

# Mobilidade urbana e transporte público: sobre a oportunidade de implantação de sistemas metroviários\*

Ricardo Brinco\*\*

Economista da FEE

## Resumo

*O texto discute os problemas de mobilidade urbana em um contexto dominado pelo automóvel como opção modal privilegiada de transporte. Aponta a necessidade de reorientar as políticas públicas nesse domínio e de reabilitar o transporte público como a alternativa qualificada para atender espaços urbanos densamente urbanizados. Examina os principais modais de transporte coletivo, destacando seus aportes positivos e seus condicionantes. Discorre, em especial, sobre o sistema de metrô e enfatiza a conveniência de investir em modais eficientes, como os ônibus BRT e os veículos leves sobre trilhos (VLT).*

**Palavras-chave:** Mobilidade urbana; transporte urbano; metrô.

## Abstract

*This paper aims at analyzing the problems of urban mobility in a context where automobiles predominate as a modal transport choice. It points out the urgency of reorienting public policies on the subject and it emphasizes the need for improving public transport as a qualified access alternative to densely populated urban areas. It describes the different modes of public transport systems stressing their positive contributions and their constraints. It explores in some detail the metro system and stresses the benefits of investing in efficient transport modalities like the Bus Rapid Transit (BRT) and the Light Rail Vehicle (LRV).*

**Key words:** Urban mobility; urban transport; metro.

## 1 Introdução

A solução para os desafios de mobilidade urbana com que se defrontam as grandes aglomerações

passa pela necessidade de priorizar iniciativas capazes de aportar soluções efetivas para esse tipo de problema. Dentre essas, o destaque fica com as melhorias nos sistemas de transporte público, uma medida que é capaz de influenciar, inclusive, o padrão de geração de viagens. O fato é que as grandes aglomerações não são viáveis sem o concurso de um transporte coletivo eficiente, atraente, abundante e

\* Artigo recebido em 20 mar. 2012  
Revisora da Língua Portuguesa: Maria Inácia Flor Reinaldo.

\*\* E-mail: brinco@fee.tche.br

disponibilizado a preços convidativos, em suas distintas modalidades, sendo essa a única alternativa qualificada para atender espaços urbanos densamente ocupados.

Urge, portanto, reorientar as políticas públicas nesse domínio, promovendo-se a reabilitação efetiva do transporte coletivo e pondo-se fim às práticas de favorecimento ao veículo individual. Investir em um transporte público de qualidade desponta, nesse contexto, como a opção técnica correta e a melhor maneira de fazer bom uso de recursos financeiros escassos, cabendo discutir, todavia, qual o modal mais qualificado ou qual a combinação de modais que resulta ser a mais oportuna no contexto brasileiro.

É, precisamente, o que se procura estabelecer nesse texto, em que se faz uma rápida abordagem dos modais de transporte público urbano, com vistas a referir suas características principais e a explicitar algumas das vantagens e das limitações a eles associadas. A ênfase é colocada, todavia, no sistema de metrô, sem que isso traduza, necessariamente, algum posicionamento *a priori* favorável ao mesmo. Na verdade, há razões suficientes para ensejar uma discussão desse tipo, de amplo interesse, tendo em conta a conveniência de avaliar o caráter oportuno de sua implantação em nossas cidades. Como se sabe, a solução metroviária é uma parte integrante da política de transportes urbanos tal como concebida pelo Governo Federal, o que lhe assegura, nessas condições, acesso ao financiamento público via inclusão nas obras do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Mais concretamente, há o caso específico do futuro metrô de Porto Alegre, cuja aprovação resultou de uma clara decisão política dos governos estadual e municipal, o que lhe garante o repasse de importantes recursos financeiros. Nessas condições, nada mais pertinente do que buscar pontuar alguns dos principais aspectos técnicos e financeiros associados à temática, os quais nem sempre são devidamente levados em conta.

## 2 A onipresença do automóvel

Há todo um estilo de vida e de sociedade moldado pelo automóvel, o que contribui para a situação extrema de dependência em relação ao mesmo, como opção modal privilegiada de transporte. Nos anos mais recentes, isso se traduziu pela vertiginosa explosão de suas vendas e pela sensível

deterioração das condições de trafegabilidade de nossas ruas e, de um modo mais amplo, pelo agravamento das condições de mobilidade urbana em geral.

A onipresença do automóvel e o grande número de viagens a ele associado explicam-se, em boa medida, pelas distorções que marcam os mercados de transporte. Com efeito, se fosse dado aos motoristas arcarem com uma parcela mais significativa dos reais custos derivados de sua opção modal, seriam muitos os que haveriam de restringir, de forma voluntária, o seu uso. Pois o automóvel é, sem dúvida, o fator gerador de um sem-número de despesas, muitas das quais de natureza indireta, porquanto basicamente externas aos usuários.

É notória a subestimação dos encargos assim gerados, na medida em que são insuficientemente assumidos pelos que estão na origem de sua formação, a saber, os proprietários dos veículos. Para resolver o problema, só mesmo imputando-lhes, de forma mais direta, as externalidades geradas, de que são exemplos os impactos ambientais, os gastos com a construção e a manutenção das vias públicas e da infraestrutura viária em geral e os próprios custos de congestionamento, só para referir alguns dos elementos intervenientes. Isso implicaria, também, trabalhar com uma carga tributária maior incidindo sobre o veículo, levando em conta sua posse e seu uso, e que reflita os custos efetivos que os motoristas impõem à sociedade e ao meio ambiente.

Ora, dentro dos padrões de transporte vigentes, o maior problema parece ser o de nunca haver capacidade viária suficiente para acolher, satisfatoriamente, todo o tráfego automobilístico produzido. O traço marcante associado a esse contexto é o de uma enorme e contínua pressão sendo exercida sobre o sistema viário, condição essa maximizada em horas de pico. O cenário é, de fato, cada vez mais caótico no que concerne aos deslocamentos urbanos, fato devidamente refletido na baixa generalizada das velocidades médias de circulação.

Entre os fatores que estão na origem dos problemas ligados ao congestionamento viário, um dos mais significativos é, precisamente, o do simples aumento do número de veículos em circulação. Essa é uma realidade associada ao fato de a expansão incontrolada do parque automobilístico não integrar a agenda de preocupações dos governos e nem da maior parte das coletividades. O fato é que as políticas nessa área estiveram sempre marcadas, e assim continuam sendo, pela premissa de viabilizar, em

caráter absolutamente prioritário, a mobilidade individual.

