

SUMÁRIO

<i>1. Introdução</i>	1
2. Contextualização Teórica	3
2.1. Falhas de Mercado: O Monopólio Natural e as Externalidades	3
2.2. A Provisão de Transporte Público e a Distribuição de Renda	8
2.3. A Precificação do Bem Público e a Análise Custo-Benefício	10
3. Avaliações Sócio-Econômicas Anteriores	20
4. Estudo de Caso	50
4.1. A Análise Custo-benefício	51
4.2. Os Impactos do Sistema Metroviário	65
4.3. A Análise Operacional e Financeira	68
<i>5. Conclusão</i>	75
<i>Bibliografia</i>	77
<i>Anexos</i>	79
▪ Croqui do Sistema Metroviário de Brasília-DF	
▪ Rede Analítica de Ônibus	
▪ Rede Analítica de Automóveis	
▪ Rede Analítica de Caminhões	
▪ Fluxos de Caixa da Análise Social	
▪ Fluxos de Caixa da Análise Operacional e Financeira	

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1. - Regulação de Preço para um Monopólio com Custo Médio Decrescente	5
---	---

ÍNDICE DE TABELAS

2.1. – A Oferta do Sistema Metroviário e a Distribuição de Renda	8
2.2. – Estrutura do Orçamento do Familiar (1994/95)	9
3.1. – Custo Econômico de Implantação (1991)	20
3.2. – Custo de Manutenção (1991)	21
3.3. – Custo Operacional de Veículos Coletivos (1991)	22
3.4. – Tempo Médio de Viagem para o Plano Piloto (1991)	23
3.5. – Redução do Custo de Manutenção do Sistema Viário (1991)	24
3.6. – Disponibilidade de Áreas para Alienação (1991)	24
3.7. – Incentivo à Atividade Econômica (1991)	24
3.8. – Custo de Investimento no Ano Zero (1991)	25
3.9. – Redução do Nível de Acidentes (1991)	26
3.10.– Resultados da Avaliação Original (1991)	27
3.11.– Custo por Quilômetro de Sistemas Metroviários (1992)	28
3.12.– Custo de Implantação (1992)	28
3.13.– Custo Econômico de Implantação (1992)	29
3.14.– Corredores Beneficiados com o Metrô (1992)	30
3.15.– Redução do Custo de Manutenção do Sistema Viário (1992)	31
3.16.– Resultados da Avaliação (1992)	32
3.17.– Custo de Investimento (Setembro/1993)	33
3.18.– Custo Econômico de Investimento (Setembro/1993)	33
3.19.– Resultados da Avaliação (Setembro/1993)	35
3.20.– Custos de Investimento (Dezembro/1993)	36
3.21.– Custos Econômico de Investimento (Dezembro/1993)	36
3.22.– Custos Econômico de Manutenção (Dezembro/1993)	37
3.23.– Resultados da Avaliação (Dezembro/1993)	37
3.24.– Custo Econômico de Implantação (1996)	38
3.25.– Custo Econômico de Manutenção (1996)	39
3.26.– Redução do Nível de Acidentes (1996)	40
3.27.– Resultados da Avaliação (1996)	41
3.28.– Custo Econômico de Implantação (Abril/97)	41
3.29.– Custo Econômico de Manutenção (Abril/97)	42
3.30.– Resultados da Avaliação (Abril/97)	43
3.31.– Custo Econômico de Implantação (Maio/97)	44
3.32.– Valor Residual (Maio/97)	44
3.33.– Atividade Econômica de Áreas Lindeiras (Maio/97)	45
3.34.– Consumo de Energia Elétrica no DF (Maio/97)	46
3.35.– Incentivo à Atividade Econômica (Maio/97)	46
3.36.– Incentivo à Atividade Econômica Total (Maio/97)	47
3.37.– Benefícios Estimados (Maio/97)	47
3.38.– Resultados da Avaliação (Maio/97)	48
3.39.– Resultados de Todas as Análises	48
4.1. – Cenários em Termos do BRCO	58
4.2. – Cenários em Termos do BRTV	60
4.3. – Cenários em Termos do BRCM	61
4.4. – Cenários em Termos do BRACID	62
4.5. – Valor Residual de Equipamentos e Vias	62
4.6. – Resultados da Avaliação Econômica	63
4.7. – Variação Percentual das Figuras de Mérito	64
4.8. – Resultados das Avaliações Anteriores (Caso 2)	64
4.9. – Tarifas de Equilíbrio – Operação em 2003	70
4.10.– Renda <i>Per Capita</i> e Projeção da População	71
4.11. – Tarifas de Equilíbrio Financeiro – Parceria com o Setor Privado	73
4.12.– Tarifas de Equilíbrio – Operação em 1995	74

1.INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem se observado em Brasília uma constante migração no uso do transporte coletivo para o individual. Vários fatores têm contribuído para essa tendência, dos quais se destacam a ineficiência do sistema existente, o grande desenvolvimento da indústria automobilística e o aumento do poder aquisitivo da população.

Uma série de impactos negativos podem ser sentidos em função disso. A ineficiência do sistema se traduz cada vez mais em aumentos no tempo de espera por ônibus ou no tempo transcorrido entre a origem e o destino da viagem, bem como na ausência de algumas linhas de ônibus fora dos horários de maior demanda, como consequência da própria concepção arquitetônica de Brasília.

A utilização de transporte individuais, encarada por muito tempo como uma possível solução para esses problemas, reduz o desconforto vivenciado no transporte coletivo, ao mesmo tempo em que provoca efeitos negativos no tocante ao crescimento de investimentos na infra-estrutura viária (a despeito da aplicação destes recursos em outros projetos), à qualidade do meio-ambiente pela grande emissão de poluentes, e ao bem-estar dos que trafegam pelas vias urbanas por conta do aumento do tráfego de veículos. Consequentemente, são percebidas a redução da mobilidade da população, a elevação do número de acidentes, com ou sem vítimas fatais, e a crescente necessidade de estacionamentos não comportada pelos espaços disponíveis.

Além disso, a concepção inicial de Brasília não considerava um crescimento populacional na proporção e na forma desordenada que vem ocorrendo, o que, aliado à necessidade de atender inclusive a população do entorno, agravou ainda mais a situação do transporte coletivo de Brasília. Hoje, o sistema se caracteriza por oferecer um número cada vez maior de linhas diretas somente no horário de pico¹, enfrentando uma forte concorrência dos transportes clandestinos, que vêm absorvendo parcelas cada vez maiores dos usuários por serem mais rápidos e confortáveis, ao mesmo custo para a população.

Para enfrentar essas dificuldades, o governo do Distrito Federal iniciou, no final dos anos oitenta, a implantação de um sistema de transporte de massa com 41 km de extensão e a circulação de vinte trens, com quatro carros cada, que objetivava minimizar aqueles impactos², a partir de uma maior capacidade de deslocamento dos usuários referentes ao corredor de demanda

¹ As linhas diretas para atender somente a demanda de pico tem crescido cerca de 8,4% ao ano, segundo dados obtidos junto ao Departamento Metropolitano de Transportes Urbanos - DMTU.

² Muitos ainda não percebidos pela população no início dos trabalhos, passando a ocorrer ao longo dos anos de implantação.

mais elevada, movendo, portanto, a população de Taguatinga, Ceilândia, Samambaia e Guará até o Plano Piloto, e passando por uma nova área de ocupação, hoje denominada Águas Claras.

Após o início da implantação, várias foram as mudanças de concepção da obra, culminando em uma completa alteração do projeto inicial e acarretando a inserção de vários custos antes não previstos, bem como diversos ajustes no cronograma de implantação do sistema. Em decorrência disso, da carência de recursos financeiros que se vem observando para levar adiante projetos deste porte, e da paralisação das obras na mudança de governo ocorrida em 1995, houve um grande atraso na implantação do sistema, que ainda hoje não é comercialmente operante.

Desde 1991 já foram realizadas várias avaliações econômicas do projeto de implantação do sistema metroviário, adotando-se, principalmente, a metodologia elaborada pela Empresa Brasileira de Transportes Urbanos – EBTU. Todas as avaliações procuravam demonstrar a viabilidade do metrô em termos sociais, estimando-se benefícios como o de redução de custos operacionais, de tempo de viagem, de manutenção do sistema viário e de acidentes, bem como o benefício de incentivo à atividade econômica em Águas Claras.

Também o objetivo deste trabalho é fazer uma avaliação econômica do sistema, enquanto ofertado pelo setor público, envolvendo a análise da eficiência e da equidade dessa provisão. Para tanto, à luz das questões econômicas mais evidentes na oferta do metrô, como a presença de falhas de mercado e a necessidade de se estabelecer um sistema de preços compatível com a restrição orçamentária dos usuários e os objetivos distributivos do governo, o que se propôs foi a apresentação da metodologia utilizada na análise social, procurando-se apontar os principais benefícios sociais provocados pelo sistema, bem como a estimativa da tarifa necessária para cobrir as despesas com a sua operação para que se pudesse analisar as alternativas de precificação disponíveis. Em ambos os casos, o impacto do atraso do cronograma foi demonstrado, seja pela redução dos indicadores de viabilidade, seja pelo aumento da tarifa. Do mesmo modo, elaborou-se uma análise de viabilidade sob a ótica puramente privada, a fim de se avaliar a participação do setor privado na oferta do serviço.

Desta forma, a monografia foi estruturada em três capítulos. No segundo capítulo, foram tratados os aspectos teóricos envolvidos, tais como a questão do monopólio natural, das externalidades e da distribuição de renda, apresentando-se também a modelagem desenvolvida por Boiteux, que estabelece o contexto para a técnica da análise custo-benefício utilizada. As avaliações econômicas elaboradas no início da implantação e ao longo dos dez anos de projeto foram abordadas no terceiro capítulo, constando do último capítulo a avaliação social realizada, a análise qualitativa dos impactos provocados pelo sistema e, por fim, a estimativa da tarifa a partir de uma avaliação operacional e financeira do projeto.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

O propósito deste capítulo é apresentar as diversas teorias acerca dos problemas econômicos envolvidos na provisão do transporte público. Desta forma, os aspectos relativos às falhas de mercado mais evidentes – monopólio natural e externalidades –, à distribuição de renda e à precificação e análise custo-benefício de bens publicamente provisionados são discutidos em termos gerais, fazendo-se também um paralelo com a oferta do sistema metroviário em Brasília-DF.

2.1. Falhas de Mercado: O Monopólio Natural e As Externalidades

O transporte metroviário não pode ser considerado como um “bem público”, na medida em que apresenta características de exclusão e de divisibilidade entre os agentes, havendo um custo marginal considerável associado a sua provisão. No entanto, existem diversos motivos para que a oferta desse bem seja feita pelo governo, principalmente no que concerne à existência de monopólio natural e de externalidades.

Na ausência de tais falhas de mercado, não haveria necessidade de intervenção governamental para a provisão eficiente do metrô, uma vez que as forças de demanda e de oferta atuariam de tal forma que enquanto as pessoas estariam dispostas a pagar pelo serviço, as firmas o ofertariam a partir da cobrança de uma tarifa que superasse o custo de produção. Mais do que isso, o mercado seria capaz de promover uma alocação Pareto-eficiente dos recursos, para a qual a receita marginal se igualaria ao custo marginal, estando agentes e firmas na melhor situação possível em uma determinada condição de distribuição de renda.

Todavia, o que se verifica é uma forte ausência de competitividade devido aos altos custos de implementação de um sistema de transporte metroviário. Com os investimentos de implantação, por exemplo, da ordem de US\$ 1,4 bilhões em Brasília-DF, não haveria como o setor privado provisionar o serviço, bem como manter uma concorrência que promovesse uma oferta eficiente. O mercado, então, confronta-se com uma barreira natural porque possui como principal característica retornos crescentes de escala, ou seja, os custos de produção associados à atual tecnologia de oferta do transporte metroviário³ são tais que se reduzem com a escala de produção, não se tornando atrativos ao setor privado e justificando o provisionamento público.

