítulo anterior, ponto 3.3.7., como um dos elementos de destaque dos sistemas BRT. No entanto, importa aqui realçar a importância que uma estratégia de marketing assume na identidade e imagem destes sistemas, bem como a capacidade de atrair clientes através de melhorias nas condições de atendimento ao cliente.

A figura 26 ilustra alguns exemplos de logótipos utilizados para diferentes sistemas, elemento que permite maior reconhecimento e localização dos locais onde é prestado o serviço.



Fig.26 – Exemplos de logótipos de sistemas. (Lloyd Wright, 2008)

4.2.3.4. Plano de Educação Pública

A implementação de um sistema BRT pressupõe a introdução de uma série de melhorias de serviço que podem causar alguma confusão inicial. Uma vez que se trata de uma mudança nos costumes dos utilizadores, a preparação do público para a sua utilização pode ser fundamental para causar uma primeira percepção positiva do sistema. Além disto, é importante angariar um número suficiente de clientes, por forma a tornar o sistema financeiramente viável desde o início da operação. Assim, uma campanha educativa deve começar bem antes de o sistema entrar funcionamento.

Neste sentido, antes da inauguração, informações como vantagens do sistema, esquema das linhas, preços, procedimentos de embarque, aquisição de tarifas, entre outras, devem ser disponibilizadas ao público em geral por forma a familiarizá-los com o sistema. Este tipo de informações deve estar disposto em toda a cidade, de forma simples e clara. Como forma de divulgar a informação, podem ser aplicadas técnicas similares às desenvolvidas na campanha de marketing, como por exemplo centros de informação, rádio, televisão, *websites*, imagens ou vídeos.

4.3. PROJETO OPERACIONAL E CONSTRUTIVO

4.3.1. ETAPA 4 – OPERAÇÕES

Através dos dados de procura adquiridos na etapa 2, e a identificação dos principais grupos de interesse, etapa 3, é possível iniciar o trabalho relativo aos aspetos operacionais do sistema BRT.

O conhecimento da localização dos principais pontos de origem e destino possibilita, à equipa de projeto, tanto a identificação dos corredores mais apropriados para incluir na primeira fase de implementação do sistema, como a identificação das diferentes rotas e opções de serviço. Para além disto, decisões relativas ao nível de qualidade de serviço prestado ao cliente, opções para vias estreitas, análise das interseções e semáforos, também estão incluídos nesta etapa.

O tipo de decisões que vão ser tomadas, na etapa do projeto operacional, influencia a qualidade do sistema e, principalmente, a sustentabilidade financeira do seu serviço.

4.3.1.1. Seleção do corredor

Como já referido anteriormente, o fator mais determinante na seleção de corredores é o nível de procura previsto. Adicionalmente, fatores como os custos, características viárias, considerações políticas, igualdade social e facilidade de implementação, também têm influência na escolha do corredor.

Inicialmente, uma análise aos perfis de origem e destino ajuda a perceber quais as zonas mais procuradas. O objetivo principal, na seleção do corredor, passa pela minimização de distâncias de viagem e dos tempos respetivos, para uma maior percentagem da população. Normalmente, isto resulta em corredores localizados próximos dos principais pólos, tais como escolas, universidades e hospitais, áreas de trabalho ou de comércio. Assim, para a primeira fase do projeto, idealmente, a localização do corredor deve estar situada nos segmentos de origem e destino mais utilizados. No entanto, é crucial incluir um mapa completo de BRT, com todos os potenciais corredores a implementar na cidade, nas fases posteriores.

De seguida, após identificação dos principais corredores, é necessário realizar uma análise das diferentes opções disponíveis. O ponto de partida passa pelo registo das dimensões físicas ao longo dos corredores, como a largura das vias e a largura total da estrada. Adicionalmente, informações como as condições atuais das vias, vias centrais, passeios, existência de interseções e passadeiras, fazem parte de uma pesquisa inicial para encontrar os pontos mais críticos para posteriormente se proceder ao desenvolvimento de soluções práticas para os mesmos.

Usualmente, uma faixa padrão de BRT requer 3.5 metros de largura, enquanto as estações ocupam, geralmente, entre 2.5 e 5 metros. Idealmente, a largura total da via deveria compreender uma estação na via central, uma ou duas faixas exclusivas para autocarros, duas faixas para tráfego misto e um espaço reservado para peões e ciclistas. A Figura 27 representa uma configuração típica para um corredor de BRT.

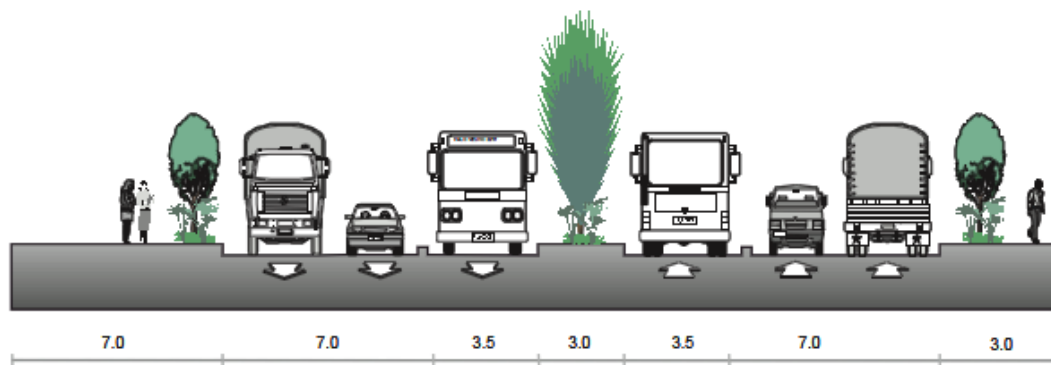


Fig. 27 – Perfil viário tipo para BRT. (Manual de BRT, 2008).

No exemplo apresentado, trata-se de um corredor típico com uma faixa simples em cada sentido, o que requer entre 10 a 13 metros de largura da via, dedicada ao sistema BRT. Para o caso em que se inclui vias de ultrapassagem nas estações serão necessários pelo menos 20 metros de largura da via, apenas para operação de BRT.

4.3.1.2. Opções para vias estreitas

Em muitos casos verifica-se que as limitações viárias existentes podem restringir o desenvolvimento do projeto, com especial destaque para as ruas mais estreitas que se encontram principalmente nos centros históricos. Para superar estas situações são enumeradas dez soluções, no Manual de BRT, que possibilitam projetar estes sistemas em áreas com segmentos de rua mais estreitos. Entre as referidas soluções incluem-se a utilização do espaço central da via, alargamento da via, separação da via apenas para transporte público, colocação de separadores, separação da superfície e operação junto com o tráfego misto.

- Corredor de circulação na via central e apenas uma faixa de tráfego misto em cada sentido

Esta solução só é aplicável se a largura da estrada tiver pelo menos 14 metros disponíveis para circulação dos veículos. Além disto, deve existir espaço adicional para circulação de peões e, nas áreas com estações, deve existir pelo menos mais 2.2 metros de largura.

Para evitar evasões ao espaço da via destinado aos autocarros, aconselha-se a aplicação de um mecanismo de fiscalização ou elevadas frequências de operação.

A Figura 28 ilustra o sistema de Rouen (França), que opera de forma bem-sucedida com apenas uma única faixa de BRT e uma faixa de tráfego misto, por sentido. A rua apresentada na imagem tem 14 metros de largura e uma barreira semipermeável entre o corredor de autocarros e o tráfego misto. Esta barreira permite a entrada dos veículos, em caso de obstrução da faixa.



Fig.28 – Sistema BRT de Rouen (França). (TCRP)

- Áreas de acesso restrito ao transporte público

Esta solução passa por permitir, em determinados segmentos, apenas a circulação de veículos de transporte público, não sendo autorizado o acesso do restante tráfego rodoviário. Esta restrição pode decorrer apenas durante o período de operação do transporte público ou permanentemente.

Denominadas de alamedas de transporte público, são segmentos do corredor em áreas comerciais, destinadas exclusivamente aos veículos de transporte público (Fig. 29). As áreas de acesso restrito ao TP incluem segmentos tanto nas áreas comerciais como áreas residenciais.

As alamedas de transporte público são mais adequadas para segmentos com apenas 7 metros de espaço viário, ou seja, quando existem duas vias disponíveis. No entanto também já foram aplicadas em segmentos com apenas 3 metros de largura. Assim, consegue-se estimular a atividade comercial e integração com os padrões existentes do uso do solo, bem como criar uma maior interação entre serviços de transporte público e os peões.



Fig.29a) e 29b) – Alamedas de transporte público, Bogotá e Pereira, respetivamente. (Manual BRT, 2008).

Entretanto, o maior desafio que se coloca à aplicação de alamedas de transporte público ou outras áreas de acesso restrito, reside nos interesses dos comerciantes e residentes das áreas em questão, uma vez que não é possível o acesso a esses veículos. Neste caso, usualmente estabelecem-se horários, durante o período de paragem do serviço de transporte público, para abastecimento das lojas. No restante período de tempo, podem carregar pequenas quantidades de material recorrendo a sistemas de entrega não motorizados, através das áreas destinadas aos peões. Relativamente aos residentes, este conflito pode ser resolvido com a criação de parques de estacionamento em áreas com alguma proximidade.

- Corredores divididos (dois serviços de um sentido, em ruas separadas)

Dividir o serviço de transporte público em duas ruas, geralmente paralelas, cada uma com um sentido, é uma alternativa à alameda de transportes. Esta opção permite diminuir o impacto causado no tráfego misto e manter uma faixa para autocarros.

Embora esta solução apresente a vantagem de ser permitida a circulação do tráfego misto, é menos utilizada que os projetos de alamedas de transporte público. Isto deve-se ao facto de as alamedas terem uma aparência mais similar aos sistemas de metro, serem mais propícias à criação de um ambiente de sociabilidade, têm custos de infraestrutura inferiores, pois só necessitam de uma estação para os dois sentidos, e permitem que os usuários troquem de sentido sem caminhar até à outra rua.

A Figura 30 ilustra um exemplo de um corredor dividido.



Fig.30 – Corredor dividido nas áreas centrais da cidade, sistema Metrovía de Guayaquil. (Manual BRT,2008)

- Utilização do espaço central da via

Construir as vias para os VTP com o espaço adicional das placas centrais do corredor, tem a vantagem de minimizar os impactos adversos no tráfego misto, uma vez que nenhuma faixa existente é convertida em faixa exclusiva para autocarros.

O principal obstáculo desta solução passa pela necessidade de preservação dos espaços verdes. No entanto, alguns projetos servem como exemplo para demonstrar que é possível construir estações entre as árvores e, deste modo, contribuir para um ambiente mais saudável e atrativo aos clientes.



Fig.31 – Projeto de estação preservando as árvores existentes. (Prefeitura de Barranquilha ,Colômbia, 2012)

- Alargamento de vias

O alargamento das vias trata-se de uma opção para resolver as restrições de espaço especialmente nas áreas da estação. Esta opção apenas se torna viável quando não existe espaço utilizável na placa central, a via existente não tem espaço suficiente e o valor de aquisição das propriedades ao longo do corredor é consideravelmente baixo. Caso contrário, esta solução torna-se particularmente dispendiosa. Além disto, a preservação da arquitetura local dos centros históricos, constitui uma forte barreira ao alargamento de vias nessas áreas.

De referir que, uma vez que os custos de aquisição dos terrenos tendem a diminuir à medida que se afasta do centro das cidades, devem ser considerados também alguns critérios sociais para tomar decisões relativas à compra dos terrenos ou expropriação de propriedades.

- Separação de nível

A solução de separação de nível para sistemas BRT apenas é justificável nos seguintes casos:

- Rotundas;
- Interseções com elevado nível de congestionamento;
- Segmentos de áreas centrais densas;
- Áreas de proteção ambiental.

Para estas situações podem ser consideradas passagens subterrâneas ou aéreas. No entanto, os custos destas estruturas podem por em causa as vantagens de custo que os sistemas BRT apresentam em relação aos sistemas ferroviários. Por outro lado, visto que os autocarros possuem a capacidade de lidar com variações de declive, na ordem dos 10 %, a opção por separação de nível pode ser aplicada em curtas distâncias.

Como vantagens desta opção, destaca-se o aumento da velocidade comercial e redução nos tempos de viagem, bem como melhorias ao nível da segurança.

O sistema BRT de Quito (Figura 32) apresenta passagens subterrâneas praticamente em todas as interseções principais, ao longo do segmento central do corredor. Este é um exemplo de aplicação da separação de superfícies, com custos notavelmente económicos (média de 1 milhão de dólares por passagem subterrânea).



Fig.32 – Passagem subterrânea, Quito. (Lloyd Wright, 2008)

Os viadutos apresentam-se como uma solução menos favorável do ponto de vista estético, em relação às passagens subterrâneas.

- Sistemas guiados

A introdução de sistemas de guia física possibilita a existência de vias exclusivas para BRT com menores larguras, normalmente 2.7 ou 2.8 metros. Assim, nos casos em que é requerida uma redução da via, como nas áreas da estação, um sistema de guias deve ser considerado. Esta opção também permite que os veículos circulem com maior segurança e atinjam maiores velocidades operacionais. Mais uma vez, a principal desvantagem está associada ao custo adicional que é necessário para a construção da infraestrutura. Além disto, a utilização de guias reduz a flexibilidade geral do sistema.



Fig.33 – Sistema guiado, Essen (Alemanha). (NTU, 2012)

- Operação em via única

A operação em via única deve ser utilizada apenas em curtos segmentos da via e com baixas frequências do serviço de autocarros. Também não é aconselhável para sistemas com elevado nível de procura. Entretanto, uma vez que uma única faixa tem que fornecer um serviço nos dois sentidos, torna-se necessário aplicar um maior controle de tráfego nesses trechos a fim de evitar possíveis interrupções.



Fig.34 – Operação em via única, Eugene. (Lane Transit District)

- Estações assimétricas/alongadas

Como já referido, em termos de largura da via ao longo do corredor, as áreas das estações são os pontos mais críticos. Para solucionar esta restrição espacial, usualmente, opta-se por o alargamento da via ou aplicação de guias. No entanto, é possível alterar o posicionamento e dimensões das estações por forma a reduzir a necessidade de largura nessas áreas. Assim, as estações assimétricas ou alongadas, também podem ser uma opção a considerar para ultrapassar as restrições de espaço na área das estações.

Estações assimétricas: A configuração viária das estações BRT na faixa central deixa de existir. Neste caso, as estações são divididas em duas estações laterais não simétricas, o que permite uma redução em termos de largura necessária da via. Geralmente, as estações na faixa central necessitam de aproximadamente 9 metros de largura, enquanto neste caso é necessário um total aproximado de 8.5 metros. No entanto, a opção por estações assimétricas também é acompanhada por algumas desvantagens, comparativamente à opção por estações centrais. Por um lado, uma vez que as estações estão separadas, é necessário infraestrutura adicional para os utilizadores trocarem de linha (por exemplo túneis) ou um sistema de tarifas mais complexo. Por outro lado, a construção de duas estações, mesmo com menores dimensões, implica necessariamente o aumento dos custos.

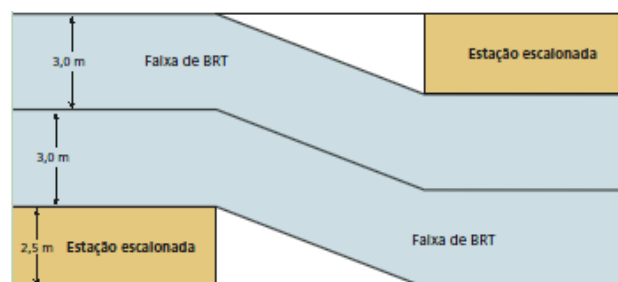


Fig.35 – Estações assimétricas. (Manual BRT, 2008)

Estações alongadas: A configuração de uma estação alongada permite que esta fique posicionada na placa central, com a diferença de ser mais estreita e alongada. Assim, a principal vantagem é a possibilidade de redução da largura necessária. Adicionalmente, ao aumentar o comprimento da estação, é possível alterar a configuração das portas. Ou seja, consegue deslocar-se o posicionamento das portas da estação, para cada sentido, por forma a não ficarem alinhadas dos dois lados. A Figura 36 esquematiza melhor esta descrição.

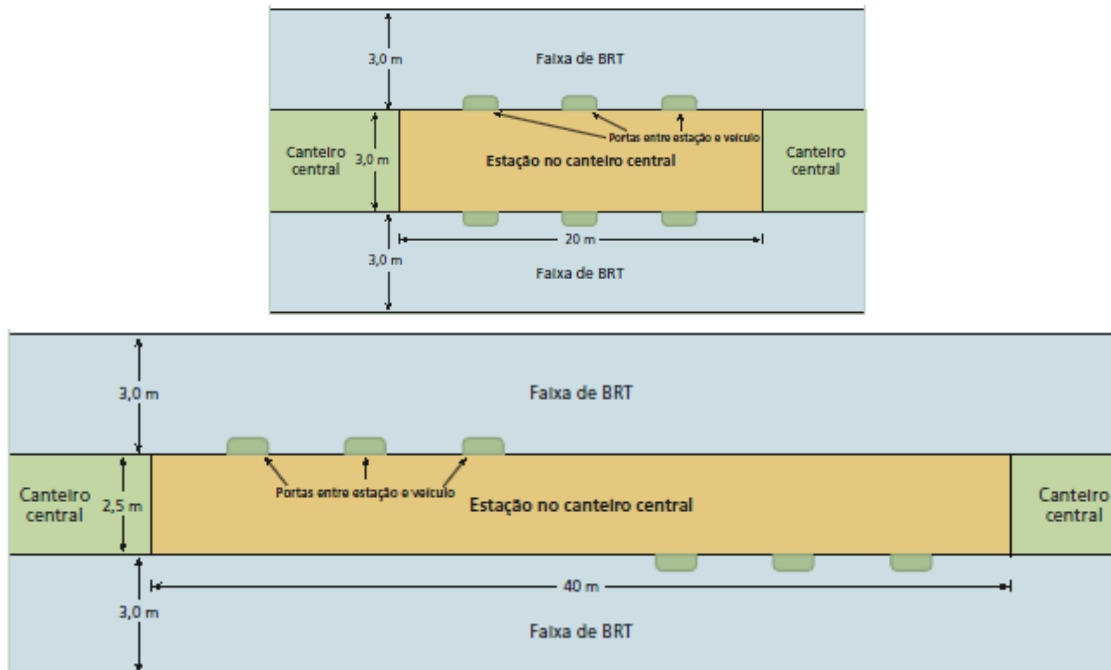


Fig.36 – Comparação de uma configuração padrão com estações alongadas. (Manual BRT, 2008)

- Operação no tráfego misto

Por último, juntar os veículos de BRT ao tráfego em geral, em certos segmentos do corredor, pode também ser uma opção a utilizar quando existem restrições de espaço viário ou políticas. Contudo, esta solução pode causar um considerável impacto negativo no desempenho do sistema, em caso de os níveis de tráfego compartilhado serem altos. Assim, se o corredor em questão apresenta constantes congestionamentos ou se os trechos de tráfego compartilhado são relativamente extensos, então os tempos de viagem, o controlo operacional e a imagem do sistema serão postos em causa.

4.3.1.3. Projeto de rede e linhas

O projeto de rede e linhas do sistema BRT engloba uma série de decisões operacionais que podem ter grande influência na qualidade e sustentabilidade financeira do serviço.

Dentro das primeiras decisões a tomar encontra-se a escolha por um “sistema aberto” ou um “sistema fechado”. Um “sistema aberto” significa que o acesso ao corredor é permitido a qualquer operador existente enquanto, um “sistema fechado” sugere que o acesso é restrito a um conjunto prescrito de operadores e a um número limitado de operadores. A estrutura de negócios do sistema será delimitada em função desta escolha.

Outra decisão inicial importante passa pela opção entre a configuração “tronco-alimentadora” ou de “serviços diretos”. Será também analisada a importância e configuração das linhas alimentadoras.

A flexibilidade inerente aos sistemas BRT permite dispor facilmente de uma grande variedade de itinerários e a possibilidade de reduzir o número de transferências. Neste sentido, a opção por “serviços expressos” e “serviços de paragens limitadas” também deve ser incluída nesta etapa.

Assim, o projeto de rede e linhas de um sistema BRT envolve a área de cobertura do sistema a ser inserido na rede de transportes, ligando os principais pontos de origem e destino, bem como os diversos fatores que afetam a conveniência e facilidade de uso do sistema (por exemplo transferências).

- Sistemas abertos *versus* Sistemas fechados

Como já foi referido, os sistemas que limitam o acesso ao corredor a operadores predefinidos, através de processos de seleção competitivos, são denominados de “sistemas fechados”. Geralmente, esta estrutura conduz a operações mais eficientes, uma vez que as operadoras selecionadas apresentam as melhores condições para o utilizador e tende a existir uma competição saudável, entre as concessionárias, no sentido de incentivar a qualidade de serviço. Além disto, limitar o acesso a um certo número de operadores e veículos, pressupõe que a velocidade comercial e frequência de serviço sejam maximizadas. Verifica-se que os sistemas BRT de maior qualidade utilizam uma estrutura fechada, como por exemplo Bogotá e Curitiba.

Contrariamente, os “sistemas abertos” não aplicam qualquer tipo de exclusividade de acesso aos corredores. Sendo assim, ao não existir uma racionalização dos serviços existentes, podem ocorrer graves congestionamentos ao longo do corredor, resultando em velocidades comerciais mais baixas e um aumento significativo dos tempos de viagem para os utilizadores. Normalmente, os sistemas abertos são implementados em cidades onde não existe força ou vontade política suficiente para reorganizar o sistema de autocarros. Assim, os sistemas abertos apresentam a vantagem de não exigir mudanças significativas na estrutura reguladora dos serviços de transporte existentes, mas corre-se o risco de o novo sistema ser confundido com um serviço de autocarros convencional.

Neste sentido, a principal diferença entre os sistemas aberto e fechado reside no impacto causado na velocidade média dos veículos e nos tempos de viagem para os utilizadores. Um sistema fechado, em geral, opera com veículos de alta capacidade, obtendo uma média de velocidades superiores a 25 km/h. Os sistemas abertos normalmente utilizam veículos menores com frequências maiores, resultando em velocidades consideravelmente inferiores.

- Serviços tronco-alimentadores *versus* serviços diretos

A opção por “serviços tronco-alimentadores” ou “serviços diretos” depende essencialmente do equilíbrio entre necessidades e preferências dos utilizadores, tendo em conta a eficiência e custos do sistema. Quando se trata de áreas residenciais com baixa densidade, o sistema pode operar de forma mais económica com veículos menores, enquanto para áreas mais densas é necessário veículos de alta capacidade. Por outro lado, os utilizadores preferem não fazer transferência de veículos pois, para além de aumentar o tempo total de viagem também se torna menos confortável. É com base nestes aspetos que, em geral, a estrutura de serviço global se divide entre serviços “tronco-alimentadores” e “diretos”.

Neste sentido, para os serviços tronco-alimentadores são utilizados veículos menores nas áreas de baixa densidade (linhas alimentadoras), sendo necessário que os passageiros efetuem transferência, em terminais ou estações, para os veículos de maior capacidade que atendem as áreas de alta densidade (linhas troncais). Em relação aos serviços diretos, estes normalmente utilizam uma frota de veículos uniformes para operar tanto nas áreas residenciais como nos corredores principais. Desta forma, os passageiros entram na sua origem e seguem pelo corredor principal, sem necessidade de transferência. A Figura 37 ilustra a diferença entre a configuração dos dois serviços.

