

IMPLANTAÇÃO DE METRÔS DE SUPERFÍCIE NO BRASIL: VALEU A PENA?

José Eduardo S. Castello Branco
Consultor ferroviário e doutorando
PET / COPPE / UFRJ

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo mostrar que a implantação dos metrô de superfície no Brasil, ocorrida na década de 80, nas cidades de Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre, foi uma medida inadequada, comparada à alternativa de ônibus operando em vias segregadas, tecnologicamente disponível naquele momento. Os resultados, ainda que obtidos de forma bastante simplificada, apontam para uma sangria dos cofres públicos, entre investimento e custeio, de dois bilhões dólares, comparativamente ao que teria sido gasto com sistemas de ônibus segregados, mostrando a necessidade de projetos similares serem submetidos a análises de engenharia de valor.

ABSTRACT

This paper has for objective to show that the implantation of surface light railway transit systems in Brazil, occurred in the decade of 80, at the cities of Recife, Belo Horizonte and Porto Alegre, was a misleading measure, compared with the alternative of buses operating in segregated lanes, an available technology at that time. The results, although obtained in a very simplified way, point to a net expense of the public resources, between investment and operational costs, of two billion US dollars, comparatively to that would have been with segregated buses systems, showing that similar projects must be analyzed through value engineering proceedings.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo a avaliação dos desempenhos econômicos e operacionais dos sistemas metroviários de superfície implantados no Brasil na década de 80 (século XX), nas regiões metropolitanas de Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre. Essa avaliação terá como referencial comparativo os sistemas de ônibus operando em faixa segregadas, razão pela qual foram selecionados apenas os sistemas metroviários majoritariamente construídos em superfície, uma vez que a comparação entre sistemas em nível e enterrados naturalmente requer a inclusão de inúmeros outros atributos, alguns de difícil mensuração, aduzindo uma forte e indesejada subjetividade ao trabalho.

2. NOTA SOBRE O PLANEJAMENTO E A AVALIAÇÃO DE PROJETOS

2.1. A Experiência do Bird

Os projetos financiados pelo Banco Mundial – Bird são em geral avaliados na situação denominada *ex ante* (imediatamente antes da implantação), através de relações custo – benefício, com a determinação da taxa interna de retorno econômico ($TIRE_a$). Quando da conclusão do projeto, o fluxo de caixa econômico do projeto é revisto, chegando-se ao valor da taxa interna de retorno reestimada - $TIRE_r$. Ressalte-se, por oportuno, que esta última não representa a situação *ex post*, visto que é preciso que o projeto frutifique para que essa última situação esteja configurada.

Diferenças entre essas duas taxas são uma importante ferramenta de trabalho dos planejadores, que podem a partir desse conhecimento realizar retroanálises e partir daí aperfeiçoar suas técnicas de avaliação de projetos. Nesse sentido, Mihajlek e Pohl (1992) realizaram interessante trabalho comparativo entre a $TIRE_a$ e a $TIRE_r$ em 1015 projetos financiados pelo Bird em todo o mundo (figura 1).

Tabela 1: Sumário da revisão de 1.015 projetos financiados pelo Bird

<i>Parâmetro</i>	<i>Média</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desvio-padrão</i>
1. Taxa interna de retorno econômico (%)			
♣ <i>ex ante</i> (no <i>appraisal</i>)	22	18	13
♣ logo após a implantação	16	14	13
2. Custo total do projeto (milhões de dólares)			
♣ <i>ex ante</i>	86	34	185
♣ logo após a implantação	102	40	233
3. Acréscimo de custo do investimento (%)	22	10	46
4. Acréscimo do tempo de implantação			
♣ em anos	2	2	2
♣ em porcentagem	58	46	56

Embora os resultados médios da variação da taxa de retorno econômico sejam satisfatórios (16% após a implantação contra 22% *ex ante*), os autores antes citados revelam que: 25% dos projetos tiveram taxas reestimadas abaixo de 10%; 14% dos projetos tiveram taxas reestimadas abaixo de 5%; e 8% dos projetos taxas próximas a zero. Com isso, 47% de todos os projetos apresentaram taxas de retorno (reestimadas) muito baixas, denotando sua inviabilidade econômica, uma vez que o padrão mínimo dessa taxa no Bird é de 12%.