³ Havendo qualquer mudança de tecnologia na oferta do transporte metroviário que implique divisibilidade, a provisão pelo setor privado poderá se mostrar viável, como ocorreu com o mercado de telefonia.

Formalmente, esse tipo de monopólio se caracteriza por ter custos médios (AC) decrescentes em uma grande escala de produção, além de custos marginais (MC) também decrescentes e inferiores aos custos médios. Pode-se representar esta situação supondo, por exemplo, a existência de dois bens, um referente ao consumo privado (X) e outro ao trabalho (L), bem como uma função-utilidade dos agentes e uma função-transformação das firmas como apresentadas abaixo:

$$U = U(X, -L) \quad (2.1.)$$

$$X = F(L) = \delta(L - c) \quad (2.2.)$$

sendo $-L$ a representação do lazer, $L \geq c$, $\frac{\partial U}{\partial X} \geq 0$ e $\frac{\partial U}{\partial(-L)} \geq 0$.

Nesta modelagem, a sociedade obterá uma produção δ para cada unidade de L que superar c , ou seja, se L se igualar a c , não haverá produção. Em sendo o custo médio e o custo marginal em termos de L igual a $\frac{1}{\delta}$, o custo total seria:

$$C = C(X) = c + \frac{1}{\delta} X \quad (2.3.)$$

para $L > c$.

O custo médio seria, então, $\frac{C}{X} = \frac{c}{X} + \frac{1}{\delta}$, e o custo marginal, $\frac{\partial C}{\partial X} = \frac{1}{\delta}$,

demonstrando ser o custo médio superior ao marginal por um fator variável igual a $\frac{c}{X}$.

Se o monopólio trabalhasse na sua situação ótima, ou seja, onde receita marginal (MR) se igualasse ao custo marginal (MC), no ponto (Q_A, P_A) ter-se-ia uma produção menor a um preço maior se comparada com a situação ótima para a sociedade (Q_R, P_R – Figura 2.1.). Esse problema poderia ser equacionado se o governo passasse a subsidiar a oferta do serviço, compensando a diferença entre o preço P_A e o preço P_R .

Figura 2.1. - Regulação de Preço para um Monopólio com Custo Médio Decrescente

Fonte: Walter Nicholson (1995)

A regulação pelo custo marginal imporá ao provedor do serviço grandes prejuízos ($GFEP_R$), uma vez que o custo médio seria superior ao custo marginal no ponto onde a curva de demanda se encontra com a curva do custo marginal (Q_R, P_R). Nesse caso, quando é possível prever o valor da demanda pelo bem X , tem-se a alternativa de definir o preço igual ao custo médio (Q_A, C), o que promoveria uma produção menor a um preço mais elevado quando comparado com a situação ótima para a sociedade (Q_R, P_R), porém melhor do que a situação caracterizada no ponto (Q_A, P_A), onde o monopolista iguala, otimamente, a receita marginal ao custo marginal.

Para evitar uma subprovisão do bem ou serviço, existem, ainda, outras formas de regulação. Pode-se estabelecer uma discriminação entre os agentes, de forma que um subsidiaria indiretamente o outro, ou, no caso específico do transporte de massa, pode-se definir um sistema de preços tal que o uso do sistema no horário de pico subsidiaria o uso no horário de entropicos. Esta questão, no entanto, será melhor abordada na seção deste capítulo que trata da precificação do bem publicamente ofertado.

Uma segunda razão para a intervenção governamental se refere às externalidades que o fornecimento ou o consumo de um bem podem provocar. No caso do metrô, os impactos positivos⁴ sobre motoristas de automóveis e caminhões, sobre usuários do transporte coletivo e sobre o próprio governo, para os quais não existem mercados formalmente instituídos, são considerados externalidades na medida em que a provisão desse transporte afeta diretamente as escolhas de consumo e produção de diversos agentes da economia, podendo levar a uma alocação de recursos ineficiente, mesmo quando se tem concorrência perfeita, o que, como já apresentado, não é o caso.

Tal falha pode ser melhor visualizada considerando-se um modelo simples em que existam dois agentes (*A* e *B*), ambos consumindo um bem privado *X* ao preço P_x , com o agente *A* gerando uma externalidade E_a (ao preço P_e) sobre a sua própria função-utilidade e sobre a do agente *B*. O agente *A*, restrito à renda Y_a , tenderá a maximizar sua utilidade a partir do consumo de *X* e E_a , cujos quantitativos são determinados pela solução do seguinte problema:

$$\begin{aligned} & \text{Max } U_a(X_a, E_a) \\ \text{s.a. } & X_a P_x + E_a P_e = Y_a \end{aligned}$$

As condições de primeira ordem deste problema levam ao mesmo resultado de uma situação em que se tem um agente escolhendo entre o consumo de dois bens, no caso, *X* e E_a . Assim, tem-se:

$$\frac{\frac{\partial U_a}{\partial E}}{\frac{\partial U_a}{\partial X}} = \frac{P_e}{P_x} \quad (2.4.)$$

Porém, levando em conta o impacto que a ação de *A* provoca em *B*, a solução Pareto-ótima pode ser obtida considerando que a utilidade de *B*, influenciada por E_a , manter-se-á constante. Assim, o problema seria a maximização da utilidade de *A* sujeito à utilidade de *B* constante (\hat{U}_b) e às restrições orçamentárias de ambos agentes, como apresentado a seguir:

$$\begin{aligned} & \text{Max } U_a(X_a, E_a) \\ \text{s.a. } & \begin{cases} U_b(X_b, E_a) = \hat{U}_b \\ X_a P_x + X_b P_x + E_a P_e = Y_a + Y_b \end{cases} \end{aligned}$$

As condições de primeira ordem associadas a esse problema implicam que:

⁴ Não se ignora a existência de externalidades negativas associadas à implantação de um sistema metroviário; no entanto, entende-se serem superiores os impactos positivos sentidos pela população a partir da oferta deste tipo de serviço.

$$\frac{\frac{\partial U_a}{\partial E} + \frac{\partial U_b}{\partial E}}{\frac{\partial U_a}{\partial X} + \frac{\partial U_b}{\partial X}} = \frac{P_e}{P_x} \quad (2.5.)$$

Se o agente *A* não tivesse que levar em conta a externalidade que ele provoca sobre *B*, o consumo de *E* seria determinado pela equação 2.4., onde se tem que a taxa marginal de substituição de *E* por *X* é igual à taxa marginal de transformação entre os bens. No entanto, considerando o agente *B* e o impacto positivo ou negativo de *E* sobre a sua função utilidade, o consumo do agente *A* será diferente, uma vez que se tem uma mudança introduzida na equação 2.5., ou seja, o fator $\frac{\partial U_b}{\partial E} / \frac{\partial U_b}{\partial X}$ (2.5.a.).

Caso a externalidade causada por *A* seja positiva sobre *B*, o fator (2.5.a.) será positivo. Como resultado, o agente *A* irá substituir menos *E* por *X*, pois a relação de preços P_e/P_x será subtraída pelo fator (2.5.a.)⁵. No caso da externalidade positiva, a queda de consumo de *E* pelo agente *A* poderia, por exemplo, ser compensada pelo outro agente, ou até mesmo pelo governo, se lhe fosse socialmente interessante o impacto provocado por aquela falha.

Essa solução do problema revela, novamente, o importante papel que o governo pode assumir. Principalmente quando se trata de externalidades com grandes impactos sociais, como é o caso do metrô, a compensação pelo governo na forma do subsídio à implantação e à operação do sistema se faz bastante plausível pelos benefícios que a população passa a sentir com a provisão de um transporte coletivo mais rápido, seguro e confortável. Por esta razão, em presença de externalidades, a provisão de um bem requer uma avaliação social dos custos e benefícios sociais envolvidos e não apenas uma análise sob a ótica privada.

Desta forma, tanto o monopólio natural, quanto a presença de externalidades, são falhas de mercado que apontam para o subsídio como uma das principais soluções corretivas, justificando a presença do governo no mercado de transporte de massa. Todavia, mesmo inexistindo tais falhas de mercado, ainda haveria uma outra motivação para a intervenção governamental na provisão daquele serviço. Considerando que as pessoas mais afetadas por projetos de transporte público apresentam as menores rendas, não há como se pensar na total compensação dos benefícios que elas experimentam com uma melhoria no sistema de transporte por meio da cobrança de tarifas elevadas, de forma que a provisão somente poderia ocorrer a partir, novamente, do subsídio à operação por parte do governo. Por esta razão, apresenta-se na próxima seção uma análise dos aspectos distributivos da participação do governo nesse mercado.

⁵ Contrariamente, se a externalidade for negativa sobre o agente *B*, o agente *A* irá substituir mais *E* por *X*, a partir de uma taxa de substituição maior entre os bens.

2.2 A Provisão de Transporte Público e a Distribuição de Renda

A participação do governo na provisão de alguns bens e serviços se justifica pelo que estabelece o segundo teorema do bem-estar social, onde, dada uma correta distribuição de recursos, garante-se que um mercado competitivo possa atingir qualquer ponto da curva de possibilidades de utilidade Pareto-eficiente. Porém, como uma economia eficiente pode ser extremamente desigual, a garantia da correta distribuição de recursos passa a ser uma importante função do governo.

Assim, ao mesmo tempo que o governo se ocuparia na solução das falhas de mercado envolvidas no provisionamento do transporte público para atingir a eficiência na alocação de recursos, também estaria voltado para a promoção de uma melhor distribuição de renda. Nesse caso, a medida de correção do monopólio natural e das externalidades acaba por atingir o objetivo redistributivo, uma vez que o subsídio governamental proporciona uma tarifa correspondente à restrição orçamentária dos usuários mais beneficiados.

É sabido que o Brasil apresenta uma distribuição de renda muito desigual⁶. Quando se compara a distribuição de renda brasileira com aquela de outros países onde se tem uma provisão pública ou mista (privada e pública) do transporte de massa metroviário (Tabela 2.1.), obtém-se uma motivação ainda maior, pois governos de países mais igualitários se dispõem a investir sozinhos em sistemas deste tipo pelos benefícios sociais que geram, ou mesmo em parceria com o setor privado (onde se tem uma grande demanda pelo serviço), visando tanto os benefícios sociais quanto o fomento do mercado.

Tabela 2.1. – A Oferta do Sistema Metroviário e a Distribuição de Renda

País	Índice GINI (%)	Setores Envolvidos
Japão	24,9	Público e Privado
França	32,7	Público e Privado
Portugal	35,6	Público
Chile	56,5	Público
Brasil	60,0	Público e Privado ⁷

Fonte: World Development Indicators, Distribution of Income or Consumption, ano de 2000.

⁶ Ver Barros (1992), em "Welfare, Inequality and Social Conditions in Brazil in the Last Three Decades", *Conference on Poverty and Inequality in Latin America*.

⁷ Em São Paulo será licitada a construção de uma nova linha metroviária para atender a aproximadamente um milhão de pessoas diariamente, contando com 40% dos investimentos de implantação provenientes do setor privado, que terá o direito de explorá-la durante 30 anos. No Rio de Janeiro a exploração já é feita pelo setor privado desde de 1998.

Por outro lado, vários estudos mostram que os gastos sociais estão positivamente relacionados com o desenvolvimento igualitário de um país⁸. Também os investimentos em transporte de massa possuem esse caráter, uma vez que são expressivas as externalidades que a facilidade de locomoção pode gerar, podendo influenciar os rumos de uma economia.

Esse ponto pode ser ilustrado com o auxílio da Tabela 2.2., na qual se verifica que a população residente em São Paulo despense com transporte coletivo e individual cerca de 13,62%⁹ da sua renda, sendo este o terceiro maior fator de consumo, superior inclusive aos gastos com saúde e educação.