Mais grave ainda: as práticas governamentais desmentem as manifestações críticas incorporadas ao discurso oficial no que concerne ao papel deletério desempenhado pelo automóvel em nossas sociedades, o mesmo valendo para as assertivas propugnando o favorecimento dos investimentos no transporte público. Trata-se, na verdade, de uma retórica de fachada, que não resiste ao mais elementar exame, quando contraposta ao efetivo apoio e aos incentivos fiscais e creditícios de toda ordem de que é beneficiário o complexo automobilístico, ainda hoje visto como uma força motriz indispensável na geração do emprego e da renda.

Pensa-se, de forma sistemática, em como melhor acomodar os veículos automotores e em como dar-lhes condições mais favoráveis de circulação. Todavia, as soluções convencionais, centradas na permanente expansão e renovação da malha viária, são capazes de satisfazer apenas de forma aparente o desafio colocado pelos deslocamentos nas áreas congestionadas. É sabido que esse tipo de melhoria tem vida curta e eficácia limitada, além de, muitas vezes, simplesmente resultar na transferência do problema para outros pontos do sistema viário.

A explicação trivial para o fenômeno do congestionamento remete à não disponibilização de suficiente espaço de circulação adicional à medida que o contingente de população motorizada se expande. Essa parece ser, aliás, a expectativa padrão alimentada pelas pessoas, baseada na pressuposição de que deve haver uma oferta ilimitada de vias de circulação para os automóveis, advinda daí a certeza de que sempre haverá lugar para os recém-chegados.

É crescente, todavia, o reconhecimento da incapacidade de os centros urbanos terem condições de assegurar suficiente espaço para acomodar toda a demanda de viagens em automóvel no contexto de seu sistema viário. Mais ainda: as tentativas de melhorar as condições de circulação com base em programas de combate ao congestionamento e de melhoria da fluidez do tráfego acabam resultando, de forma paradoxal, em incentivos ao maior uso do automóvel.

Colocada em seus termos mais simples, a questão remete à virtual impossibilidade de garantir condições de escoamento para todos os veículos que buscam o ingresso concomitante em uma dada zona de tráfego. Como é finito o espaço de circulação passível de apropriação, não obstante as ingentes tentativas de ampliá-lo em permanência — e dado que a expansão do parque de veículos não está sujeita a

quaisquer impedimentos —, é apenas uma decorrência inevitável projetar-se uma situação de absoluto esgotamento, em um futuro muito próximo, de sua capacidade de acolher os fluxos de tráfego gerados.

Já existe, infelizmente para poucos, o entendimento de que as soluções para os desafios da mobilidade urbana passam longe do comprometimento com a execução de onerosas obras de engenharia viárias e da aposta na construção de grandes estacionamentos, sejam eles subterrâneos ou elevados, nas áreas centrais mais demandadas. Da mesma forma, pode-se dizer que é extemporânea a fé cega na capacidade das equipes de engenharia de tráfego em dar fluidez ao sistema viário.

Há, de fato, uma crescente certeza de que é preciso agir a nível da própria demanda das viagens em automóvel, recorrendo-se, para tanto, a técnicas diversas de dissuasão e de restrição ao seu uso. Isso remete às formas diversas de taxação pela utilização das infraestruturas viárias — sendo o pedágio urbano uma delas —, bem como ao virtual banimento da circulação em determinadas áreas urbanas ou ao seu desestímulo em certos dias ou em determinados horários do dia. A redução do tráfego pode também ser feita mediante o controle das vagas de estacionamento, na medida em que restringir sua oferta funciona no sentido de tornar menos atrativa a realização de uma viagem de carro e pode influenciar as opções modais, ao induzir a migração para o transporte público.

### 3 O ônibus

Trata-se de um veículo particularmente bem inserido nas condições do tráfego urbano e que se destaca pela notável capacidade de adaptação de seus trajetos. Isso o torna o elemento mais eclético e o menos oneroso do sistema de transportes, se consideradas suas necessidades quanto aos investimentos em infraestrutura. Não por acaso aparece como o modo ideal para servir extensas áreas de ocupação difusa, graças à proliferação de linhas com ampla diversidade de origens e de destinos. Os baixos custos de capital a ele associados não têm contrapartida, no entanto, no nível de seus custos operacionais, os mais elevados em termos de usuário por quilômetro rodado entre os modos de transporte público.

As extraordinárias possibilidades de adaptação do ônibus permitem-lhe formar redes que atendem a diferentes critérios. Assim, pode estar inserido em

pleno tráfego urbano ou deslocar-se em sítio próprio, na forma de um corredor de circulação, de caráter exclusivo ou não. Pode, também, operar de forma integrada a outra rede de transporte — muitas vezes, constituída por um modal sobre trilhos —, vindo a compor linhas alimentadoras que deságuam no transporte principal ou em linhas distribuidoras que dele emanam.

É verdade que o ônibus se ressentia fortemente das péssimas condições de circulação hoje imperantes. Decorre daí uma degradação na qualidade dos seus serviços, com os atrasos impostos pelos engarrafamentos, estando estes na origem dos longos tempos de viagem e na impossibilidade de assegurar a constância na passagem pelos pontos dos trajetos. É o que explica a necessidade de promover sua reabilitação enquanto sistema de transporte coletivo eficiente e atrativo. Isso passa, forçosamente, pela melhoria dos requisitos de velocidade, de regularidade, de frequência e de conforto oferecidos. A criação das condições para um explícito favorecimento de sua circulação em meio ao tráfego altamente congestionado das metrópoles pode também contribuir para a reconquista — tarefa ingrata, mas não inadmissível — de adeptos do modo privado de transporte pelo modo público.

As vias reservadas de circulação para os ônibus são uma realidade nos principais eixos de muitas cidades brasileiras, há já bastante tempo. Representam uma solução que assegura ganhos de velocidade e de regularidade nas passagens, viabilizando uma melhor rotatividade das frotas de ônibus em uso, mas que é marcada por algumas limitações. Assim, há um certo consenso de que a capacidade de transporte ideal para o ônibus se situa na faixa de 2.000 a 5.000 passageiros/hora/sentido. Já, entre 5.000 e 15.000 passageiros/hora/sentido, os custos sobem muito rapidamente e faz mais sentido considerar a adoção de alguma solução do tipo veículo leve sobre trilhos. Os limites de capacidade de transporte passíveis de serem assegurados de modo rentável podem ser, todavia, sensivelmente ampliados no caso de inserção em um corredor de circulação bem frequentado, situando-se a oferta, então, no intervalo de 8.000 a 10.000 passageiros/hora/sentido. As características tecnológicas do material rodante empregado podem, também, alterar, de forma significativa, a capacidade de transporte, como ocorre em caso de operação com veículos articulados ou biarticulados deslocando-se em corredores exclusivos. No primeiro caso, situa-se entre 9.000 e 15.000 passageiros/hora/sentido e, no segundo, entre 15.000 e 23.000. Em um formato de

exploração mais avançado, como o do Projeto Transmilênio de Bogotá — que incorpora duas faixas exclusivas de ônibus por sentido —, a capacidade de transporte pode ficar entre 30.000 e 32.000 usuários/hora/sentido (RS, 2004, p. 21; BRINCO, 1985, p. 31).