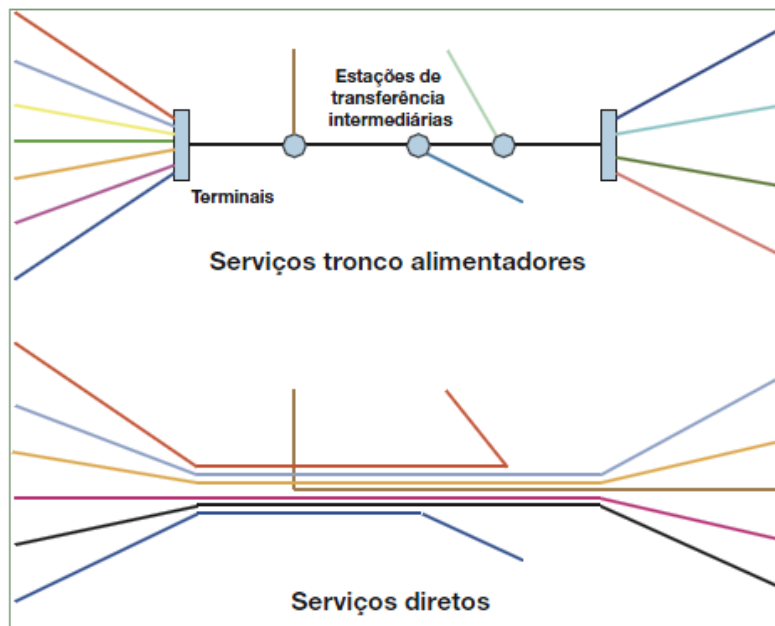


Fig.37 – Comparação esquemática entre serviços tronco-alimentadores e diretos. (Manual BRT, 2008)

Tipicamente, tanto os serviços tronco-alimentadores como os serviços diretos operam em tráfego misto nas áreas residenciais (baixa densidade) e em faixas exclusivas para veículos de transporte público nas áreas centrais, onde a procura é maior. A principal diferença reside no facto de os serviços diretos não necessitarem de efetuar transferência.

No quadro 23 apresentam-se, de forma sucinta, as principais vantagens e desvantagens dos serviços mencionados.

Quadro 23 – Vantagens e desvantagens dos serviços tronco-alimentadores e diretos.

| Serviços tronco-alimentadores | |
|---|--|
| Vantagens | Desvantagens |
| Adequar o tamanho dos veículos à procura | Necessidade de efetuar transferência |
| Maior quantidade de passageiros por veículo | Maior distância a percorrer até ao destino final |
| Redução da frota de veículos | Necessário construir terminais, o que envolve custos de operação e manutenção dos mesmos |

| Serviços diretos | |
|--|--|
| Vantagens | Desvantagens |
| Reduz tempos de espera | Veículo não se adequa aos níveis de procura |
| Diminui tempos de viagem | Maior risco de congestionamento na linha troncal |
| Não é necessário construir terminais nem estações de transferência | Para estações centrais na linha troncal, os veículos têm que possuir portas dos dois lados |
| Mapa de linhas mais complexo | |

- Desenho das linhas

Uma rede de linhas eficiente é desenhada com base nos seguintes princípios de projeto:

- Minimizar a necessidade de efetuar transferências com combinações de itinerários;
- Disponibilizar serviços expressos, locais e de paragens limitadas no sistema de BRT;
- Encurtar algumas linhas dentro dos corredores de forma a se concentrarem nas seções de maior procura.

Um desenho das linhas bem projetado permite otimizar os tempos de viagem, ser mais conveniente para um maior número de viagens e reduzir significativamente os custos operacionais do sistema. Neste sentido, será realizada uma breve análise aos tipos de transferências e opções de serviços para sistemas BRT.

- Transferências

Embora existam diferentes tipos, a necessidade de efetuar transferências dentro de um sistema pode colocar em causa a aceitabilidade do sistema. A Figura 38 ilustra os diferentes tipos de transferência, por níveis, sendo que o primeiro é considerado o mais desejável para os usuários.

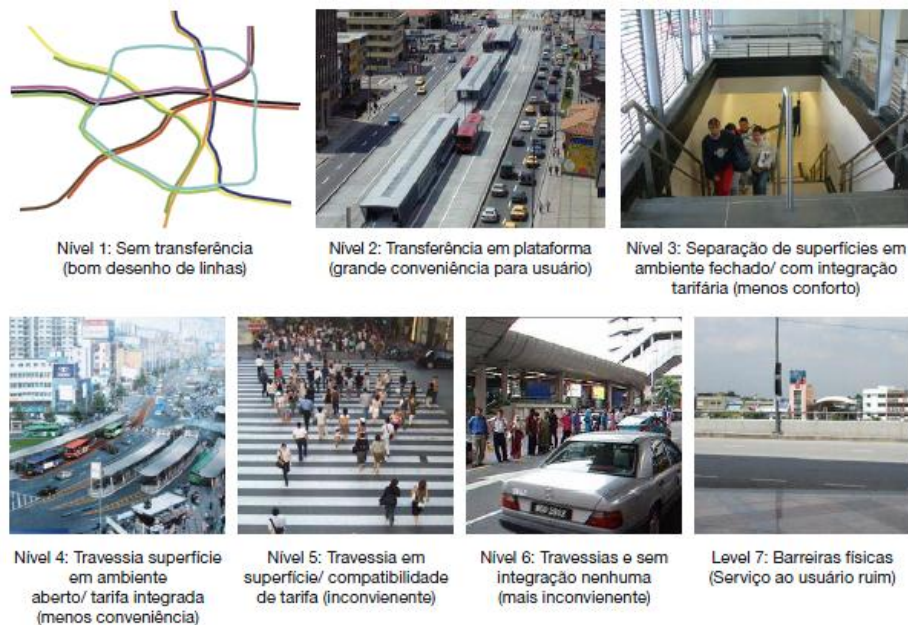


Fig.38 – Tipos de transferências. (Manual BRT, 2008).

○ Opções de serviços

Os “serviços locais” são a opção mais básica do tipo de serviço de transporte público. Esta opção implica que todas as estações ao longo da linha de BRT terão que ser atendidas. Assim, por um lado este tipo de serviço garante maior cobertura da rede, atendendo todas as principais origens e destinos mas, por outro lado, também resulta em maiores tempos de viagem. No entanto, as estações de BRT devem estar espaçadas adequadamente, normalmente entre 300 a 800 metros, por forma a minimizar os tempos de paragem e, ao mesmo tempo, estarem a uma distância acessível para a maior parte das pessoas na área.

Um vez que os sistemas BRT que possuem apenas serviços locais apresentam capacidades e velocidades mais baixas, evitar a paragem em algumas estações pode trazer benefícios consideráveis. Assim, a introdução de “serviços de paragens limitadas” possibilita que um determinado número de estações, consoante o perfil da procura do sistema, seja desviado. O objetivo principal passa por fornecer, ao utilizador, uma maior flexibilidade para alcançar o seu destino final da forma mais conveniente e rápida possível. Como principais vantagens dos “serviços de paragens limitadas” encontram-se o aumento global da capacidade do sistema, redução dos congestionamentos nas estações que são evitadas (permitindo que sejam construídas estações mais pequenas em alguns lugares) e economia de tempo para veículos e passageiros. Entretanto, esta opção também apresenta algumas desvantagens, tais como maior dificuldade de compreensão do sistema por parte do usuário, maior complexidade na gestão do sistema, necessidade de faixas de ultrapassagem na estação e, à medida que vão sendo introduzidas mais linhas, a frequência de cada linha tende a diminuir.

Por último, os “serviço expressos” evitam todas as estações desde a periferia até à área central da cidade. Este tipo de serviço é adequado para atender origens com alta densidade populacional e que estejam a uma distância considerável do centro da cidade. Normalmente, essa origem será um terminal que concentra elevada procura proveniente de várias linhas alimentadoras (Figura 39). A principal vantagem deste tipo de serviço é a redução dos tempos de viagem.

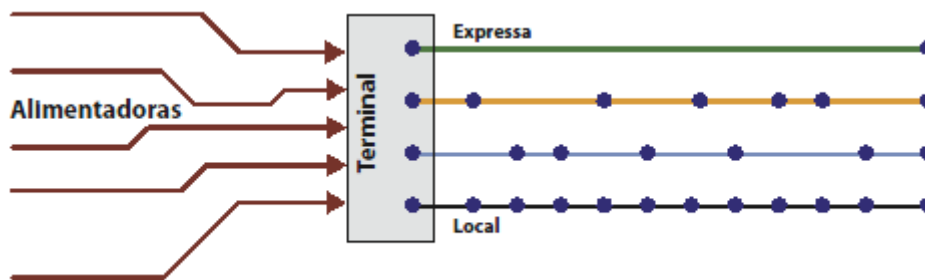


Fig.39 – Esquema de linhas para as opções de serviços. (Manual BRT, 2008).

• Linhas alimentadoras

Numa análise a sistemas BRT de qualidade, como Curitiba e Bogotá, verifica-se que cerca de metade dos embarques tem origem nos serviços alimentadores. Com isto, pretende-se salientar que a ligação entre as áreas residenciais e os principais corredores do sistema BRT, ou seja, as linhas alimentadoras, apresentam-se como essenciais à sustentabilidade financeira do sistema. Recorrendo ao exemplo da primeira fase do sistema BRT de Jacarta (TransJakarta), é possível compreender e comprovar a importância das linhas alimentadoras, uma vez que a falta destes serviços criou os seguintes problemas:

- Aumento geral dos níveis de congestionamento;
- Número de passageiros insuficiente para um sistema BRT financeiramente viável;
- Impressões iniciais diversas, com destaque para vários artigos de imprensa inconvenientes e forte oposição por parte dos automobilistas.

Não obstante, importa referir que os serviços alimentadores devem estar em coordenação com os serviços existentes. Neste sentido, o primeiro passo na identificação das linhas alimentadoras passa por observar as linhas tradicionais e alternativas, e assinalar as que não fazem parte do corredor selecionado para o BRT. À partida, estas serão as linhas alimentadoras. Em geral, as áreas residenciais maiores e vias de comércio menores destacam-se como principais pontos para introduzir serviços alimentadores. Entretanto, uma análise aos perfis de procura realizados anteriormente, também pode ajudar na seleção destas linhas e observar a possibilidade de se criarem novas.

De seguida, usualmente a regra dos 500 metros serve como orientação para selecionar as linhas alimentadoras. Ou seja, para distâncias superiores a 500 metros de uma estação da linha troncal, é justificável que exista um serviço alimentador. Considerações de âmbito social também devem influenciar a localização destes serviços.

Relativamente à extensão total do serviço alimentador, uma análise aos padrões de procura e densidade populacional das áreas residenciais, deve ser realizada. A densidade populacional destas áreas, em geral, pode ser duas a quatro vezes inferior à que se verifica nos corredores troncais, mas a procura nas linhas alimentadoras, como já se referiu, é aproximadamente metade da procura total do sistema. Assim, a extensão total das linhas alimentadoras em princípio deverá ser de duas a quatro vezes maior que a extensão total dos corredores troncais.

Por último, o tipo de formas que as linhas alimentadoras apresentam varia consoante a estrutura de rede viária e dos perfis de procura locais. No entanto, geralmente, as linhas alimentadoras assumem as configurações que se apresentam na figura seguinte.

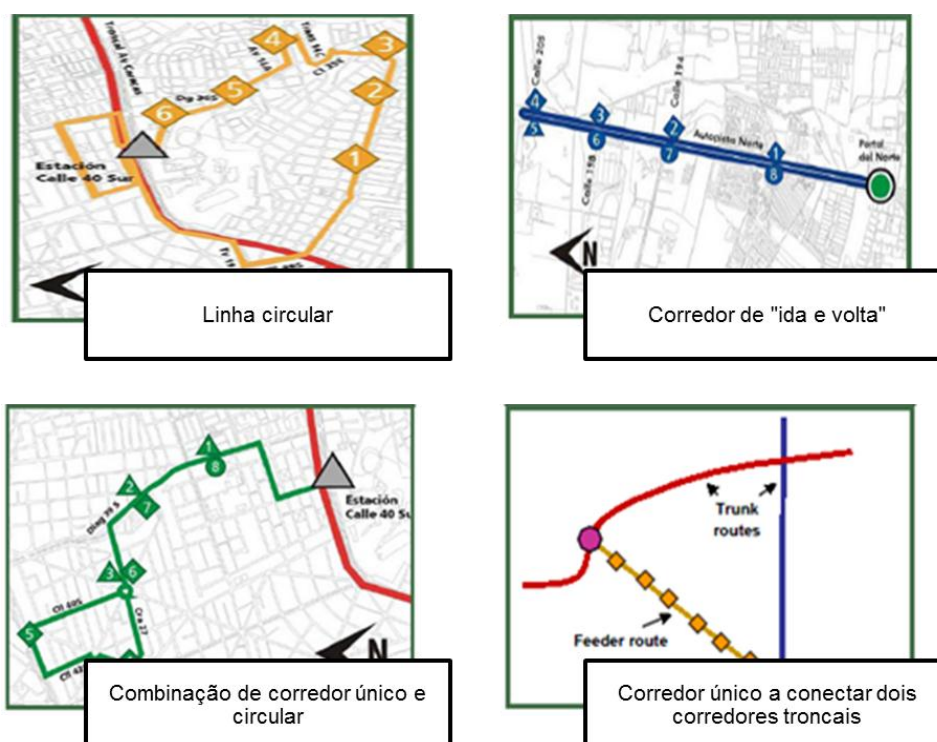


Fig. 40– Configurações típicas das linhas alimentadoras. (Adaptado, TransMilenio S.A)

4.3.1.4. Capacidade e velocidade do sistema

Após seleção dos corredores iniciais e linhas de BRT, bem como seleção das opções básicas de serviço, podem delinear-se as características de projeto como a capacidade, frequência do serviço e velocidade. Estas são as características que definem a qualidade de um sistema BRT e o afastam de um serviço convencional de autocarros. Neste sentido, recorrendo aos dados de procura obtidos para esses corredores, o objetivo primordial da equipa de projeto deve passar por conseguir atender e otimizar as condições desse número de passageiros previsto e os transportar de forma mais rápida possível. Assim, os projetistas devem ter como objectivo o cumprimento das seguintes metas:

- Minimizar os tempos de viagem para os usuários;
- Atingir velocidades médias $\geq 25\text{km/h}$;
- Atender a procura atual e projetada de passageiros.

Embora atingir elevadas velocidades seja sempre um objetivo fundamental, projetar um sistema de alta capacidade nem sempre se torna necessário para cidades com menores níveis de procura. Por exemplo, a opção por veículos de maiores dimensões pode ser prejudicial nesses casos, uma vez que estes irão operar com poucos passageiros ou resultará num serviço de baixa frequência.

Entretanto, a velocidade e capacidade do sistema não representam os aspectos mais importantes para os utilizadores, mas sim o tempo que efetivamente demoram a chegar aos seus destinos. Neste sentido, verifica-se que projetar um sistema de alta velocidade e alta capacidade não garante necessariamente que os tempos de viagem para os usuários sejam minimizados. Por exemplo, a aplicação de serviços expressos ou com poucas paragens, permite aumentar a velocidade e capacidade do sistema, mas também implica maiores tempos de viagem a pé ou de outros modos de transporte, para chegar às estações de BRT. Assim, o projeto do sistema deve ser otimizado em termos de capacidade e velocidade, mas também tendo em conta a minimização dos tempos de viagem para os passageiros. Para tal, é necessário estabelecer um equilíbrio entre as opções de projeto e os dados obtidos de procura, tendo em atenção os custos operacionais e de investimento das várias soluções.

Idealmente, o sistema deve ser projetado de acordo com a capacidade prevista num horizonte de tempo entre 10 a 20 anos.

De seguida, definem-se resumidamente os elementos que permitem uma movimentação eficiente de veículos e passageiros e, simultaneamente, são determinantes no desempenho do sistema em termos de velocidade e capacidade.

- **Nível de saturação da estação:** O nível de saturação é medido em função da concentração de veículos na estação, que condiciona a velocidade de tráfego nessa área. Quanto maior o fluxo de veículos, menor será a velocidade, aumentando o risco de congestionamentos e consequentemente diminui o nível de serviço. O gráfico seguinte (Fig.41) ilustra o impacto da saturação na velocidade dos veículos. Considera-se que para níveis de saturação superiores a 60%, o risco de congestionamento é bastante elevado. Embora não exista um nível de saturação óptimo, idealmente este valor dever rondar os 40%.

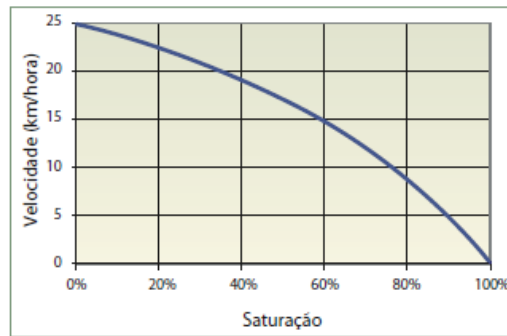


Fig.41 – Relação entre nível de saturação e velocidade dos veículos. (Manual de BRT,2008)

- **Baia de paragem:** refere-se à área da estação de BRT que é designada para a paragem dos veículos, em alinhamento com a plataforma de embarque.
- **Frequência de serviço e intervalo de tempo entre veículos:** a frequência refere-se ao número de veículos que passam num dado local por unidade de tempo, em geral uma hora, sendo o seu inverso o intervalo de tempo entre passagens. Geralmente possibilitar um serviço com altas frequências é mais vantajoso do ponto de vista do utilizador, uma vez que reduz o seu tempo de espera. No entanto, se a frequência for muito alta e os intervalos de tempo entre veículos forem muito baixos, a tendência é de redução da velocidade comercial e maior risco de congestionamentos. O gráfico apresentado na Figura 42, ilustra o impacto da frequência do serviço na velocidade dos veículos.

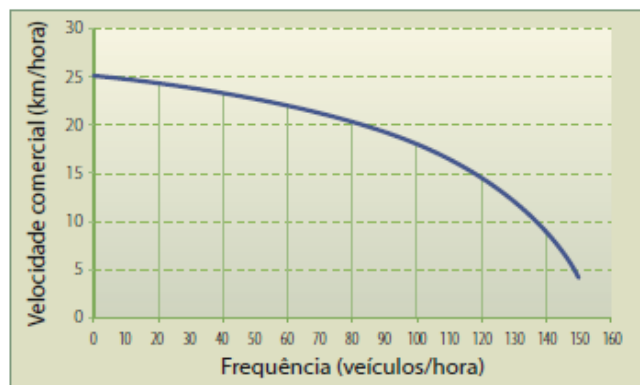


Fig.42 – Relação entre frequência de serviço e velocidade dos veículos. (Manual de BRT,2008)

- **Coefficiente de ocupação:** representa a percentagem da capacidade total do veículo que efetivamente está a ser ocupada. Basicamente esta percentagem é determinada através da divisão entre o número médio de passageiros que utilizam o veículo, pela sua capacidade máxima. O coeficiente de ocupação óptimo deve variar entre as horas de ponta e fora delas. Embora para elevados coeficientes de ocupação se obtenha maior lucro, não é aconselhável que o planeamento do sistema se baseia num coeficiente de ocupação de 100%.

- **Tempo de paragem:** é a quantidade de tempo que um veículo ocupa na baía de paragem de uma estação. Inclui o tempo de entrada e saída dos passageiros, somando-se o tempo de desaceleração e aceleração (tempo de redução de velocidade, tempo para abrir e fechar as portas e tempo para sair da posição de embarque). O tempo total de paragem representa um dos principais elementos que influenciam a velocidade comercial do sistema, sendo este afetado essencialmente por os seguintes fatores:
 - Volume de passageiros;
 - Número de portas do veículo;
 - Largura das portas;
 - Características de acesso (de nível ou desnível);
 - Sistema de controlo das portas.
- **Coefficiente de renovação:** determinado através da divisão do número total de passageiros que entram no veículo, numa dada linha, pela capacidade total do veículo. Este coeficiente indica a sua taxa de utilidade, sendo maior quanto maior o número de entradas e saídas de passageiros.

Deste modo, em primeiro lugar deve proceder-se à identificação de todos os potenciais elementos que afetam o nível de serviço do sistema, tais como atrasos no processo de entrada e saída de passageiros, congestionamentos nas estações e interseções. A percepção destes pontos críticos é fundamental para que se possam introduzir medidas que contribuam para o aumento da capacidade e velocidade, tendo em vista a redução dos tempos de viagem para os utilizadores. Usualmente, o fator mais crítico no desenvolvimento de um sistema rápido e de alta capacidade passa pelo descongestionamento da área das estações.

Tendo em vista os referidos pontos, procede-se à análise das soluções de projeto que melhor se adaptam aos objetivos previstos. Neste sentido, a seguir delineiam-se algumas características de projeto que podem contribuir para que o sistema alcance tanto alta capacidade como alta velocidade.

- **Capacidade dos veículos:** embora a aquisição de veículos maiores possa contribuir para o aumento da capacidade, este não representa o aspeto principal. Como já foi referido, a capacidade dos veículos deve ser apropriado aos níveis de procura previamente determinados. Contudo, o desenho e o tamanho dos veículos são fatores decisivos essencialmente ao nível do conforto e conveniência do utilizador.

O veículo articulado, de 18.5 metros e capacidade entre 120 a 170 passageiros, apresenta-se como o tamanho padrão para os sistemas BRT. Importa referir que, para maiores veículos podem reduzir-se os custos operacionais (menos motoristas), mas a frequência do serviço terá que diminuir para se evitarem congestionamentos, o que implicará maiores tempos de espera para os utilizadores.

Relativamente ao tamanho da frota de veículos, este é determinado através da máxima procura prevista do corredor próprio (passageiros/hora), do tempo de viagem para completar um ciclo completo (tempo de rotação) no respetivo corredor (horas) e da capacidade de cada veículo (pass/veículo).

- **Relação estação-veículo:** Com a implementação do sistema BRT de Curitiba foram introduzidas algumas inovações que envolviam a relação entre o veículo e a estação. Tais inovações incluem: acesso de nível, cobrança e verificação da tarifa antes do embarque, alinhamento eficiente dos veículos na estação, múltiplas portas, espaço suficiente para o utilizador na estação e portas largas. Estes assuntos já foram abordados anteriormente, mas importa referir que a introdução destas medidas é fundamental para aliviar os congestionamentos das estações e desta forma aumentar a capacidade do sistema. Ainda, o facto de possibilitarem a diminuição dos tempos de entrada e saída dos passageiros faz com que se reduza os tempos de paragem e consequentemente o aumento da velocidade.
- **Múltiplas baias de paragem:** Uma inovação estratégica de Bogotá foi o aumento do número de baias de paragem para aumentar a capacidade do sistema. A presença de múltiplas baias possibilita uma diminuição dos níveis de saturação mas, uma vez que esta opção implica uma faixa adicional de ultrapassagem, também permite a existência de mais tipos distintos de serviço na mesma estação, nomeadamente serviços expressos, locais e de paragens limitadas. Com isto surge a questão da distribuição de linhas que deve ser analisada cuidadosamente. Concluindo, adicionar baias de paragem é fundamental para o aumento da capacidade e velocidade do sistema.
- **Espaçamento entre estações:** Também é um fator determinante para aumentar a capacidade e velocidade do sistema, mas quando muito afastadas maior será o tempo de viagem dos utilizadores para chegar a uma estação. O espaçamento entre estações, considerado padrão para os sistemas BRT, é de aproximadamente 500 metros.

Assim, como se pode verificar, projetar um sistema BRT que consiga conciliar alta capacidade e alta velocidade, depende de uma série de características de projeto operacional.

4.3.1.5. Interseções e controlo semafórico

As interseções existentes ao longo dos corredores de BRT representam pontos críticos que quando mal projetadas podem diminuir consideravelmente o desempenho do sistema. Assim, uma interseção deve ser projetada tendo em consideração algumas soluções que permitem melhorar o seu desempenho e consequentemente aumentar a eficiência do sistema. Como tal, o objetivo do desenho da interseção deve contemplar um equilíbrio entre a minimização do tempo de espera para os veículos de transporte coletivo, melhorias na segurança e condições de acesso de peões, bem como otimizar a economia de tempo para o tráfego misto. De referir que cada interseção deve ser avaliada e projetada individualmente e não considerar um modelo padrão, uma vez que cada uma apresenta condições específicas distintas (número de passageiros, tipos de conversões e operação de autocarros).

Entretanto, nos países desenvolvidos existe maior tendência para privilegiar medidas de prioridade semafórica, em detrimento de restrições de conversão (movimentos de mudança de direção sobre a via BRT). Em Portugal, comparativamente com alguns exemplos de aplicações em países em desenvolvimento, reconhece-se que o volume de passageiros e número de autocarros são consideravelmente mais baixos. Verifica-se também a existência de um elevado número de interseções, o que confere aos semáforos uma importância acrescida. Estes representam a causa mais comum nos atrasos do sistema, concentrando-se esforços para minimizar os atrasos que daí podem advir.

Tendo em conta o âmbito da presente dissertação, a abordagem a medidas de prioridade semafórica terá mais significado do que as restrições de movimentos de conversão, no sentido de introduzir melhorias no desempenho das interseções. Por esse motivo, optou-se por não aprofundar o assunto referente às restrições de movimentos de conversão. Por outro lado, as medidas de prioridade semafórica (ativa e passiva) já foram mencionadas no capítulo anterior.