Tabela 2.2. – Estrutura do Orçamento do Familiar (1994/95)

Item de Consumo	% da Renda
Alimentação	27,44
Habitação	23,52
Transporte	13,62
Saúde	8,18
Vestuário	7,87
Educação e Leitura	6,91
Equipamentos Domésticos	6,13
Despesas Pessoais	3,96
Recreação	2,08
Diversos	0,29

Fonte: Pesquisa de Orçamento Familiar do DIEESE (1994/95)

Com uma maior participação do governo nas despesas com transporte, por exemplo, haverá uma tendência a mudanças nas decisões de consumo familiar, hoje bastante sobrecarregadas com os gastos neste setor. Tais variações, por sua vez, poderiam refletir positivamente nos consumos com saúde e educação, o que favoreceria uma oferta de trabalho mais qualificada (importante fator para o desenvolvimento), assim como reduziria as desigualdades existentes.

Portanto, objetivando atingir metas distributivas, bem como melhores alocações dos escassos recursos disponíveis, pode-se utilizar um sistema de preços que garanta tais

⁸ Ver Sampaio de Sousa (1998) *apud* Birdsall e James (1993), em “Efficiency and Equity in Social Spending: How and Why Governments Behave” e Van de Walle e Nead (1995), em “Public Spending and the Poor: Theory and Practice”.

⁹ Note-se ainda que isto ocorre mesmo em presença de subsídios como o vale-transporte, passe escolar, etc.

características a partir da maximização do bem-estar social. A abordagem desse tipo de precificação para o caso específico da oferta de transporte será apresentada na próxima seção.

2.3. A Precificação do Bem Público e A Análise Custo-Benefício

A provisão de bens considerados essenciais sugere a necessidade de se estabelecer preços diferenciados daqueles resultantes do mecanismo de mercado. Torna-se, então, importante, estabelecer critérios de apreçamento que considerem as falhas de mercado existentes e as aspirações distributivas do governo, de forma a maximizar o bem-estar social. Para atingir esse objetivo, o governo deve definir restrições às empresas provedoras de bens essenciais, compatibilizando os seus objetivos com os de tais empresas.

Para melhor visualizar estas relações, apresenta-se a modelagem desenvolvida por Boiteux¹⁰, a qual considera o problema de uma empresa pública que procura maximizar o bem-estar social, estando sujeita às restrições de mercado e as restrições do setor público, sumariadas pela necessidade da produção eficiente e pela definição de lucros ou déficits.

2.3.1.O Modelo de Boiteux

Sejam $n+1$ produtos, vendidos a H consumidores (identificados por h , onde $h=1, \dots, H$) pelos preços p_i (onde $i \in I = \{0, 1, \dots, n\}$), sendo p_0 unitário e representativo do preço do fator trabalho, o plano de consumo de um agente h é dado por $x^h = (x_0^h, x_1^h, \dots, x_n^h)$, onde $x_i^h > 0$ representa a demanda líquida e $x_i^h < 0$, a oferta líquida. O problema destes agentes é definir o plano de consumo x^h tal que:

$$v^h(p, r^h) \equiv \max U^h(x^h)$$

$$s.a. \sum_{i=0}^n p_i x_i = r^h$$

onde r^h é a renda *lump-sum* e v^h é a função utilidade indireta dos consumidores.

A produção do bem público e aquela gerada pelos J produtores privados se fazem por meio de funções de produção determinadas, respectivamente, por $z = (z_0, \dots, z_n)$ e $y^j = (y_0^j, \dots, y_n^j)$, para $j = (1, \dots, J)$, onde valores positivos denotam produção líquida, e negativos, insumos líquidos. Assume-se, no entanto, que a produção da empresa pública é

¹⁰ Ver Bös (1985).

eficiente, de forma que a função de produção seja dada por $g(x) = 0$, tendo-se um conhecimento prévio de como se dá a produção do setor privado ($y_i^j(p)$), considerada exógena ao modelo.

A restrição orçamentária do governo – restrição *receita-custo* – é definida da seguinte forma:

$$\sum_{i=0}^n p_i z_i = \pi$$

onde π pode ser maior, igual ou menor que zero, representando lucro, precificação de *break-even* ou déficit, respectivamente. O valor do parâmetro π é exogenamente estabelecido, tendo como base os objetivos do governo. Um menor valor para esse parâmetro se dá quando não se cobra pela prestação do serviço, e o maior valor ocorre quando a empresa pública se comporta como um monopólio privado.

As firmas produzem bens que são consumidos por elas e por outras empresas como insumos, enquanto os consumidores ofertam trabalho para o setor público e privado e adquirem seus produtos. Essas relações levam à restrição de mercado, dada por:

$$\sum_h x_i^h(p, r^h) - z_i - \sum_j y_i^j(p) = 0, \text{ onde } i = 0, \dots, n. \quad (2.6.)$$

Multiplicando a expressão (2.6.) pelos preços de cada bem (p_i), obtém-se que $\sum_h r^h - \pi - \sum_j \pi_j = 0$, que representa a total redistribuição dos lucros auferidos no setor privado para o setor público e para os consumidores.

Supondo-se que os preços dos bens produzidos pelo setor público ($p_e, e \in E \subset I$) são controlados pelo governo e que os demais preços ($p_i, i \notin E$) são exógenos, a maximização do bem-estar social, representado pela função $W(v^1, \dots, v^H)$ ¹¹, onde v^h é a utilidade máxima do agente h e $h = 1, \dots, H$, é sumariada pelo Lagrangeano descrito na expressão (2.7.):

$$L = W(\cdot) - \sum_{i=0}^n \alpha_i \left[\sum_h x_i^h(p, r^h) - z_i - \sum_j y_i^j(p) \right] - \beta g(z) - \gamma \left(\pi(\cdot) - \sum_{i=0}^n p_i z_i \right) \quad (2.7.)$$

¹¹ Onde $\frac{\partial W}{\partial v^h} \geq 0$.

Dividindo as condições de primeira ordem associadas à expressão acima, por $\beta_o = \beta \left(\frac{\partial g}{\partial z_o} \right) > 0$ ¹² e chamando de $\lambda^h = \left(\frac{\partial W}{\partial v^h} \right) / \beta_o$, $\eta = \frac{\gamma}{\beta_o}$ e $c_i = \left(\frac{\partial g}{\partial z_i} \right) / \left(\frac{\partial g}{\partial z_o} \right)$, obtém-se a seguinte condição de maximização:

$$\sum_h \lambda^h \frac{\partial v^h}{\partial p^e} - (1-\eta) \sum_i \sum_h p_i \frac{\partial x_i^h}{\partial p^e} - \sum_i \left[c_i - p_i + \eta \frac{\partial \pi}{\partial z_i} \left[\sum_h \frac{\partial x_i^h}{\partial p^e} - \sum_j \frac{\partial y_i^j}{\partial p^e} \right] \right] = -\eta z_e - (1-\eta) \sum_i \sum_j p_i \frac{\partial y_i^j}{\partial p^e} \quad (2.8.)$$

onde $e \in E$, λ^h representa o bem-estar social marginal normalizado da utilidade de um agente, η é a medida normalizada dos efeitos do bem-estar sentidos pelo setor público, sendo tanto maior quanto maiores os efeitos do bem-estar, e c_i é o preço-sombra, que mede o custo marginal do trabalho na produção pública do bem i .

A expressão (2.8.) reúne os pontos essenciais na precificação do setor público: *i.* os objetivos distributivos, *ii.* a questão da alocação de recursos no setor público e *iii.* a adaptação do setor público à existência de estruturas monopolistas privadas.

O primeiro termo do lado esquerdo da expressão (2.8.) descreve a valoração social dos preços, decrescente com a renda do h -ésimo agente. Esse termo define a estrutura dos preços, sendo tanto maior quanto mais essenciais forem os bens e serviços providos.

O segundo termo mensura o nível de preços, pois é tanto maior quanto menor η , correspondente a uma situação de baixo π e, conseqüentemente, baixos preços, que se caracterizam por serem menores do que aqueles definidos em um monopólio perfeito. Juntos, o primeiro e o segundo termos revelam o aspecto distributivo do problema, podendo ser reescritos, a partir da aplicação da equação de Slutsky, da seguinte forma:

$$-F_e x_e + (1-\eta) x_e$$

onde $F_e = -\sum_h b^h \frac{x_e^h}{x_e}$ e $b^h = \lambda^h \frac{\partial v^h}{\partial r^h}$, representando a característica distributiva do provisão de

um bem, sendo tanto maior quanto mais essencial for este bem.

Os problemas de alocação no setor público são descritos pelos terceiro e quarto termos da expressão (2.8.). O ponto central é verificar em que medida os preços dos bens e serviços produzidos pelo setor privado divergem dos seus respectivos preços-sombra ($p_i - c_i$).

¹² Excluindo-se a possibilidade de congestionamento.

As expressões ηz_e e $\eta \frac{\partial \pi}{\partial z_i}$ representam a restrição *receita-custo* do governo, sendo que esta última denota a distorção que esta escolha provoca, uma vez que existe assimetria em relação a diversos insumos e produtos.

O terceiro termo pode ser reescrito da seguinte forma:

$$-\sum_i (C_i - p_i) \frac{\partial z_i^D}{\partial p_e}$$

onde $C_i = c_i + \eta \frac{\partial \pi}{\partial z_i}$ e $\frac{\partial z_i^D}{\partial p_e} = \sum_h \frac{\partial x_i^h}{\partial p_e} - \sum_j \frac{\partial y_i^j}{\partial p_e}$, e z_i^D sendo uma função de demanda marshalliana normal que representa a sensibilidade da demanda aos bens publicamente ofertados.

O último termo da expressão (2.8.) reflete a acomodação do setor público ao setor privado e pode ser reescrito da seguinte forma:

$$-(1-\eta) \sum_i \sum_j (p_i - c_i^j) \frac{\partial y_i^j}{\partial p_e}$$

onde $c_i^j = -\frac{dy_o^j}{dy_i^j}$ representa o custo marginal de produzir o bem i pela firma j , com

$\sum_i \sum_j c_i^j \frac{\partial y_i^j}{\partial p_e} = 0$, uma vez que a produção eficiente das empresas privadas não depende dos preços da produção pública.

Assim, a condição para a maximização do bem-estar social passa a ser:

$$F_e x_e - (1-\eta)x_e + \sum_i (C_i - p_i) \frac{\partial z_i^D}{\partial p_e} = \eta z_e - (1-\eta) \sum_i \sum_j (c_i^j - p_i) \frac{\partial y_i^j}{\partial p_e} \quad (2.9.)$$

refletindo a interação entre a oferta pública e privada, as considerações distributivas e as distorções provenientes da regulação, a partir de uma curva de demanda usual, que é a curva de demanda marshalliana.

2.3.2.A Regulação

Pode-se, agora, estabelecer as condições que garantem que a regra da precificação pelo custo marginal seja obtida a partir de (2.9.). Essas condições são as seguintes:

- i. os preços de produtos produzidos pelo governo são controlados e não são produzidos nem demandados por firmas privadas;

- ii. todos os preços não-controlados são iguais ao custo marginal, ou seja, $p_i = c_i^j$;
- iii. a distribuição de renda *lump-sum* é otimamente escolhida, permitindo, assim, o uso da curva de demanda compensada; portanto, todo o efeito distributivo contido na expressão (2.9.) desaparece, para $F_e = 1$;
- iv. não há restrição *receita-custo* no setor público, o que significa que η é nulo.

Quando essas condições são respeitadas, a equação 2.9. pode ser reescrita como:

$$\sum_i (C_i - p_i) \frac{\partial Z_i}{\partial p_e} = 0 \quad (2.10.)$$

onde $Z_i(p)$ é a demanda agregada compensada pela do bem público i e pode ser considerada como bem comportada. A satisfação da expressão 2.10. ocorre quando se iguala os preços aos custos marginais, ou seja, quando $C_i = p_i$. Note-se que essa regra de precificação pelo custo marginal é válida tanto para empresas públicas competitivas, quanto para empresas públicas monopolistas.

Este tipo de precificação é a justificativa teórica para uma oferta pública deficitária, resultando em subsídio ao provedor público (variável essa não considerada no modelo em questão). A condição suficiente e necessária para que esta situação represente um bem-estar social é a existência local de retornos crescentes de escala (o que ocorre quando há uma pequena variação do insumo trabalho – z_o – em relação a uma variação maior dos elementos z_1, \dots, z_n), sendo equivalente a se ter uma elasticidade produção $\varepsilon(z) < 1$.