O fato é que, em qualquer circunstância, o conceito do ônibus BRT (Bus Rapid Transit) tem plenas condições de oferecer serviços de alta qualidade a custos abordáveis. Entre os sistemas urbanos de transporte, desponta efetivamente como o mais econômico do ponto de vista dos gastos de infraestrutura e oferece uma capacidade de transporte que, nas situações mais evoluídas, pode se aproximar à de um veículo leve sobre trilhos.

## 4 O veículo leve sobre trilhos (VLT)

Trata-se de um sistema metropolitano elétrico de transporte sobre trilhos, formado por uma unidade motriz ou por uma composição integrada por carros articulados, que circula em meio ao tráfego, em vias exclusivas dispostas no solo, em estruturas aéreas ou em túneis. No caso da via inserida ao nível do solo, suas estações podem ser constituídas por simples plataformas baixas de embarque e de desembarque, posicionadas a uma altura pouco superior ao meio-fio das calçadas. Isso é tecnicamente viável, porquanto os modernos VLT têm piso rebaixado, podendo o mesmo distar apenas 35cm do solo (BOORSE, 2000, p. 17). Isso facilita sobremaneira o acesso dos usuários, inclusive daqueles que usam cadeiras de roda. Se a via é subterrânea, por sua vez, as estações são colocadas abaixo do nível do solo, dando-se o acesso por escadarias, escadas rolantes ou elevadores. O VLT pode ser operado por um condutor, quando trafega em meio ao tráfego urbano, ou circular em modo totalmente automático, sem intervenção humana, desde que transitando em via totalmente segregada.

A superioridade inerente a esse modo de transporte urbano está associada ao menor dispêndio de energia exigido pelo deslocamento da roda metálica sobre o trilho, o que lhe garante também uma rodagem muito suave. É o herdeiro do antigo bonde, cujas redes se espalhavam pelo mundo e que foram retirados de circulação nas cidades brasileiras no início dos anos 70. O desmantelamento dos serviços de bondes foi, na verdade, um evento de abrangência mundial, sendo as

razões para tanto invocadas as mais diversas, e a mais corriqueira apontando para os empecilhos que os mesmos opunham ao livre tráfego dos automóveis. Foi, sobretudo, em algumas poucas cidades europeias que as redes foram preservadas, no aguardo do momento em que, após passar por um verdadeiro banho de rejuvenescimento, o bonde voltaria às ruas em grande estilo, como um modo de transporte urbano atualizado e notabilizado por sua eficiência e atratividade.

O VLT moderno afirma-se, crescentemente, como um modal que se distingue por suas originalidade e estética apuradas, pelos níveis de segurança que oferece, por sua capacidade de adaptação a uma oferta de transporte variável — sendo capaz, assim, de bem acompanhar a evolução da demanda — e por suas ótimas condições de inserção no meio urbano. Acrescentem-se seus excelentes atributos técnicos, herdados de uma tecnologia secularmente comprovada, seu rodar silencioso e as condições de conforto oferecidas aos passageiros, tudo isso dentro de um quadro orçamentário de investimentos comparativamente modesto. Com efeito, diferenciando-se do metrô, o VLT caracteriza-se por ser uma solução de infraestrutura menos complicada, representando uma tecnologia intermediária no campo do transporte de massa. Por isso mesmo, ao circular em via totalmente segregada, recebe, muitas vezes, o nome de “metrô leve”.

São significativamente menores, com efeito, as despesas de implantação de uma linha segregada de VLT, podendo o custo por quilômetro construído (infraestrutura e material rodante considerados) ser de duas a três vezes inferior aos exigidos por uma solução mais pesada como o metrô tradicional (BARBIEUX; KÜHN, 1990, p. 19).<sup>1</sup>

É claro que isso depende muito dos métodos de implantação das vias. Caso se queira fazer transitar o VLT por uma linha subterrânea, por exemplo, as apregoadas vantagens financeiras desse modal resultam bastante minimizadas. De fato, na hipótese de fazer trafegar o VLT em túneis, o custo das obras ascende de forma vertiginosa. Exemplos de cidades francesas indicam, a esse respeito, que a inserção de uma linha de VLT ao nível do solo e com apenas 20% do trajeto em subterrâneo leva a um aumento das despesas da ordem de 2,3 vezes com relação a uma

opção inteiramente na superfície (BARBIEUX; KÜHN, 1990, p. 5).

De qualquer forma, o renascimento desse modo de transporte é uma realidade há já algumas décadas. Os numerosos projetos implantados e os que estão em construção em tantas metrópoles mundiais confirmam seus atrativos como alternativa para o enfrentamento dos problemas de deslocamento em meio urbano. Isso é uma comprovação do elevado prestígio de que goza o VLT, tanto entre os especialistas como entre a população usuária.

O VLT proporciona uma grande capacidade de transporte, posicionando-se como o modal ideal para atender as necessidades entre o ônibus e o metrô. *Grosso modo*, sua exploração comercial rentável situa-se na faixa de 7.000 e 8.000 a 20.000 passageiros/hora/sentido em via de baixa segregação; de 15.000 a 25.000 passageiros/hora/sentido em via de alta segregação; e de 25.000 a 40.000 passageiros/hora/sentido em via totalmente confinada (RS, 2004, p. 21; BRINCO, 1985, p. 44). Nessas condições, é capaz de assegurar uma oferta de transporte suficientemente elevada para atender, de forma eficiente, os corredores de tráfego pesado das grandes aglomerações.

Observe-se que, apesar de poder ser usado como um moderno bonde veloz, trafegando em meio ao tráfego automobilístico, é nas condições de circulação em via de superfície própria — totalmente segregada ou não — ou em via elevada que seus méritos resultam mais flagrantes. Os custos de capital associados a uma inserção desse tipo são, conforme já observado, bastante mais abordáveis do que os exigidos por um metrô tradicional, desde que as obras subterrâneas sejam mantidas, nunca é demais repetir, no estrito mínimo.