De seguida, abordam-se resumidamente dois pontos cruciais relativos à interseção e controlo semafórico.

- Desenhos para a conversão dos VTP

Embora no projeto de linhas se pretenda organizá-las de modo a minimizar os movimentos de conversão dos veículos, algumas mudanças de direção serão sempre necessárias. Projetar uma estrutura de linhas com conversões para os VTP permite introduzir algumas facilidades nas transferências dos utilizadores. No entanto, tal procedimento aumenta a complexidade do sistema, obrigando a uma análise mais pormenorizada aos conflitos que daí advêm.

Como principais consequências decorrentes da conversão dos veículos BRT, destacam-se a necessidade de aumento das fases semafóricas e um acréscimo de congestionamentos gerados nos locais de conversão. No entanto, existem algumas opções possíveis para atenuar estas adversidades. O tipo de solução mais apropriada depende de fatores como o orçamento disponível, o número de veículos de BRT e nível de tráfego misto e da largura da estrada disponível. Resumindo, cada local apresenta peculiaridades que necessitam ser analisadas por forma a se adotar a solução que melhor se adapta ao local considerado. Contudo, habitualmente consideram-se cinco opções gerais para diminuir os problemas gerados pela conversão dos veículos BRT:

- Via de conversão dedicada e fase adicional de semáforo para os veículos BRT;
- Possibilidade dos veículos BRT operarem nas vias de conversão do tráfego misto;
- Veículos de BRT efetuam movimento de conversão em rua secundária, antes da interseção;
- Converter a interseção numa rotunda;
- Semáforo duplo que permite avanço antecipado dos veículos BRT.

- Localização da estação em relação à interseção

O estudo da localização ideal da estação relativamente à interseção representa um dos aspetos menos consensuais entre os projetistas de BRT. O objetivo primordial deste procedimento passa por diminuir os tempos de viagem para a maioria dos utentes. Assim, a localização da estação em relação à interseção influencia alguns aspetos tais como o tempo de viagem dos peões, a velocidade e fluxo do sistema BRT e do tráfego misto, além da área de passagem necessária para os veículos BRT.

Como localizações relativas habituais, destacam-se as seguintes:

- Na interseção, antes ou depois do semáforo;
- Antes do semáforo num sentido e depois do semáforo no sentido oposto;
- Afastada da interseção;
- Com separação de nível;
- Na faixa central.

- Rotundas

A interseção em rotundas gera uma certa incerteza quanto ao tempo de passagem pela mesma, podendo criar-se um obstáculo em relação ao desempenho do sistema BRT. Uma vez que esta situação possibilita a passagem dos veículos BRT em vias de tráfego misto por este motivo existe um certo grau de imprevisibilidade quanto ao volume de trânsito, podem ocorrer situações em que os VTP são impedidos de prosseguir. Consequentemente criam-se problemas para os controladores de tráfego, uma vez que não conseguem determinar com certeza os tempos de passagem nessas interseções.

No entanto, existem algumas medidas para atenuar os efeitos negativos provenientes das rotundas. Assim, destacam-se as seguintes possibilidades:

- Operação no tráfego misto, em situação de baixo volume de tráfego;
- Operação no tráfego misto com áreas de espera sinalizadas;
- Via exclusiva do lado interno da rotunda;
- Separação de nível;
- Via exclusiva para BRT a passar no meio rotunda.

4.3.1.6. Serviço ao cliente

Numa análise a vários exemplos de implementação de sistemas BRT, observa-se que um dos principais benefícios destes sistemas reside no aumento significativo do número de clientes previsto, nos corredores selecionados. Verifica-se que uma considerável parte do aumento de passageiros é proveniente dos serviços de transporte público prestados anteriormente, mas algumas pesquisas indicam que uma parcela significativa é de clientes novos.

Neste sentido, levantamentos de informações provenientes dos passageiros sugerem que aumento de clientes é resultado da introdução de simples melhorias ao nível do serviço. Isto implica que, para além de garantir a satisfação do cliente, a introdução destas melhorias também pode ser um fator determinante na utilização e sustentabilidade financeira do sistema a longo prazo. Assim, soluções acessíveis em termos de identidade visual do sistema, conforto e informação aos passageiros podem contribuir claramente para atrair potenciais clientes para o BRT e consequentemente garantir a viabilidade do serviço de transporte público.

Deste modo, será realizada uma breve descrição de algumas características simples de serviço que afetam diretamente o conforto, segurança e conveniência dos usuários.

- Informação aos passageiros

Fornecer toda a informação necessária para uma completa compreensão e utilização do sistema, representa um aspecto importante na atratividade do sistema, principalmente para os novos utilizadores. Além disto, os custos que decorrem deste processo representam uma parcela pouco representativa.

Inicialmente, um mapa completo do sistema é necessário. O resultado final do mapa deve permitir que a leitura das linhas e destinos seja de fácil e rápida interpretação. Para tal, sistemas BRT têm apostado na utilização de mapas usualmente característicos dos sistemas ferroviários, onde cada linha é identificada por uma cor, como o exemplo ilustrado na Figura 43. É recomendável dispor os mapas completos do sistema nos veículos e nas estações.

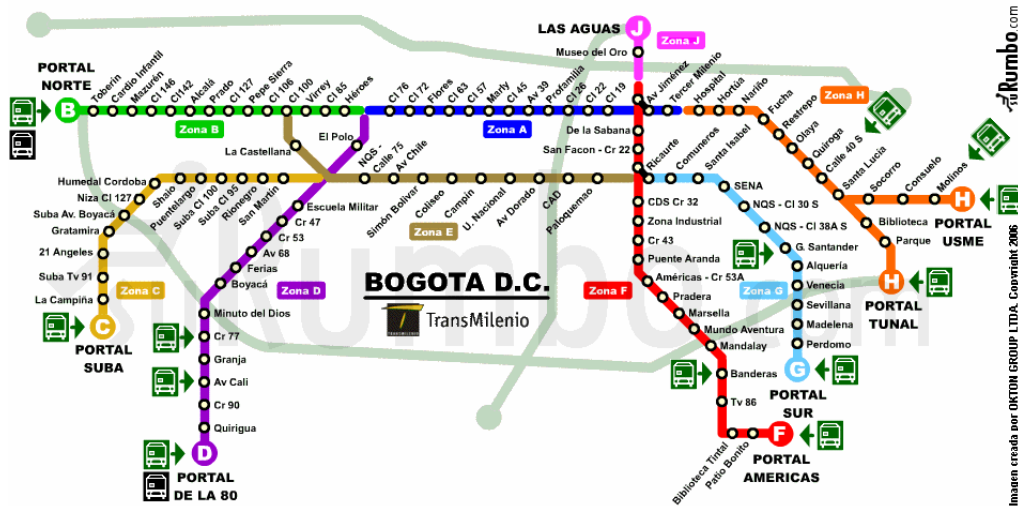


Fig.43 – Mapa do sistema TransMilenio, Bogotá. (EMBARQ, 2012)

Para além dos mapas do sistema, as estações e veículos também devem incluir sinalização adequada que contribua para uma fácil orientação do utilizador na utilização do sistema. Assim, devem ser incluídas informações como por exemplo instruções para compra de bilhetes, direções a seguir para efetuar transferências, locais e direções para instalações de apoio ao utilizador, entre outros.

A utilização de painéis electrónicos, com informação em tempo real, bem como sistemas de informação auditiva também contribuem para transmitir as informações essenciais ao utente.

- Profissionalismo, conforto e segurança

Treinar a equipa de transporte público, inclusive para desempenhar um bom papel ao nível da interação social, deve ser algo a considerar. Funcionários simpáticos, profissionais e vestidos a rigor podem contribuir para a criação de uma imagem agradável e maior confiança em relação ao sistema. Manter a limpeza e higiene da infraestrutura do sistema também causa um forte impacto na percepção e satisfação do usuário.

Ainda, a presença de uma equipa de segurança, iluminação com qualidade e câmaras de vigilância, possibilita a redução de atividades criminais na infraestrutura do serviço, resultando num ambiente mais seguro e confiável.

Por último, como forma de garantir um serviço confortável e conveniente para os usuários, o dimensionamento das estações e veículos bem como a provisão da frequência do serviço, deve ser o mais adequado possível à análise anteriormente realizada dos níveis de procura previstos.

4.3.2. ETAPA 5 – INFRAESTRUTURA

Quando se menciona a infraestrutura de um sistema BRT pretende-se referir um conjunto de componentes, para além do corredor de circulação. Assim, infraestrutura inclui as componentes apresentadas na figura seguinte:

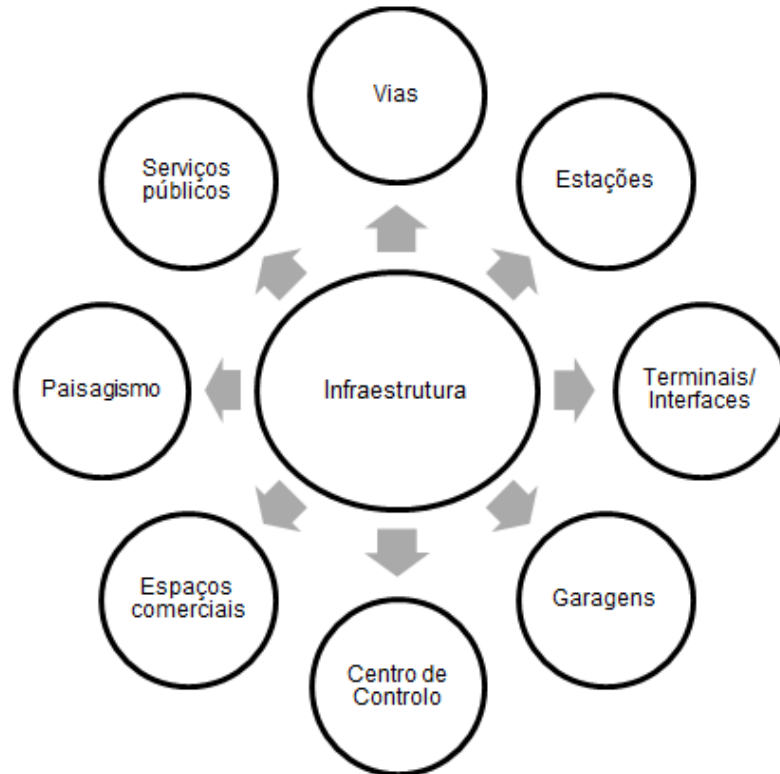


Fig.44 - Componentes de infraestrutura de sistemas BRT.

As vias incluem a infraestrutura viária do corredor próprio e das linhas alimentadoras.

Deve referir-se que não existe uma solução exata para um projeto de infraestrutura de sistemas BRT pois esta é dependente das circunstâncias locais e de vários fatores estratégicos, tais como custos, atributos estéticos e funcionais.

Neste sentido, o projeto de arquitetura e engenharia dos componentes da infraestrutura resulta diretamente das opções operacionais e das características de serviço selecionadas anteriormente. Assim, o corredor selecionado, os valores de capacidade obtidos e as opções de serviço, influenciam o projeto físico do sistema. Entretanto, por questões financeiras ou limitações viárias, pode ser necessário efetuar uma revisão à etapa das características operacionais, tornando-se assim um processo iterativo.

De salientar que, comparativamente com outras opções de transporte público, os custos de infraestrutura de sistemas BRT são relativamente acessíveis, apresentando-se como uma vantagem significativa. Entretanto, o investimento final dependerá de uma série de fatores já referidos, tais como a complexidade da rede viária, o número de vias/faixas prioritárias, necessidade de alargamento de vias e infraestrutura com separação de nível.

O projeto da infraestrutura é realizado essencialmente em duas fases. Inicialmente desenvolve-se a estrutura do projeto conceptual, com base no plano operacional e restrições locais. Nesta fase, devem ser apresentados esboços criativos e inovadores, com algum nível de detalhe, da ideia final dos componentes da infraestrutura, em termos de forma estética. Neste sentido, o projeto conceptual deve incluir dimensões, desenhos e descrição suficientes por forma a ser possível desenvolver uma estimativa inicial de custos, avaliar a funcionalidade do sistema e o aspeto estético. Para se obter uma visão mais realista do produto final proposto, desenvolvem-se “representações” prévias como o exemplo ilustrado na Figura 45.



Fig.45 – Representação do sistema de BRT, Guangzhou. (ITDP)

De seguida, quando as estimativas de custo iniciais estiverem dentro de um intervalo admissível e o projeto conceptual seja analisado e aprovado, procede-se ao desenvolvimento do projeto de engenharia mais detalhado. Nesta segunda fase, serão realizados os desenhos com maior nível de detalhe (Fig.46) com pormenores estruturais e de dimensionamento mais precisos, para cada segmento da via. Normalmente cada metro de infraestrutura da via de TP é tratado individualmente no projeto.

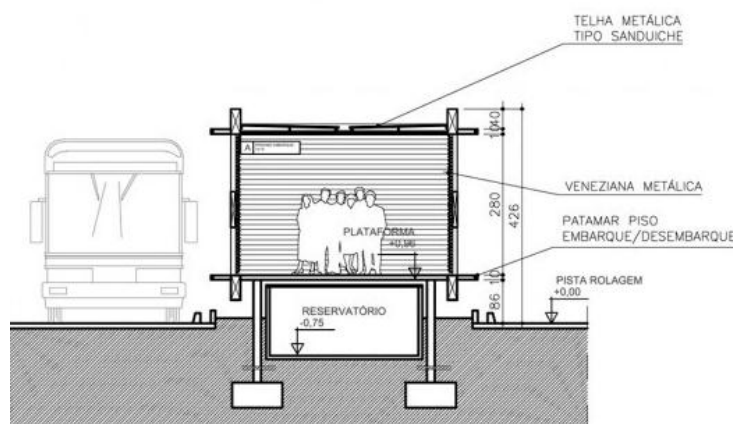


Fig.46 – Perspectiva de uma estação de BRT. (Sinaenco, 2012)

Neste seguimento, na presente etapa será realizada uma abordagem aos vários componentes de um projeto de infraestrutura de sistemas BRT, com o intuito de fornecer as boas práticas que têm vindo a se verificar no decorrer das experiências de implementação destes sistemas.

4.3.2.1. Vias

A construção das vias para veículos de transporte público representa a parcela mais significativa dos custos totais de infraestrutura, sendo aproximadamente metade do valor total. Por este motivo, as opções do projeto e materiais devem ser selecionados sob o ponto de vista de maximização da economia de custos. Assim, não se deve ter apenas em atenção os custos iniciais de construção das diferentes especificações, mas também os custos de manutenção que essas opções implicam a longo prazo.

Assim, serão mencionados alguns dos principais aspectos a ter em consideração no projeto das vias para os veículos de BRT. Estes aspectos incluem os materiais de pavimentação, os separadores das faixas, seções transversais dos corredores, pintura do pavimento, infraestrutura com separação de nível, restrição de acesso às vias e paisagismo. Em caso de opção por um sistema de guias, o respectivo projeto também deve ser incluído nesta etapa, embora o assunto já tenha sido abordado anteriormente como uma solução para vias estreitas. A separação de nível também pode ser considerada, mas implicará um estudo da viabilidade dessa aplicação em certos segmentos ao longo do corredor.

• Materiais de pavimentação

A escolha do material mais adequado para as vias depende, principalmente, do peso por eixo dos veículos de BRT selecionados e do número de veículos projetado para entrar em circulação. Além disto, o custo dos materiais de pavimentação, quer de investimento inicial quer de manutenção, será também um fator decisivo desta escolha.

Entretanto, reconhece-se que os pontos mais críticos ao longo da via encontram-se nas áreas das estações uma vez que estas sofrem mais com o peso do veículo, no seu processo de paragem e arranque. Assim, material de maior qualidade deve ser aplicado nestas áreas por forma a evitar que ocorram problemas de assentamentos da via, o que traz consequências negativas no alinhamento do piso do veículo com a plataforma de embarque da estação, bem como a degradação das estações.

Neste sentido, se os veículos forem de maiores dimensões, tipo articulado ou biarticulado, e o volume destes for elevado, então a aplicação de pavimentos rígidos apresenta-se como a solução mais eficaz. Embora o betão seja tipicamente mais caro, apresenta maior resistência e durabilidade do que o betuminoso. A aplicação de betão apenas nas áreas da estação e restante via construída com materiais menos dispendiosos, pode ser uma opção a considerar com vista a uma maior economia de custos.

• Separadores

A aplicação de separadores entre as faixas prioritárias para BRT e as que pertencem ao tráfego misto, pretende estabelecer uma clara distinção entre as duas áreas e evitar possíveis evasões da via de transporte público. Neste sentido, o projeto do separador deve consistir numa barreira física suficiente para impedir a entrada na via destinada ao transporte público. Estes separadores podem ser cones fixos, canteiros ajardinados, guias, blocos, muros, grades metálicas, entre outros. A escolha do tipo de separador dependerá do nível de separação física pretendido e do espaço disponível.

Entretanto, quando não há separação física entre as vias, devem aplicar-se outros mecanismos para restringir o acesso do restante tráfego à via reservada para BRT. Tais mecanismos incluem placas de sinalização, pintura na superfície da via com a informação (por exemplo “bus”) e aplicação de uma cor distinta na faixa exclusiva. Adicionalmente, a cooperação da polícia de trânsito no processo de monitoramento e fiscalização da exclusividade da via de transporte público, também assume um papel fundamental.

• **Secções transversais típicas**

Embora na etapa de projeto operacional, na seleção do corredor, já tenham sido referidas as larguras usuais das vias dedicadas ao BRT bem como a configuração viária típica para estes sistemas, o quadro 24 apresenta as larguras mínimas recomendadas, por sentido, para os diferentes tipos de vias.

Quadro 24 – Larguras mínimas por tipo de faixa. (Manual de BRT,2008)

| Tipo de faixa | Largura mínima recomendável por sentido (m) |
|---------------------------------|---|
| Corredor de TP na estação | 3 |
| Corredor de TP | 3.5 |
| Passeio para peões | 3 |
| Ciclovía | 2.5 |
| Canteiro separador | 0.5 |
| Tráfego misto, do lado da berma | 3.5 |
| Tráfego misto, outras posições | 3 |

No caso de aplicação de uma via de ultrapassagem, considera-se que a largura total das duas vias deve ser de 7 metros. Ainda, estima-se que 3 metros de largura para a estação é um valor recomendável, embora seja dependente da capacidade.

Importa ainda referir que a configuração final de qualquer corredor dependerá do nível de tráfego misto, de transporte público, pedestres e ciclistas da área em questão, bem como a frequência do serviço de autocarros dentro e fora do sistema BRT.

• **Pintura do pavimento**

A utilização de cor no pavimento da via de transporte público não contribui apenas para restringir o acesso aos restantes veículos, mas também para melhorar a imagem do sistema. O impacto de natureza estética que esta aplicação provoca, transmite uma sensação de permanência em relação ao sistema BRT. Aconselha-se a utilização de tons mais escuros e distintos da cor das ciclovias.

4.3.2.2. Estações

O projeto de uma estação é constituído pela plataforma, áreas de transição e infraestrutura que contribui para a integração do sistema, tais como espaços comerciais e áreas de estacionamento. Como já foi descrito anteriormente, a maior parte dos aspetos relativos ao dimensionamento das estações foram determinados no projeto operacional. Entretanto, além da dimensão das estações, uma série de outros factores, como o conforto e atratividade, devem ser incluídos no projeto.

Uma vez que considerações do ponto de vista estético e funcional das estações representam um papel determinante no sucesso do sistema, alguns destes aspetos já foram mencionados no capítulo 3, respeitante às principais características de sistemas BRT.

4.3.2.3. Estações de transferência, terminais e garagens

“Estações de transferência” e “terminais” são utilizados com o objetivo de facilitar a transferência dos utilizadores entre as diferentes linhas do sistema. Relativamente às garagens e áreas de estacionamento dos veículos de transporte público, estas não influenciam diretamente a conveniência dos utilizadores mas, a localização, o desenho e a gestão destas instalações afetará a eficiência global do sistema.

A Figura 47 ilustra a diferença entre uma estação de transferência, um terminal e as estações padrão de sistemas BRT, cujas definições serão apresentadas de seguida.

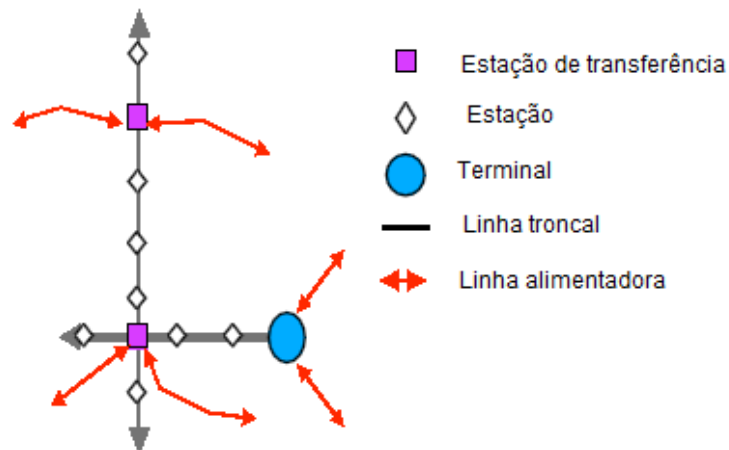


Fig.47 – Esquema ilustrativo da diferença entre terminais, estações e estações de transferência. (Adaptado, TransMilenio S.A.)

Estação intermediária de transferência: Instalação que possibilita transferência entre linhas alimentadoras e os serviços de linhas troncais. Estas instalações podem ser divididas em “transferências abertas” ou “transferências fechadas”.

A primeira indica que a transferência se procede em ambiente aberto, não existindo qualquer tipo de controlo físico entre os dois serviços. Assim, as transferências abertas podem ser possibilitadas tendo em consideração as seguintes opções: tarifa gratuita, tecnologia de cobrança de tarifas mais complexa (por exemplo *smart cards*) ou aplicação de tarifas separadas nos dois serviços. A imagem apresentada na Figura 48 uma transferência aberta, através de uma ponte para peões, entre a linha alimentadora (veículo verde, da esquerda) e a linha troncal (veículo vermelho, da direita).



Fig. 48– Estação intermediária de transferência, Bogotá. (Lloyd Wright, 2008)

Por outro lado, as “transferências fechadas” indicam que a transferência é realizada num espaço fechado onde existe distinção física entre os passageiros que pagaram (dentro do sistema) e os que não o fizeram (fora). Neste caso, uma possível solução passa por permitir que os veículos das linhas alimentadoras entrem temporariamente na linha troncal e partilhem a estação de BRT, sendo necessário, para tal acontecer, que os veículos dos dois serviços possuam portas do mesmo lado. Outra solução que permite efetuar a transferência entre as diferentes linhas num ambiente fechado, passa por construir túneis ou pontes que possibilitem a conexão aos passageiros. No entanto, esta opção torna-se particularmente dispendiosa, em especial quando se tratam de longas distâncias entre a estação do serviço alimentador e a troncal.

Terminais: São instalações de grandes dimensões, localizadas no extremo das linhas troncais, que possibilitam transferências entre a linha troncal e os vários serviços alimentadores. A realização do projeto dos terminais deve considerar a minimização dos movimentos de veículos e de passageiros, bem como o espaço necessário para que os veículos de BRT efetuem as manobras de conversão. Para além de ser a maior instalação de transferência dos serviços alimentadores, o terminal também é utilizado para efetuar ajustes nas frequências de serviço.

Estação de interface de BRT: Instalação que possibilita a transferência entre as linhas troncais.

Garagens: Instalações que permitem a realização de várias atividades, tais como estacionamento dos veículos, abastecimento, lavagem e limpeza, reparações e manutenção. Também se incluem os escritórios de apoio administrativo e instalações para os funcionários. Idealmente, as garagens devem estar localizadas dentro ou ao lado dos terminais, como exemplificado na Figura 49.



Fig.49 – Garagem e terminal, Bogotá. (NTU)

A Figura 50 ilustra um exemplo de um projeto interno de uma área de garagem.

Plano típico de uma área de garagem.