Além da regulação pelo custo marginal, existem outros tipos de regulação, dentre os quais destacam-se a precificação de *Ramsey*, a regulação pela taxa de retorno do capital empregado e a regulação de *peak load*. A discussão que se segue, baseia-se em Bös (1985).

i. Precificação de Ramsey: Se o governo resolve definir o valor do lucro ou do déficit (π^o) de uma empresa pública, utilizando a precificação de *Ramsey*, pode-se ter um comportamento em que haja tarifas nulas (π^o menor possível) ou muito baixas para se atender a população de menor renda, ou outro em que exista simplesmente a maximização de lucro monopolista sem restrições (π^o maior possível), de forma que a escolha do valor de π^o definiria o nível dos preços. No entanto, dependendo da elasticidade-preço compensada do bem ofertado, o regulador não terá muita liberdade para aumentar o preço e atingir o lucro definido, pois quanto mais elástica for a demanda por aquele bem, mais o consumidor tenderá a substituí-lo por outro.

Esse tipo de precificação, para a qual as elasticidades-preço são infladas pelo fator $1/\eta$, converge para o caso em que inexistente regulação e o monopolista apenas maximiza seus lucros quando $\eta \rightarrow 1$. Porém, se o lucro escolhido no caso da precificação de Ramsey superar o obtido pela simples maximização de lucro do monopolista, $1/\eta > 1$, de forma que o regulador superestimar as elasticidades-preço, implicando um nível de preços inferior ao obtido pela maximização de lucro sem restrição. Por outro lado, caso o lucro escolhido seja inferior à maximização irrestrita do lucro do monopolista, $1/\eta < 1$ e o regulador se comportará como um monopolista que altera os sinais de todas as elasticidades-preço, caracterizando uma estrutura de incentivos pouco racional.

Existe um caso particular muito conhecido que deriva da precificação de Ramsey. Desconsiderando-se todas as elasticidades cruzadas entre os bens ($\partial z_i / \partial p_e = 0, i, e \in E, i \neq e$), essa precificação se reduz à regra da elasticidade inversa, onde qualquer variação entre o preço e o custo marginal é proporcional ao inverso da elasticidade preço, fazendo com que bens inelásticos sejam ofertados a preços superiores àqueles verificados para bens elásticos. Como o consumo da população de mais baixa renda é comparativamente inelástico, geram-se problemas distributivos.

ii. Regulação por meio da taxa de retorno: a regulação pela taxa de retorno, onde a definição dessa taxa passa a ser uma restrição ao problema de maximização de bem-estar social da empresa pública (ou de maximização do lucro no caso das empresas privadas), provoca distorções na relação entre os fatores capital e trabalho, bem como nos preços de produção. Nesse caso, verifica-se uma subcapitalização em relação ao que ocorre a uma taxa capital/trabalho eficiente, reduzindo-se os preços dos bens e serviços trabalho-intensivo. Uma vez que o governo está interessado no bem-estar e não no lucro, ele tende a aumentar o bem-estar reduzindo o lucro¹³ a partir de baixos níveis de capital para, assim, diminuir o nível de preços e aumentar o bem-estar, promovendo, desta vez, dificuldades alocativas.

Apesar desses problemas, se o governo adotar a precificação como um forte instrumento de distribuição de renda, desconsiderando a interdependência com o setor privado e assumindo que apenas os preços de bens públicos são controlados, não sendo demandados nem ofertados pelas empresas privadas (que igualam seus preços aos respectivos custos marginais), condições essas mais próximas daquelas em que se dará a oferta do metrô em Brasília, o máximo bem-estar pode ser dado por:

¹³ O lucro é definido como por $(d - p_k) * k$, onde d é a taxa de retorno definida pelo governo, p_k é a taxa de juros de mercado e k é o capital a ser remunerado.

$$\sum_{i \in E} (C_i - p_i) \frac{\partial z_i^D}{\partial p_e} = (1 - F_e) z_e \quad (2.11.)$$

onde F_e , como definido anteriormente, representa a característica distributiva da provisão de um bem, sendo tanto maior quanto mais essencial for este bem.

Quando comparada ao monopólio perfeito, verifica-se que a precificação derivada da regra (2.11.) representa para o regulador a multiplicação da elasticidade da demanda pelo fator $1/(1 - F_e)$, diferenciado para cada bem. Desconsiderando novamente as elasticidades cruzadas e assumindo que $\partial z_e^D / \partial p_e < 0$, no caso em que o preço supera o custo marginal ($1 > F_e > 0$), aquele fator será positivo e tanto maior, quanto maior for F_e , representando uma superestimativa da sensibilidade da demanda e exigindo maior cuidado na definição do preço. Se, ao contrário, o preço for inferior ao custo marginal ($F_e > 1$), aquele fator será negativo e a elasticidade da demanda será subestimada, demonstrando a tendência de tornar mais baratos os bens essenciais inelásticos.

iii. Precificação peak load: é quase intuitiva para bens cujas demandas flutuam ciclicamente no tempo, como é o caso do serviço de transporte coletivo. Tipicamente, a produção deste tipo de bem é tal que existem altos custos fixos e baixos custos variáveis, sendo normalmente regulada para se evitar o uso de uma política de preços abusiva.

A maximização do bem-estar, neste caso, requer a escolha entre os custos relativos à capacidade do sistema e o preço do fornecimento do serviço. A regra que se utiliza é cobrar mais dos agentes responsáveis pela capacidade de, por exemplo, um sistema de transporte, ou seja, daqueles que se utilizam do sistema no horário de pico, cobrando dos usuários de fora de pico apenas os baixos custos de operação. Desta forma, o que se espera atingir é o aumento da demanda nos horários fora do pico, uniformizando o uso do sistema e aumentando o bem-estar.

O interesse privado na provisão de bens e serviços essenciais associados a altos custos fixos depende da magnitude desses custos e da demanda pelos produtos. Esses elementos podem ser tais que se verifique, no limite, uma completa ausência do setor privado na oferta, ou ainda uma subprovisão dos bens e serviços a altos preços, ou tarifas como no caso específico do transporte, tornando imprescindível a regulação ou até mesmo o subsídio da produção.

Assim como na provisão pública, também na provisão privada são identificados problemas alocativos em função do tipo de regulação que se utilize. A definição da taxa de retorno

máxima de uma empresa a induz a superestimar os seus custos de capital, provocando a supercapitalização e caracterizando o chamado efeito *Averch-Johnson*.

No caso de um sistema complexo como o metrô, o envolvimento do setor privado no processo, na gestão do sistema ou mesmo durante o período de implantação, poderia reduzir custos de manutenção e operação e gerar ganhos de eficiência em razão de uma implantação mais rápida do projeto. Porém, a regulação da oferta dos serviços sempre enfrentaria problemas relativos à informação assimétrica, uma vez que não haveria incentivos naturais para revelar o verdadeiro custo a que se submete e não se teria como aferi-los para uma correta definição do subsídio que compensasse o benefício social líquido da provisão do transporte.

2.3.3.A Análise Custo-Benefício

É no contexto da precificação de um bem publicamente provisionado que se insere a análise de custo-benefício. Esta análise é uma importante ferramenta do processo decisório do governo quanto ao subsídio da oferta daqueles bens, uma vez que se procura avaliar empiricamente o incremento do bem-estar social a partir de um projeto.

Sempre que se pretende promover uma variação na oferta líquida de bens pelo governo, pode-se identificar um projeto. A análise de custo-benefício, então, se propõe a verificar se aquele projeto promoveu ou não uma melhoria de bem-estar social, seja pela verificação do lucro que se obtém ao nível dos preços-sombra associados ao projeto e resultantes da maximização do bem-estar social, seja pela avaliação das conseqüências que ele provoca, comparando-se a situação antes e depois do projeto.

O cálculo do preço-sombra relativo a um projeto, que pode ser interpretado como a taxa de variação do bem-estar social associada à produção pública relativa ao projeto, depende de uma série de hipóteses consideradas rígidas, como antes apresentado, e da definição de uma função que demonstre as preferências do governo (função de bem-estar social). Por esta razão, parte-se para uma avaliação dos incrementos de bem-estar pela observação muitas vezes empírica das melhorias impostas pelo projeto, contrastadas com os custos para implementá-lo.

Neste ponto, faz-se importante a distinção entre a avaliação de projetos sob a ótica pública e a privada. Em ambas análises, examina-se o que se obtém de positivo e de negativo em decorrência do projeto. No entanto, para o setor privado, procede-se a uma simples análise financeira, avaliando as receitas e os custos envolvidos identificáveis pelo mercado, enquanto que no setor público, faz-se o exame dos benefícios e custos em termos da sociedade como um todo, tomando como base, na prática, aqueles valores obtidos pela análise privada. Esta diferença na avaliação de projetos públicos e privados pode resultar em uma avaliação favorável

em termos sociais e, ao mesmo tempo, extremamente desfavorável em termos privados e vice-versa.

Para analisar o benefício ou o custo de um projeto sob a ótica social é preciso identificar quem são os agentes afetados por ele e quais são os impactos sentidos, sejam eles positivos ou negativos, procurando avaliar quais têm valor econômico, para quantificá-los e valorá-los em termos da moeda corrente. Quando da valoração dos custos e benefícios, na indisponibilidade dos preços-sombra, são utilizados os chamados preços sociais. Tais preços são resultantes da aplicação de fatores de correção sobre os preços de mercado objetivando eliminar os efeitos dos tributos, subsídios e/ou transferências realizadas pelo governo ao setor privado, sendo, portanto, diferenciados para cada tipo de preço.

Após o levantamento dos benefícios e custos sociais de um projeto, parte-se para a avaliação propriamente dita, a partir do cálculo do valor presente de cada um deles, estabelecendo-se os critérios de decisão, que, na presente análise, referem-se ao valor presente líquido (NPV), à Taxa Interna de Retorno (TIR) e à relação benefício-custo (B/C), as chamadas figuras de mérito do projeto. Em sendo o valor presente líquido a soma de todos os benefícios e custos descontados de uma taxa de desconto social, considera-se o projeto aceitável se esta soma resultar em um montante positivo. Já a taxa interna de retorno é definida como aquela que iguala o valor presente líquido dos benefícios ao custo social de implantação, devendo ser superior àquela taxa de desconto social considerada para o cálculo do valor presente. Por fim, a relação benefício-custo, cujo cálculo reflete a divisão de todos os benefícios pelos custos, ambos em valores presentes, deve ser superior à unidade, como forma de garantir que os benefícios suplantam os custos.

Muitas vezes, um projeto promove a redução de outros custos, como é o caso do metrô. Após a implantação do sistema, serão sentidas, dentre outras, as reduções dos custos de operação do sistema de ônibus e de manutenção do sistema viário, bem como aquelas relativas ao meio-ambiente (diminuição da poluição atmosférica, por exemplo). Estas reduções representam benefícios que devem ser considerados na análise, utilizando-se metodologias específicas de cálculo, quando disponíveis, ou ainda, analisando-os qualitativamente quando se tratam de itens não avaliados pelo mercado, como a poluição ao meio-ambiente.

No entanto, muitas limitações são impostas à análise custo-benefício. Quando se avalia o benefício associado à redução dos custos com acidentes, é preciso quantificar o custo de uma vida, o que sempre se dará de forma subdimensional. Também o aumento da disponibilidade de tempo para o lazer apresenta dificuldades de quantificação, já que podem ser bem distintos os valores atribuídos a essa disponibilidade.

3. Várias análises já foram realizadas durante a implantação do metrô em Brasília-DF e as condições para a estimativa dos benefícios e custos considerados serão apresentadas no próximo capítulo. A metodologia de cálculo, no entanto, será melhor explicitada no quarto capítulo, onde será apresentada uma revisão daquelas análises para avaliar o impacto do atraso na implantação do sistema metroviário.