Ainda que tradicionalmente “descoladas” dessa consagrada tendência mundial, as cidades brasileiras começam, também, de forma tímida, a interessar-se pelos sistemas VLT, conforme demonstram os planos de instalação existentes em várias capitais nordestinas, no Rio de Janeiro, em Nova Friburgo, em Cuiabá, no ABC paulista e em Santos. A própria companhia do Metrô de São Paulo já anunciou a intenção de implantar três linhas de VLT, no intuito de complementar os serviços de seu metrô convencional. Por outro lado, já existe um sistema VLT operando comercialmente em Cariri, no Ceará; e há outro em implantação em Brasília.

<sup>1</sup> “Segundo estudos técnicos da Prefeitura de Contagem, o valor da implantação do VLT no trecho sugerido — a R\$ 33 milhões por quilômetro — representa um terço do custo estimado caso fosse feita a extensão do metrô na mesma linha” (VLT BRASIL, 2009).

## 5 O sistema metroviário

O primeiro metrô a abrir suas portas à exploração comercial foi o de Londres, fato ocorrido em 1863. À época, os trens eram ainda movidos a vapor, sendo sua circulação em túneis o resultado de uma verdadeira proeza de engenharia, bastando considerar as dificuldades técnicas colocadas para eliminar a fumaça e os resíduos aéreos resultantes da combustão nas caldeiras das locomotivas. Foi só em 1890 que o *tube* londrino viria a ser eletrificado. Desde então, os sistemas de metrô não cessaram de marcar presença em âmbito mundial e de ampliar sua influência em um sem-número de cidades.

O sistema de metrô designa sempre um modo de transporte público, que utiliza um material rodante de alta *performance* na aceleração e na frenagem e que opera com *headways* muito próximos, ou seja, que é capaz de manter a cadência de curtos intervalos entre trens consecutivos. É um modal que, nas faixas mais elevadas de capacidade de transporte oferecida, não tem competidor.

### 5.1 Razões para implantar um sistema metroviário

As motivações para implantar um metrô são as mais variadas; uma das mais usuais reportando-se à interação entre as crescentes e disseminadas dificuldades de deslocamento em um sistema viário travado pelos problemas do congestionamento e os desdobramentos positivos associados aos serviços de um transporte em comum rápido e confiável, em especial nas horas de pico. Costumam ser, todavia, algo desmedidas as expectativas depositadas no sistema metroviário, no sentido de ele poder ter um apelo fortemente dissuasivo em relação ao tráfego de superfície, isto é, acerca de seus efeitos potenciais como elemento interceptador da circulação de automóveis.

Ainda que se possa colocar a redução do tráfego automobilístico como um dos efeitos possíveis associados à oferta de um transporte coletivo de massa, um mínimo de cautela alerta para que não se tenham demasiadas ilusões a respeito. Se assim vier a ocorrer, tanto melhor. Na contramão das atuais prioridades, no entanto, deve-se ter presente que o fim almejado deve ser o de buscar a melhoria da mobilidade dos que não podem ou não desejam se

servir de um veículo privado para a realização de seus deslocamentos.

### 5.2 Os gigantescos investimentos e os custos de oportunidade envolvidos

Ainda que a implantação de um sistema de transporte de massa como o metrô possa ser vista como uma inequívoca prioridade para uma aglomeração, as dimensões da obra a realizar e o volume dos investimentos comprometidos obrigam, forçosamente, a considerar a oportunidade e a atratividade intrínsecas ao empreendimento. Com efeito, os prazos envolvidos em uma realização desse porte são, via de regra, muito longos. A fase de construção das linhas costuma eternizar-se, e o peso dos encargos financeiros associados passa a pesar de forma crescente, com riscos potenciais de exaurir os cofres públicos. Ora, inúmeros são os exemplos internacionais demonstrando que não é razoável presumir como factível a entrada em operação comercial de uma linha completa de metrô em menos de cinco anos, ficando o prazo mais provável entre cinco e oito anos, havendo também situações que se estenderam muito além.<sup>2</sup>

Os investimentos associados à infraestrutura física de um sistema férreo metropolitano costumam ser, de fato, extremamente elevados. Não é apenas por conta da opção de instalar as linhas em via subterrânea que os custos ascendem tão rapidamente, sendo igualmente muito onerosas as despesas incorridas com o conjunto das obras civis e com a implantação das estações e de seus equipamentos, bem como com a aquisição do material rodante. O que precisa ser considerado, portanto, é o custo de oportunidade de tais obras, em função do comprometimento dos orçamentos financeiros ao longo dos trabalhos e mesmo durante o período posterior. Nesse ínterim, é possível, senão provável, que os demais modos de transporte público fiquem relegados a um segundo plano.

<sup>2</sup> “Dos treze novos metrô aqui considerados, somente três foram concluídos dentro do cronograma previsto, ao passo que seis passaram dos prazos em até 50% (de meio ano a dois anos) e outros quatro, em 50% a 500% (de dois anos a cinco anos, havendo casos que excederam esse tempo). Além disso, três deles foram finalizados obedecendo ao orçamento previsto, quatro ultrapassaram-no em 10% a 50% e seis tiveram um custo adicional entre 50% e 500%” (FOURACRE; MAUNDER, 1999, p. 3).

O fato é que os investimentos para a implantação de uma estrutura pesada como um metrô tendem a monopolizar os recursos financeiros das cidades que os recebem, com óbvios prejuízos para a vida dos demais setores urbanos. Observe-se, ainda, que é usual haver uma forte subestimação dos custos nas fases iniciais dos projetos, conforme bem o demonstram tantos exemplos em âmbito mundial.

### 5.3 As funcionalidades de uma rede básica de metrô

Uma observação muito pertinente é a de considerar que não cabe interromper os trabalhos após a inserção de uma primeira linha, sendo necessário o comprometimento com a construção da totalidade da rede básica projetada. Ocorre que, em muitos casos, o planejado em termos do número de linhas acaba não se efetivando dentro de prazos razoáveis, usualmente devido a restrições de ordem financeira, com o que não se chega a dispor das funcionalidades que só uma rede básica pode garantir. O problema é que os serviços operacionais de uma única linha revelam-se ineficientes do ponto de vista da cobertura do território e tem baixa atratividade para o conjunto dos usuários. Além disso, por conta da necessidade de dar viabilidade comercial ao sistema, adotam-se procedimentos forçando o redirecionamento dos fluxos de demanda no espaço urbano, afunilando-os para as estações do metrô. Outro grande inconveniente de um sistema metroviário de uma só linha reside no fato de que, em caso de descontinuidade das atividades por força de algum contratempo, é todo o corredor pesado de transportes que resulta inviabilizado.