1. Portão e área de inspeção visual
 - 2, 3, 6. Escritórios administrativos para os operadores concessionados
 4. Área de abastecimento
 5. Área de lavagem e limpeza de veículos
 - 7, 10. Grandes reparos
 - 8, 9. Pequenos reparos e manutenção
 11. Estacionamento de veículos de BRT
 12. Estacionamento de veículos particulares
- Verde: Veículos operacionais
 Amarelo: Veículos precisando de pequenos reparos ou manutenção de rotina
 Vermelho: Veículos precisando de grandes reparos

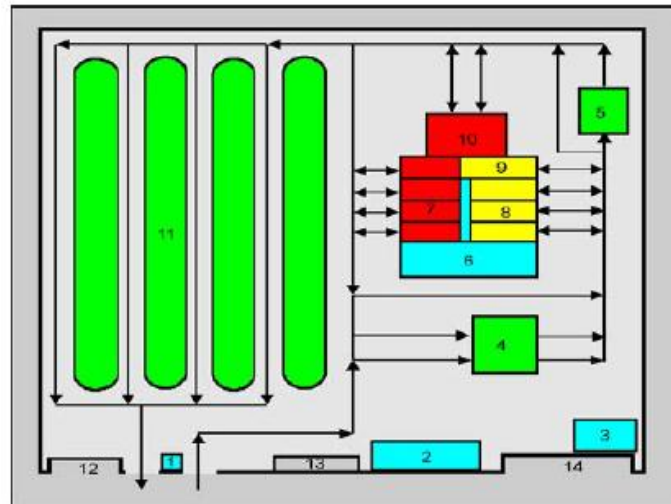


Fig.50 – Projeto interno da área das garagens. (Manual de BRT, 2008)

Entretanto, a aplicação de todas as instalações referidas pode não ser necessária em determinadas situações. No caso em que se opta por “serviços diretos”, a utilização de terminais e estações de transferência torna-se dispensável. Assim, o número, localização e o tipo de instalações de transferência necessárias ao sistema BRT dependerão necessariamente das opções selecionadas na fase de projeto operacional.

4.3.2.4. Centro de Controlo

A construção de centros de controlo operacional assume um papel determinante no sentido de garantir que as operações do sistema BRT se desenvolvam de forma contínua e eficiente. Assim, um sistema de controlo centralizado permite obter os seguintes benefícios:

- Resposta imediata em caso de alterações nos níveis de procura de passageiros;
- Reagir rapidamente em caso de problemas de segurança, emergências e eventuais falhas do equipamento;
- Permite controlar o espaçamento entre veículos;
- Sistema automatizado de avaliação de desempenho;
- Maior facilidade na análise da ligação entre as operações e a distribuição de receita.

A localização do centro de controlo usualmente não envolve nenhuma preferência local, desde que a sua posição permita que as conexões de comunicação e em rede elétrica sejam confiáveis. Entretanto, pode ser vantajoso incluir o centro de controlo nas instalações dos terminais, na medida em que permite maior interação entre as diferentes equipas. A Figura 51 apresenta um exemplo de um centro de controlo.



Fig.51 – Central de controlo e monitorização da EPTC, Porto Alegre (2011).

4.3.2.5. Infraestrutura das linhas alimentadoras

Os serviços alimentadores, como já referido, fornecem uma ligação estratégica entre os corredores centrais de circulação e as áreas de menores densidades. Normalmente estes serviços utilizam vias de tráfego misto, pelo que não haverá necessidade de as separar fisicamente. Por outro lado, os veículos que circulam nas linhas alimentadoras apresentam menores dimensões, o que possibilita a aplicação de materiais de pavimentação mais económicos do que o betão. Entretanto, a manutenção destas vias deve ser realizada periodicamente, uma vez que estes veículos normalmente apresentam menor qualidade em termos de suspensão o que faz com que as condições da via sejam determinantes no conforto dos passageiros.

Relativamente às estações das linhas alimentadoras, estas apresentam uma configuração e desenho arquitectónico consideravelmente mais modesto, comparativamente com as estações das linhas troncais. Ainda assim, devem ser incluídos alguns elementos que garantam um nível de conforto básico aos usuários, tais como cobertura e lugares sentados.

4.3.3. ETAPA 6 – TECNOLOGIA

As opções tecnológicas apenas devem ser definidas quando o Projeto Operacional estiver completo e algumas decisões do Plano de Negócios forem atribuídas. Assim, esta representa a última etapa do projeto do sistema BRT. Com isto, pretende-se que o sistema seja moldado consoante as necessidades dos utilizadores e características operacionais, que foram previamente identificadas, e não em torno dos aspetos relacionados com a tecnologia do sistema.

Tal como tem vindo a ser destacado em vários aspetos do planeamento de sistemas BRT, a seleção da tecnologia também não apresenta uma solução exata. A cada opção estão associadas vantagens e desvantagens que devem ser ponderadas e adequadas ao contexto local.

Neste sentido, na presente etapa pretende-se mencionar os aspetos relativos à tecnologia utilizada nos sistemas BRT, nomeadamente ao nível de:

- Opções de tecnologia veicular;
- Sistemas de cobrança de tarifas;
- Sistemas inteligentes de transporte (ITS).

Estes são os principais tópicos, dos quais serão selecionadas as diversas opções tecnológicas que afetarão essencialmente a imagem do sistema, a eficiência operacional e o serviço prestado ao cliente, assuntos estes já abordados no capítulo 3.

Resumidamente, as opções de tecnologia veicular envolvem essencialmente o tamanho do veículo e o sistema de propulsão. Quanto aos sistemas de cobrança e verificação de tarifas podem destacar-se os *smartcards* como exemplo mais recentemente utilizado nos sistemas BRT. Relativamente ao ITS realça-se a aplicação de painéis de informação em tempo real bem como a vantagem que propicia na gestão do sistema, através do rastreamento e controlo da velocidade e localização dos operadores à agência de BRT

4.4. INTEGRAÇÃO

4.4.1. ETAPA 7 – INTEGRAÇÃO MODAL

A implementação de um sistema BRT representa apenas mais um elemento dentro do contexto urbano de uma cidade. Por este motivo, a sua introdução deve ser projetada de modo a que o sistema seja completamente integrado com todas as opções de mobilidade e modos de transporte. Desta forma, o sistema BRT fará parte de toda uma rede integrada que conseguirá atender de forma eficaz e segura uma maior área de captação ao utilizador. Com isto, a integração do sistema BRT também permite que a sua base de potenciais clientes seja maximizada, tornando-o mais eficiente.

No entanto, primeiramente deve assegurar-se que a integração com o próprio sistema esteja garantida. Com isto pretende-se referir que, antes das considerações relativas à integração com os restantes modos de transporte, deve garantir-se que as linhas e corredores internos ao sistema BRT sejam integrados física e tarifariamente. Por integração física entende-se a possibilidade de efetuar transferências entre as linhas alimentadoras e troncais através dos terminais ou estações de transferência. A integração tarifária refere-se aos esquemas tarifários e meios de pagamento introduzidos no sistema que possibilitam a transferência entre as linhas e corredores sem necessidade de pagamento de uma nova tarifa.

Após garantir que a integração interna do sistema cumpre os objetivos, o próximo passo será a integração com os restantes modos. Neste sentido, de seguida serão analisadas algumas questões relativas à integração com peões, bicicletas, restantes sistemas de transporte público e táxis bem como a opção por estacionamento (“Park and Ride”).

4.4.1.1. Peões

Para que o acesso dos peões às estações de BRT seja efetuado de forma confortável e segura, deve ser considerada uma análise aos movimentos que serão necessários realizar nos seguintes segmentos da viagem:

- Caminho desde a vizinhança até ao corredor de circulação de BRT;
- Atravessamento do corredor para chegar à estação;
- Movimentos dentro da área da estação.

Neste sentido, para que se consiga garantir um acesso ao serviço de BRT eficiente e de qualidade para os peões, em cada um destes segmentos, alguns fatores de projeto devem ser incluídos. Os referidos fatores incluem:

- **Caminhos retos e conectividade:** Envolve a minimização da distância a percorrer até à estação e a capacidade de aceder a uma rede mais ampla de destinos.
- **Aspeto estético:** Respeitante à atratividade da área do acesso de peões.
- **Legibilidade:** Envolve a aplicação de placas com direções a seguir, sinalização, mapas do sistema e da área envolvente, para auxiliar o percurso do peão.
- **Facilidade de acesso:** Refere-se ao nível de conforto da caminhada até à estação, incluindo as condições da superfície da via, qualidade dos materiais de pavimentação, declives, proteção do tempo e níveis de poluição atmosférica e sonora.
- **Acessibilidade:** Viabilidade de acesso ao sistema na perspectiva de pessoas com mobilidade reduzida ou necessidades especiais.
- **Segurança de trânsito:** Refere-se à proteção dos peões contra os perigos provenientes essencialmente da circulação dos veículos.
- **Segurança pública:** Possibilitar ao peão lugares que não sejam susceptíveis a roubos ou crimes, incluindo iluminação de qualidade nas ruas.
- **Custos:** Embora os utilizadores geralmente prefiram efetuar cruzamentos em nível, soluções mais dispendiosas de infraestrutura com separação de nível podem ser mais eficientes em determinadas situações.

Com isto pretende-se proporcionar um ambiente de maior qualidade na viagem a pé até às estações e terminais do sistema BRT, o que consequentemente atrairá mais clientes à sua utilização.

4.4.1.2. Bicicletas

Embora a utilização de bicicletas ainda represente uma percentagem bastante reduzida na repartição modal dos transportes, cada vez mais cidades têm integrado um plano de ciclovias ao projeto do sistema BRT, como forma de aumentar a sua área de captação de clientes e simultaneamente incentivar a utilização de bicicletas. Os benefícios que lhe estão associados são inúmeros e, por este motivo, a promoção da bicicleta como um modo de transporte sustentável, económico e saudável tem vindo a aumentar consideravelmente na maioria das cidades no mundo.

Neste sentido, devem ser incluídos no projeto de BRT alguns aspetos que incentivem e atraiam a utilização da bicicleta. Tais elementos incluem:

- Instalações para estacionamento de bicicletas;
- Infraestrutura de ciclovias;
- Possibilidade de disponibilizar instalações para aluguer de bicicletas.

Além da provisão de infraestrutura para estacionamento seguro das bicicletas, uma opção que alguns sistemas BRT têm adoptado passa pela permissão de transportar as bicicletas a bordo do autocarro, sendo para isso necessário reservar espaço adicional dentro do veículo. Entretanto, as instalações para estacionamento de bicicletas estão relacionadas com a disponibilidade de espaço, existindo vários tipos de estacionamentos de acordo com a área disponível. Uma das opções mais seguras e eficientes, reside na aplicação de um dispositivo em forma de “U”, invertido, que trava as duas rodas da bicicleta, como o exemplo ilustrado na Figura 52.



Fig.52 – Exemplo de parques de estacionamento para bicicletas. (Lloyd Wright, 2008)

Relativamente à infraestrutura de ciclovias, verifica-se que o planeamento de um sistema BRT em conjunto com uma rede de ciclovias pode contribuir consideravelmente para a prestação de mobilidade urbana sustentável no âmbito global da cidade. Neste sentido, cidades como Los Angeles, Eindhoven e Bogotá apresentam redes de ciclovias de alta qualidade ao longo dos corredores próprios dos sistemas BRT, como ilustrado na Figura 53. Para tal, no projeto destas infraestruturas devem ser consideradas as seguintes regras:

- Cuidado especial na escolha do material de pavimentação. Deve apresentar uma superfície lisa e esteticamente atrativa, uma vez que os ciclistas são mais sensíveis às imperfeições existentes na superfície da via;
- Percurso mais próximo possível, minimizando o fator de desvio;
- Ciclovias devem apresentar alto nível de qualidade, incluindo boas condições de manutenção, espaço suficiente e sem obstruções.



Fig.53 – Ciclovias integrada ao sistema BRT, Eindhoven (Holanda). (Advanced Public Transport Systems, 2008)

Relativamente à localização das faixas para ciclistas podem estar situadas entre a faixa de BRT e o passeio para peões, entre o passeio e a faixa de tráfego misto (Figura 54) ou na faixa central (Figura 55). A Figura 54 representa a localização padrão das ciclovias integradas ao sistema BRT.

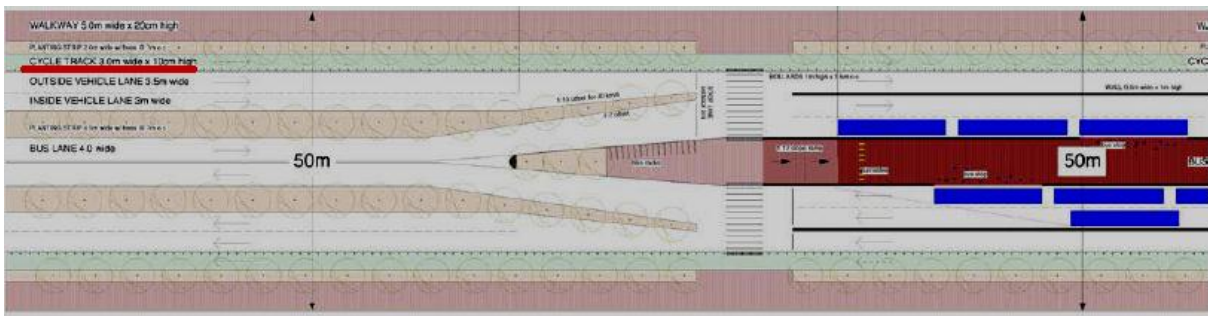


Fig.54 – Ciclovias entre o passeio e as faixas de tráfego misto, Dar es Salaam (Tanzânia). (ITDP, 2008)

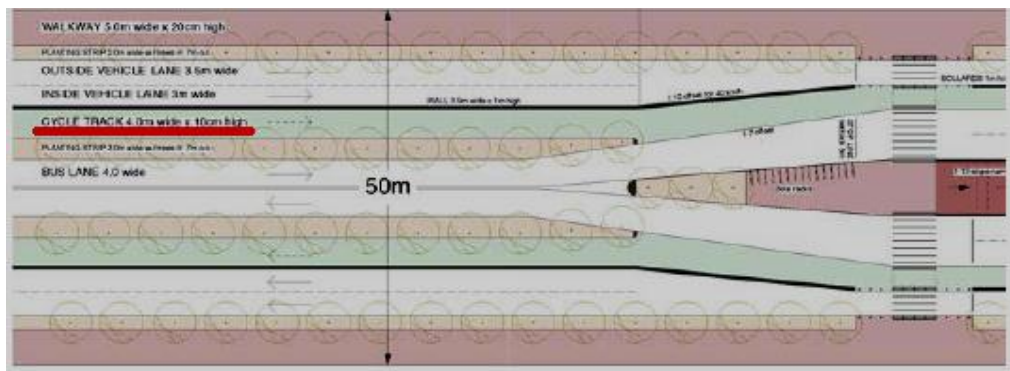


Fig.55 – Ciclovias adjacente à via de transporte público no corredor central, Dar es Salaam (Tanzânia). (ITDP, 2008)

4.4.1.3. Outros sistemas de transporte público coletivo e táxis

A integração do sistema BRT com os outros modos de transporte público coletivo é fundamental uma vez que a flexibilidade que lhe é inerente permite que a rede de linhas do sistema se possa expandir de forma económica por toda a cidade, o que vai para além dos valores que essa expansão custaria a optar por o modo ferroviário.

Neste sentido, considera-se que uma integração entre os sistemas de TP é realizada com sucesso quando existe conexão física entre eles, a campanha de marketing é complementar aos vários sistemas e se introduz uma estrutura de tarifa integrada. A Figura 56 representa uma interface em Nagoya (Japão) que integra uma linha elevada de BRT, um sistema de comboios suburbanos, um sistema de metro subterrâneo e ainda providencia uma ampla área de estacionamento para bicicletas.



Fig.56 – Ozone Station, Nagoya (Japão). (Lloyd Wright, 2008)

Relativamente à integração com o serviço de táxis, deve ser considerado no projeto a localização de pontos de táxi junto às estações de BRT. Ao inserir estas instalações de integração geram-se benefícios tanto para os projetistas do sistema BRT, motoristas de táxis, autoridades municipais e para o público em geral.

4.4.1.4. “Park and Ride”

Denominado em inglês por “Park and Ride”, refere-se a instalações que permitem aos proprietários de veículos particulares aceder ao sistema BRT e prosseguir a sua viagem por meio dos veículos de TP. Assim, estacionamentos de integração referem-se a parques/garagens ou terrenos destinados ao estacionamento de carros, preferencialmente localizados ao lado das estações. Refere-se também a áreas de desembarque para os automóveis, nas estações.

Entretanto a localização do estacionamento torna-se mais adequada em locais suburbanos ou próximos a grandes áreas residenciais. Isto é justificável pelo facto de os custos de aquisição de terrenos serem normalmente mais baixos e existir maior probabilidade de incentivar a utilização do transporte público até às áreas centrais da cidade, pois desta forma podem evitar-se os constantes congestionamentos do tráfego misto nessas áreas.



Fig.57 – Estacionamento proposto em Nantes (França). (François Rambaud)

4.4.2. ETAPA 8 – INTEGRAÇÃO COM USO DO SOLO E TDM "TRANSPORTATION DEMAND MANEGEMENT"

Como forma de combater os constantes congestionamentos, para além das medidas introduzidas ao sistema de transporte público que pretendem torná-lo mais atrativo ao público, verifica-se que muitos sistemas BRT têm sido implementados também em conjunto com a aplicação de medidas de restrição para veículos particulares. Neste sentido, o denominado TDM "Transportation Demand Menagement", representa um conjunto de estratégias/medidas que pretendem incentivar a migração do modo de transporte individual para as opções de transporte público.

Para além das medidas de desincentivo ao uso do automóvel, também se têm vindo a introduzir políticas de uso do solo, com o intuito de assegurar o desenvolvimento orientado ao transporte público nas áreas adjacentes às estações de BRT, do inglês *Transit Oriented Development* (TOD).

De seguida será apresentada uma breve referência a algumas destas medidas que têm vindo a ser adoptadas. O objetivo principal passa por contribuir para a diminuição dos congestionamentos, predominantemente nas áreas centrais das cidades onde a competição pelo espaço viário é mais acentuada, bem como promover a utilização de modos de transporte sustentável.

4.4.2.1. TDM

A introdução de medidas de "Transportation Demand Management" (TDM) permite regulamentar o acesso de veículos de transporte particular a determinadas áreas da cidade, de acordo com as necessidades específicas de cada local. Neste sentido, apresentam-se algumas das referidas medidas:

- Redução do número de lugares de estacionamento disponível;
- Aplicação de taxas de estacionamento mais elevadas;
- Restrições diárias com base no número de matrícula do carro;
- Aumento da fiscalização de estacionamentos;
- Medidas de moderação de tráfego.

Entretanto, para maior descrição e esclarecimento destas e outras medidas de TDM aconselha-se uma pesquisa ao Online TDM Encyclopedia of Victoria Transport Policy Institute.

4.4.2.2. Integração com políticas de uso do solo

Um projeto de sistema BRT pode ser uma oportunidade para introduzir algumas mudanças com vista a estimular a reabilitação ou o desenvolvimento dos usos do solo urbano, quando o projeto for apoiado por políticas complementares de uso do solo e zoneamento.

O uso do solo também pode ser caracterizado através de:

- Densidade: número de pessoas ou empregos em determinada área;
- Diversidade: combinação de usos, comerciais e residenciais, dentro de uma área local;
- Design: planeamento de casas, lojas e TP, por forma a reduzir a dependência do uso de automóveis.

Verifica-se que os projetos de sistemas BRT são beneficiados pela introdução destas políticas, nomeadamente o desenvolvimento orientado ao transporte público (TOD). Basicamente, um TOD é um desenvolvimento do solo de uso misto, residencial e comercial, projetado para maximizar o acesso ao transporte público e simultaneamente incorporar algumas medidas de incentivo ao aumento do número de passageiros. Também se inclui a promoção do uso da bicicleta ao nível local. Uma área TOD normalmente apresenta elevada densificação ao longo dos corredores de transporte público coletivo e, à medida que se afasta destes, progride para menores densidades (Figura 58).



Fig.58 – Área de desenvolvimento orientado ao transporte (TOD). (PAC Mobilidade Urbana, 2012)

Ainda, é característica fundamental do TOD a reduzida quantidade de espaço existente para estacionamento de automóveis. O Quadro 25 apresenta os benefícios adquiridos do serviço BRT e o desenvolvimento orientado ao transporte público.

Quadro 25 – Benefícios do “*Transit Oriented Development*” (TOD). (Manual de BRT,2008)

| | |
|---|---|
| Benefícios para os utilizadores do Transporte Público | Aumento da parcela dos destinos (casa, trabalho, escola, serviços público, etc) |
| | Maior segurança perto da estação |
| | Melhores condições para realizar viagens a pé |
| Benefícios para os operadores de Transporte Público | Maior número de passageiros |
| | Melhoria da imagem |
| | Menores custos por passageiro |

| | |
|-----------------------------|---|
| Benefícios para a sociedade | Redução dos custos de serviços e infraestrutura |
| | Comunidades mais habitáveis |
| | Redução dos problemas de tráfego |
| | Aumento do valor das propriedades, atividade de negócios e receitas de impostos |

4.5. AVALIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

4.5.1. ETAPA 9 – AVALIAÇÃO

Usualmente é determinada, no início do processo de planeamento do sistema, uma estimativa inicial dos impactos que a sua implementação poderá causar na cidade. Entretanto, após aprovação do plano técnico final, torna-se crucial rever as estimativas anteriormente realizadas. Assim, após definição de todo o desenho e componentes de planeamento do sistema, é possível realizar uma análise mais precisa dos impactos do sistema ao nível do meio ambiente, aspetos económicos, sociais, nos níveis de tráfego e no desenvolvimento urbano. A realização desta análise permitirá obter uma perspetiva mais clara e realista das mudanças que a introdução do sistema trará, prevendo-se e evitando-se antecipadamente os impactos negativos, para que se possa finalmente comprometer na totalidade com a construção do sistema.

A implementação de um novo sistema de transporte público pressupõe uma reação do público que ditará qual o seu nível de satisfação relativamente às mudanças impostas pela sua introdução. Neste sentido, a aprovação pública e opinião do utilizador servirá como o indicador mais significativo do sucesso ou fracasso de um sistema BRT.

Entretanto, para além das análises de impacto, a realização de um plano de monitorização e avaliação do projeto é essencial. Com este plano pretende-se obter informação mais precisa relativamente ao desempenho global do sistema e identificar tanto os pontos fortes, como as áreas onde devem ser introduzidas ações corretivas ou melhorias. Neste sentido, como primeira etapa do desenvolvimento de um plano de avaliação e monitorização, deve proceder-se à identificação de um conjunto de metas a atingir e valores base para todos os indicadores relevantes. De seguida, serão apresentados alguns dos potenciais indicadores para avaliação do sistema, quer a nível de desempenho quer ao nível dos impactos gerados. A recolha de dados envolve o registo de alguns fatores em tempo real (velocidade média, tempos de viagem, etc) bem como informação qualitativa de pesquisas efetuadas. Alguns dos indicadores de desempenho são recolhidos automaticamente, como por exemplo através do sistema tarifário.

- Indicadores de desempenho do sistema
 - Repartição modal (Transporte Individual, TP, a pé, bicicleta, etc.);
 - Capacidade de passageiros do sistema de TP, em horário de ponta;
 - Velocidades médias (veículos particulares e de TP);
 - Tempo médio de viagem;
 - Número médio de transferências necessárias por viagem;
 - Custos operacionais;
 - Preço das tarifas;
 - Serviços de limpeza nas estações e veículos;

- Tempo médio de espera;
- Níveis de congestionamentos de passageiros, nas estações e veículos, em horário de ponta e noutros horários;
- Satisfação do utilizador.

A avaliação do impacto que a introdução do sistema causa no ambiente, economia e bem-estar social, indica a importância total do BRT para a cidade em questão, mas também se apresenta como fator determinante no caso de expansão do sistema. Os impactos ambientais gerados pela introdução de um sistema BRT incluem essencialmente melhorias na qualidade do ar ao nível local, melhorias nos níveis de ruídos e redução de emissões de gases do efeito de estufa. A criação de empregos, alterações no valor das propriedades e vendas de estabelecimentos são alguns dos impactos económicos causados pelo desenvolvimento do novo sistema. Quanto aos impactos sociais prevê-se o incentivo à igualdade social e interações sociais bem como a diminuição dos níveis de criminalidade. De seguida serão apresentados alguns dos indicadores que permitem avaliar os referidos impactos.