AVALIAÇÕES ECONÔMICAS ANTERIORES

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos em avaliações econômicas realizadas ao longo do período de implantação do projeto. Inicialmente, uma foi procedida em dezembro de 1991, passando por constantes revisões até maio de 1997 relativas ao total de investimentos, bem como às estimativas dos diversos benefícios quantificáveis envolvidos na análise, de forma que fossem apresentados os valores das figuras de mérito: relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno.

3.1. Dezembro de 1991

A metodologia da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos – EBTU (Manual Operacional, Volume 1, 1987) serviu de base para a avaliação de dezembro de 1991 e para as demais. Esta metodologia caracteriza-se por ser bastante conservadora, já que foi a primeira a ser estabelecida no país e destinava-se a verificar a viabilidade de projetos que exigiam grandes investimentos, como os de transporte urbano.

Os custos envolvidos e considerados neste
ESTUDO DE CASO

As falhas de mercado e a característica distributiva da oferta de transporte de massa tratadas no segundo capítulo são identificáveis no estudo de caso que se apresenta neste capítulo. O que se pretende é demonstrar que a correção do monopólio natural e das externalidades, associada à restrição orçamentária dos usuários do sistema, evidencia a participação do governo tanto na implantação quanto na operação do sistema metroviário, sendo necessário adotar um sistema de precificação que considere aqueles aspectos econômicos.

Objetivando, então, explicitar a necessidade do subsídio governamental, procedeu-se a diversas análises, tomando como base também as avaliações econômicas apresentadas no capítulo anterior. Abrangendo as avaliações econômica, operacional e financeira, o estudo de caso foi dividido em três seções: *i.* uma seção onde se avalia o custo-benefício do

projeto, bem como do impacto do atraso em seu cronograma, adotando-se diferentes critérios (Seção 4.1); *ii.* outra seção dedicada à discussão qualitativa dos diversos impactos de projetos na área de transportes, objetivando abordar de forma mais ampla as externalidades que se traduzem em benefícios da implantação do metrô (Seção 4.2); *iii.* a última seção relativa à análise operacional e financeira do projeto para a determinação de tarifas em diversas situações de subsídio por parte do governo, avaliando-se também o atraso na implantação do sistema e o aspecto da distribuição de renda em relação à população atingida pelo projeto (Seção 4.3).

A análise custo-benefício constante da Seção 4.1 baseou-se na metodologia da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos - EBTU (Manual Operacional, Volume 1), atualizando-se os custos de implantação, adotando-se várias hipóteses consideradas nos trabalhos apresentados no capítulo anterior para os benefícios e utilizando-se o mês de julho de 1994 como referência, vez que se previa a entrada em operação do sistema para aquele ano, além de se contar com a expressão monetária em reais equivalente ao mesmo montante em dólares. Três cenários, cujos benefícios somente começariam a ocorrer a partir de janeiro de 2001, foram montados para avaliar a variação das figuras de mérito da análise custo-benefício em relação à situação para a qual se considera a operação em 1995.

É importante ressaltar que, como uma das intenções da análise constante da Seção 4.1 é verificar o impacto do atraso no cronograma, considerou-se, em grande parte do trabalho, os dados obtidos à época das avaliações realizadas anteriormente, sem a preocupação de inserir nas redes analíticas representativas dos sistemas de ônibus e metrô as mudanças de origem, destino e demanda ocorridas, que poderão ser melhor captadas a partir da pesquisa domiciliar de transporte que atualmente está sendo realizada pela CODEPLAN, ou, ainda, as diversas modificações de concepção que o projeto já sofreu em todo este tempo de implantação.

Na Seção 4.2 são abordados impactos muitas vezes não considerados na análise benefício-custo devido à complexidade e à controvérsia quanto às formas de mensuração dos benefícios ou custos, apresentando estudos já realizados em outros países.

Já a avaliação financeira da Seção 4.3 foi feita a partir da estimativa do custo financeiro do projeto e da demanda pelos serviços de transporte no eixo de interesse do sistema, com o objetivo de ressaltar o papel do governo em projetos deste porte, principalmente no que concerne à distribuição de renda.

4.1.

A Análise Custo-Benefício

Inicialmente, planejou-se a entrada em operação do metrô para o ano de 1994. No entanto, vários motivos contribuíram para um grande atraso na implantação do projeto, que até

hoje ainda não está em operação. A análise do impacto de tal atraso sobre as figuras de mérito que sinalizam a viabilidade de um projeto (taxa interna de retorno, relação benefício-custo e valor presente líquido), baseou-se na avaliação econômica realizada para três diferentes cenários, utilizando-se os benefícios e as hipóteses já considerados pelos trabalhos apresentados no terceiro capítulo.

Em relação a maio de 1997, quando se efetuou a última análise de custo-benefício do metrô, foram gastos mais recursos na implantação do projeto, o que justifica a necessidade de se apresentar nova estimativa para o custo total a aplicar até a efetiva entrada em operação do sistema, a qual será considerada no trabalho como sendo parcialmente em janeiro de 2001 (70%) e plenamente em janeiro de 2003.

Para todos os cenários, considerou-se um único montante atualizado do custo de implantação (CI), da ordem de US\$ 1.375,00 mil, e do custo de manutenção (CM) do sistema metroviário, cujo valor pode ser aproximado em 2% dos itens de projeto que demandarão manutenção (obras civis, sistemas fixos e terminais). Em verdade, tal aproximação subestima o valor dos dispêndios com manutenção, visto que o que se obtém na fase de operação do projeto é a integração com o transporte coletivo por ônibus, de forma que o custo não poderia ser obtido somente a partir dos investimentos para a implantação do metrô, ou seja, desconsiderando-se o custo de manutenção dos ônibus.

Menciona-se que ao CI estimado o custo unitário do sistema metroviário de Brasília não mais seria US\$ 16,42 milhões/km, passando a US\$ 34,38 milhões/km, o que se caracteriza por ser mais próximo aos valores expressos na Tabela 3.11, onde são apresentados os custos unitários de diversos sistemas metroviários no mundo.

Aqueles custos (CI e CM) foram reduzidos em 15% a título de dedução dos valores correspondentes a impostos indiretos e transferências implícitas, como estabelece a metodologia da EBTU, obtendo-se, assim, os custos econômicos de implantação (CEI) e manutenção (CEM). Todavia, ressalta-se ser essa uma grande simplificação, uma vez que, para cada frente de serviço que compõe o projeto (obras civis, projetos civis, sistemas fixos, sistemas móveis, sistema de bilhetagem, etc.), ter-se-iam diferentes fatores para a obtenção dos preços econômicos correspondentes, considerando as proporções de equipamentos e materiais importados ou nacionais, bem como de mão-de-obra qualificada e não-qualificada, utilizados nas respectivas frentes.

O CEI, estimado em R\$/US\$ 1.170.000 mil a preços de julho de 1994, foi alocado nos anos de efetivo desembolso, entre 1994 e 2002, capitalizando-se os recursos em 12% ao ano, inclusive aqueles despendidos em 1992 e 1993, inseridos no fluxo de caixa no ano de 1994. O

CEM foi estimado em R\$/US\$ 6.607 mil para o período de 2001/2002, sendo R\$/US\$ 9.438 para o restante do período, utilizando-se os mesmos percentuais de obras sujeitas a manutenção apresentados na avaliação de abril de 1997.

Seria necessário, ainda, aplicar um percentual de projeção sobre o custo de manutenção para simular a depreciação do sistema de transporte integrado. No entanto, como tal acréscimo não foi considerado nos estudos anteriores, optou-se por não inseri-lo nesta análise para se verificar, de forma mais precisa, o impacto sobre os indicadores do projeto.

Registra-se que os custos operacionais dos ônibus e metrô foram considerados nos cálculos dos benefícios visto que, na situação com projeto, haveria redução do custo operacional do sistema de transporte como um todo. Este tipo de análise caracteriza-se por ser incremental, onde o benefício gerado representa o custo evitado.

Em termos dos benefícios, foram atualizadas as expressões monetárias de vários deles, bem como do valor residual dos equipamentos e instalações do metrô após trinta anos de uso (VR). Os benefícios atualizados foram os de:

- redução do custo operacional do sistema de transporte coletivo – BRCOo;
- redução do custo operacional de automóveis e caminhões – BRCOa e BRCOc;
- redução do tempo de viagem dos usuários do sistema de transporte coletivo – BRTVo;
- redução do tempo de viagem dos motoristas de automóveis – BRTVa;
- redução do custo de manutenção do sistema viário – BRCM;
- redução de acidentes – BRACID;
- incentivo à atividade econômica – BAECON.

A rede analítica do transporte coletivo projetada para 1994 e apresentada no primeiro trabalho desenvolvido¹⁴ serviu de base para o cálculo dos benefícios BRCO e BRTV. Dados como a extensão percorrida, a velocidade comercial, a quantidade de passageiros por veículo e a taxa de ocupação dos veículos¹⁵ em cada trecho (*link*) do sistema de transporte constam da rede, tanto para a situação sem projeto, quanto para a situação com projeto, simulada de forma que o sistema resultante (integração ônibus e metrô) apresentasse uma redução de 22% no quantitativo ônibus/km/dia e fosse acrescido o sistema metroviário.

É importante ressaltar algumas características da rede na situação com projeto (rede simulada). Foram inseridas quatro linhas de metrô, das quais duas teriam extensão de 31,8 km, operando em 48 km/h e atendendo a uma demanda total de 24.073 passageiros, enquanto as

¹⁴ Ver CEM (1991).

¹⁵ Para as linhas de ônibus e para as quatro linhas de metrô.

outras duas teriam extensão de 26,1 km, operando em 51 km/h e atendendo à demanda de 14.545 passageiros. Projetou-se também um acréscimo das velocidades comerciais dos ônibus restantes no sistema da ordem de 38%, passando de uma velocidade média na situação sem projeto de 23,22 km/h para 32,10 km/h na rede simulada.

A rede analítica desenvolvida em agosto de 1992¹⁶, também projetada para 1994, foi escolhida como base para o cálculo do BRCO e BRTV relativa aos automóveis e do BRCO referente a caminhões. Na situação com projeto da rede de automóveis, estimou-se um aumento de 30% na velocidade comercial, além de uma redução de 5% no volume de carros e de passageiros, devido à consideração de que este percentual da população motorizada migraria para o sistema metroviário. Na rede de caminhões, para a qual se desprezaram dados como número de passageiros e taxa de ocupação dos veículos, fez-se apenas a suposição de que haveria um aumento de 30% na velocidade comercial.

Várias hipóteses foram feitas sobre os dados do sistema, a fim de se calcular os valores dos benefícios BRCO e BRTV para ônibus/metrô e automóveis e do BRCO para caminhões nos diferentes cenários. Todos os cálculos, porém, foram realizados com base na metodologia da EBTU¹⁷, que será apresentada a seguir.

Obtém-se o benefício de redução pela diferença entre o custo na situação sem projeto e o custo na situação com projeto. Tal custo, por sua vez, é estimado para a hora de pico e para o entrepicos. Assim, tem-se que:

$$BR = CT^{(sp)} - CT^{(c)} \quad (4.2.12.)$$

)

$$CT = C * HP + C * HEP \quad (4.2.13.)$$

)

onde: BR – benefício de redução de custos;

CT – custo total para as horas de pico e entrepicos;

sp – sem projeto;

cp – com projeto;

C – custo por hora;

HP – horas-tipo de pico;

HEP – horas-tipo de entrepicos.

¹⁶ Ver Paiva (1992).

Em Brasília, foi observado que o período de pico se estendia por sete horas, durante o qual 69% da população se movimentava, enquanto eram dezessete as horas de entrepicos, nas quais se movimentavam os 31% de passageiros restantes¹⁸. Pela metodologia aplicada em dezembro de 1991, considerou-se que 26% do dia, ou seja, 6,2 horas-tipo seriam representativas para o cálculo dos benefícios, das quais 31% seriam horas-tipo em entrepicos (1,9 horas) e 69%, horas-tipo de pico (4,3 horas).