### 5.4 Capacidade de transporte e papel dos subsídios

Os metrôs modernos distinguem-se por oferecer uma grande capacidade teórica de transporte, a qual varia de acordo com as características do material rodante utilizado e com as condições de exploração operacional das linhas. De forma aproximada, ela é o resultado do número máximo de trens em condições de circular em uma via em um dado lapso de tempo multiplicado pelo número de usuários possíveis de serem transportados em cada trem. Observe-se, todavia, que a capacidade real de transporte sempre fica abaixo da teórica. *Grosso modo*, o limite inferior de

capacidade de transporte situa-se entre 20.000 a 40.000 passageiros/hora/sentido, enquanto o superior fica no entorno dos 80.000 passageiros/hora/sentido (BRINCO, 1985, p. 61).

A operação comercial bem sucedida de um sistema metropolitano de transporte de massa pressupõe a necessidade de um certo nível de demanda capaz de dar-lhe rentabilidade, o que pode nem sempre se verificar no caso de se cobrar uma tarifa “cheia”, capaz de afugentar potenciais usuários. Como os custos operacionais e de manutenção são muito elevados, é comum os serviços precisarem contar com uma certa dose de subsídios para garantir seu funcionamento. Na verdade, são poucos os sistemas em âmbito mundial que funcionam com retorno de receita suficiente para cobrir seus custos operacionais e prover a depreciação de instalações e equipamentos, sem se falar no problema da geração de recursos viabilizando novos investimentos. Dada a costumeira insuficiência de retorno financeiro, o apoio oficial revela-se indispensável, não só durante as fases de implantação do sistema, como nas de sua operação regular e de manutenção ulterior.

É preciso ter presente, todavia, que as já expressadas reticências quanto à conveniência de investir em uma obra do porte de um metrô não podem ser assimiladas às críticas que costumam lhe ser feitas de constituir uma fonte regular e permanente de perdas econômicas. Para relativizar esse tipo de questionamento, nada mais conveniente do que contrapor a extrema relevância que, do ponto de vista dos benefícios sociais, um sistema de transporte desse tipo é capaz de propiciar à vida de uma aglomeração.

### 5.5 Implantação das linhas e opção pelas vias subterrâneas

A escolha do traçado da via ao nível do solo é, do ponto de vista financeiro, a solução mais econômica a considerar na construção de um metrô, ficando apenas na dependência do uso das técnicas clássicas utilizadas pelas vias férreas. Costuma ser, no entanto, uma medida de implementação relativamente difícil em zonas de ocupação densa.

O emprego da via em elevado para a instalação da linha representa uma alternativa mais factível do ponto de vista da inserção no tecido urbano, posto que não concorre com o tráfego de superfície. O problema é que, reconhecidamente, constitui uma importante

fonte de poluição sonora e um inconveniente maior do ponto de vista da intrusão visual no cenário da cidade. É bem verdade que o emprego do concreto armado é capaz de dar uma certa leveza às estruturas aéreas, enquanto a questão dos incômodos sonoros pode ser mitigada pelo uso do moderno material rodante sobre trilhos ou, então, pelo recurso à tecnologia francesa de rodagem sobre pneus.

A opção pelas linhas em subterrâneo encarece sobremaneira o empreendimento, ainda que represente uma alternativa inescapável em determinadas situações. Seu custo pode chegar a representar 50% do investimento total, o que se explica pelas dificuldades de perfuração dos túneis, que podem ser escavados a diferentes profundidades. Uma alternativa menos dispendiosa, mas tecnicamente eficiente, é a da construção da via subterrânea pelo método da trincheira coberta (*cut-and-cover*), o qual consiste em uma profunda escavação realizada na via urbana, onde são realizadas as obras civis que vão formar o túnel. Uma vez concluídos os trabalhos, a via retoma sua condição anterior, ficando as linhas posicionadas próximas à superfície. Existem, por outro lado, soluções de compromisso, consistindo na adoção do trajeto sob o solo nas zonas centrais e, ao chegar a áreas mais desimpedidas, optando pela via em elevado ou, mesmo, pelo percurso na superfície.

O volume dos recursos financeiros comprometidos aumenta, como é óbvio, na razão direta do maior peso relativo da solução subterrânea. Ainda que seja problemático fazer generalizações, dada a natural variação de custos entre diferentes projetos, é possível considerar que a implantação das linhas em subterrâneo é de quatro a seis vezes mais cara do que a inserção em elevado, enquanto esta última resulta ser de duas a duas e meia vezes mais onerosa do que a das linhas dispostas ao nível do solo (FLYVBJERG; BRUZELIUS; VAN WEE, 2008, p. 25).

A construção de linhas pelo método da trincheira coberta faz uso de técnicas há muito comprovadas, e constitui a maneira mais econômica de implantar um trajeto subterrâneo. É também a maneira pela qual se consegue chegar a uma estimativa mais fidedigna do tempo de duração provável dos trabalhos, ainda que, com frequência, a dura realidade das obras se encarregue de superar até as previsões menos otimistas. Como outro ponto positivo do método *cut-and-cover*, deve ser assinalado o posicionamento das estações, colocadas próximas à superfície, facilitando o ingresso dos usuários e reduzindo as exigências em termos dos equipamentos mecânicos de acesso, do gênero escadas rolantes e elevadores.

Observe-se, entretanto, que a preferência pelo método da trincheira coberta pressupõe a estrita observância do alinhamento das linhas do metrô ao traçado das ruas na superfície. As alternativas visando fugir a uma tal contingência implicam, usualmente, a necessidade de incorrer em dispendiosos e demorados processos de desapropriação de imóveis, comprometendo ainda mais o orçamento dos projetos.

Um dos inconvenientes maiores do método *cut-and-cover* é o de que, durante os trabalhos civis de construção, a vida urbana nas regiões atravessadas pela linha resulta totalmente conturbada, mesmo quando a circulação de superfície é restaurada pela colocação de uma cobertura provisória sobre o terreno que ficou a descoberto. Na medida em que as obras se eternizam, é comum o surgimento de queixas e a instauração de processos na justiça por parte dos negócios negativamente impactados em seus volumes de vendas, afetados que são pela diminuição da circulação de pedestres nas redondezas, pela impossibilidade de estacionamento nas ruas e pelo acesso dificultado às entradas dos prédios. Também não é incomum reclamarem os proprietários da perda do valor de venda de seus imóveis durante a longa fase de duração das obras, mesmo que se verifique, é óbvio, uma clara valorização dos mesmos no longo prazo, por conta da melhoria das condições gerais de acessibilidade de toda região.