Além disso, ressaltam esses mesmos autores, uma análise dos projetos mais recentes mostra uma preocupante elevação da divergência entre as taxas de retorno no *appraisal* e as reestimadas, chegando-se a diferenciais entre 20 e 25% entre os dois valores, como clarificado na figura 1.

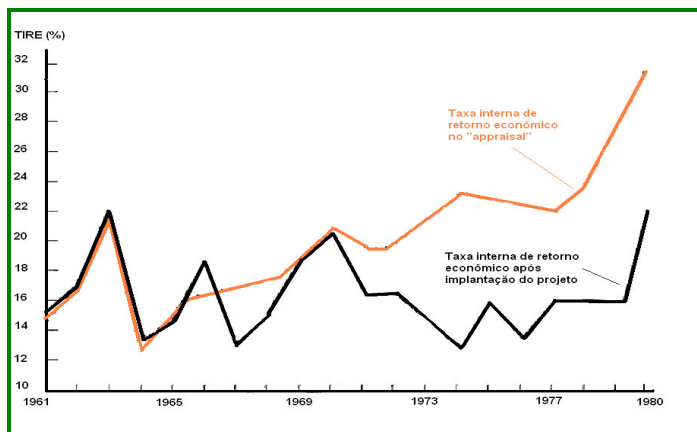


Figura 1: Tendência de divergência da TIRE

A despeito das contingências físicas e de preço (estimativas para mais) que normalmente são adotadas nos projetos financiados pelo Bird, os custos finais sobrepujaram em 22% os previstos, mostrando falhas na orçamentação dos empreendimentos. Também os cronogramas físicos apresentaram uma defasagem média de 58%, para mais, o que na maioria das vezes está relacionado à ausência de contrapartida dos governos locais ao empréstimo do Bird, retardando o ritmo da implantação.

2.2. A Questão da Engenharia de Valor - EV

Engenharia de Valor é um processo sistemático de análise de um produto, projeto, sistema ou serviço, sob a ótica das funções a que se destina, de maneira a estimular a busca de alternativas que cumpram estas funções com menores custos de investimento e de operação, conforme definição de Hunter (2002), corroborada por Siqueira (2002). A EV em um projeto possibilita atingir um custo mais baixo, sem prejuízo da qualidade e da segurança das obras de sua implantação e das atividades de sua fase operacional.

De acordo com Hunter (2002), o processo de avaliação de um empreendimento segundo o conceito de EV se realiza criativamente por uma equipe multidisciplinar, executando revisões de projeto conceitual, anteprojeto, projeto básico, etc., através do desenvolvimento de alternativas e orientações precisas para sua implantação. Nesse sentido, esse processo de avaliação: a) abrange o entendimento do projeto como um todo; b) assegura que funções requeridas ao projeto sejam reavaliadas; c) desafia paradigmas; e) identifica e remove custos desnecessários; f) acelera o processo de elaboração do projeto; e g) incentiva a comunicação multidisciplinar.

Nos EUA, a Federal Transit Administration - FTA, que administra os programas federais de transporte público nesse país, *obriga* a aplicação da EV em empreendimentos orçados acima de US\$ 100 milhões, e incentiva o uso da EV durante a fase de implantação, sendo autorizado, em casos especiais, que eventuais economias seja divididas entre o órgão gestor e o empreiteiro. Na Inglaterra, o metrô de Londres faz uso da EV desde 1995, não apenas em projetos de engenharia, mas também em projetos em áreas como organização e métodos, negócios, finanças, etc.

No Brasil, segundo Siqueira (2002), a partir de 1970 grandes empresas industriais vêm se utilizando dessa metodologia, tais como: Volkswagen, Mercedes Benz, Freios Varga, Petrobrás, IBM, Telebrás, Panasonic, Klabin do Paraná, TRW, FIAT, Consul, BASF, General Motors, etc. Em Minas Gerais, o Decreto 41.639, de 24 de abril de 2001, criou o Subcomitê de Arquitetura e Engenharia Consultiva, denominado Infraconsult, sendo uma de suas atribuições promover a implantação de metodologia de Engenharia de Valor nos projetos de obras e serviços contratados no âmbito do Governo do Estado de Minas Gerais.

3. BREVE HISTÓRICO DOS METRÔS BRASILEIROS EM SUPERFÍCIE

O Brasil possui três metrôs essencialmente construídos em superfície, localizados nas regiões metropolitanas de Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre. Esses metrôs, eletrificados, foram implantados na esteira do denominado segundo choque do petróleo, de 1979.