Para automóveis e caminhões, considerou-se apenas 1 hora-tipo para o período de pico, sendo nulo o quantitativo de horas para os entrepicos, o que significou desprezar a estimativa o custo operacional de tais veículos ou o custo do tempo de viagem dos motoristas de automóveis no período de entrepicos¹⁹.

O custo operacional dos ônibus, caminhões e automóveis, bem como o custo do tempo de viagem dos usuários e motoristas (a exceção dos motoristas de caminhões, cujo tempo de viagem foi totalmente desprezado), estimados em R\$/hora/ano ou US\$/hora/ano, seriam então multiplicados pelas horas-tipo para resultar no custo total, como apresentado na equação 4.2.2.

O custo operacional de veículos urbanos pode ser obtido a partir da estimativa do custo do consumo de combustível, do custo por quilômetro percorrido e do custo por tempo de uso dos veículos, considerado desprezível no caso de automóveis. Desta forma, a equação do custo operacional seria:

$$CO = CC + CA + CB \quad (4.2.14.)$$

)

onde: CO – custo operacional em R\$/hora/ano ou US\$/hora/ano;
 CC – custo do consumo de combustível em R\$/hora/ano ou US\$/hora/ano;
 CA – custo dependente da extensão percorrida em R\$/hora/ano ou US\$/hora/ano;
 CB – custo dependente do tempo de operação em R\$/hora/ano ou US\$/hora/ano.

O consumo de diesel em ônibus poderia ser estimado a partir da modelagem estatística obtida pelo GEIPOT em conjunto com a EBTU²⁰, apresentada a seguir com os respectivos desvios padrão (σ) e estatísticas t de *Student* dos coeficientes estimados:

$$cc_d^o = 0,429702 + 1,781382/V - 0,003770V + 0,035563G \quad (4.2.15.)$$

)

σ	(0,070574)	(0,000418)	(0,003780)
----------	------------	------------	------------

¹⁷ Ver *Avaliação de Projetos de Transportes Urbanos - Manual Operacional*, Volume 1, Capítulo 5, Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos – EBTU, 1987.

¹⁸ Ver CEM (1991).

¹⁹ Ver Paiva (1992).

t	(25,24)	(9,02)	(9,41)
---	---------	--------	--------

onde: cc_d^o – consumo de combustível (diesel) por ônibus em litros/km/ano;
V – velocidade comercial do veículo em km/h;
G – greide (percentual absoluto, entre -2,46 e + 2,46)²¹.

O consumo de combustível em carros a gasolina com velocidade inferior a 72 km/h seria determinado pela equação:

$$cc_g = 0,049464 + 1,910553/V + 0,007066G \quad (4.2.16.)$$

)

σ	(0,083843)	(0,001446)
t	(22,79)	(4,89)

onde: cc_g – consumo de combustível (gasolina) por automóveis em litros/km/ano;
V – velocidade comercial em km/h;
G – greide (percentual absoluto, entre -2,46 e + 2,46).

Em automóveis a álcool, o consumo de combustível seria dado por:

$$cc_a = 0,096664 + 1,514418/V + 0,011587G \quad (4.2.17.)$$

)

σ	(0,082595)	(0,004445)
t	(18,33)	(2,61)

onde: cc_a – consumo de combustível (álcool) por automóveis em litros/km/ano;
V – velocidade comercial em km/h;
G – greide (percentual absoluto, entre -2,46 e + 2,46).

A partir do trabalho de Paiva (1992), considerou-se que 75% dos veículos do Distrito Federal seriam movidos a gasolina e os outros 25% seriam a álcool, proporção esta que foi mantida no estudo de caso ora apresentado.

Por fim, o consumo de combustível por caminhões poderia ser estimado a partir da seguinte equação:

²⁰ Ver GEIPOT e EBTU (1986).

²¹ Não se dispunha de dados relativos ao greide nas redes analíticas de ônibus, automóveis e caminhões, de forma que se optou por desprezá-los sem perda de precisão, uma vez que o coeficiente correspondente não é muito significativo, e o intervalo de variação de G também é pequeno.

$$cc_d^c = 0,196723 + 4,242969/V \quad (4.2.18.)$$

)

$$\begin{array}{ll} \sigma & (0,186177) \\ t & (22,79) \end{array}$$

onde: cc_d^c – consumo de combustível (diesel) por caminhões em litros/km/ano;
V – velocidade comercial em km/h.

Após o cálculo do cc para ônibus, automóveis ou caminhões, o custo do combustível (CC) seria obtido pela fórmula:

$$CC = cc * Pec * d * V_{o/c/a} * N \quad (4.2.19.)$$

)

onde: cc – consumo de combustível em litros/km/ano;

Pec – preço econômico do combustível (diesel, álcool e gasolina) em R\$/litro ou US\$/litro;

d – extensão percorrida diariamente em km/dia;

$V_{o/c/a}$ – volume médio de ônibus, caminhões ou automóveis;

N – número de dias de operação do sistema por ano (igual a 300 no Manual Operacional).

Pela metodologia da EBTU²², o cálculo do preço econômico dos combustíveis seria feita a partir das seguintes equações:

$$PecD = 0,791394161 * CD \quad (4.2.20.)$$

)

$$PecG = 0,718097156 * CG \quad (4.2.21.)$$

$$PecA = 1,002248321 * CA \quad (4.2.22.)$$

onde: CD – custo do diesel, igual a R\$ ou US\$ 0,353 por litro em julho/94, conforme consulta realizada ao Sindicato do Comércio Varejista de Derivados do Petróleo do DF;

CG – custo da gasolina, igual a R\$ ou US\$ 0,521 por litro em julho/94 pela mesma fonte;

CA – custo do álcool, igual a R\$ ou US\$ 0,413 por litro em julho/94 pela mesma fonte.

Já o custo dependente da extensão percorrida pelos veículos (CA) é obtido com base nas despesas com peças, pneus, câmaras de ar, recapagens de pneus, acessórios, mão-de-obra de manutenção, as quais estão compiladas em um fator "A". A partir de pesquisas bibliográficas para veículos considerados típicos no país, este fator representava, em janeiro de

²² Ver EBTU (1987).

1986, 0,065393175 US\$/km, para ônibus convencional (A_o), 0,04769814 US\$/km, para caminhões (A_c) e 0,029702082 US\$/km, para automóveis (A_a)²³.

Assim, o custo dependente da quilometragem (CA) seria obtido pela fórmula a seguir:

$$CA = A * d * V_{o/c/a} * N \quad (4.2.23.)$$

onde: A – fator dependente da quilometragem em R\$/km ou US\$/km;

d – extensão percorrida diariamente em km/dia;

$V_{o/c/a}$ – volume médio de ônibus, caminhões ou automóveis;

N – número de dias de operação do sistema por ano (300).

O custo dependente do tempo de operação dos veículos (CB), por sua vez, engloba despesas com motoristas, cobradores, fiscais do sistema de transporte coletivo, depreciação do veículo, remuneração do capital investido, despesas administrativas e seguros. Em janeiro de 1986, o valor estimado para o fator que compila tais despesas era 2,663280310 US\$/h para ônibus convencional (B_o), 2,975475463 US\$/h para caminhões (B_c) e nulo para automóveis (B_a)²⁴.

O custo CB seria, então, estimado com base na fórmula abaixo explicitada:

$$CB = B * d * V_{o/c/a} * N / V \quad (4.2.24.)$$

onde: B – fator dependente do tempo de operação em R\$/h ou US\$/h;

d – extensão percorrida diariamente em km/dia;

$V_{o/c/a}$ – volume médio de ônibus, caminhões ou automóveis;

N – número de dias de operação do sistema por ano (300);

V – velocidade comercial dos ônibus ou caminhões em km/h.

Em dezembro de 1991, os fatores utilizados para ônibus foram 0,2532602 US\$/km para A_o e 6,4902664 US\$/hora para B_o . Como nada foi especificado quanto ao custo operacional do sistema metroviário, utilizando as equações acima, bem como os valores de A_o e B_o , fez-se uma simulação dos cálculos realizados para obter uma aproximação daqueles fatores nas quatro linhas de metrô da rede simulada. A partir da estimativa do custo dependente da quilometragem (CA) e do custo operacional (CO) para tais linhas, ambos constantes da planilha daquele primeiro trabalho, e sabendo-se ser nulo o custo do combustível (CC), obteve-se um montante aproximado de 0,1033715 US\$/km para A_m e 229,23 US\$/hora para B_m .

²³ Ver EBTU (1987).

²⁴ Ver EBTU (1987).

Dados os custos dos combustíveis em julho de 1994 e atualizando os fatores A e B a partir da variação do índice de preços ao consumidor – IPC²⁵ da moeda americana entre janeiro de 1986 e julho de 1994 (35,28%), a exceção dos valores destes fatores para o metrô, os quais serão atualizados entre dezembro de 1991 e julho de 1994 (5,68%, pela mesma fonte), calculou-se os benefícios de redução de custos operacionais considerando as premissas constantes da tabela a seguir:

Tabela 4.40. – Cenários em Termos do BRCO

Cenário/ Benefício	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
BRCOo	A partir da revisão do esquema operacional ocorrida em setembro de 1993 (utilização de quatro carros também no entrepicos), houve, em relação à rede analítica de dezembro de 1991, um aumento de 16% no CO das linhas de metrô na situação com projeto, de forma a reduzir o benefício R\$/US\$ 3.925 mil	O benefício foi calculado pela rede analítica de dezembro de 1991 R\$/US\$ 5.008 mil	Em abril de 1997, a velocidade comercial dos ônibus foi reduzida em 10% na situação sem projeto da rede de dezembro de 1991, em função da implantação do sistema eletrônico de controle de velocidade, aumentando o benefício R\$/US\$ 7.021 mil
BRCOa e BRCOc	Desconsiderados neste cenário	Os benefícios foram obtidos a partir da rede analítica de agosto de 1992 A – R\$/US\$ 7.234 mil C – R\$/US\$ 765 mil	Considerando o crescente aumento da frota de veículos e, conseqüentemente, do congestionamento, estimou-se uma redução de 15% da velocidade dos automóveis e caminhões na situação sem projeto da rede de agosto de 1992, vindo a aumentar o benefício A – R\$/US\$ 10.036 mil C – R\$/US\$ 1.351 mil

Fonte: Cálculos da autora.

Observa-se que, após a aplicação do IPC de 1986 a 1994 sobre os fatores A₀ e B₀ definidos no Manual da EBTU, tais itens foram estimados em montantes muito inferiores (0,0884639 US\$/km e 3,6028856 US\$/hora) aos utilizados na avaliação de dezembro de 1991 (0,2532602 US\$/km e 6,4902664 US\$/hora, respectivamente). Em sendo muito grande a

diferença, considerou-se mais prudente utilizar a fonte da EBTU atualizada tanto para ônibus, quanto para carros e caminhões, apesar de os fatores relativos ao custo operacional do metrô terem sido obtidos a partir daqueles últimos valores, aplicando-se o IPC de 1991 a 1994 ($A_m = 0,109243$ US\$/km e $B_m = 242,25$ US\$/hora).

O tempo de viagem, por sua vez, poderia ser estimado pelo uso alternativo do tempo gasto em viagens de ônibus ou automóveis, já que representa o custo horário dos usuários e motoristas. No entanto, desconhecendo-se o valor monetário dos diversos usos alternativos possíveis, a estimativa recai sobre a renda média da população que se utiliza do transporte coletivo ou anda de carro. Por esta razão, a EBTU²⁶ estabeleceu em sua metodologia que o custo do tempo de viagem, medido em R\$/hora ou US\$/hora, seria baseado em uma renda de 3,5 salários mínimos para os passageiros do transporte coletivo (ônibus ou metrô) e de 10 salários mínimos para os motoristas de automóveis.