De qualquer forma, ocorrências dessa ordem acabam, invariavelmente, interferindo no andamento das trabalhos, sendo motivo de atrasos, até que as decisões judiciais desbloqueiem a situação e a normalidade retorne ao canteiro de obras. Problemas de outra natureza podem interferir nas linhas em elevado, a partir do clima criado quando os residentes das redondezas se insurgem contra a intrusão visual e a virtual obstrução de suas janelas pela estruturas elevadas erigidas nas cercanias de suas moradias.

As linhas mais profundas — escavadas com o auxílio de uma máquina tuneladora, vulgarmente conhecida como “tatução” — apresentam a grande vantagem de terem seus trajetos alinhados de forma independente ao traçado das vias na superfície. Isso traduz-se em percursos orientados da forma mais direta possível, encurtando a quilometragem total da linha, e na eliminação das curvas muito pronunciadas, criando condições para os trens circularem com maior velocidade. Resulta daí, igualmente, uma redução do consumo de energia, por conta da menor resistência oposta ao deslocamento dos veículos.

As linhas em grande profundidade têm a óbvia desvantagem, conforme já exposto, de aumentarem



espetacularmente as despesas totais previstas no projeto. Além dos elevados custos de perfuração dos túneis, as próprias estações são também dispostas abaixo do solo, a profundidades maiores ou menores, decorrendo daí a necessidade de incorporarem complexos dispositivos mecânicos de ventilação e muitos equipamentos de acesso às instalações. De um modo amplo, pode-se dizer que, nesse caso, a participação das estações pode chegar a representar de 25% a 30% do orçamento total de uma linha de metrô. Mais especificamente, pode-se referir que a construção das estações em elevado pode custar mais de duas vezes do que quando dispostas ao nível do solo, enquanto as estações subterrâneas podem comprometer quatro vezes mais recursos financeiros dos que as de superfície (FLYVBJERG; BRUZELIUS; VAN WEE, 2008, p. 24). Acrescente-se que, no caso das estações muito profundas, tende a haver um certo desencorajamento à sua utilização pelos usuários nas viagens de curto trajeto.

Mesmo as linhas em profundidade podem sofrer percalços durante sua construção, em função das reclamações dos proprietários de imóveis e dos moradores nas imediações por onde passa a via. Não obstante os estudos de solo obrigatoriamente efetuados e as precauções, via de regra, adotadas nessas circunstâncias, há sempre a possibilidade de os prédios adjacentes sofrerem danos estruturais e rachaduras, como efeitos não controlados das escavações subterrâneas e das movimentações de terra resultantes.

A ocorrência de algum acidente de grandes proporções é outra eventualidade que não pode ser descartada. Um caso flagrante, nesse aspecto, foi o verificado durante as obras da Linha 4 do metrô paulistano em 2007, quando se abriu uma imensa cratera em seguida a um deslizamento de terras (REDAÇÃO TERRA, 2007). Percalços dessa ordem dão motivo a ações na justiça, comprometem o andamento dos trabalhos e ampliam o custo final do empreendimento. Outro exemplo notório é o da chamada *Canada Line* do metrô de Vancouver. Foi ali utilizado o método *cut-and-cover* nos trabalhos, e foram tantos os problemas surgidos, que desencadearam um forte sentimento de indignação junto à comunidade mais diretamente atingida, dando origem a uma pletera de ações judiciais visando compensar alegadas perdas financeiras decorrentes.<sup>3</sup>

## 5.6 Custos de capital na implantação do metrô: o exemplo paulistano

Os metrôs constituem, sem dúvida, os mais caros sistemas de transporte público que podem ser encontrados nas cidades. Há todo interesse em estabelecer um cotejo dos gastos de capital de sistemas que funcionam em âmbito mundial, o que poderia levar, por exemplo, à determinação de um padrão de referência definindo um custo médio de construção por quilômetro de linha implantada. A questão é que as referências assim obtidas são extremamente díspares e de discutível transposição de uma rede para outra. Isso é da própria natureza dos distintos sistemas, porquanto cada projeto de metrô e sua materialização no terreno sofrem a influência dos fatores locais, seguindo características técnicas e de concepção geral assaz específicas.

As análises comparativas desse tipo acabam se revelando, portanto, insuficientes, na medida em que os gastos de capital podem variar muito — e assim o fazem de fato — de um sistema para outro. Essa é uma observação válida inclusive quando aplicada às linhas de metrô de uma mesma cidade e, com muito mais razão, quando estão em jogo diferentes sistemas, implantados em diferentes cidades, em diferentes nações e em diferentes épocas. Há, de fato, toda uma série de fatores incidindo, de forma diversa, sobre os projetos e os orçamentos das obras. Podem ser referidas: a relação entre a quilometragem de vias em subterrâneo e a das vias na superfície ou em viaduto; o padrão de qualidade adotado; a maior ou menor incidência de desapropriações de imóveis; os métodos de construção privilegiados; a natureza do solo e a presença de lençóis freáticos; a profundidade das linhas; o grau de dificuldades surgidas durante a fase de construção; as dimensões das estações e das plataformas de embarque; a qualidade dos materiais e dos equipamentos incorporados; as especificações técnicas do material rodante; as diferenças nos custos dos materiais empregados; a necessidade de realocação de serviços urbanos deslocados pela via (água, esgoto, energia elétrica); o peso dos impostos e os encargos financeiros decorrentes, para não se falar

<sup>3</sup> “O consórcio privado responsável pela *Canada Line* optou por usar o método da trincheira coberta, por ser menos caro, oferecer menor risco e constituir a forma mais barata de construção. Essa medida causou surpresa entre os residentes e

os comerciantes das redondezas [...]. A saga desse projeto ilustra bem os perigos de não se prestar suficiente atenção aos pequenos negócios quando se trata de implantar uma infraestrutura desse porte em áreas comerciais.” (THIS CITY LIFE, 2011).

do problema das taxas de câmbio adotadas quando da conversão de valores monetários.

É tendo em conta tais limitações, que se opta por referir aqui apenas o caso da cidade de São Paulo. É o principal exemplo brasileiro de um sistema metropolitano de transporte de massa, e serve bem para demonstrar o que está em jogo quando se fala da grandeza dos investimentos envolvidos e das dificuldades de concretização do empreendimento.