O metrô de Recife foi construído com previsão de transporte de 300.000 pass/dia (Bird, 1995a). Foi inaugurado em 1986, com 20,5km de extensão, de acordo com o projeto inicial. O financiamento, junto a grupos europeus diversos e empreiteiras nacionais, foi em regime *turnkey*. Atualmente esse metrô faz parte da Superintendência de Trens Urbanos de Recife, da Cia. Brasileira de Trens Urbanos – CBTU, estando em curso sua expansão, como parte do processo de sua transferência ao governo estadual.

O metrô de Belo Horizonte tinha previsão de transporte de 250.000 pass/dia (Bird, 1995b). Foi inaugurado em 1986, com 16,1km de extensão, com apenas parte do traçado inicial implantado, ficando por implantar o ramal Calafate – Barreiro, tendo em vista que o

financiamento inicial, em regime *turnkey*, mostrou-se insuficiente e não havia recursos públicos para cobertura dos gastos adicionais. Atualmente esse metrô faz parte da Superintendência de Trens Urbanos de Belo Horizonte, da Cia. Brasileira de Trens Urbanos – CBTU, estando em curso sua expansão, como parte do processo de sua transferência ao governo estadual.

O metrô de Porto Alegre foi implantado com financiamento do Banco Mundial, numa extensão de 26,7km, ao custo de cerca de US\$ 300 milhões (valores da época), com previsão de transporte de 330.000 pass/dia (Bird, 2004). Atualmente esse metrô é operado pela Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre – Trensurb, vinculada ao Ministério dos Transportes, não existindo ainda uma perspectiva mais concreta de sua estadualização, muito embora seja essa a intenção do governo federal.

Um resumo das principais características desses sistemas, ao final do ano de 2001, é mostrada na tabela 2. Cabe observar que estão em andamento investimentos significativos nos metrô de Belo Horizonte e Recife, como parte do já citado processo de estadualização. Contudo o presente trabalho se aterá ao quadro observado em 2001, muito próximo das condições iniciais de implantação, objeto das discussões adiante mostradas. Isso significa, portanto, que não será discutida a conveniência da expansão dos metrô citados, mas sim outra questão básica: a da necessidade ou não de suas implantações, ocorridas na década de 80.

Tabela 2: Principais características dos metrô em superfície implantados no Brasil

<i>Sistema</i>	<i>Extensão (km)</i>	<i>Trens em tráfego no pico</i>	<i>Passageiros por dia útil</i>	<i>Headway mínimo (minutos)</i>	<i>Receita / despesa (operacionais)</i>
Recife	20,5	10	129.000	6	0,2
Belo Horizonte	22,5	11	85.000	7	0,4
Porto Alegre	33,8	nd	131.000	5	0,4

Fontes: CBTU (2001) e Trensurb (2001).

4. ALGUNS DADOS DOS SISTEMAS DE ÔNIBUS NA AMÉRICA DO SUL

Para uma avaliação dos metrô em superfície implantados no Brasil, faz-se necessário estabelecer um *benchmark* com sistemas potencialmente substitutivos. No presente caso, adotou-se como referencial comparativo os sistemas de ônibus operando em calhas segregadas, cuja tecnologia, como dito anteriormente, achava-se disponível à época da implantação dos metrô.

Nesse sentido vale lembrar que, a partir de 1974 (e portanto seis anos antes do início das obras dos metrô em superfície), Curitiba passou a dispor do Sistema de Ônibus Expresso - o chamado metrô de superfície. Tratava-se de uma solução inédita para ligação entre o centro e os bairros por vias exclusivas, constituindo o sistema trinário de vias, que tem ao centro uma canaleta exclusiva para o Expresso, ladeada por duas vias de tráfego lento, em sentidos opostos. Paralelamente existem ainda duas ruas de tráfego rápido. A canaleta possibilita o aumento da velocidade média dos ônibus sem comprometer a segurança dos passageiros (Urbs, 2004).

Rebelo (2003) realizou um interessante levantamento das características físicas e operacionais dos principais sistemas de ônibus em vias segregadas em cidades da América do Sul, em especial as brasileiras, como resumido na tabela 3, onde podem ser observadas demandas muito superiores às dos metrô brasileiros em análise.