- Indicadores ambientais

- Níveis de poluentes locais do ar (SO_x, CO, NO_x, O₃);
- Emissão de gases do efeito de estufa (CO₂, CH₄, N₂O);
- Níveis de poluição sonora;
- Índices de doenças ou problemas respiratórias;
- Número de autocarros antigos retirados de circulação;

- Indicadores económicos

- Empregos criados durante as fases de construção e operação;
- Valor das propriedades nas áreas adjacentes às estações e corredores;
- Proporção de propriedades vazias junto às estações e corredores;
- Vendas de estabelecimentos comerciais próximos a corredores e estações;
- Criação de empresas privadas para produção de tecnologias (veículos, cobrança de tarifas, entre outros);
- Empregos gerados a partir da produção local de tecnologias para o BRT.

- Indicadores sociais

- Número de acidentes de VTP nos corredores de circulação;
- Número de acidentes que envolvam peões;
- Percentagem de passageiros de cada extrato socioeconómico;
- Níveis de criminalidade nos veículos e ao longo dos corredores;
- Percentagem da renda familiar que é gasta com o serviço de transportes.

Relativamente aos indicadores urbanos inclui-se a realização de pesquisas que contenham a opinião relativa à qualidade do espaço público ao longo dos corredores e quantificação do eventual desenvolvimento das propriedades nessas áreas.

4.5.2. ETAPA 10 – PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

Por último, como etapa final do processo de planejamento de um sistema BRT encontra-se a preparação formal para a construção e implementação. Como é lógico, o resultado final de todo o esforço dedicado à elaboração de um plano de BRT tem como objetivo a criação de um sistema real com qualidade. Por este motivo, ainda no processo planejamento, é necessário preparar a fase de construção através de um plano de implementação que englobe o desenvolvimento de planos de construção, prazos de execução e procedimentos de contratação. Assim, esta fase final representará um tópico fundamental para assegurar que o planejamento executado seja conduzido para a realidade de forma econômica e eficiente.

Neste sentido, o primeiro passo refere-se à seleção de uma agência que fique responsável por supervisionar a implementação do sistema, sendo a sua responsabilidade geralmente dividida entre os aspectos operacionais e de construção do projeto. A escolha da referida agência recai sobre aquela que apresentar maior competência em projetos similares (tamanho ou âmbito) e experiência na gestão de contratos, uma vez que o processo de contratação deve ser conduzido por forma a atrair os profissionais mais adequados para cada área de intervenção (construção, manutenção e operações). É importante referir que o projeto operacional de implementação e o plano de aplicação da construção devem ser realizados simultaneamente, de forma complementar e coordenada. O processo de contratação operacional, contratos com operadores de veículos e de cobrança de tarifas, devem ser finalizados e registados oficialmente com cerca de um ano antes da inauguração do sistema, uma vez que a entrega dos veículos pode requerer esse período de tempo.

4.5.2.1. Plano de Construção

O plano de construção representa um conjunto de procedimentos que pretendem assegurar que a construção dos componentes de infraestrutura do sistema será realizada tendo como prioridade a redução das interrupções no desempenho normal da cidade, e do respetivo tempo. O trabalho físico decorrente da fase de construção pressupõe alguns impactos, como encerramento de ruas, ruídos, poeiras, entre outros, que podem causar uma primeira impressão negativa à população. Como tal, a estrutura de contratação deve ser estabelecida por forma a atingir alguns objetivos, tais como:

- Minimização dos custos globais de engenharia e construção;
- Minimizar os atrasos do processo de construção;
- Minimizar o risco de aumentos de custo de construção não previstos;
- Minimizar riscos de construção com pouca qualidade.

A forma dos contratos difere consoante as seguintes atividades, que podem ser separadas ou agrupadas de acordo com os objetivos de implementação pretendidos:

- Projeto conceptual;
- Projeto de engenharia detalhado;
- Construção;
- Manutenção.

Relativamente ao tempo necessário para construção, verifica-se que, devido à complexidade das obras específicas de um projeto BRT, as estimativas realizadas antecipadamente podem sofrer algumas alterações. Os tempos de projeto detalhado de engenharia e de execução podem variar largamente dependendo da complexidade dos trabalhos, do tamanho das empresas envolvidas e procedimentos exigidos para o projeto de obras públicas. Entretanto, geralmente os atrasos de construção estão relacionados com problemas ao nível da contratação e orçamentação.

Nesta fase também será necessário um plano de comunicações à população afetada com as obras para que seja devidamente informada sobre os possíveis impactos e durações, a fim de tomarem as devidas medidas para lidar com esse processo. Ainda, para que sejam minimizados os impactos causados pelos trabalhos de construção estes podem ser realizados por segmentos para se evitar fechar a extensão total do corredor em questão. O tratamento das interseções e construção de passagens subterrâneas assume uma importância acrescida na medida em que o corte de acesso a estas áreas pode causar sérios congestionamentos e inconveniência para a população. Assim, a gestão do redirecionamento do tráfego e respetivo controlo, durante a fase de construção, devem ser devidamente coordenados entre a polícia, a agência de transporte público e a empresa de construção.

4.5.2.2. Manutenção

O desenvolvimento de um plano de manutenção permite que o desempenho e conservação do sistema sejam mantidos a longo prazo. Relativamente à manutenção dos veículos esta geralmente será da responsabilidade dos seus operadores, sendo que os padrões de manutenção e qualidade devem estar contemplados nos seus acordos contratuais originais. Quanto aos equipamentos de cobrança de tarifas e ITS, tanto podem ser de propriedade pública como privada, dependendo da estrutura de negócios do sistema. No entanto, deve ser estimado um determinado número de peças de reposição para *stock*.

A manutenção dos componentes da infraestrutura depende essencialmente da natureza dos contratos originais de construção, sendo que a atribuição de responsabilidade de manutenção à firma construtora apresenta-se como o melhor mecanismo de incentivo à execução de um produto mais duradouro e com maior qualidade. De referir ainda que é necessário avaliar o projeto de infraestrutura em termos de viabilidade de manutenção, antes de se proceder à aprovação dos planos de arquitetura.

5

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE SISTEMAS BRT

5.1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão de sistemas BRT verificada nos últimos anos proporcionou o aparecimento de muitos exemplos que obtiveram resultados bastante positivos ao nível do desempenho e serviço. Contudo, a falta de um consenso relativo aos seus elementos essenciais e a forma de como adequá-los consoante as circunstâncias locais, também resultou em muitas outras experiências fracassadas. Como resultado deste crescente número de sistemas BRT em todo o mundo, surgiu a necessidade de se criar um padrão com as melhores práticas reconhecidas a nível internacional, de forma a se evitarem casos de implementações mal sucedidas.

Neste sentido, o Institute for Transportation & Development Policy (ITDP) em parceria com o grupo alemão GIZ, desenvolveram um documento, denominado “Padrão de Qualidade de BRT” 2012, versão 1.0, fonte [25]. Este trabalho apresenta precisamente o resultado de um consenso geral entre vários especialistas de BRT no sentido de selecionar as melhores práticas verificadas até à atualidade.

Basicamente, o Padrão de Qualidade de BRT identifica as características essenciais que estão associadas a um alto nível de desempenho do sistema, atribuindo um peso relativo a cada uma, em função da sua importância. Além de avaliar e classificar os sistemas, este documento também tem como objetivo proteger a imagem do BRT e a qualidade do serviço que lhe é reconhecida. Por outro lado, também contribui para identificar, premiar e incentivar as boas práticas de projeto.

Entretanto, verifica-se que o critério de pontuações atribuído funciona como um indicador aproximado da qualidade do sistema, aplicável de forma simples e equitativa a diferentes contextos. Os elementos reconhecidos no Padrão de Qualidade de BRT foram ponderados segundo os mesmos critérios, não existindo distinção entre os vários níveis de procura nem da população efetiva de determinada cidade. Assim, uma vez que este sistema de pontuações é válido para a maioria dos contextos e condições, reconhece-se que existem algumas especificidades em Portugal que necessitariam de uma abordagem mais aprofundada a este mecanismo de avaliação.

Neste sentido, no presente capítulo pretende-se apresentar a referida metodologia de avaliação de sistemas BRT. Por um lado, serão expostas as referências de boas práticas reconhecidas a nível internacional, as quais assumem um papel determinante no desempenho destes sistemas. Por outro lado, procurar-se-á introduzir uma proposta de alteração do modelo de avaliação em questão, realizando-se uma análise crítica no sentido de o adequar à realidade portuguesa. O objetivo passa por apresentar algumas sugestões que possam auxiliar a realização de eventual planeamento de sistemas BRT em Portugal.

5.2. CONSIDERAÇÕES

Algumas análises críticas efetuadas no presente capítulo tiveram como fundamento uma pesquisa efetuada a sistemas BRT implementados nos EUA, Canadá e principalmente na Europa. Considera-se que estas experiências representam uma adaptação do conceito BRT a um cenário diferente das nações em desenvolvimento, nomeadamente América Latina e Ásia, e neste sentido apresentam alguns aspetos que melhor se adequam à realidade portuguesa.

Sendo assim, as principais considerações obtidas foram:

- Níveis de procura mais baixos;
- Mais alternativas de transporte público;
- Maior dependência do automóvel;
- Estrutura urbana diferente;
- Maiores restrições de espaço viário;
- Maior aposta na qualidade, ao invés da capacidade

5.3. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

Como já foi referido, o “Padrão de Qualidade de BRT” trata-se de um sistema de certificação que foi concebido com o objetivo de se estabelecer um padrão internacional para avaliar e classificar os sistemas BRT, de acordo com as suas características. Entretanto, o referido documento também tem a intenção de orientar a tomada de algumas decisões no processo de planeamento e projeto, não sendo apenas utilizado em sistemas já construídos. Por este motivo, reconhece-se uma maior aplicabilidade desta ferramenta de avaliação, demonstrando ser um mecanismo de reconhecimento da qualidade dos sistemas BRT mais confiável do que as medições feitas aos indicadores de desempenho. Será ainda de realçar que os indicadores de desempenho são aplicáveis apenas para avaliação de sistemas já implementados.

Por outro lado, a utilização desta ferramenta também tem as suas limitações. Embora os critérios introduzidos ao sistema de pontuações pretendam elevar o nível do desempenho dos sistemas, este facto apenas será possível se o corredor em questão for projetado de acordo com a utilização prevista correspondente. Sendo assim, a aplicação desta ferramenta indicia quais as medidas mais significativas para a obtenção de um sistema de alta qualidade mas que devem ser devidamente enquadradas com o contexto local. Neste sentido, em determinada situação pode não se justificar a aplicação de todos os critérios, sendo para tal necessário recorrer a uma análise custo-benefício. Assim, o Padrão de Qualidade de BRT serve como um complemento a esta e outras análises, não funcionando como um substituto das mesmas.

O critério de pontuações utilizado apenas atribui pontos aos elementos que melhoram, de modo geral, o desempenho operacional do sistema e a qualidade do serviço bem como aspetos relacionados com os impactos ambientais. Considerações do uso do solo e o desenvolvimento orientado ao transporte (TOD) não são introduzidas no Padrão de Qualidade de BRT, o qual recomenda a utilização do esquema de certificação do sistema LEED ND (*Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development*) como ferramenta de medição para os elementos relacionados com o uso do solo de um projeto de BRT.

De referir ainda que o modelo em questão é aplicável apenas aos corredores troncais do sistema, uma vez que se trata da parte principal do que é considerado um sistema BRT. Entretanto, já foram referidos os principais aspetos relativos às linhas alimentadoras.

Neste sentido, as categorias a ser avaliadas são:

- Planeamento dos serviços;
- Infraestrutura;
- Projeto da estação e relação veículo-estação;
- Qualidade do serviço e sistemas de informação aos passageiros;
- Integração e acesso.

Cada categoria é detalhada em diversas características, às quais são atribuídos os respetivos pesos e critérios de pontuação, como apresentado no Quadro 26.

Quadro 26 – Critérios e pontuações das categorias. (BRT Standard, versão 1.0, 2012).

| Planeamento dos serviços | Pontuação máxima |
|---|------------------|
| Pré-pagamento de tarifas | 7 |
| Múltiplas rotas | 4 |
| Frequência de ponta | 4 |
| Frequência fora de ponta | 3 |
| Serviços expressos, limitados e locais | 3 |
| Centro de Controlo | 3 |
| Localização entre os dez maiores corredores | 2 |
| Horas de operação | 2 |
| Rede de múltiplos corredores | 2 |
| Infraestrutura | Pontuação máxima |
| Alinhamento das vias | 7 |
| Infraestrutura segregada com prioridade de passagem | 7 |
| Tratamento das interseções | 6 |
| Vias de ultrapassagem nas estações | 4 |
| Minimização das emissões dos veículos | 4 |
| Estações afastadas das interseções | 3 |
| Estações centrais | 3 |
| Qualidade do pavimento | 2 |
| Projeto da estação e ligação com o veículo | Pontuação máxima |
| Embarque de nível | 6 |
| Estações | 3 |
| Número de portas do veículo | 3 |
| Baias de paragem | 2 |
| Portas deslizantes nas estações | 1 |

| | |
|---|------------------|
| Qualidade do serviço e sistemas de informação aos passageiros | Pontuação máxima |
| Estabelecimento de uma marca | 3 |
| Informação aos passageiros | 2 |
| Integração e acesso | Pontuação máxima |
| Acesso universal | 3 |
| Integração com outros modos de Transporte Público | 3 |
| Acesso dos peões | 3 |
| Estacionamento seguro de bicicletas | 2 |
| Ciclovias | 2 |
| Integração com sistemas públicos de bicicletas | 1 |
| TOTAL | 100 |

Cada um destes critérios apresenta um valor máximo da pontuação que lhe pode ser atribuída, sendo o total correspondente a 100 pontos. De seguida apresentar-se-á uma descrição detalhada de cada critério e a forma como os pontos são distribuídos de acordo com as respetivas particularidades.

Consoante o resultado final das pontuações conferidas a um corredor em análise serão atribuídas as certificações de Ouro, Prata ou Bronze, como ilustra a Figura 59.



Ouro: 85 pontos ou mais



Prata: 70–84 pontos



Bronze: 50–69 pontos

Fig.59 – Classificação dos sistemas. (Padrão de Qualidade de BRT, 2012)

Nos pontos seguintes serão analisadas as pontuações de forma mais detalhada e realizar-se-á uma proposta de adaptação do modelo de avaliação à realidade portuguesa. Mais uma vez importa realçar a necessidade de se enquadrar as características presentes às condições locais.

5.3.1. PLANEAMENTO DOS SERVIÇOS

5.3.1.1. Pré-pagamento de tarifas

- Modelo base

Quadro 27 – Pontuação detalhada do critério: pré-pagamento de tarifas. (Padrão de Qualidade de BRT, 2012)

| Pré-pagamento de tarifas | Pontos |
|---|--------|
| 100% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 7 |
| Mais de 75% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 6 |
| Prova de pagamento em todas as rotas que intersectam o corredor troncal | 6 |
| 60 a 75% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 5 |
| 45 a 60% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 4 |
| Prova de pagamento em algumas rotas que utilizam o corredor troncal | 3 |
| 30 a 45% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 2 |
| 15 a 30% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 1 |
| Menos de 15% das estações troncais têm cobrança de tarifa controlada por barreira e fora do veículo | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Identificam-se dois sistemas diferenciados para pré-pagamento de tarifas. Por “barreira de controlo” entende-se o pagamento e verificação das tarifas antes do embarque enquanto, “prova de pagamento” refere-se ao pagamento do bilhete antes do embarque, mas com validação a bordo do veículo aquando do processo de fiscalização (exemplo do Metro do Porto).

No sistema de pontuações apresentado (Quadro 27) verifica-se que existe uma preferência pelo método de pagamento e validação de tarifas antes do embarque. Neste caso, os passageiros entram na estação e para acederem ao veículo têm que passar por um dispositivo de controlo, no qual é realizada a verificação ou a dedução da tarifa. Verifica-se também que atribuem uma importância acrescida ao critério em questão, uma vez que são atribuídos 7 pontos no caso de todas as estações do corredor apresentarem um sistema de pré-pagamento e validação de tarifas antes do embarque.

Entende-se que a importância dedicada ao presente critério se deve ao facto de o pré-pagamento de tarifas ser considerado um dos fatores mais importantes para reduzir os tempos de embarque e, consequentemente possibilitar uma maior economia do tempo de viagem dos utilizadores.

Além disto, o pré-pagamento de tarifas pode aumentar a confiabilidade e imagem em relação ao sistema, sendo também um elemento fundamental em termos de integração tarifária com os restantes modos de transporte.

- Proposta

Apesar do sistema de cobrança e validação da tarifa antes do embarque apresentar a vantagem de minimizar o risco de evasões ao pagamento de tarifas, considera-se que deve ser dada menos importância a esta variável, no ponto de vista das cidades portuguesas. Este sistema implica necessariamente a instalação dos dispositivos de controlo de entrada, além dos dispositivos necessários à cobrança, o que se traduz num aumento dos custos bem como de espaço necessário para a sua instalação.

Sendo assim, no contexto português considera-se que o volume de passageiros à partida não justificará o referido investimento. Entretanto, deve ser realizada uma análise custo-benefício de forma a se identificar o ponto de capacidade a partir do qual se justifique a implementação do sistema “barreira de controlo” e, nesse caso, esta opção deve ser considerada.

Neste sentido, propõe-se aumentar a importância do sistema de pré-pagamento com verificação a bordo do veículo, em detrimento do sistema que implica a verificação antes do embarque. O facto de ser facilmente aplicável em locais com maiores limitações de espaço e de não ser necessária a construção de uma estação fechada, permite reduzir consideravelmente a parcela de custos do projeto da estação. Além disto, uma vez que os corredores troncais e as estações normalmente estão localizados no centro ou nas áreas centrais da cidade, verifica-se que nestas áreas o espaço disponível é mais escasso, o que realça as vantagens do sistema de pré-pagamento com validação dentro do veículo, como o caso do Metro do Porto. No entanto, é importante referir que se deve considerar um serviço de fiscalização frequente a fim de se evitarem perdas de receita com possíveis evasões tarifárias.

Concluindo, sugere-se manter o peso atribuído ao critério em questão mas privilegiando o método “prova de pagamento”.

5.3.1.2. Múltiplas rotas

- Modelo base

Quadro 28 – Pontuação detalhada do critério: Múltiplas rotas. (Padrão de Qualidade de BRT, 2012)

| Múltiplas rotas | Pontos |
|---|--------|
| Existem duas ou mais rotas no corredor, servindo pelo menos duas estações | 4 |
| Não há rotas múltiplas | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O planeamento de um sistema BRT pressupõe uma análise ao atual serviço convencional de autocarros, de forma a se identificarem quais as principais artérias onde existe uma maior procura, para aplicação do BRT. Normalmente o serviço convencional caracteriza-se pela existência de múltiplas rotas que convergem nas principais artérias e depois convergem para diferentes destinos.

Assim, nessa linha principal geralmente existe um elevado risco de congestionamento pois passam muitos veículos e existe muita procura, tornando o serviço pouco eficaz. É no sentido de evitar ou minimizar que isso ocorra, que se introduzem os corredores de BRT. Nele são introduzidas inúmeras estratégias para aumentar a capacidade, velocidade e qualidade do serviço de TP.

Neste seguimento, uma vez que o corredor de BRT apresenta uma infraestrutura com elevada qualidade, deve garantir-se um alto nível de utilização da mesma. Para tal, são introduzidas múltiplas rotas a passar no mesmo corredor. Isto pode ser incluído na opção por serviços diretos ou em serviços tronco-alimentadores (Figura 60).

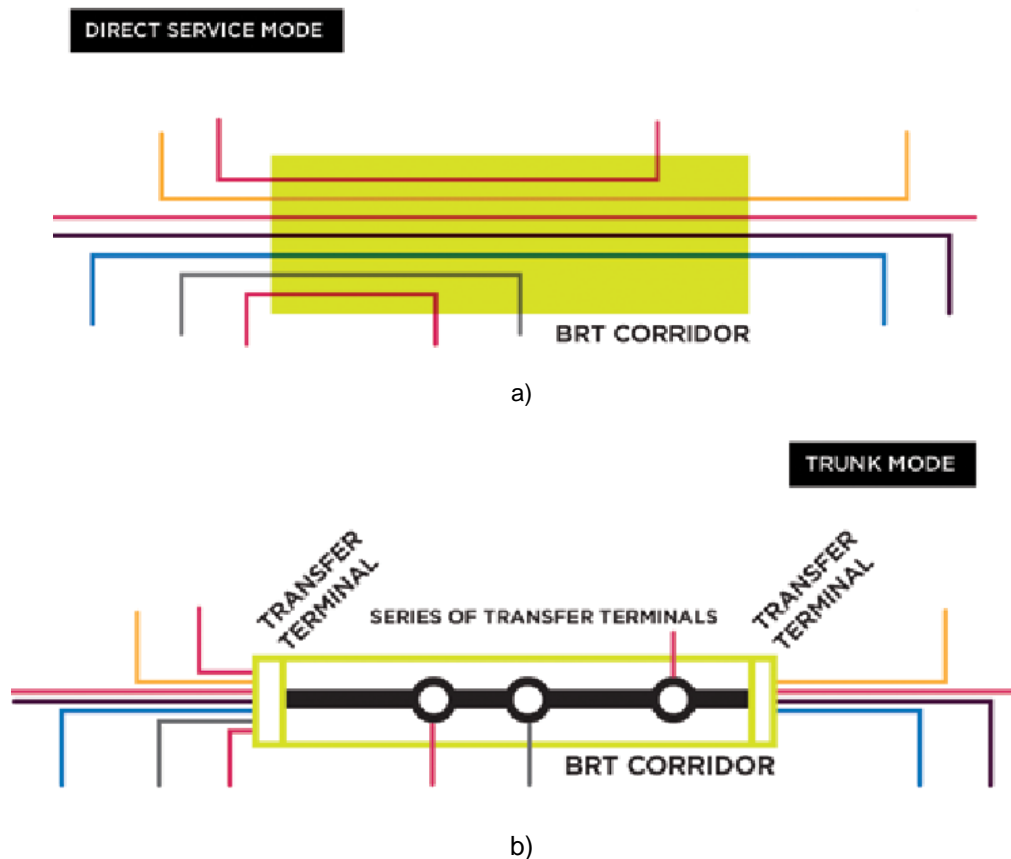


Fig.60a) e 60b) – Múltiplas rotas em serviços diretos e serviço troncal. (ITDP, 2011)

A aplicação de múltiplas rotas num único corredor permite servir um maior número de destinos, garantir um maior número de deslocações correspondentes às linhas de maior procura e assegurar o acesso com regularidade aos locais mais importantes. Assim, esta característica permite reduzir os tempos de viagem “porta-a-porta”, maximizando o número de passageiros. Desta forma fica justificado o peso atribuído à categoria em questão.

- Proposta

Na perspetiva de Portugal, onde a procura e frequência são baixas, o que implica tempos de espera superiores, conclui-se que o risco de congestionamento no corredor BRT não será tão elevado, mesmo nas linhas principais. Assim, aumentar o número de rotas no corredor de BRT apresenta-se muito vantajoso, uma vez que é retirado maior partido das características que este apresenta.

No caso dos serviços tronco-alimentadores, onde veículos maiores circulam apenas no corredor troncal, não é inteiramente aproveitada a flexibilidade inerente ao material circulante do BRT. Por outro lado, para prosseguir para outras linhas, é necessário efetuar transferência para veículos menores, nos terminais. Esta opção normalmente está associada a cidades de grande dimensão e com elevados níveis de procura (típicas dos países em vias de desenvolvimento) uma vez que permite essencialmente aumentar a capacidade.

Por outro lado, reconhece-se que em Portugal deve existir preferência pelos serviços diretos. Uma vez que existe maior dependência do carro e mais opções de TP, devem apostar-se em medidas para atrair um maior número de clientes e aumentar a velocidade comercial ao invés de medidas que privilegiem o aumento da capacidade do sistema. Isto é justificável pois deve garantir-se a atratividade dos antigos utilizadores de transporte público, mas também do potencial grupo de novos clientes provenientes do transporte individual. Sendo assim, a opção por serviços diretos possibilita aumentar o número de utentes na medida em que permite rotas mais diretas, diminuindo a necessidade de transferências. Desta forma, é retirado um maior partido da flexibilidade inerente aos veículos de TP rodoviário, garantindo uma melhor oferta de serviço aos utilizadores.