Observe-se que o início das obras do metrô paulistano remonta a dezembro de 1968, reportando-se então à implantação da chamada linha Norte-Sul (hoje Linha 1). Seu primeiro trecho foi aberto à exploração comercial em setembro de 1974, tendo a linha toda se tornado operacional no mesmo mês do ano seguinte e sua última estação sido posta em serviço apenas em 1977 (BRINCO, 1979).

A rede metroviária de São Paulo é a mais extensa do País, perfazendo 74,3km, e se mostra claramente incapaz, há já bastante tempo, de dar conta de uma demanda que vem crescendo a taxas muito elevadas e que, em muitos horários, extrapola a capacidade de atendimento do sistema. Essa é a razão pela qual, aliás, os trens do metrô de São Paulo figuram entre os mais apinhados, em escala mundial, no quesito passageiros por metro quadrado.

O fato é que a demanda cresceu 42% entre 2005 e 2011, atribuindo-se à integração tarifária entre os diferentes modais uma responsabilidade decisiva no aumento explosivo do número de passageiros transportados. De fato, com o uso de um só bilhete, os usuários podem viajar nos ônibus com trajetos complementares aos do metrô e nas linhas de trens de subúrbio da região metropolitana (Martins, 08 ago. 2011).

A Companhia do Metrô tem projetos de aumentar a oferta de seus serviços, conforme consta em seu **Plano de Expansão 2020**, prevendo-se ali que a extensão total de linhas chegue a 184,2km (BRANCATELLI; BURGARELLI, 2011). Ora, considerando-se que a média histórica de construção no período 1969-2012 é de apenas 1,73km ao ano, verifica-se que seriam precisos 63 anos para atingir tal objetivo.

Na verdade, o sistema paulistano vem encontrando, há muito tempo, dificuldades para manter um ritmo mais acelerado em suas obras, registrando-se um forte descompasso entre os investimentos previstos em seu cronograma e o efetivamente realizado. Isso não é apenas uma decorrência da sempre presente escassez de recursos financeiros, devendo-se, também, à interferência de outros ele-

mentos afetando o andamento dos trabalhos: acidentes de grandes proporções, demoras por força de desapropriações, atrasos em função da necessidade de transferência de equipamentos urbanos nas adjacências das linhas em construção, denúncias de fraudes nas licitações, problemas de licenciamento ambiental e ações variadas impetradas na justiça contra a Companhia do Metrô (MARTINS, 2011).

O investimento total realizado no metrô paulistano, inclusive estações e material rodante, é da ordem de US\$ 9,649 bilhões (ALOUICHE, 2006). Considerando-se os 74,3km de extensão em suas cinco linhas, o valor do custo médio por quilômetro construído é de US\$ 130 milhões. Por linha, tem-se os seguintes custos médios de construção por quilômetro: Linha 1 — Azul (US\$ 149 milhões); Linha 2 — Verde (US\$ 95 milhões); Linha 3 — Vermelha (US\$ 159 milhões); Linha 4 — Amarela (US\$ 140 milhões); e Linha 5 — Lilás (US\$ 58 milhões). Observe-se que o custo médio bem inferior da Linha 5 deve-se ao fato de ela contar com longos trechos em via elevada.

## 5.7 Integração do metrô com outros modais

A integração do metrô com os outros modais de superfície de transporte urbano é uma medida que se impõe. Nesse sentido, a implantação de linhas alimentadoras e distribuidoras é uma natural decorrência, ainda que não seja uma política fácil de ser implementada, tendo em conta os inevitáveis remanejamentos reestruturadores dos serviços prestados pelas operadoras de ônibus, que são forçadas a ceder suas linhas de longo percurso em favor do eixo de transporte pesado.

Mas é compreensível que seja dada uma função prioritária ao sistema metroviário, com os demais modos de superfície a ele se subordinando. O fato é que um sistema de metrô só é capaz de ter viabilidade econômica, se existir uma elevada ocupação linear ao longo do percurso das linhas e uma concentração de fluxos em torno dos polos privilegiados, formados pelas estações. Nesse sentido, e pensando-se na atração dos motoristas, surge a questão da conveniência de se instalarem estacionamentos nos arredores das estações, sobretudo nos finais de linha. Há, com efeito, todo interesse em implantar grandes parques de estacionamento na periferia das linhas de metrô (sistema *park and ride*), formando a infraestrutura necessária para a integração do modo individual e motivando, assim, os automobilistas a

utilizarem o transporte público para o ingresso nas áreas congestionadas. Para tanto, é vital disponibilizar-se um esquema de tarifação integrada, abrangendo o estacionamento e o acesso ao transporte público.

O bom funcionamento dos estacionamentos de dissuasão pode redundar no fortalecimento da demanda do transporte coletivo, ainda que o sucesso da medida seja dependente, em última análise, do nível das tarifas cobradas, do conforto, da rapidez e da segurança garantidas pela viagem realizada no modo público. Além disso, a efetiva adesão dos usuários é uma contingência associada aos ganhos de tempo assim obtidos, que devem ser computados desde o ponto de entrada no sistema até o de destino ao final da viagem, de forma a compensar as perdas de tempo incorridas quando dos transbordos de um modo de transporte para outro.

## 6 Considerações finais

As questões de mobilidade afetam, sobremaneira, o funcionamento das modernas metrópoles, ao incidirem de forma negativa sobre o desempenho das atividades econômicas e ao comprometerem a qualidade da vida urbana. Na origem do problema e em seus desdobramentos mais críticos, encontra-se a submissão ao primado do automóvel. Isso gera uma dependência que tem muitas faces, em que se destaca o apoio insuficiente aos sistemas de transporte coletivo. Em um cenário tão desalentador, a notícia da implantação de um metrô subterrâneo em Porto Alegre poderia parecer, à primeira vista, uma justa reversão de expectativas. Uma apreciação mais nuançada, todavia, revela que tal medida se insere em um contexto ainda marcado pela insensibilidade quanto ao tema da apropriação ilimitada do espaço urbano pelo veículo privado. Sem a intenção de fazer jogo de palavras, opta-se por “enterrar” o modal público, enquanto se mantém reservada a superfície ao tráfego individual.

Essa é uma observação que poderia ser facilmente relevada se fossem computados apenas os óbvios benefícios oferecidos aos usuários não motorizados por um modal de transporte tão eficiente e tecnicamente tão apurado como o metrô, conforme bem o demonstram tantos exemplos de sistemas operando em âmbito mundial. O desassossego que se tem ao examinar a proposta de um metrô subterrâneo em Porto Alegre é de outra natureza, essencialmente oriunda da certeza de que não há guarida, em termos de capacidade financeira, para investimentos desse

porte. O que está em causa é o custo de oportunidade de um projeto gigantesco como esse, ou seja, o que se deixa de ganhar ao não considerar outras alternativas, também de reconhecida eficiência técnica e de maior factibilidade do ponto de vista financeiro.