Tabela 3: Dados de alguns sistemas de ônibus em cidades da América do Sul

Cidade	Corredor	Extensão (km)	Extensão segregada (km)	Nº de faixas por sentido ⁽¹⁾	Demanda (pass/dia)	Pico de demanda (pass/h/ sentido)	Velocid. comercial nos picos (km/h)	Nº de paradas	Nº de terminais	Nº de veículos no pico	Nº de linhas de ônibus
São Paulo	Sto. Amaro - 9 de Julho	14,6	10,8	1	196.000	18.000	16	23	2	nd	25
São Paulo	São Mateus - Jabaquara	33,0	30,0	1	207.000	22.000	22	110	9	189 ⁽²⁾	10
Curitiba		10,1	10,1	1	156.000	13.000	19	18	3	85 ⁽³⁾	3
Quito	Trole	11,0	11,0	1	180.000	nd	23	39	2	54 ⁽⁴⁾	3
Bogotá	Troncal (Av. Caracas)	16,0	16,0	2	373.000	37.000	18	32	0	630 ⁽⁵⁾	200
Porto Alegre	João Pessoa - B. Gonçalves	8,8	-	3+2	179.000	14.000	19	13	0	450 ⁽⁶⁾	29
Porto Alegre	O. Aranha - P. Alves	8,2	5,2	1	123.000	10.000	15	9	1	131 ⁽⁶⁾	19
Porto Alegre		-	8,2	2	59.000	5.000	nd	29	0	nd	34
Porto Alegre	Farrapos	9,1	-	2	132.000	11.000	15	29	1	nd	34
Porto Alegre		-	3,8	1	111.000	9.000	19	23	0	nd	34
Porto Alegre	Assis Brasil	5,8	-	2	135.000	11.000	15	8	3	48 ⁽⁶⁾	36
Porto Alegre		-	5,8	1	140.000	11.000	nd	25	0	48 ⁽⁶⁾	36
Porto Alegre		-	5,8	1	152.000	12.000	10	25	1	48 ⁽⁶⁾	36

Fonte: Rebelo (2003)

- (1) Faixa adicional nas paradas.
(2) Frota mista: *trolebus* (68 *padron* e 10 articulados) e diesel (88 *padron* e 23 articulados).
(3) Ônibus bi-articulados.
(4) Ônibus articulados.
(5) Sistema tronco-alimentador, composto por ônibus bi-articulados, alimentados por ônibus *padron*.
(6) Frota mista, composta por ônibus comuns, *padron* e articulados.

5. COMPARATIVO DAS EXPERIÊNCIAS COM ÔNIBUS E METRÔ

5.1. Investimento

Na tabela 4, de acordo com dados compilados pelo autor, estão mostrados os custos unitários de ampliação ou desses empreendimentos, tendo sido excluídos os valores relativos ao metrô de Recife, tendo em vista que sua ampliação não contempla a aquisição de trens, componente extremamente relevante dos investimentos, já que apenas um trem-unidade elétrico, de quatro carros, tem seu custo oscilando ao redor de US\$ 8 milhões. Como adendo a esse último tópico, tem-se que em recentes projetos metroviários, como a expansão do metrô de Madrid, a construção da linha 4 do metrô de Caracas e o prosseguimento da linha 5 do metrô de Santiago, o custo do material rodante oscila entre 20 e 30% dos custos totais de implantação (Bird, 2002).

Tabela 4: Custos unitários dos metrôs brasileiros em superfície

Sistema	Trecho	Custo total (US\$ x 10 ⁶)	Extensão (km)	Custo unitário (US\$ x 10 ³ /km)
Belo Horizonte	Linha Centro	197	9	22.910
Fortaleza	Estágio I	326	25	13.040
Salvador	Linha principal	308	12	25.670

Assim, um custo médio de US\$ 20 milhões/km provavelmente seria um valor típico para implantação de metrôs em superfície no Brasil, muito próximo ao valor médio em termos mundiais levantado por Fouracre et al., citados em Mitric (1997), que é de US\$ 18 milhões/km.