Concluindo, sugere-se manter o critério de pontuação atribuído no Padrão de Qualidade de BRT, mas privilegiando as múltiplas rotas em serviços diretos.

5.3.1.3. Frequência de ponta

- Modelo base

Quadro 29 – Pontuação detalhada do critério: frequência de ponta. (Padrão de Qualidade de BRT, 2012)

| Intervalo de serviço (minutos) | Pontos |
|--------------------------------|--------|
| <2 | 4 |
| 2-3 | 3 |
| 3-5 | 2 |
| 5-7 | 1 |
| >7 | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

No Quadro 29, a frequência de serviço é definida como o intervalo de tempo de passagem entre dois veículos consecutivos, medido em minutos. Os valores apresentados seguem a mesma diretriz de pontuação, para o horário de ponta, independentemente do nível de procura de determinado segmento do corredor.

Um dos aspetos que mais influencia a utilização e atratividade de um serviço convencional de autocarros passa pela necessidade do utilizador esperar determinado período de tempo antes de prosseguir a sua viagem. Este tempo de espera pela chegada do veículo geralmente é associado a uma perda de tempo maior do que na realidade se verifica. Assim, frequências elevadas representam um obstáculo para atrair um maior número de clientes, especialmente os provenientes do modo de transporte individual.

Neste sentido, como forma de oferecer um serviço competitivo com os outros modos de transporte público e particularmente com os automóveis, os sistemas BRT têm apostado em oferecer serviços mais frequentes. Assim, a frequência com que os veículos passam durante as horas de ponta será um forte indicativo da qualidade do serviço.

Considera-se que a pontuação máxima atribuída, 4 pontos, teve em consideração as cidades que apresentam níveis de procura inferiores aos apresentados nos países em desenvolvimento, para que estas não fossem muito penalizadas na sua avaliação. No entanto, para as nações em desenvolvimento, a frequência de serviço deveria representar um fator com maior destaque uma vez que os níveis de procura são muito elevados.

- Proposta

É importante realçar que a determinação da frequência de serviço depende essencialmente do nível de procura existente. Uma vez que Portugal apresenta uma relativa baixa procura, a frequência também deve ser mais baixa do que os valores sugeridos no sistema de pontuações.

Neste sentido, considera-se que a frequência no horário de ponta deveria apresentar intervalos de passagem entre veículos inferiores a 5 minutos, para obter a máxima pontuação, em vez dos sugeridos 2 minutos. Para que não se obtenha nenhum ponto, sugere-se que o intervalo de serviço seja superior a 10 minutos, ao invés dos 7 apresentados. No Quadro 30 apresenta-se a referida sugestão de alteração.

Quadro 30 – Sugestão de alteração da pontuação detalhada do critério: frequência de ponta.

| Intervalo de serviço (minutos) | Pontos |
|--------------------------------|--------|
| <5 | 4 |
| 5-8 | 3 |
| 8-10 | 2 |
| 10-12 | 1 |
| >12 | 0 |

A proposta apresentada tem como base os intervalos de tempo de passagem dos veículos, em hora de ponta, normalmente utilizados nos sistemas BRT implementados na Europa. O facto de se verificar uma maior dependência do automóvel e a existência de um maior número de opções de transporte público, em Portugal, justifica os níveis de procura serem inferiores aos apresentados na maioria das cidades onde o sistema BRT foi implementado. Como consequência dessa baixa procura, também a frequência deve ser um pouco inferior à sugerida de forma a não se colocar em risco a viabilidade financeira do sistema.

Entretanto também surge a questão da dimensão dos veículos. Ao contrário do que acontece nos países emergentes onde são aplicadas altas frequências em autocarros articulados e biarticulados, para reduzir a saturação nas estações, sugere-se a aplicação de veículos menores. Desta forma é possível elevar a frequência, garantindo-se simultaneamente a lucratividade do serviço.

5.3.1.4. Frequência fora de ponta

- Modelo base

Quadro 31 – Pontuação detalhada do critério: frequência fora de ponta. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Intervalo de serviço (minutos) | Pontos |
|--------------------------------|--------|
| <5 | 3 |
| 5-8 | 2 |
| 8-12 | 1 |
| >12 | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

À semelhança do que foi descrito no critério anterior, também a frequência de passagem dos veículos durante as horas fora de ponta apresenta um bom indicador da qualidade do serviço.

Reconhece-se que este critério apresenta um peso inferior à frequência de ponta. Os 3 pontos aplicados nesta situação justificam-se pelo facto de ser mais importante atender às necessidades de mobilidade numa situação de ponta, comparativamente às horas de menor movimento, onde não será tão crítico apresentar intervalos curtos de passagem de veículos.

- Proposta

Considerando os fundamentos apresentados no critério da frequência de ponta, apresenta-se o Quadro 32 com a sugestão de alteração.

Quadro 32 – Sugestão de alteração da pontuação detalhada do critério: frequência fora de ponta.

| Intervalo de serviço (minutos) | Pontos |
|--------------------------------|--------|
| <10 | 4 |
| 10-15 | 3 |
| 15-20 | 2 |
| >20 | 0 |

Os baixos níveis de procura, típicos das cidades portuguesas, levam a que se possa ampliar a margem de tolerância relativamente ao intervalo de tempo entre veículos. Dessa forma, não desvalorizando a pontuação total do sistema proposto, consideram-se os valores apresentados como adequados à realidade do nosso país.

Entretanto é importante referir que, uma vez que os intervalos fixados para o serviço são considerados bastante elevados do ponto de vista dos utilizadores, considera-se que a questão da pontualidade e regularidade ganha ainda maior interesse. Assim, é fundamental garantir que sejam cumpridos os horários de forma a aumentar a fiabilidade do serviço.

5.3.1.5. Serviços expressos, limitados e locais

- Modelo base

Quadro 33 – Pontuação detalhada do critério: tipos de serviços. (Padrão de Qualidade de BRT, 2012)

| Tipos de serviços | Pontos |
|---|--------|
| Serviços locais e múltiplos tipos de serviços limitados e/ou expressos | 3 |
| Pelo menos uma opção de serviço local e uma opção de serviço limitado ou expresso | 2 |
| Nenhum serviço limitado ou expresso | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

De acordo com a pontuação atribuída a outros critérios e tendo em conta o tipo de cidades que este modelo pretende abranger, conclui-se que neste caso deveria ser dada uma cotação superior ao critério em questão. Dada a dimensão de algumas cidades, a existência de um serviço expresso torna-se crucial para a satisfação dos clientes que são obrigados a realizar diariamente viagens entre pontos afastados da cidade, geralmente em viagens casa-trabalho e trabalho-casa. Por outro lado, este tipo de serviços fomenta a diminuição do tempo gasto em viagens, tanto dos utentes que pretendam realizar grandes e pequenas deslocações. No primeiro caso, a vantagem do serviço expresso é óbvia, eliminando etapas desde a origem até ao destino final pretendido. No segundo caso, o tempo de viagem também pode ser diminuído uma vez que apenas os passageiros que pretendam realizar essas pequenas deslocações utilizarão o serviço local, o que se traduz num maior conforto para o passageiro proporcionado por um autocarro menos concentrado.

De qualquer forma, o sistema de pontuações do modelo em questão atribui 3 pontos nos casos em que, para além do serviço local, são introduzidos vários serviços expresso ou de paragens limitadas. Esta característica oferece ao utilizador uma maior flexibilidade para alcançar o seu destino final da forma mais rápida e conveniente possível, o que se torna ainda mais vantajoso nos casos em que se verificam elevados níveis de procura.

- Proposta

Tendo em conta o referido anteriormente, conclui-se que a pontuação atribuída ao critério deveria ser diminuída para se adaptar à realidade portuguesa. Tal é fundamentado considerando que a dimensão e procura da grande maioria das cidades não justificam a implementação de serviços expressos. No entanto, tendo em vista a dimensão de Áreas Metropolitanas como Lisboa e Porto, a aplicação de serviços expresso ou de paragens limitadas tornar-se-ia viável, porventura justificando-se a aplicação do sistema de pontuação previsto pelo modelo base. Neste caso, a densidade populacional das origens mais afastadas da cidade à partida justificaria a introdução de um serviço expresso ou com paragens limitadas.

No entanto é importante referir que a aplicação de outros tipos de serviço, para além do local, requer uma via extra para ultrapassagem nas estações.

5.3.1.6. Centro de controlo

- Modelo base

Quadro 34 – Pontuação detalhada do critério: centro de controlo. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Centro de controlo | Pontos |
|---|--------|
| Centro de controlo de serviço completo | 3 |
| Centro de controlo com a maioria dos serviços | 2 |
| Centro de controlo com alguns serviços | 1 |
| Nenhum centro de controlo | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Neste ponto considera-se que a atribuição de 3 pontos está bem enquadrada. A introdução de um centro de controlo tem ganho cada vez mais importância na grande maioria dos projetos de transporte público, na medida em que é possível introduzir várias melhorias ao serviço.

Entende-se por centro de controlo completo aquele que integra o centro de controlo de transporte público com o sistema de controlo semafórico.

- Proposta

O facto de nos dias que correm se verificar um enorme avanço no campo da informática e das telecomunicações, torna-se extremamente importante a introdução de um centro de controlo operacional para seguimento da frota em operação. Este aspeto ganha ainda maior interesse quando se pretende proporcionar uma oferta de transporte regular e pontual. O conhecimento da localização do veículo permite que, a partir do posto central de controlo, se efetue uma gestão integrada em tempo real e se supervisione o progresso dos veículos ao longo do corredor, possibilitando a introdução de eventuais medidas necessárias em tempo oportuno. Desta forma, é possível controlar o veículo de acordo com as necessidades dos passageiros, além de contribuir para a segurança do pessoal e dos passageiros.

Neste sentido, tendo em vista o panorama atual de desenvolvimento das cidades portuguesas, considera-se que a este critério deve ser atribuída uma pontuação superior. Para além do referido, a importância do posto de controlo acresce no contexto português na medida em que existe um maior número de interseções e conseqüentemente maior necessidade de sinalização luminosa de controlo de tráfego.

5.3.1.7. Localização entre os dez maiores corredores

- Modelo base

Quadro 35 – Pontuação detalhada do critério: Localização do corredor. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Localização do corredor | Pontos |
|--|--------|
| O corredor é um dos dez corredores de maior procura | 2 |
| O corredor está fora dos dez corredores de maior procura | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Considera-se que o critério em questão serve meramente como indicativo da importância de uma correta seleção do corredor onde o sistema BRT vai operar. Pretende realçar a necessidade de se efetuar uma caracterização da procura atual e futura o mais exata possível, de forma a se inserir o corredor de BRT nos segmentos de origem e destino mais utilizados.

- Proposta

Compreende-se que a localização do corredor deve estar necessariamente localizada nas principais artérias uma vez que, caso contrário, não se justificaria a implementação de um sistema BRT. Assim, sugere-se que o critério em análise seja retirado do sistema de pontuações ou, a estar presente, que lhe seja atribuída uma importância máxima. A referida sugestão não desvaloriza o presente critério, antes pelo contrário. Explicando, a situação considerada é tão essencial no planeamento de um sistema BRT que não deveria ser contemplada como um critério. Ao existir uma pontuação para avaliar o fato de o corredor BRT ter de estar localizado entre os 10 de maior procura, então a pontuação teria de ter um peso máximo.

5.3.1.8. Horas de operação

- Modelo base

Quadro 36 – Pontuação detalhada do critério: Horas de operação. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Horas de operação | Pontos |
|---|--------|
| Tanto serviço noturno como no fim de semana | 2 |
| Serviço noturno mas não no fim de semana ou, serviço no fim de semana mas não noturno | 1 |
| Nem serviço noturno nem no fim de semana | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

A partir do modelo base verifica-se que, comparativamente com outros critérios em análise, não é conferida uma importância muito acrescida. A atribuição de dois pontos parece razoável, tendo em conta que se trata de períodos onde normalmente existe um menor nível de procura. No entanto reconhece-se que, o facto de se ampliar o serviço nos períodos noturnos e durante o fim de semana oferece uma maior disponibilidade ao utilizador, o que por sua vez pode atrair mais clientes.

De referir que o serviço noturno mencionado no modelo base refere-se à prestação de serviço até à meia-noite, enquanto o de fim de semana inclui sábado e domingo.

- Proposta

Numa análise a sistemas BRT implementados na Europa verifica-se uma tendência para prolongar o número de horas de operação do sistema, de forma a fornecer um serviço também em períodos noturnos. Usualmente prolonga-se o serviço entre a meia-noite e as 5 da manhã, aplicando horários simples e com frequências mais reduzidas.

Tendo em conta o facto referido, conclui-se que é importante a oferta de um serviço com uma vasta cobertura temporal nos diferentes períodos do dia, incluindo também o fim de semana e os períodos noturnos. Por outro lado, será necessário realizar uma análise aos custos operacionais que esta opção requererá. No caso em que os níveis de procura nos períodos noturnos, em determinado local, o justifiquem, esta opção deverá ser tomada como viável.

Como exemplo mais concreto: “Os autocarros circulam de dia e de noite, dentro do concelho do Porto ou com destino a um dos 5 concelhos limítrofes (Matosinhos, Vila Nova de Gaia, Maia, Gondomar e Valongo). (...) Operando entre as 6h e as 12h, a rede diurna é constituída por 69 linhas, mantendo-se 41 linhas em serviço até à 0h30m. Entre a 1h e as 5h da madrugada, 13 linhas cobrem os principais eixos da rede STCP, oferecendo ligações articuladas na Avenida dos Aliados.” (<http://www.lojadamobilidade.com/autocarro>, Janeiro 2013)

Neste sentido, sugere-se manter a pontuação do critério presente e seguir como exemplo o período de serviço praticado no caso do Porto.

5.3.1.9. Rede de múltiplos corredores

- Modelo base

Quadro 37 – Pontuação detalhada do critério: Rede de múltiplos corredores. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Rede de múltiplos corredores | Pontos |
|--|--------|
| Parte de uma rede de BRT existente ou planeada | 2 |
| Não há rede de BRT planeada ou construída | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

No presente critério são atribuídos dois pontos à existência de uma rede completa de BRT, no caso de estar construída ou apenas planeada. Na situação em que não existe nenhuma rede, apenas existindo um ou mais corredores que não se interligam, não é atribuído nenhum ponto.

A inclusão de múltiplos corredores que se intersejam de forma a criar uma rede completa resulta numa maior disponibilidade de opções de viagens para um maior número de pessoas. Por outro lado, aumentar a área de cobertura à partida resultará num sistema mais viável como um todo.

- Proposta

Mesmo que um sistema BRT possa ser construído por fases distintas, o estabelecimento de uma visão geral da rede completa do sistema é fundamental. Ao se definir firmemente o conceito de uma rede completa contribui-se para uma visão de um projeto bem planeado e que apresenta perspectivas de evolução futuras. Desta forma, o sistema passa a ser reconhecido como um plano a longo prazo.

Além disto, a criação de uma rede permite que todos os núcleos urbanos que apresentem um número mínimo de habitantes possam usufruir de um serviço de qualidade, sendo necessário estabelecer uma distância máxima de acesso ao serviço.

Neste sentido, considera-se que o critério em análise pode ser adequado à realidade portuguesa, no caso de um eventual projeto de BRT. Supondo que se pretende implementar apenas um corredor, numa fase inicial, mesmo assim é essencial a apresentação de um mapa com o panorama geral das potenciais linhas.

De referir que a configuração da rede dependerá muito da estrutura urbana, ou seja, da malha viária urbana disponível para circulação dos autocarros, da localização dos principais pontos de origem/destino, da sua dispersão ou concentração. Também é necessário ter presente que quanto maior a hierarquização da rede maior será a necessidade de os passageiros efetuarem transferências ou transbordos.

5.3.2. INFRAESTRUTURA

5.3.2.1. Alinhamento das vias

- Modelo base

Quadro 38 – Pontuação detalhada do critério: Alinhamento das vias. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Configurações do corredor troncal | | Pontos |
|---|---|--------|
| Vias Bus nos dois sentidos e alinhadas sobre a faixa central de uma via de dois sentidos (Figura - 61a)) | 1 | 7 |
| Corredores com prioridade total de passagem e nenhum tráfego misto paralelo, tais como áreas somente para pedestres e transporte público, ou <i>transit malls</i> e corredores ferroviários convertidos (Figura - 61b)) | 2 | 7 |
| Vias Bus que correm adjacentes às margens dos lagos, rios ou parques e onde há poucas interseções que possam causar conflitos | | 7 |
| Vias Bus nos dois sentidos na lateral de uma via de sentido único (Figura - 61c)) | 3 | 5 |
| Vias Bus divididas em pares de vias de sentido único mas alinhadas centralmente na via (Figura - 61d)) | 4 | 4 |
| Vias Bus divididas em pares de vias de sentido único mas alinhadas à calçada | | 1 |
| Configurações do corredor troncal | | Pontos |

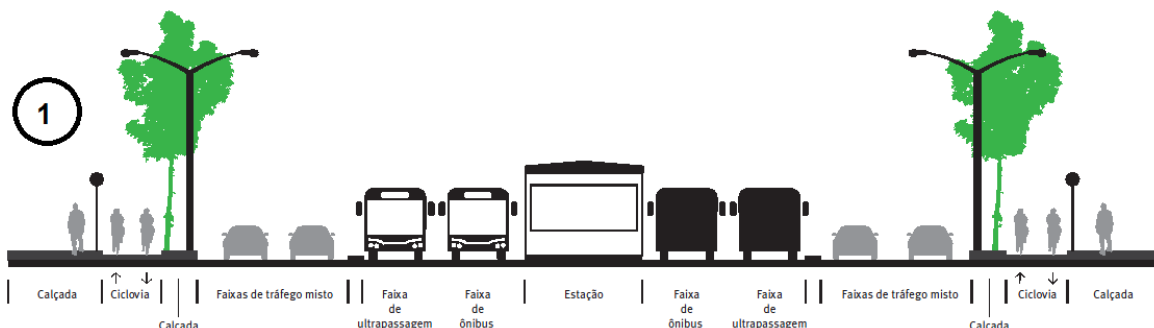
| | |
|---|---|
| Vias Bus que operam em vias virtuais produzidas por uma série de vias “fura-fila” de autocarros nas interseções | 1 |
| Vias Bus alinhadas e adjacentes à berma e protegidas por estacionamento | 1 |
| Vias Bus alinhadas e adjacentes à via de estacionamento e as estações estão localizadas na guia | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

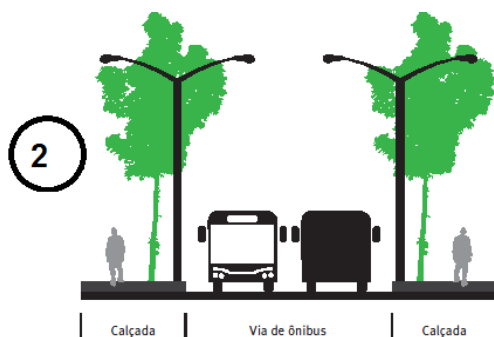
A atribuição de 7 pontos ao critério relativo à configuração do corredor é justificável por se tratar de uma característica fundamental dos sistemas BRT. Este aspeto apresenta-se determinante no sentido de aumentar o desempenho do sistema uma vez que afeta a velocidade, capacidade, tempos de viagem, segurança, fiabilidade e a imagem do sistema.

Verifica-se também que são privilegiadas as faixas centrais, numa via de dois sentidos. Este facto pode ser justificado pela minimização de conflitos com o restante tráfego e obstruções que esta opção possibilita.

De forma a tornar mais claras as configurações sugeridas no Quadro 38, ilustram-se as seções transversais de algumas configurações propostas (numeradas de acordo com o quadro). No entanto, é preciso realçar que existem outras opções possíveis, uma vez que o BRT se integra com praticamente qualquer tipo de configuração da infraestrutura.



a)



b)

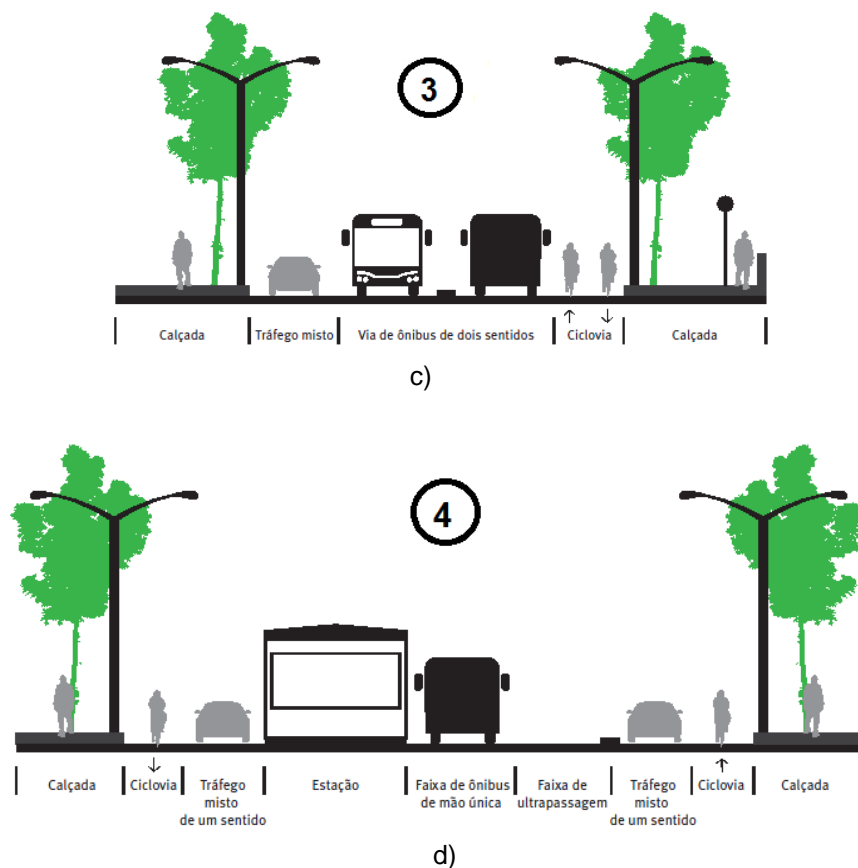


Fig.61a), 61b), 61c) e 61d) – Seções transversais de possíveis configurações viárias. (Adaptado, Padrão de Qualidade de BRT, 2012)

- Proposta

Embora se considere que a localização da via de BRT na faixa central apresente vantagens em termos de diminuição da conflituosidade provocada pelo restante tráfego, em especial nas interseções, esta opção requer espaço disponível para se tornar viável. Neste sentido, uma vez que em Portugal existem maiores restrições em termos de espaço disponível, sendo bastante escasso em especial nos centros e áreas centrais das cidades, a primeira configuração apresentada no modelo deixa de fazer sentido. Para além do espaço necessário também requer elevados níveis de procura, o que não se justificaria tendo em vista a realidade portuguesa.

Assim, sugere-se uma redefinição das pontuações atribuídas no modelo proposto, adequando-se a configurações que requeiram menos espaço viário. No capítulo anterior foram apresentadas algumas soluções para vias estreitas que podem ser aplicadas para Portugal. Destaca-se, por exemplo, a configuração do corredor de circulação na via central e apenas uma faixa de tráfego misto em cada sentido, a restrição de acesso dos veículos de transporte público (Figura 61b) e operação em faixa única. O objetivo deve passar por valorizar algumas configurações que não obriguem a grandes alargamentos da via.

Entretanto, a configuração adequada dependerá muito das condições locais pelo que devem ser analisadas as várias opções disponíveis e adequá-las ao respetivo contexto.

5.3.2.2. Infraestrutura segregada com prioridade de passagem

- Modelo base

Quadro 39 – Pontuação detalhada do critério: Infraestrutura segregada com prioridade de passagem. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Tipo de infraestrutura segregada com prioridade de passagem | Pontos |
|---|--------|
| Marcação horizontal e pavimento diferenciado e/ou segregação total instalados em mais de 90% da extensão total do corredor | 7 |
| Marcação horizontal e pavimento diferenciado e/ou segregação total instalados em mais de 75% da extensão total do corredor | 6 |
| Somente marcação horizontal (sem pavimento diferenciado ou medidas de fiscalização) instalados em mais de 75% da extensão do corredor | 4 |
| Somente marcadores (sem pavimento diferenciado ou medidas de fiscalização) instalados em mais de 40% da extensão do corredor | 2 |
| Pavimento diferenciado sem marcadores ou medidas de fiscalização sem marcação horizontal | 1 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O grau de separação física e a prioridade de passagem dos veículos de transporte público são apresentados como sendo uma característica fundamental dos sistemas de BRT, considerando-se a atribuição máxima de 7 pontos adequada. A importância deste critério é fundamentada pelas vantagens que apresenta relativamente ao desempenho do sistema. De facto, uma infraestrutura segregada com prioridade de passagem permite que o material circulante atinja velocidades comerciais altas, uma vez que se pode movimentar de forma rápida sem a interferência do restante tráfego. Consequentemente, este critério também introduz melhorias em termos de pontualidade, confiabilidade, tempos de viagem, segurança e imagem do sistema.