O custo do tempo de viagem por passageiro seria obtido a partir da seguinte equação:

$$ctv = RSM * SM * ES * PTUA/HET \quad (4.2.14)$$

onde: RSM – renda média em quantidade de salários mínimos mensais, considerada neste estudo de caso como igual a 3,17 salários mínimos para passageiros de ônibus, por ter sido este o quantitativo obtido pela CODEPLAN, em pesquisa domiciliar realizada em outubro de 1990; manteve-se o quantitativo estabelecido pela EBTU para os motoristas de carro (10);

SM – salário mínimo em R\$/mês ou US\$/mês;

ES – encargos sociais que venham a representar renda para o passageiro, como FGTS, 13º salário e descontos remunerados, considerado de janeiro de 1986 a dezembro de 1991 igual a 1,65;

PTUA – parcela do tempo que se estima tenha uso alternativo, considerado pela metodologia como sendo 30%;

HET – horas efetivamente trabalhadas por mês, iguais a 166 horas/mês.

O custo total por ano (CTV), medido em R\$/hora/ano ou US\$/hora/ano, pode ser calculado por meio da equação abaixo explicitada:

$$CTV = d/V * txo * V_{o/a} * N * ctv \quad (4.2.15)$$

onde: d – extensão percorrida pelo veículo diariamente em km/dia;

V – velocidade comercial em km/h;

²⁵ Revista "Conjuntura Econômica", de julho de 2000.

²⁶ Ver EBTU (1987).

txo – taxa de ocupação dos ônibus ou dos automóveis;

$V_{o/a}$ – volume médio de ônibus ou automóveis;

N – número de dias de operação do sistema por ano (300);

ctv – custo econômico do tempo de viagem de cada passageiro em R\$/hora ou US\$/hora.

No caso deste benefício, as estimativas foram feitas adotando-se o salário mínimo de julho de 1994, de US\$ 49,90, e a partir das seguintes considerações:

Tabela 4.41. – Cenários em Termos do BRTV

Cenário/ Benefício	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
BRTVo	Também como conseqüência da revisão do esquema operacional do Metrô, o custo tempo de viagem dos usuários de ônibus e de metrô foi reduzido em 14% na situação sem projeto e em 21% na situação simulada, ambas da rede de dezembro de 1991, reduzindo o benefício	O benefício foi calculado pela rede analítica de dezembro de 1991	A redução em 10% da velocidade comercial dos ônibus na situação sem projeto da rede de dezembro de 1991, por si, já altera o custo do tempo de viagem dos usuários.
	R\$/US\$ 41.058 mil	R\$/US\$ 42.123 mil	R\$/US\$ 54.473 mil
BRTVa	Desconsiderado neste cenário	Obteve-se o benefício a partir da rede analítica de agosto de 1992	O benefício foi calculado considerando a redução de 15% da velocidade de circulação dos automóveis constante da rede de agosto de 1992
		RS/US\$ 13.635 mil	RS/US\$ 22.603 mil

Fonte: Cálculos da autora.

Os benefícios de incentivo à atividade econômica (BAECON) e de redução do custo de manutenção da malha viária (BRCM) e da quantidade de acidentes (BRACID), bem como o valor residual de equipamentos e vias (VR), foram obtidos a partir da mesma metodologia aplicada nos estudos anteriores. Há que se ressaltar que a metodologia da EBTU não menciona o benefício de incentivo à atividade econômica e o valor residual dos equipamentos, mas os mesmos foram considerados nesta análise para se manter uma base comparativa com os estudos anteriores.

Utilizando a metodologia da primeira análise para a estimação, um mesmo valor do BAECON foi considerado em todos os cenários. Partindo de um levantamento das áreas que

poderiam ser destinadas a atividades econômicas²⁷, bem como de um custo de US\$ 122,00/m², ou de US\$ 128,93/m², após a aplicação do IPC, o benefício foi considerado como da ordem de US\$ 325.114 mil.

Menciona-se que o cálculo deste benefício desconsidera totalmente os custos de implantação da infra-estrutura do bairro de Águas Claras, relativas aos sistemas viário, de saneamento, de água etc., não representando, estritamente, o benefício econômico.

O benefício de redução do custo de manutenção do sistema viário também foi estimado com base na premissa de que 50% deste custo se manteria após a implantação do projeto e considerando um dispêndio anual médio de US\$ 55.252,00 por quilômetro em 1991²⁸, ou aproximadamente US\$ 58.390 por quilômetro em 1994, após a aplicação do IPC de 1991 a 1994 (5,68%). Diferentemente, foram obtidos os benefícios para os três cenários, variando-se a extensão dos corredores beneficiados, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 4.42. – Cenários em Termos do BRCM

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Extensão de 74 km, conforme estimativa constante da avaliação de dezembro de 1991	Extensão de 87 km, que é a média aritmética entre a maior e a menor extensão já considerada pelas avaliações anteriores para o corredor de interesse	Extensão de 100 km, conforme estimativa da avaliação de agosto de 1992
US \$ 2.160 mil	US \$ 2.540 mil	US \$ 2.920 mil

Fonte: Cálculos da autora.

De acordo com a metodologia da EBTU, considera-se o benefício de redução de acidentes quando um dos objetivos do projeto for segurança. No caso da implantação deste projeto, a segurança será um efeito relevante, como discutido na seção anterior, visto as próprias características do sistema metroviário e a previsão de edificação de passarelas de acesso exclusivo ao metrô.

Considerando a frota de veículos no Distrito Federal era da ordem de 542.533 veículos em julho de 1994²⁹, bem como uma redução de 20% no custo com acidentes³⁰, obteve-se o benefício considerando diferentes índices de acidentes para os três cenários, como apresentado a seguir:

²⁷ Ver CEM (1991).

²⁸ Ver CEM (1991).

²⁹ Dado fornecido pelo Departamento de Trânsito – DETRAN/DF.

³⁰ Ver CEM (1991).

Tabela 4.43. – Cenários em Termos do BRACID

Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Estimativa com base nos índices por mil veículos: <ul style="list-style-type: none"> • 1,08 com vítimas fatais; • 15,44 com vítimas leves; • 57,36 sem vítimas (com danos materiais); 	Estimativa com base nos índices por mil veículos: <ul style="list-style-type: none"> • 1,12 com vítimas fatais, média dos cenários 1 e 3; • 15,44 com vítimas leves; • 57,36 sem vítimas (com danos materiais); 	Estimativa com base nos índices por mil veículos: <ul style="list-style-type: none"> • 1,16 com vítimas fatais; • 15,44 com vítimas leves; • 57,36 sem vítimas (com danos materiais);
R\$/US\$ 7.539 mil	R\$/US\$ 7.583 mil	R\$/US\$ 7.627 mil

Fonte: Cálculos da autora.

A avaliação de dezembro de 1991 considerou os custos dos sinistros mencionados na tabela anterior nos montantes de: US\$ 9.578,00 para acidentes com vítimas fatais, US\$ 215,00 para acidentes com vítimas leves e US\$ 908,00 para acidentes com danos materiais. Esses valores, no entanto, apresentam uma inconsistência, na medida em que o custo com vítimas leves é inferior ao custo do sinistro com danos materiais. A despeito disso, tais valores foram considerados na presente análise, procedendo-se novamente a uma atualização a partir da variação do IPC da moeda americana (5,68%).

O valor residual de equipamentos e vias do sistema metroviário foi primeiramente determinado na avaliação de maio de 1997. Partindo dos percentuais do total investido que cada item representava naquele estudo e sabendo-se que a estimativa de investimento total, em termos econômicos e a preços de julho de 1994, é de R\$/US\$ 1.036.150 mil, o valor residual, único para todos os cenários, foi calculado em US\$ 124.867 mil, como demonstrado a seguir:

Tabela 4.44. – Valor Residual de Equipamentos e Vias

Especificações	R\$/US\$ - mil			
	% do Valor Investido	Valor Investido	% do Valor Residual	Valor Residual
Trens	22,27%	260.247,09	2%	5.204,94
Estações	16,84%	196.825,53	50%	98.412,77
Oficinas (CCO e CAO)	2,95%	34.444,47	50%	17.222,23
Via Permanente	16,65%	194.551,10	2%	3.891,02
- Superfície	11,90%	139.090,04		
- Túnel	4,75%	55.461,06		
Subestações	0,58%	6.779,55	2%	135,59
Total	59,28%	692.847,74		124.866,55

Fonte: CEM (1997) e cálculos da autora.

Sobre os benefícios foi aplicado uma projeção de 4% ao ano, estimada pela CODEPLAN após a pesquisa domiciliar realizada em 1990. Ressalta-se que, atualmente, essa taxa se apresenta superior ao esperado, que é de aproximadamente 2,5% ao ano, a projeção população da própria CODEPLAN.

Além disso, nos dois primeiros anos de funcionamento do sistema, considerou-se apenas 70% do custo de manutenção e dos benefícios, vez que se estima a operação de Ceilândia somente a partir de 2003, escalonando-se o BAECON em quinze anos, a partir de 1995.

Obtiveram-se os valores das figuras de mérito (relação benefício-custo, valor presente líquido e taxa interna de retorno) nos três cenários para a situação provável, com a operação a partir de 2001, e também para uma simulação onde a operação se desse a partir de 1995, somando a capitalização dos recursos de 1992 e 1993 ao restante dos investimentos e inserindo o montante resultante no ano de 1994 do fluxo de caixa. Os resultados obtidos foram:

Tabela 4.45. – Resultados da Avaliação Econômica

Cenário	Operação em 1995			Operação em 2001		
	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR
1	0,5956	(543.342)	6,66%	0,4519	(583.240)	5,44%
2	0,7982	(271.183)	9,52%	0,5737	(453.576)	7,40%
3	1,0253	33.986	12,29%	0,7141	(304.186)	9,22%

Nota: B/C – relação benefício-custo;
NPV – valor presente líquido;
TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: Cálculos da autora.

Pelos valores constantes da tabela anterior, verifica-se que somente o cenário 3, resultante de situações que acabaram por acontecer ao longo do período de implantação (aumento do número de acidentes e redução da velocidade dos veículos automotores em função do aumento da frota), apresentou figuras de mérito dentro dos padrões estabelecidos se a operação tivesse começado em 1995. No entanto, mesmo considerando o último cenário, o projeto não apresentava características de viabilidade que pudessem garantir atraso na entrada em operação do projeto.

Avaliando a variação percentual das figuras de mérito entre 1995 e 2001, bem como a variação desses indicadores entre 2001 e 2002, e entre 2002 e 2003, caso a operação se iniciasse, respectivamente, em 2002 e em 2003 (assumindo que os investimentos a serem

efetuados a partir de 2001 seriam igualmente distribuídos nos anos seguintes), obteve-se os montantes expressos na tabela a seguir:

Tabela 4.46. – Variação Percentual das Figuras de Mérito

Cenário	1995/2001			2001/2002			2002/2003			2001/2003		
	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR
1	-24%	-7%	-18%	-6%	-4%	-4%	-6%	-3%	-4%	-11%	-8%	-8%
2	-28%	-67%	-22%	-7%	-8%	-4%	-7%	-7%	-4%	-13%	-15%	-8%
3	-30%	-995%	-25%	-7%	-18%	-5%	-7%	-13%	-5%	-14%	-33%	-9%
MÉDIA	-28%	-357%	-22%	-7%	-10%	-4%	-7%	-8%	-4%	-13%	-19%	-8%

Nota: B/C – relação benefício-custo;
NPV – valor presente líquido;
TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: Cálculos da autora.

Descartando o resultado relativo ao valor presente líquido entre 1995/2001, cujas variações foram muito discrepantes, pode-se verificar que a relação benefício-custo reduziu em 28% e a taxa interna de retorno, em 22% em seis anos de atraso. Observa-se, ainda, que cada ano de atraso no cronograma de implantação significaria uma redução de cerca de 7% da relação benefício-custo, 9% do valor presente líquido e 4% da taxa interna de retorno, o que é extremamente significativo neste projeto.