Os sistemas de ônibus articulados, por seu turno, apresentam custos unitários muito inferiores aos dos metrôs em superfície, variando desde US\$ 1 milhão/km em Porto Alegre (Bird, 2002), passando por US\$ 3 milhões/km em Curitiba (Friberg, 2000) e chegando a US\$ 5 milhões/km em Quito (Geissenheimer, 2003) e em Bogotá (IDU, 2002). Portanto, um valor de médio de US\$ 3 milhões/km pode ser considerado como típico para essa tecnologia. Cabe ressaltar que esses custos referem-se unicamente ao custo de implantação da infra-estrutura, uma vez que os veículos são adquiridos e operados pela iniciativa privada, exceto no caso de Quito, onde se estuda a questão do seu concessão (Bird, 2002). Destarte, verifica-se que os custos de implantação dos metrôs em superfície no Brasil são de cerca de seis vezes superiores aos dos sistemas de ônibus operando em calhas segregadas, para os patamares de demanda adiante considerados.

5.2. Demanda Transportada

Os metrôs de Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre operaram em 2001, passados cerca de 15 anos de suas inaugurações, com demandas variando entre 85.000 e 130.000 pass/dia (ver tabela 2), que podem ser consideradas muito baixas para metrôs.

Como já mostrado na tabela 3, são inúmeros os corredores de ônibus segregados com demanda transportada próxima ou superior a 150.000 pass/dia, com três deles superando o patamar de 200.000 pass/dia. Isso significa, portanto, que as demandas observadas nos metrôs de superfície brasileiros poderiam perfeitamente ser obtidas por sistemas de ônibus operando em calhas segregadas.

Pode-se argumentar que a velocidade comercial dos trens, de cerca de 35km/h, oferece ao usuário um serviço de melhor qualidade, posto que a velocidade comercial dos ônibus não ultrapassa 20km/h. Sob esse aspecto é preciso lembrar que a distância média entre paradas e o intervalo entre ônibus são inferiores aos dos metrô. Exemplificando a questão do espaçamento entre paradas ou estações para as duas tecnologias, tem-se que:

- ♣ ônibus segregado: valores entre 400m (Quito e Porto Alegre) e 700m (Bogotá), segundo Bird (2002);
- ♣ metrô: valores indo de 1.200m (Recife), passando por 1.500m (Belo Horizonte), e chegando a 2.000m (Porto Alegre), conforme cálculos do autor a partir de CBTU (2001).

Outras questões relativas ao diferencial do nível de serviço entre a tecnologia ônibus segregado e metrô de superfície poderiam ser levantadas, porém sua discussão mais pormenorizada foge ao escopo do presente trabalho.

5.3. Custo

Os sistemas metroviários operam com taxas de cobertura entre 20 e 40%, como já mostrado na tabela 2. Redundância de pessoal, tarifas de integração vis, aplicação do tarifação horo-sazonal ao consumo de energia elétrica, manutenção de sistemas fixos exclusivos, em especial a via permanente, contribuem largamente para essa situação.

Por outro lado, os sistemas de ônibus operando em faixas segregadas via de regra são via de regra auto-sustentados, exceção feita a algumas facilidades oferecidas pelo poder público àqueles que de uma forma geral circulam nas vias urbanas.

Há, de qualquer modo, mesmo internalizando-se os custos de facilidades ou serviços oferecidos pelo poder público aos ônibus, um enorme diferencial de custo entre estes e os metrô em análise. Disso resulta a necessidade de subsídios dos cofres públicos ao custo desses últimos.

6. CONCLUSÕES

Os metrô de Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre, decorridas quase duas décadas de suas implantações, apresentam demandas transportadas muito baixas para esse tipo de tecnologia, compreendidas no intervalo entre 85.000 a 130.000 pass/dia.

Para esses valores de demanda, sistemas de mais baixo custo, como ônibus operando em faixas segregadas, teriam sido uma opção sem sombra de dúvida mais adequada.

Nesse sentido, convém destacar que os metrô antes citados possuem extensão agregada de 76,8km em 2001. Considerado um custo unitário, atualizado, de US\$ 20 milhões/km, chega-se a um total investido de cerca de US\$ 1,54 bilhões. Caso a opção tivesse sido a dos ônibus segregados, o montante investido, a um custo unitário de US\$ 3 milhões/km, teria sido de US\$ 230 milhões. Isso significa que US\$ 1,3 bilhões poderiam ter sido economizados com uma mudança de tecnologia de transporte na implantação desses projetos de transporte, apenas na rubrica investimento.