- Proposta

Dado o peso conferido ao presente critério e a proposta do modelo base, considera-se que este pode ser adequado ao contexto português. O aumento da velocidade de operação dos veículos de TP, proporcionado pela aplicação da presente característica, faz com que os sistemas BRT possam ser realmente competitivos com as viagens de transporte individual, sendo uma medida eficaz no sentido de encorajamento da utilização do TP.

Deve referir-se que, quanto maior o nível de segregação física maior será a garantia de que não existirão interferências ao longo do percurso dos veículos de TP. A segregação total significa que a via é fisicamente protegida, sendo restrito o acesso do restante tráfego. No caso de aplicação da marcação horizontal e pavimento diferenciado não é aplicada uma barreira física, pelo que a via dedicada deve ser acompanhada de fiscalização frequente, seja policial ou através de câmaras de vigilância.

5.3.2.3. Tratamento das interseções

- Modelo base

Quadro 40 – Pontuação detalhada do critério: Tratamento das interseções. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Tratamento das interseções | Pontos |
|---|--------|
| Todas as conversões pela via de autocarros são proibidas | 6 |
| A maioria das conversões pela via de autocarros é proibida | 5 |
| Aproximadamente metade das conversões pela via de autocarros é proibida e há alguma prioridade no semáforo | 4 |
| Algumas conversões pela via de autocarros são proibidas e há alguma prioridade no semáforo | 3 |
| As conversões pela via de autocarros não são proibidas, mas há prioridade no semáforo da maioria ou de todas as interseções | 2 |
| As conversões pela via de autocarros não são proibidas, mas algumas interseções têm prioridade semafórica | 1 |
| Não foi dado nenhum tratamento às interseções | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O tratamento das interseções apresenta-se como uma característica importante para garantir um bom desempenho dos sistemas BRT, sendo-lhe atribuído uma pontuação alta (máximo de 6 pontos). Como já foi referido, as interseções representam um ponto crítico ao longo dos corredores de BRT uma vez que nestas áreas existe maior risco de congestionamentos. Este risco deve-se essencialmente à existência de sinalização luminosa de controlo de tráfego e da necessidade de mudanças de direção requeridas pelo restante tráfego.

Por outro lado, observa-se que é dada uma pontuação superior às situações onde são proibidas as viragens pela via “bus”, em detrimento da prioridade semafórica. Este facto deve-se à preferência por medidas de restrição dos movimentos de viragem, típico no caso das cidades em desenvolvimento. A Figura 62 apresenta um exemplo onde foram introduzidas medidas de restrição de conversão pela via dedicada ao TP, não sendo permitidas, ao restante tráfego, viragens à esquerda ao longo de todo o corredor de BRT.

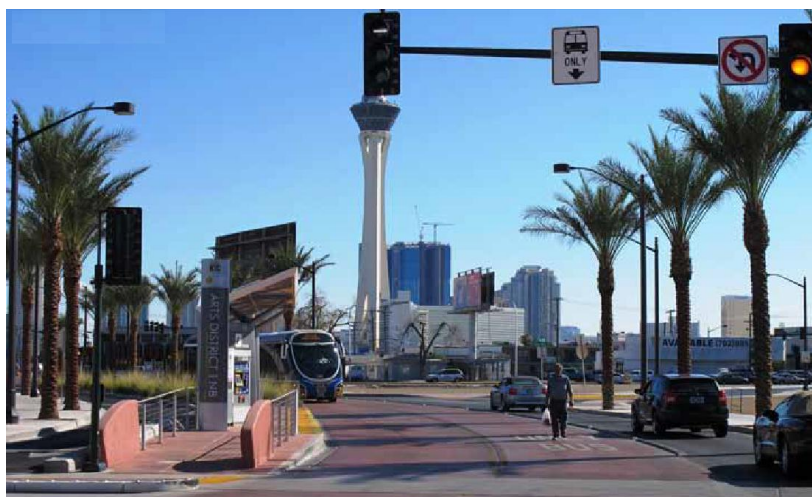


Fig.62 – Corredor de BRT de Las Vegas, EUA. (Padrão Qualidade de BRT, 2012)

- Proposta

Apesar de se considerar que o peso total atribuído ao critério em questão se enquadra no modelo de avaliação proposto, com a pontuação em detalhe não acontece o mesmo. Uma vez que em Portugal o volume de passageiros é relativamente baixo, existe um elevado número de interseções e as frequências também são baixas, considera-se que a prioridade semafórica em todos os cruzamentos deveria apresentar a pontuação máxima. Neste sentido, sugere-se alterar a pontuação em detalhe do presente critério, privilegiando-se o tratamento das interseções através da introdução de medidas de prioridade semafórica.

Embora este assunto já tenha sido abordado anteriormente, refere-se novamente que nas medidas ativas são criadas fases especiais para passagem dos veículos, depois de detetadas por determinado dispositivo, enquanto as medidas passivas limitam-se a reorganizar as fases existentes dos sinais luminosos sem deteção das viaturas.

Também se pode concluir que, para além da segregação das vias, a redução das demoras impostas aos veículos de TP nos cruzamentos regulados por sinalização luminosa, através de um tratamento preferencial, também se apresenta como uma medida importante no sentido de incentivar a utilização do sistema.

5.3.2.4. Vias de ultrapassagem nas estações

- Modelo base

Quadro 41 – Pontuação detalhada do critério: Vias de ultrapassagem. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Vias de ultrapassagem | Pontos |
|------------------------------|--------|
| Em toda estação troncal | 4 |
| Em 75% das estações troncais | 3 |
| Em 50% das estações troncais | 2 |
| Em 25% das estações troncais | 1 |
| Em nenhuma estação troncal | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Observa-se que a pontuação máxima atribuída ao presente critério (4 pontos) é dada aos sistemas BRT que possuam vias de ultrapassagem em todas as estações ao longo dos corredores principais. No caso de não existir nenhuma via de ultrapassagem não será dada nenhuma pontuação.

As vias de ultrapassagem nas estações possibilitam a existência de múltiplos serviços, nomeadamente expressos e locais. Além disto é possível atender um maior volume de veículos, o que reduz o risco de ocorrência de congestionamentos. Assim, as vias de ultrapassagem apresentam alguma importância no sistema de certificação pois permitem aumentar a capacidade e reduzir os tempos de viagem para os utilizadores do serviço.

- Proposta

Como tem vindo a ser referido, tendo em conta os níveis de procura característicos das cidades portuguesas, a aplicação de medidas que aumentem a capacidade do serviço de TP são menos necessárias.

Neste sentido, apenas no caso em que se justifique a introdução de serviços expresso ou múltiplas linhas, por exemplo ao considerar as dimensões e densidade das Áreas Metropolitanas de Lisboa e Porto, se tornaria viável a aplicação de vias de ultrapassagem nas estações.

Desta forma, sugere-se que a importância dada ao critério em questão seja diminuída.

5.3.2.5. Minimização das emissões dos veículos

- Modelo base

Quadro 42 – Pontuação detalhada do critério: Emissões dos veículos. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| <i>Emissions standards</i> | Pontos |
|----------------------------------|--------|
| Euro VI ou U.S. 2010 | 4 |
| Euro IV ou V com coletores de MP | 3 |
| Euro IV ou V | 2 |
| U.S. 2004 ou Euro III | 1 |
| Inferiores a Euro III | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O facto das emissões dos veículos se apresentarem como um critério de avaliação de sistemas BRT, é um forte indicativo da crescente preocupação relativamente aos impactos ambientais. Aliás, um dos objetivos do próprio sistema BRT passa por contribuir para um futuro mais sustentável. Assim, a introdução de veículos que utilizem tecnologias mais limpas é uma característica fundamental dos sistemas BRT, sendo atribuída a pontuação máxima (4 pontos) ao padrão ambiental mais elevado (Euro VI).

- Proposta

Considera-se que no planeamento de um novo sistema de TP deve obrigatoriamente apostar-se na introdução de soluções tecnologicamente eficientes que reduzam as emissões de poluentes dos veículos, assim como garantir o cumprimento das normas Euro mais recentes, neste caso a norma de emissão Euro VI.

Sendo assim, considera-se que deve ser atribuída uma pontuação superior ao critério em questão uma vez que a promoção da redução dos níveis de poluição é crucial.

De seguida apresenta-se um gráfico ilustrativo da redução de emissões de CO₂ e a poupança em termos financeiros, da introdução de 54,5% da frota (255 veículos) a gás natural, da empresa STCP.

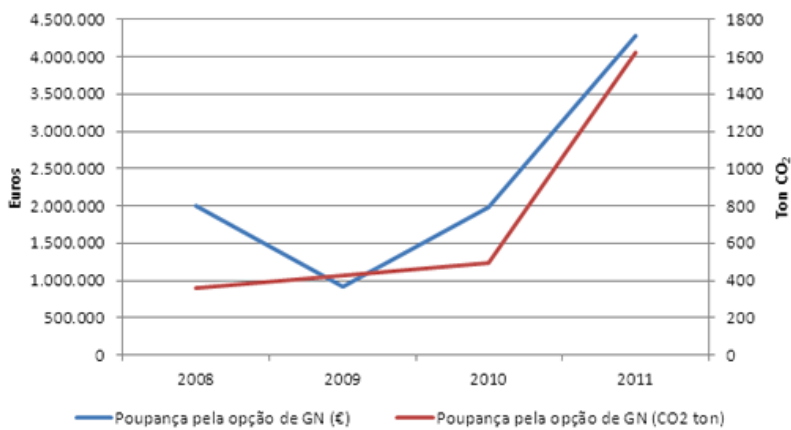


Fig.63 – Poupança da introdução de gás natural. (<http://www.stcp.pt/>, 2013)

“A opção pela frota a gás natural permitiu a redução das emissões de CO₂ em 1.626 toneladas e a poupança de cerca de 4,3 milhões de euros em 2011.”, (<http://www.stcp.pt/>, Janeiro 2013)

Ainda, segundo a STCP: “A empresa tem vindo a implementar múltiplas ações para reduzir as emissões de poluentes dos veículos, de que são exemplo: a diversificação de combustíveis usados na frota, com a utilização de 54,5% de autocarros a gás natural e a renovação da frota, substituindo-a por autocarros com um comportamento ecológico progressivamente mais eficiente. Substituíram-se veículos que cumpriam a norma EURO I por veículos que cumprem as normas EURO V e EEV.”

A Figura 64 apresenta o panorama atual dos padrões Euro existentes na frota da STCP.

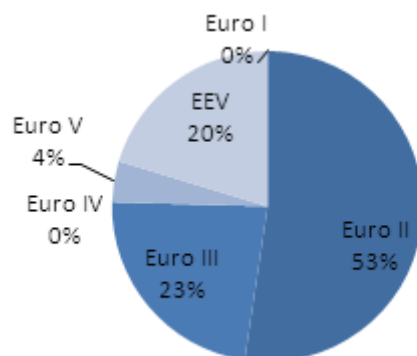


Fig.64 – Normas Euro da frota da STCP. (<http://www.stcp.pt/>, 2013)

Concluindo, um eventual projeto de BRT deve garantir que a sua frota de veículos cumpra as Normas Euro mais exigentes do ponto de vista ambiental que se encontrem em vigor.

5.3.2.6. Estações afastadas das interseções

- Modelo base

Quadro 43 – Pontuação detalhada do critério: Localização da estação. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Localização da estação | Pontos |
|---|--------|
| 100% das estações troncais atendem a pelo menos uma das seguintes condições: <ul style="list-style-type: none"> • Afastamento de pelo menos 40 metros da interseção • Vias totalmente exclusivas, sem interseções • Estações separadas por nível, onde as estações estão em nível • Estações localizadas próximo às interseções devido ao comprimento reduzido da rua | 3 |
| 65% das estações atendem aos critérios acima | 2 |
| 35% das estações atendem aos critérios acima | 1 |
| 0% das estações atendem aos critérios acima | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

A localização da estação relativamente à interseção apresenta uma pontuação máxima de 3 pontos.

Este fator tem algum relevo na medida em que uma inadequada localização da estação pode afetar o desempenho do sistema. Por um lado, quando localizada imediatamente depois do cruzamento, numa situação em que ocorram atrasos no processo de entrada/saída de passageiros, os veículos que circulam imediatamente atrás poderão ter que aguardar para passar a interseção. Por outro lado, quando uma estação se encontra imediatamente antes do cruzamento e a sinalização luminosa não permitir a passagem do veículo que está na estação, também os veículos que se seguem deverão aguardar para efetuar a entrada/saída de passageiros na referida estação. Por este motivo é sugerido um afastamento mínimo de 40 metros da interseção.

Neste sentido, entende-se que o critério da localização da estação relativamente à interseção deve atender às condições apresentadas no modelo base. Tendo isto em consideração é possível evitar os referidos conflitos, os quais poderão afetar a velocidade comercial e a capacidade do sistema.

- Proposta

À partida o presente critério não será muito relevante numa perspetiva das cidades portuguesas, uma vez que a localização da estação deve estar devidamente situada de acordo com o local em questão. Assim, propõe-se diminuir o peso atribuído ao critério, desde que seja estudada a localização mais adequada às circunstâncias locais. Desta forma evita-se o risco de congestionamentos na área das interseções.

Por outro lado, o facto de em Portugal as frequências serem relativamente baixas, os conflitos referidos na interpretação do modelo base poderão ser reduzidos, justificando-se melhor a diminuição do peso sugerida.

5.3.2.7. Estações centrais

- Modelo base

Quadro 44 – Pontuação detalhada do critério: Estações centrais. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Estações centrais | Pontos |
|---|--------|
| 100% das estações troncais têm plataformas centrais que servem a ambos os sentidos do serviço | 3 |
| 65% das estações centrais | 2 |
| 35% das estações centrais | 1 |
| 0% das estações centrais | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Uma das características de sistemas BRT passa pela construção de estações na via central. Esta opção permite servir os dois sentidos com apenas uma estação, o que tende a reduzir os custos de construção e minimizar a necessidade de prioridade de passagem. Além disto, as transferências entre linhas tornam-se mais fáceis e convenientes para os utilizadores. Tendo em vista os países emergentes, este elemento apresenta grande importância o que sugeria um maior peso na atribuição deste critério.

- Proposta

Numa análise relativamente à localização da estação na via central, observa-se que o modelo de pontuação proposto para o critério em questão não deveria ser adequado na perspetiva das cidades portuguesas. Por um lado, a aplicação de estações centrais necessita de um aumento da largura da via, o que pode ser dificultado devido à escassez de espaço. Por outro lado, uma plataforma central que sirva os dois sentidos requer aquisição de veículos com portas do lado esquerdo ou ambos os lados. Nas duas situações será necessário um maior investimento que, à partida, não se justificará.

Ainda, segundo a pesquisa efetuada a alguns sistemas BRT implementados na Europa verifica-se que normalmente são utilizadas estações laterais. Neste sentido, propõe-se diminuir o critério de pontuação atribuído à opção por estações centrais e privilegiar as estações laterais de qualidade.

5.3.2.8. Qualidade do pavimento

- Modelo base

Quadro 45 – Pontuação detalhada do critério: Qualidade do pavimento. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Materiais do pavimento | Pontos |
|---|--------|
| Pavimento Rígido: Betão armado novo e previsto para durar 15 anos ou mais, em todo o corredor | 2 |
| Pavimento Rígido: Betão armado novo e previsto para durar 15 anos, somente nas estações | 1 |
| Pavimento Betuminoso: A duração prevista do pavimento é inferior a 15 anos | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O tipo de pavimento deve ser determinado de acordo com o peso dos veículos e do número de veículos projetado para entrar em circulação. Neste sentido, considera-se que o critério em questão apenas será importante quando o volume de tráfego e as dimensões dos veículos o justifiquem. Assim, entende-se que a pontuação atribuída a este critério apenas fará sentido para grandes cidades, com elevados níveis de procura e utilização de veículos articulados ou biarticulados. Reconhece-se que esta situação é típica dos países em vias de desenvolvimento.

Não obstante, a qualidade do pavimento afeta claramente o nível de conforto, a velocidade de circulação, a segurança e o aspecto estético do sistema. Por este motivo, deve ser considerado um pavimento de boa qualidade e alta durabilidade de forma a reduzir a necessidade de manutenção.

- Proposta

O presente critério não apresenta interesse na perspetiva de Portugal. A utilização de betão armado, designado de pavimento rígido, não é muito usual. Tipicamente aplicam-se pavimentos betuminosos.

Sendo assim, propõe-se não introduzir o presente critério no modelo de avaliação do sistema. No entanto, é fundamental garantir as condições de manutenção do pavimento uma vez que é um aspeto fundamental na atratividade e conforto dos passageiros.

5.3.3. PROJETO DA ESTAÇÃO E LIGAÇÃO ESTAÇÃO-VEÍCULO

5.3.3.1. Embarque de nível

- Modelo base

Quadro 46 – Pontuação detalhada do critério: Embarque de nível. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| % de veículos com embarque de nível | Pontos |
|--|--------|
| 100% dos veículos estão no nível da plataforma; há medidas em todo o sistema para reduzir o desnível | 6 |
| 80% dos veículos; há medidas em todo o sistema para reduzir o desnível | 5 |
| 60% dos veículos; há medidas em todo o sistema para reduzir o desnível | 4 |
| 100% dos veículos estão no nível da plataforma, não há outras medidas para reduzir o vão | 3 |
| 40% dos veículos | 2 |
| 20% dos veículos | 1 |
| 10% dos veículos | 0 |
| Não há embarque no nível da plataforma | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Considera-se que a atribuição de uma pontuação máxima de 6 pontos ao critério de embarque de nível está de acordo com a importância que lhe deve ser dada. A introdução de medidas para redução do desnível entre a plataforma da estação e o veículo é uma das principais características introduzidas aos sistemas BRT que visam reduzir claramente os tempos de entrada/saída de passageiros. Assim, além de diminuir os tempos de viagem dos utilizadores, também se aumenta a segurança e o conforto dos mesmos. Por outro lado, o embarque ou desembarque de nível permite uma maior acessibilidade a pessoas com mobilidade reduzida, crianças, idosos e a portadores de cadeiras de rodas.

A análise detalhada do presente critério, para além da eliminação do desnível entre o veículo e a plataforma da estação, também é referido a necessidade de se introduzir medidas para diminuição do vão. É considerado que a distância de vão recomendável não deve ultrapassar os 5 cm. As referidas medidas incluem, por exemplo, um sistema de guias automático na estação, marcação horizontal para paragem alinhada do veículo, pontes de embarque, entre outros.

- Proposta

Devido às vantagens que o critério em análise apresenta, propõe-se manter a pontuação proposta no modelo base. A minimização dos tempos de entrada/saída de passageiros é claramente um objetivo que deve ser considerado no desenvolvimento de um sistema BRT, uma vez que afeta determinantemente o seu desempenho. Além disto, o embarque de nível também se apresenta como uma característica que afeta a fiabilidade e imagem do sistema, podendo contribuir para o aumento do número de clientes.

Entretanto, sugere-se dar importância ao embarque no nível da plataforma privilegiando a diminuição do piso dos veículos em detrimento do aumento da altura da plataforma da estação. Considerando que as estações se encontrariam predominantemente na lateral da via, a elevação da plataforma da estação apresentar-se-ia menos atrativa do ponto de vista estético. Assim, veículos de piso rebaixado podem ser relativamente mais dispendiosos, mas à partida justificariam os custos que seriam necessários para o aumento da altura da estação, além de serem mais atrativos esteticamente. Por outro lado, veículos rebaixados requerem um bom estado de conservação do pavimento, uma vez que são mais susceptíveis a vibrações.

5.3.3.2. Estações

- Modelo base

Quadro 47 – Pontuação detalhada do critério: Estações. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Estações | Pontos |
|---|--------|
| Todas as estações no corredor troncal são largas, atraentes e protegidas do tempo | 3 |
| A maioria das estações no corredor troncal é larga, atraente e protegida do tempo | 2 |
| Algumas estações no corredor troncal são largas, atraentes e protegidas do tempo | 1 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Uma das principais características dos sistemas BRT mais visível para os utilizadores e para a comunidade em geral reside nas estações. O projeto destes elementos deve incluir uma série de melhorias, de forma a ser possível estabelecer uma clara diferenciação com os serviços convencionais de autocarros. Assim, as estações de BRT geralmente afetam a segurança, identidade e imagem, capacidade e fiabilidade em relação ao sistema. Neste sentido, a atribuição de 3 pontos ao presente critério é representativa da sua atratividade, justificando-se o peso atribuído.

Por outro lado, a designação de estação larga, no modelo base, refere-se a estações que possuem no mínimo 3,2 metros de largura. As dimensões da estação afetam essencialmente o conforto dos utilizadores e a capacidade.

- Proposta

Uma estação, para além de possibilitar a entrada/saída de passageiros das viaturas, deve incluir também uma série de outras funcionalidades de apoio, tais como informação e máquinas de venda automáticas, mas também deve dispor de locais de espera confortáveis e um *design* esteticamente atrativo e, eventualmente apresentar outros serviços.

Neste sentido, sugere-se manter ou aumentar ligeiramente a importância atribuída ao presente critério, uma vez que a segurança e conforto são fatores que apresentam grande influência ao nível da atratividade de um sistema, podendo contribuir para um aumento dos níveis de procura. Assim, a valorização de aspetos relativos à segurança e conforto, como por exemplo a aplicação de câmaras de vigilância e lugares sentados, pode reforçar a imagem relativamente ao sistema.

De referir que o mínimo de 3 metros de largura da estação deve ser garantido, de forma a ser possível uma fácil circulação de pessoas dentro da mesma. Entretanto, o dimensionamento das estações é dependente dos níveis de procura do local onde esta vai ser construída, devendo por isso ser devidamente estudado.

5.3.3.3. Número de portas do veículo

- Modelo base

Quadro 48 – Pontuação detalhada do critério: Número de portas do veículo. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| % de veículos com mais de 3 portas ou 2 portas largas | Pontos |
|---|--------|
| 100% | 3 |
| 65% | 2 |
| 35% | 1 |
| 0% | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Para além do embarque em plataforma de nível, também o número de portas dos veículos influencia os tempos de entrada/saída de passageiros. O facto de apresentar uma pontuação inferior deve-se ao maior número de vantagens que o embarque de nível apresenta, comparativamente.

No entanto, a existência de múltiplas portas nos veículos permite a entrada/saída de um maior volume de passageiros, reduzindo os tempos necessários para a realização desse processo.

No modelo base é referido que os veículos devem conter 3 portas, no caso dos articulados, e 2 portas largas para veículos *standard*.

- Proposta

Da mesma forma que foi atribuída importância ao embarque de nível, também se considera que o número de portas terá interesse, uma vez que a velocidade do processo de entrada/saída de passageiros é, em parte, função deste critério. Além disto, facilita a distribuição do volume de passageiros ao longo do veículo.

Neste sentido, propõe-se manter a sugestão do modelo base e considerar o peso que foi atribuído ao presente critério, máximo de 3 pontos.

5.3.3.4. Baias de paragem

- Modelo base

Quadro 49 – Pontuação detalhada do critério: Baias de paragem. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Baias de paragem e sub-pontos de paragem | Pontos |
|--|--------|
| Pelo menos dois sub-pontos independentes na maioria das estações | 2 |
| Múltiplas baias de paragem, mas não há sub-pontos independentes | 1 |
| Somente uma baia de paragem e um sub-ponto de paragem | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

A aplicação de múltiplas baias de paragem ou sub-pontos de paragem é apresentada como uma característica relevante dos sistemas BRT uma vez que permite aumentar a capacidade da estação bem como possibilita a existência de múltiplos serviços.

De forma, para permitir uma melhor interpretação do que consistem os sub-pontos e baias de paragem, a Figura 65 ilustra um exemplo de uma estação com dois sub-pontos de paragem independentes apenas com uma baia de paragem cada.