A cidade fez, de fato, a opção política de construir um sistema de metrô. As informações a respeito são muito imprecisas, mas indicam uma linha com 14,88km, 70% dos quais a serem construídos em subterrâneo e o restante, ao nível do solo ou em via elevada. Deverá ser um metrô leve, correspondendo, portanto, a uma tecnologia do tipo VLT e circulando em via totalmente cativa, na faixa de transporte dos 40 mil passageiros/hora/sentido (ZH, 2011).

O problema dos altos custos com as vias ferroviárias subterrâneas é perceptível nessa proposta da Linha 1 em Porto Alegre. De fato, mesmo em se tratando de um metrô leve, o quilômetro construído estaria na faixa dos US\$ 87 milhões,<sup>4</sup> um valor que está mais próximo dos custos de um metrô tradicional do que de um VLT. Ora, como os trilhos dessa linha deverão passar debaixo de longos trechos dos atuais corredores exclusivos de ônibus, seria perfeitamente cabível considerar a implantação da via ao nível do solo nessas áreas, mantendo-se os trechos subterrâneos apenas onde fossem imprescindíveis. Poderia haver, nessas condições, uma significativa redução dos custos de capital da obra, atualmente orçados em R\$ 2,46 bilhões (ZH, 2011). Esse tipo de observação faz tanto mais sentido se se considerar que, sem dúvida, os custos finais desse empreendimento deverão de ser muito superiores às estimativas hoje divulgadas.

Ainda nesse sentido, é conveniente ter presente que um sistema de metrô eficiente, capaz de garantir funcionalidade e coerência na exploração dos serviços (em termos comerciais e de abrangência territorial), pressupõe a conclusão de uma rede básica, a qual, no caso de Porto Alegre e segundo propostas anteriores, incluiria pelo menos duas outras linhas. Aos atuais preços de construção da Linha 1, as obras dessa rede básica deverão ficar relegadas, provavelmente, às calendas gregas.

Conforme foi aqui discutido, existem outras aplicações possíveis, todas devidamente qualificadas, em termos de investimentos no transporte público. Assim, os recursos financeiros a serem alocados no sistema de metrô proposto poderiam servir, por exemplo, à necessária modernização do hoje exaurido

<sup>4</sup> Considerando uma linha com extensão de 14,88 km e o valor total do investimento sendo de US\$ 1.295 milhões, com o dólar valendo 1,90 reais.

sistema de ônibus de Porto Alegre, com a generalização de um verdadeiro padrão BRT, fazendo os veículos circularem por uma ampla rede de corredores exclusivos e disponibilizando serviços de alta qualidade, a custos de capital muito inferiores.

A implantação de uma rede de sistemas VLT em Porto Alegre, atendendo os principais eixos viários da aglomeração e oferecendo uma boa cobertura territorial, constituiria outra possibilidade alvissareira de encaminhamento de uma solução para os problemas de mobilidade em âmbito local. Isso poderia ser realizado, em boa medida, com os recursos financeiros hoje comprometidos na construção dessa única linha de metrô. Os sistemas de VLT poderiam ser inseridos ao nível do solo, percorrendo o traçado dos corredores de ônibus já existentes ou avançando sobre espaços viários hoje ocupados pelos veículos individuais. O fato é que, em qualquer circunstância, a viabilidade futura de nossos grandes centros urbanos passa por uma mudança radical de postura nessa questão do transporte privado *versus* transporte público, realizando-se a efetiva passagem da primazia do primeiro para o segundo.

## Referências

- ALOUCHE, Peter Ludwig. (2006). **La réduction des coûts et le financement de la Ligne 4 du Métro de São Paulo: Une étude de cas pour une coopération décentralisée**, 2006. Disponível em: <[http://\\_www.codatu.org](http://_www.codatu.org)>. Acesso em: 20 out. 2011.
- BARBIEUX, Chantal; KÜHN, Francis. **Les atouts des métros légers dans une politique de développement des transports collectifs: critères de choix techniques et financiers**, 1990. Disponível em: <<http://www.inrets.fr>>. Acesso em: 03 out. 2011.
- BRANCATELLI, Rodrigo; BURGARELLI, Rodrigo. Prefeitura quer usar R\$ 1 bi do boom imobiliário em metrô nos Jardins. **Estado de São Paulo: edição digital**, 14 set. 2011. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br>>. Acesso em: 11 maio 2012.
- BOORSE, Jack W. **This is Light Rail Transit**. Transportation Research Board, 2000. Disponível em: <<http://www.apta.com>>. Acesso em: 11 out. 2011.
- BRINCO, Ricardo. **Transporte urbano em questão**. Porto Alegre: FEE, 1985.
- BRINCO, Ricardo. **Une étude de transports urbains: le métro de São Paulo**. Paris: Université de Paris X Nanterre, 1979.
- FLYVBJERG, Bent; BRUZELIUS, Nils; VAN WEE, Bert. Comparisons of capital costs per route-kilometre in urban rail. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 8, n. 1, 2008. Disponível em: <<http://vbn.aau.dk>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- FOURACRE, P.R.; MAUNDER, D. A.C. Experiences from metro schemes in developing countries. **Business Briefing: Global Mass Transit Systems (World Series)**, Nov 1999. Disponível em: <<http://www.transport-links.org>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- MARTINS, Rodrigo. Em latas de sardinha. **Carta Capital**, 8 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2011.
- REDAÇÃO TERRA. **Acidente em obras do metrô abre cratera em São Paulo**. Disponível em: <<http://noticias.terra.com.br>>. 17 jan. 2007. Disponível em: 14 out. 2011.
- RIO GRANDE DO SUL. Assembleia Legislativa. **A expansão do sistema metroviário na Região Metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br>>. Acesso em: 17 out. 2011.
- THIS CITY LIFE. **What really happened to business along the Canada line**, 22 fev. 2011. Disponível em: <<http://thiscitylife.tumblr.com>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- VLT BRASIL. **VLT custará R\$165 mi para transportar 94 mil passageiros**, 06 out. 2009. Disponível em: <<http://veiculolevesobretrilhos.wordpress.com>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- ZERO HORA. **Nos trilhos enfim: o dia do sim para o metrô**. Porto Alegre: RBS, 14 out. 2011. (Reportagem especial).