Mais ainda, em 2001 os três metrô receberam, juntos, R\$ 118 milhões em subsídios dos cofres públicos aos respectivos custeios. Esse valor, se reproduzido ao longo de pelo menos 18 anos de existência (já que os subsídios no passado não diferiram substancialmente dos do presente), retorna um dispêndio adicional de US\$ 700 milhões, que poderia não ter ocorrido caso a opção tivesse sido a de sistemas de ônibus segregados, que são auto-sustentados.

Verifica-se, dessa maneira, ainda que de uma forma bastante simplificada, que a implantação dos metrô de superfície no Brasil consumiu US\$ 2 bilhões a mais do que poderia ter sido gasto com a tecnologia alternativa de ônibus em calhas. Diante desse fato, e respondendo à pergunta-título deste trabalho, pode-se concluir que a implantação desses três metrô dificilmente terá valido a pena.

Finalmente, verifica-se que a experiência do Bird em avaliações de projetos e os pobres resultados operacionais e econômicos dos metrô de Recife, Belo Horizonte e Porto Alegre reforçam a necessidade do uso de técnicas de avaliação, como as proporcionadas pela engenharia de valor, na seleção de projetos, razão pela qual se sugere o seu imediato e amplo emprego pelos órgãos de planejamento governamentais.

9. BIBLIOGRAFIA

- Balassiano, R. (1997). Planejamento Estratégico de Transportes Considerando Sistemas de Média e Baixa Capacidade. *Anais do XI Congresso da ANPET*, Rio de Janeiro, p. 206.
- Bird (1995^a). Recife Metropolitan Transport Decentralization Project. *Staff Appraisal Report no. 1424 – BR*, World Bank, Latin America and the Caribbean Regional Office, Washington, EUA, 130p.
- Bird (1995^b). Belo Horizonte Metropolitan Transport Decentralization Project. *Staff Appraisal Report no. 14265 – BR*, World Bank, Latin America and the Caribbean Regional Office, Washington, EUA, 188p.
- Bird (2002). *Cities on the Move: a World Bank Urban Transport Strategy Review*. World Bank, Washington, EUA, 220p.
- Bird (2004). Second Urban Project Porto Alegre. *Worldbank Projects Database*, acesso ao site www.worldbank.org em 12 de abril.
- CBTU (2001). *Relatório da Administração*. Cia. Brasileira de Trens Urbanos, Rio de Janeiro, 34p.
- Friberg, L. (2000). Innovative Solutions for Public Transport - Curitiba, Brazil. *Sustainable Development International*, pp. 153 – 156.
- Geisenheimer, H. (2003). Ecuador Expands ETB BRT Busway. *The New Electric Rail Journal*, may.
- Hunter, G. (2002). Engenharia de Valor - Método de Avaliação dos Investimentos em Transporte. *Anais da VIII Semana de Tecnologia Metroviária, Associação dos Engenheiros e Arquitetos do Metrô de São Paulo – Aeamesp*, São Paulo – SP.
- IDU (2003). *Datos Generales de Transmilenio*. Acesso ao site www.idu.gov.co, em 16 de dezembro.
- Mihaljek, D. e G. Pohl (1992). Project Evaluation and Uncertainty in Practice: A Statistical Analysis of Rate-of-Return Divergences of 1,015 World Bank Projects. *The World Bank Economic Review*, vol. 6, no. 2, pp: 255 - 277
- Mitric, S. (1997). Approaching Metros as Potential Development Projects. *World Bank INU/TWU Series Transport Publications*, Report TWU-28, World Bank, Washington, EUA, 28p.
- Rebelo, J. (2003). *Basic Busway Data in Latin America*. Acesso ao site [www.worldbank.org / transport / ut_over.htm](http://www.worldbank.org/transport/ut_over.htm), em 02 de abril de 2004.
- Siqueira, I. D. de (2002). Engenharia de Valor: Análise de Alternativas na Tomada de Decisão. *Anais da VIII Semana de Tecnologia Metroviária, Associação dos Engenheiros e Arquitetos do Metrô de São Paulo – Aeamesp*, São Paulo – SP.
- Squire, L. e H. G. van der Tak (1979). *Análise Econômica de Projetos*. Livros Técnicos e Científicos Editora, Rio de Janeiro, pp. 13 – 14.
- Trensurb (2001). *Relatório Anual de Atividades*. Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre, 56p.
- Urbs (2004). *História do Transporte Coletivo de Curitiba*. Acesso ao site www.curitiba.pr.br, em 14 de abril.