Fig.65 – Sub-pontos de paragem em Lima, Peru. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

Assim, observa-se que as estações podem ser compostas por vários sub-pontos, sendo que cada um não deve apresentar mais do que duas baias de paragem. É sugerido que, no mínimo, exista um sub-ponto de paragem com duas baias de paragem.

- Proposta

Apesar de a introdução deste critério reduzir o risco de congestionamento na estação, uma vez que os veículos não precisam de esperar no caso de uma baía de paragem estar ocupada, considera-se que não é muito relevante no contexto nacional. As vantagens associadas a esta característica, como o aumento da capacidade e do número de linhas, não são consideradas muito importantes, comparativamente com algumas vantagens associadas a outros critérios.

Neste sentido, propõe-se alterar o peso atribuído ao presente critério, diminuindo a pontuação que foi proposta no modelo base. No entanto, dependendo das condições locais, pode ser vantajoso ter mais que uma baía de paragem.

5.3.3.5. Portas deslizantes nas estações

- Modelo base

Quadro 50 – Pontuação detalhada do critério: Portas deslizantes. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Portas deslizantes | Pontos |
|--|--------|
| Todas as estações têm portas deslizantes | 1 |
| As estações não têm portas deslizantes | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O critério em questão trata-se de uma estrutura deslizante, automática, que separa a plataforma da estação dos veículos. Observa-se que foi atribuído um peso muito reduzido.

O facto de ter sido considerada uma categoria da metodologia de avaliação de sistemas BRT pode ser justificado principalmente pela vantagem em termos de aumento da sensação de segurança. As portas deslizantes são uma característica presente essencialmente nos sistemas de metro, o que também pode melhorar a imagem do BRT.

- Proposta

Uma vez que as portas deslizantes na estação abrem sincronizadas com as portas do veículo, à partida será necessário introduzir outras medidas para que o veículo pare exatamente coincidente com as portas da estação. Por outro lado, o facto de ser uma tecnologia relativamente complexa requer necessariamente um maior investimento.

Assim, sugere-se retirar a presente categoria do sistema de avaliação. Apesar de aumentar a segurança, considera-se que não é justificável a aplicação de portas deslizantes, na eventualidade de se aplicar um sistema BRT em Portugal.

5.3.4. QUALIDADE DO SERVIÇO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

5.3.4.1. Estabelecimento de uma marca

- Modelo base

Quadro 51 – Pontuação detalhada do critério: Marca do sistema. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Estabelecimento de uma marca | Pontos |
|---|--------|
| Todos os veículos, rotas e estações no corredor seguem uma única marca unificadora de todo o sistema BRT | 3 |
| Todos os veículos, rotas e estações no corredor seguem uma única marca unificadora, porém diferente do resto do sistema | 2 |
| Alguns veículos, rotas e estações no corredor seguem uma marca unificadora, independente do resto do sistema | 1 |
| Não há marca do corredor | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Como já foi referido, a aposta numa exemplar campanha de marketing é elemento característico dos sistemas BRT. O objetivo passa por combater o estigma negativo associado aos autocarros, introduzindo estratégias que influenciem as opções escolhidas pelos cidadãos. Assim, promover adequadamente o novo sistema deve conseguir atrair um maior número de clientes e cativar os atuais. Esta promoção deve passar pela criação de uma marca que permita identificar o sistema e os locais onde este se encontra.

Neste sentido, no modelo base é atribuída uma importância máxima de 3 pontos ao estabelecimento de uma marca unificadora do sistema em todos os veículos, rotas e estações no corredor de BRT. A Figura 66 apresenta um exemplo que cumpre com os referidos requisitos.



Fig.66 – Elementos de marca do BRT “Metro Orange Line”, Los Angeles. (FTA, 2009)

- Proposta

Tendo em conta que a marca do sistema é um elemento importante para atrair novos clientes e manter os atuais, deve ser um aspeto relevante a ter em consideração no desenvolvimento de um plano de BRT. Por outro lado, considerando que já existam outros modos de TP então esta característica ganha ainda maior importância. Neste sentido, compreende-se que a criação de uma marca para o sistema é um fator que influencia bastante a sua atratividade, mas sugere-se manter o peso atribuído no modelo base. Não é proposto aumentar a pontuação deste critério, apenas por comparação com outros que apresentam mais vantagens.

5.3.4.2. Informação aos passageiros

- Modelo base

Quadro 52 – Pontuação detalhada do critério: Informação aos passageiros. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Informação ao passageiro | Pontos |
|--|--------|
| Informações aos passageiros em tempo real e estáticas em todo o corredor (nas estações e nos veículos) | 2 |
| Nível moderado de informações aos passageiros (em tempo real ou estáticas) | 1 |
| Pouca ou nenhuma informação aos passageiros | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Uma das características presentes nos sistemas BRT passa por oferecer o maior número de informação possível aos utilizadores. Esta informação pode ser em “tempo real”, como painéis electrónicos e sistemas de informação auditiva, ou “estática”, tais como mapas da rede de transportes e direções.

No modelo base são atribuídos 2 pontos, no caso de existir informação estática e em tempo real em todas as estações e veículos presentes no corredor de BRT. No entanto, considera-se que poderia ter sido atribuído um peso superior uma vez que este critério demonstra-se ser determinante no grau de satisfação dos clientes em relação ao serviço.

- Proposta

Por vezes, uma das causas de não utilização de um sistema de TP pode residir no desconhecimento da existência do serviço e das condições em que este é executado. Por este motivo, a informação aos passageiros trata-se de um requisito extremamente importante, influenciando o nível de procura do sistema. Neste sentido, a disposição do maior número de informação possível acerca do BRT pode representar uma verdadeira mudança de atitude da população face ao serviço de transporte público. Assim, além de aumentar o grau de satisfação dos utilizadores, fornecer a devida informação pode ser um fator determinante na utilização e sustentabilidade financeira do sistema a longo prazo.

Sendo assim, propõe-se aumentar consideravelmente o peso do critério de informação aos passageiros, atribuindo-lhe uma pontuação superior. Uma vez que se considerou que em Portugal as frequências são relativamente baixas, resultando em maiores tempos de espera para os utilizadores, disponibilizar informação em tempo real ganha ainda maior importância.

5.3.5. INTEGRAÇÃO E ACESSO

5.3.5.1. Acesso universal

- Modelo base

Quadro 53 – Pontuação detalhada do critério: Acessibilidade universal. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Acessibilidade universal | Pontos |
|--|--------|
| Acessibilidade total em todas as estações e veículos | 3 |
| Acessibilidade parcial em todas as estações e veículos | 2 |
| Acessibilidade total ou parcial em algumas estações e veículos | 1 |
| Não há acessibilidade universal no corredor | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

Uma das considerações a ter no desenvolvimento de um projeto de transporte público passa pela garantia de que este será acessível a todos os utilizadores, com especial atenção para aqueles que possuem necessidades especiais. Neste sentido, a acessibilidade universal deve estar presente em todas as estações e veículos do sistema BRT.

Quando no modelo base é referida “acessibilidade total” significa que todas as estações e veículos devem estar preparados para portadores de cadeiras de rodas, incluindo rebaixamento dos passeios nas proximidades da estação, informações em Braille, entre outros.

- Proposta

Conclui-se que é fundamental garantir a acessibilidade universal em todas as estações e veículos, mas sugere-se manter o mesmo peso atribuído ao critério. A pontuação atribuída no modelo base parece adequar-se, comparativamente a outros critérios de maior relevo no desempenho do sistema.

5.3.5.2. Integração com outros modos de transporte público

- Modelo base

Quadro 54 – Pontuação detalhada do critério: Integração com outros modos de transporte público. (Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Integração com outros modos de transporte público | Pontos |
|--|--------|
| Integração do projeto físico, pagamento da tarifa e sistemas de informação | 3 |
| Integração de dois dos seguintes: projeto físico, pagamento da tarifa e sistemas de informação | 2 |
| Integração de um dos seguintes: projeto físico, pagamento da tarifa e sistemas de informação | 1 |
| Nenhuma integração | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

No critério de avaliação em análise estão presentes três componentes essenciais para garantir uma boa integração do sistema BRT com os restantes modos de transporte público. Por “integração física” entende-se os pontos de transferência entre linhas do sistema e transbordos. Estes locais devem ser dimensionados adequadamente, minimizando e facilitando as deslocações necessárias para os usuários. “Pagamento de tarifa” refere-se à integração do sistema tarifário. Por último, a integração dos “sistemas de informação” pressupõe que o sistema BRT deve estar integrado ao conjunto de informações dos restantes modos de transporte público, nomeadamente nos mapas da rede de TP e tabelas de horários.

- Proposta

Considerando que áreas urbanas portuguesas, comparativamente com outras onde o sistema BRT tem sido implementado, apresentam um maior número de modos de TP disponível, o critério de integração deverá ter maior peso neste contexto. Assim, sugere-se aumentar a pontuação proposta no modelo de avaliação.

Na eventualidade de ser vir a planear um sistema BRT em Portugal, é fundamental que este seja devidamente integrado com todas as opções de transporte público. Esta característica contribui para o desenvolvimento de uma rede completa e integrada de TP, visando também o aumento da sua base de potenciais clientes.

5.3.5.3. Acesso de peões

- Modelo base

Quadro 55 – Pontuação detalhada do critério: Acesso de pedestres. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Acesso de pedestres | Pontos |
|--|--------|
| Acesso bom e seguro de peões em todas as estações e num raio de 500 metros à volta do corredor | 3 |
| Acesso bom e seguro de peões em todas as estações e muitas melhorias ao longo do corredor | 2 |
| Acesso bom e seguro de peões em todas as estações e algumas melhorias ao longo do corredor | 1 |
| Nem toda a estação tem acesso bom e seguro de peões e há poucas melhorias ao longo do corredor | 0 |

- Interpretação do critério de pontuação atual

O acesso pedonal representa um aspeto crucial a ter em consideração no projeto de um sistema BRT uma vez que, caso não seja devidamente projetado, poderá contribuir substancialmente para a diminuição dos níveis de procura. Desta forma, devem ser introduzidas algumas estratégias no sentido de melhorar a acessibilidade de quem se desloca a pé ou em cadeira de rodas, na via pública adjacente aos corredores de circulação do BRT.

No Quadro 55 refere-se a “acesso bom” quando são estabelecidas as seguintes condições:

- Atravessamento da faixa de rodagem, percorrendo no máximo duas passadeiras antes de chegar ao passeio;
- No caso de atravessamento de mais de duas passadeiras, devem existir pontes pedonais sinalizadas;
- Pontes pedonais devem estar bem iluminadas e com piso nivelado;
- Pode ser considerado o acesso para peões com separação de nível, devendo existir escadas rolantes ou elevadores.

Segundo o modelo, os percursos pedonais devem ser seguros e facilitados num raio de 500 metros com centro na estação, o equivalente a cerca de 10 minutos de viagem a pé.

- Proposta

Considera-se que o critério proposto se deve manter, uma vez que a mobilidade pedonal é um fator importante. Além de se garantir uma maior segurança dos peões também será um aspeto com influência na atratividade do sistema.

5.3.5.4. Estacionamento de bicicletas / Ciclovias / Integração com um sistema público de bicicletas

- Modelo base

Quadro 56 – Pontuação detalhada dos critérios: Estacionamento de bicicletas/ Ciclovias / Integração com um sistema público de bicicletas. (Adaptado Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Estacionamento de bicicletas | Pontos |
|--|--------|
| Estacionamento seguro de bicicletas pelo menos nas estações terminais e estruturas de fixação em outros locais | 2 |
| Estruturas de fixação comuns de bicicletas na maioria das estações | 1 |
| Pouco ou nenhum espaço para estacionar bicicletas | 0 |
| Ciclovias | Pontos |
| Ciclovias ao longo de todo o corredor ou paralelas ao mesmo | 2 |
| As ciclovias não cobrem todo o corredor | 1 |
| Não há infraestrutura para bicicletas | 0 |
| Integração com bicicletas públicas | Pontos |
| Sistema de bicicletas públicas existe no mínimo em 50% das estações troncais | 1 |
| Sistema de bicicletas públicas em menos de 50% das estações troncais | 0 |

- Interpretação dos critérios de pontuação atual

Tendo em conta o teor dos critérios em questão, optou-se pela agregação dos mesmos.

Como se pode constatar, o modelo atual atribui uma pontuação baixa às categorias relacionadas com a integração das bicicletas ao sistema BRT. No entanto, o simples facto de estarem consideradas no modelo de avaliação indica que devem ser aspetos a ter em conta no processo de planeamento. Tal é explicável pelo facto de um dos objetivos do BRT consistir em fomentar a utilização de modos de transporte sustentáveis.

Mediante a análise dos critérios de pontuação do modelo atual, conclui-se que existem três aspetos que são valorizados: instalações seguras para estacionamento de bicicletas, construção de ciclovias ao longo ou paralelas ao corredor de BRT e a existência de um serviço “*bike-sharing*” na maioria das estações.

- Proposta

A Figura 67 apresenta um estudo realizado a nível Europeu, onde se evidencia a utilização da bicicleta por país.

| | Bélgica | Dinamarca | Alemanha | Grécia | Espanha | França | Irlanda | Itália | Luxemburgo | Países Baixos | Áustria | Portugal | Finlândia |
|--|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| Vendas em 1996 | 425 000 | 415 000 | 4 600 000 | 240 000 | 610 000 | 2 257 000 | 120 000 | 1 550 000 | 20 000 | 1 358 000 | 630 000 | 380 000 | 230 000 |
| Parques de bicicletas | 5 000 000 | 5 000 000 | 72 000 000 | 2 000 000 | 9 000 000 | 21 000 000 | 1 000 000 | 25 000 000 | 178 000 | 16 000 000 | 3 000 000 | 2 500 000 | 3 000 000 |
| Bicicletas/1000 hab. | 495 | 980 | 900 | 200 | 231 | 367 | 250 | 440 | 430 | 1010 | 381 | 253 | 596 |
| Utilização da bicicleta segundo o Eurobarómetro de 1991 (apenas pessoas com mais de 15 anos) | | | | | | | | | | | | | |
| Ciclistas regulares (pelo menos 1-2 vezes/semana) | 28,9% | 50,1% | 33,2% | 7,5% | 4,4% | 8,1% | 17,2% | 13,9% | 4,1% | 65,8% | – | 2,6% | – |
| Ciclistas esporádicos, 1-3 vezes/mês | 7% | 8% | 10,9% | 1,8% | 3,9% | 6,3% | 4% | 6,8% | 9,7% | 7,2% | – | 2,8% | – |
| Total dos ciclistas que circulam pelo menos 1-3 vezes/mês | 2 947 000 | 2 489 000 | 29 585 000 | 779 000 | 2 613 000 | 6 584 000 | 553 000 | 9 900 000 | 44 000 | 9 031 000 | – | 430 000 | – |
| Utilização da bicicleta (1995, toda a população, incluindo menores de 15 anos) | | | | | | | | | | | | | |
| km por habitante e por ano | 327 | 958 | 300 | 91 | 24 | 87 | 228 | 168 | 40 | 1019 | 154 | 35 | 282 |

Fig. 67 – Utilização da bicicleta na Europa. (Eurobarómetro UITCP, 1991)

Como já foi mencionado, tendo em conta o conteúdo comum das categorias em estudo, propõe-se a junção dos três parâmetros em apenas um, atribuindo uma pontuação máxima de 2 pontos.

Esta desvalorização, de 5 para 2 pontos, deve-se essencialmente ao facto denunciado pela Figura 67, concluindo-se que os portugueses não privilegiam o uso da bicicleta no seu dia-a-dia.

No entanto, apesar da desvalorização atribuída e de ainda não ser um hábito dos portugueses, considera-se que é importante a promoção do uso da bicicleta pelas vantagens que lhe são empiricamente reconhecidas.

5.4. PONTUAÇÕES NEGATIVAS

O Padrão de Qualidade de BRT inclui também algumas penalidades no caso de um incorreto dimensionamento da infraestrutura, operações e por uma má administração do sistema. No entanto, a inclusão de pontuações negativas só será aplicável no caso de o sistema já se encontrar implementado.

Sendo assim, pretende-se mencionar os referidos critérios de desvalorização apenas servindo como referência ao resultado dos principais erros de projeto. O Quadro 67 apresenta o critério em questão e a respetiva pontuação negativa máxima.

Quadro 57 – Critérios e pontuações negativas. (Adaptado, Padrão de Qualidade BRT, 2012)

| Critério | Pontos Negativos |
|---|------------------|
| Velocidade comercial inferior a 13 km/h | 10 |
| Menos de 1000 passageiros por hora e por sentido, nas horas de ponta | 5 |
| Falta de fiscalização da prioridade de passagem | 5 |
| Vão considerável entre o veículo e a plataforma da estação | 5 |
| Estação invade a calçada e a via “Bus” | 3 |
| Superlotação | 3 |
| Manutenção precária das estações e veículos | 3 |
| Distância entre estações muito longa (> 0,8km) ou muito curta (< 0,3km) | 2 |

6

CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Apesar da origem dos sistemas BRT ser creditada à cidade de Curitiba (Brasil) em 1974, foi só no início do séc. XXI que estes sistemas se começaram a expandir, com a introdução do TransMilenio de Bogotá (Colômbia). Face aos problemas de tráfego evidenciados nas populosas cidades latino americanas, foi exigido um contínuo processo em busca de soluções para aumentar o desempenho e qualidade do serviço de transporte público, de forma a responder aos elevados níveis de procura. Assim, Bogotá e Curitiba podem ser considerados os marcos da evolução e desenvolvimento de sistemas BRT que se tem evidenciado nos últimos anos. Desde então, países tradicionalmente mais desenvolvidos têm vindo a apostar neste modo de Transporte Público, salientando-se os casos de sucesso de Los Angeles e Cleveland, ambos nos EUA. Este reconhecimento também se tem verificado em alguns pontos da Europa, justificando-se o interesse e atualidade do tema.

Durante a elaboração deste trabalho, constatou-se que como principais características dos sistemas BRT salientam-se as vias dedicadas, sistema de pré-pagamento de tarifas, embarque de nível e aplicação de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Além disto, destacam-se também a utilização de veículos menos poluentes e com maior capacidade, estações com melhor qualidade e a aposta numa forte campanha de marketing. A conciliação destes elementos permite obter um sistema integrado e com forte identidade que possibilita uma mobilidade urbana rápida, confortável e de baixo custo.

Estabelecendo uma comparação com outros modos de transporte público, concluiu-se que os sistemas BRT apresentam características que se assemelham aos sistemas ferroviários, distinguindo-os de um serviço convencional de autocarros. Como principais vantagens do BRT, relativamente aos modos de transporte ferroviário, sobressaem os menores custos e tempos de implementação associados, a flexibilidade e a capacidade de se adaptarem a diferentes níveis de procura.

Após conhecimento das características essenciais de BRT, procedeu-se ao estudo dos princípios básicos do processo de planeamento e projeto. Verificou-se que um plano de BRT engloba as fases de preparação de projeto, projeto operacional e construtivo, integração, avaliação e implementação. Particularizando, destaca-se a preparação do projeto como crucial ao desenvolvimento das fases seguintes. A análise da situação atual do serviço de Transporte Público e a correta determinação dos níveis de procura são dados fundamentais para se proceder à seleção do corredor BRT e ao dimensionamento dos elementos de projeto. Destaca-se também a variedade de soluções existentes para aplicação de sistemas BRT em arruamentos estreitos, o que se reveste de grande utilidade numa perspetiva de implementação nas cidades portuguesas.

Com o intuito de avaliar, classificar e promover as boas-práticas de projeto, foi desenvolvido o “Padrão de Qualidade de BRT”, com base em características fundamentais reconhecidas a nível internacional. Uma vez que este modelo de avaliação é válido para a maioria dos contextos e condições, concluiu-se que seria necessário alterar as pontuações dos critérios atuais de forma a se adequar o modelo às especificidades das cidades portuguesas.

Neste sentido, considerando os baixos níveis de procura, concluiu-se que um eventual projeto de BRT em Portugal deve privilegiar a aplicação de características que aumentem a qualidade do serviço, ao invés de aplicar medidas para aumento da capacidade. Assim, foram destacadas algumas medidas que permitem aumentar a velocidade comercial e atratividade do sistema. De salientar as vias segregadas com prioridade de passagem, embarque de nível, pré-pagamento de tarifas, opção por serviços diretos e um bom sistema de informação ao cliente.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Numa fase inicial de desenvolvimento deste trabalho, previa-se a realização de um estudo das características de sistemas BRT além da elaboração de uma proposta de modelação numa das principais artérias da cidade do Porto. Entretanto, facilmente se concluiu que seria um projeto demasiado ambicioso tendo em conta a falta de informação, recursos e de tempo disponível.

Como tal, uma vez que o conceito de BRT ainda não se encontra implementado em Portugal, em alternativa optou-se por desenvolver um trabalho que possa servir como auxílio a um eventual projeto futuro, bem como contribuir para a divulgação destes sistemas em Portugal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fernandes, R. (2012). *Experiência BRT – Missão de Imprensa*. EMBARQ Brasil, Rio de Janeiro.
- [2] Hensher, D. (2006). *Sustainable public transport systems: Moving towards a value for money and network-based approach and away from blind commitment*. Elsevier, Australia.
- [3] Hidalgo, D. (2007). *Transporte Masivo Rápido en Buses (TMRB), una opción válida incluso para niveles altos de demanda*. UITP, Bogotá.
- [4] Jarzab, J., Lightbody, J. and Maeda, E. (2002). *Characteristics of Bus Rapid Transit Projects: An Overview*. Journal of Public Transportation, Vol. 5, No. 2.
- [5] Koehler, L. (2009). *Controle Integrado de Prioridade e Retenção para Operação de Sistemas de Transporte Público*. Dissertação de Doutorado, UFSC.
- [6] Lerner, J. (2009). *Avaliação comparativa das modalidades de Transporte Público Urbano*. NTU, Curitiba.
- [7] Levinson, H., Zimmerman, S. (2003). *Bus Rapid Transit Volume 2: Implementation Guideline*. TCRP, Washington, DC.
- [8] Levinson, H., Zimmerman, S., Clinger, J., Gast, J. (2003). *Bus Rapid Transit: Synthesis of Case Studies*. TRB, Washington, DC.
- [9] Martins, W. (2010). *Conceitos e Elementos de Custos de Sistemas BRT*. NTU.
- [10] Pereira, B. (2011). *Avaliação do desempenho de configurações físicas e operacionais de sistemas BRT*. Dissertação de Mestrado, UFRGS.
- [11] Polzin, S., Baltés, M. (2002). *Bus Rapid Transit: A viable Alternative*. Journal of Public Transportation, Vol. 5, No. 2.
- [12] Sítio da Internet (www.metrobus.df.gob.mx). Outubro 2012.
- [13] Sítio da Internet (www.metro.net/projects/orangeline). Outubro 2012.
- [14] Sítio da Internet (www.rtahealthline.com). Novembro 2012.
- [15] Sítio da Internet (www.metroplus.gov.co). Outubro 2012.
- [16] Sítio da Internet (brtdata.org/). Novembro 2012.
- [17] Sítio da Internet (www.brtbrasil.org.br). Novembro 2012.
- [18] Sítio da Internet (www.embarq.org). Novembro 2012.
- [19] Sítio da Internet (www.itdp.org/). Novembro 2012.
- [20] Sítio da Internet (www.lojadamobibilidade.com/autocarro). Janeiro 2013.
- [21] Sítio da Internet (www.nbrti.org/research.html). Dezembro 2012.
- [22] Sítio da Internet (www.stcp.pt). Janeiro 2013.
- [23] Sorg, D. (2011). *Bus Rapid Transit systems and beyond: Exploring the limits of a popular and rapidly growing urban transport system*. Dissertação de Mestrado, IVT ETH Zürich.
- [24] Tann, H. (2009). *Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making*. FTA, Washington, DC.
- [25] Walter H., Breithaupt, M. (2012). *Padrão de Qualidade BRT – Versão 1.0*. ITDP, GTZ.

- [26] Walter, H., Wright, L. (2007). *Bus Rapid Transit – Planning Guide*. ITDP, GTZ.
- [27] Weber, E. (2011). *De cá para lá*. EMBARQ.
- [28] Wright, L. (2003). *Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities*. GTZ Transport and Mobility Group.
- [29] Wright, L., Hook, W. (2008). *Manual de BRT – Guia de Planejamento*. Ministério das Cidades, Brasília.