Por fim, vale fazer uma comparação dos resultados relativos ao caso 2 das avaliações anteriores com os ora estimados. A exceção da avaliação de maio de 1997, na qual foram inseridos outros benefícios não considerados nesse estudo pela ausência de respaldo metodológico, tais resultados constam da tabela a seguir:

Tabela 4.47. – Resultados das Avaliações Anteriores (Caso 2)

Avaliação	B/C	NPV	TIR
Dez/91	2,0220	459.319,97	23,28%
Ago/92	1,5220	432.130,70	18,17%
Set/93	1,0866	73.195,44	13,14%
Dez/93	1,0741	63.353,79	12,99%
Out/96	1,1274	150.904,09	13,66%
Abr/97	1,1672	208.509,94	14,16%

Fonte: CEM (1991, 1993, 1996 e 1997);
Paiva (1992).

Algumas ressalvas devem ser feitas antes da simples comparação entre os valores da tabela anterior com aqueles obtidos neste estudo de caso. Além de diferenças entre os anos em que o sistema entraria em operação, bem como nos valores de investimento, o salário

mínimo e os fatores A e B utilizados nos cálculos deste estudo são os elementos que mais divergem daqueles utilizados em dezembro de 1991, para ônibus e metrô, e agosto de 1992, para automóveis e caminhões, muito superiores aos considerados neste estudo de caso. Desta forma, os indicadores obtidos nesta oportunidade não poderiam ser comparados aos anteriormente estimados.

4.2. Os Impactos do Sistema Metroviário

Podem ser identificados diversos impactos nas duas fases do projeto – implantação e operação, que se traduzem nas externalidades geradas pela mudança que o sistema metroviário provoca na economia de Brasília-DF. Muitos deles não foram quantificados nas análises anteriores, mas são de extrema importância para uma avaliação mais precisa da compensação daquela falha de mercado, como abordado no segundo capítulo. Assim, nesta seção objetiva-se explicitar tais impactos e apresentar algumas metodologias de mensuração, as quais ainda não foram aplicadas em função da ausência de dados.

Os impactos positivos sentidos durante a execução da obra relacionam-se com a expansão do mercado da construção civil em Brasília, tanto em termos da demanda por mercadorias e serviços, quanto em termos da oferta de trabalho³¹. Na fase de operação, os benefícios de redução do custos operacionais, dos acidentes, do tempo de viagem e dos custos de manutenção do sistema viário, bem como o de dinamização das atividades econômicas nas regiões próximas ao metrô puderam ser quantificados e monetarizados por meio das metodologias apresentadas capítulo anterior e na Seção 4.1, embora algumas delas possam ser questionadas.

A estimativa da redução do custo operacional, por exemplo, depende de uma simulação de como será a operação após a implantação do novo sistema, conferindo um grau de incerteza ao seu cálculo. Além disso, é importante ressaltar que o cálculo do referido custo leva em conta os preços dos combustíveis estabelecidos com base numa das menores cotações do barril de petróleo, verificada na década de 90, o que provocou uma provável subestimativa do benefício.

³¹ Destacam-se como impactos negativos durante a implantação o bloqueio a ruas e avenidas (principalmente na Avenida Central em Taguatinga), a obstrução ao trânsito pelo tráfego de máquinas e caminhões, bem como pela própria locação da obra, a remoção da cobertura vegetal na área de instalação dos canteiros-de-obra, a disposição de rejeitos em função da movimentação de terra (bota-fora), o seccionamento do Parque do Guará, por onde passa o eixo do metrô, e a elevação do nível de ruído e poeira devido ao funcionamento das máquinas e equipamentos de construção, os quais, pelo caráter transitório que possuem, imagina-se que sejam suplantados pelos benefícios do sistema.

Já a redução de acidentes apresenta-se ainda mais complexa, visto que não há como valorar uma vida, apesar da tentativa de fazê-lo a partir do prêmio de um seguro de vida. Assumindo uma postura mais conservadora, seria possível apenas calcular os custos com o seguro e o reparo dos veículos, o valor da internação hospitalar e, de forma controversa, o valor do tempo parado daqueles que sofrem acidentes. Existem estudos que consideram que os custos com acidentes em um país pode representar até 2,0% do PIB (Vasconcellos e Lima, 1998).

A redução do tempo de viagem, e por conseqüência o ganho real pela possibilidade de uso alternativo do tempo economizado, bem como o aumento da confiabilidade, da segurança e do conforto do sistema, podem ser considerados como de difícil quantificação. Isso porque, no respeitante à redução do tempo de viagem e ao ganho, por exemplo, para uso em lazer, a renda dos usuários de transporte público seria uma subestimativa do benefício³², vez que se pode atribuir um valor mais elevado à hora de tempo economizada nos deslocamentos dependendo de como ela será melhor aproveitada. Existe um estudo nos Estados Unidos que apresenta uma aproximação para o custo médio dos usuários do sistema de transporte da ordem de US\$ 10,50/hora, em função do valor que as pessoas atribuem ao tempo (Vasconcellos e Lima, 1998).

Não se mostra evidente, da mesma forma, a estimação do valor atribuído à confiabilidade, à segurança e ao conforto de um sistema, apesar de a análise de agosto de 1992 tentar estimar um acréscimo de 5% no benefício de redução de tempo de viagem em função destes aspectos. A dificuldade de lhes atribuir um valor reside mais uma vez no fator renda, pois, na hipótese de se realizar uma pesquisa de disposição a pagar por aquelas melhorias no transporte (confiabilidade, segurança e conforto), ter-se-ia um limite implicitamente imposto pela restrições orçamentárias dos usuários, enquanto o valor relativo a tais melhorias poderia ser superior.

Também são benefícios a redução do consumo de combustíveis, de quantificação quase imediata a partir das equações de consumo associadas às redes de transporte representativas da situação anterior e posterior à implantação do projeto, assim como a melhoria das condições de tráfego, a diminuição dos níveis de emissão de poluentes e de ruídos na atmosfera, todos devidos à diminuição do quantitativo de veículos.

Os impactos da melhoria no sistema de transporte em termos de poluição e congestionamentos são muito estudados atualmente. Várias são as metodologias de quantificação destes fatores para se avaliar a redução após a implantação de um projeto de transporte.

³² A renda média dos usuários do sistema de transporte seria um patamar mínimo para o cálculo do benefício de redução do tempo de viagem.

Em termos de poluição, o que se pode mensurar é o prejuízo direto à saúde das pessoas, estimando os gastos com internações hospitalares e compra de medicamentos relacionados às doenças mais sintomáticas (problemas cardíacos e pulmonares, anemia e bronquite), bem como aqueles associados à perda da hora de trabalho. Contudo, não há como saber quais os reais danos à flora e à atmosfera no longo prazo devido aos poluentes eliminados pelos veículos automotores (monóxido de carbono, hidrocarbonetos, dióxido de enxofre e de nitrogênio). Evidentemente, tais custos variam de acordo com as condições de cada cidade em que se avalia um projeto de transporte (regime de ventos, ocorrência de reações químicas com outros agentes, etc.), porém, estudos recentes apresentam a estimativa de 0,4% do PIB para as despesas decorrentes da poluição (Vasconcellos e Lima, 1998).

Os níveis de congestionamento podem ser mensurados pelo cálculo dos custos marginais para cada veículo adicional na via (em função de uma curva que descreva a relação entre o fluxo de veículos e a velocidade), ou do *quantum* que os motoristas deveriam pagar para que se reduza a demanda até a capacidade das vias, ou do custo para se aumentar tal capacidade até o ponto ótimo de circulação de veículos, ou, ainda, de quanto tempo é perdido na via, em relação a um nível ótimo de congestionamento, uma vez que reduzi-lo a zero pode ser muito caro. Ressalta-se, no entanto, que os gastos associados ao congestionamento variam entre as modalidades de transporte, visto que atrasos no deslocamento por automóveis são socialmente mais baratos que aqueles relativos ao transporte coletivo.

Apesar de a implantação do metrô, que é uma medida relativa à oferta de transporte, causar impactos consideráveis nos níveis de poluição e congestionamento, esses dois problemas devem ser controlados por meio de outras medidas, como, por exemplo, o estabelecimento de níveis máximo de emissão de poluentes associado a um sistema de multas, ou o controle do uso de automóveis por meio do *carpooling*.

Em termos da redução dos níveis de ruídos, pouco se estuda. As metodologias existentes são extremamente controversas, porque não há como se atribuir custo à perda total ou parcial da audição.

Menciona-se, ainda, o aumento da disponibilidade de vagas em estacionamentos nas regiões servidas pelo metrô. Tendo em vista uma provável migração do uso de automóveis para o metrô, pelas características de segurança e confiabilidade que lhe são atribuíveis, haverá menor concorrência na procura de locais para o estacionamento de veículos automotores.

Muitos custos também foram sentidos, sem que se pudesse considerá-los ou quantificá-los. Um dos mais evidentes e que seria de fácil valoração se os dados fossem

disponibilizados, é aquele relativo à dívida adquirida para viabilizar um projeto deste porte, tanto em termos sociais quanto financeiros. De outra forma, porém, apresenta-se extremamente problemática a avaliação do custo social que pode ter havido na utilização dos recursos disponíveis na implantação do metrô, em vez de em outros projetos até mais básicos, como por exemplo aqueles relativos à saúde.

Caracteriza-se como custo o chamado “efeito-barreira”. A circulação das pessoas e dos veículos nos trechos em que o metrô é de superfície fica dificultada, imputando um prejuízo de difícil quantificação, vez que se teria que atribuir valores às necessidades de circulação em diferentes situações.

Por fim, como a tendência da população é morar próximo às regiões de maior mobilidade, existirão grandes pressões para que se altere o uso do solo. Isso pode levar a grandes custos, sendo necessária uma intervenção governamental eficiente no sentido de otimizar a ocupação e de minimizar esse efeito negativo.

Com base em todos os benefícios e custos apresentados nesta seção, na hipótese de quantificá-los e valorá-los, ter-se-iam outros resultados para as figuras de mérito da análise custo-benefício. Por esta razão, um processo decisório baseado somente nos elementos considerados na análise da seção anterior é temerário e não permitiria uma conclusão acerca da viabilidade do projeto, gerando a necessidade de se realizar levantamentos mais profundos ou utilizar uma outra ferramenta para a decisão.

Contudo, os efeitos que o atraso na implantação do projeto provocaram são independentes disso. Os indicadores, mesmo que obtidos pela quantificação de uma parte dos benefícios e custos envolvidos no processo, sofreram um grande impacto em função daquele atraso, tornando-se desfavoráveis em um momento em que a maioria dos custos já haviam sido sentidos, sem que se pudesse usufruir da totalidade dos benefícios, de forma a evidenciar, por outro lado, a inviabilidade de se abandonar o projeto na atual conjuntura.

4.3.

A Análise Operacional e Financeira

Assim como a implantação, também a operação do sistema pelo setor público garante a correção das falhas de mercado relativas ao monopólio natural e às externalidades, bem como o alcance de metas distributivas do governo. A tarifa necessária para cobrir os custos com investimentos e operação do metrô, considerando ou não o atraso na implantação do sistema, dá uma noção do valor do subsídio governamental que promova a equidade e seja o instrumento de minimização daquelas falhas. A estimativa de tal tarifa permite também verificar em que termos a participação do governo poderia diminuir, a partir da inserção do setor privado no mercado de

transporte coletivo, bem como avaliar a precificação mais adequada ao caso específico. Esses são os principais objetivos da presente seção, para a qual foram realizadas diversas avaliações operacionais e financeiras do empreendimento, simulando-se a dívida contraída para a implantação pública do sistema metroviário de Brasília-DF.

Para essa análise, o investimento financeiro foi considerado nos anos de respectivo desembolso, totalizando US\$ 1.375.000 mil. Em termos de outros dispêndios anuais, considerou-se um custo financeiro de manutenção próximo a US\$ 11.104 mil³³, de administração da ordem de US\$ 12.000 mil e de operação de US\$ 1.284 mil, obtido a partir da rede analítica do sistema de transporte projetada para 1994 e dos fatores A_m e B_m apresentados na Seção 4.1, também sem o desconto de 15%, haja vista a necessidade de determinação do custo financeiro. Todos esses valores foram considerados em termos nominais, referentes a julho de 1994, quando o dólar americano coincidia com o real.

Também pela rede analítica projetada para 1994, depreende-se que, diariamente, as quatro linhas de metrô atenderiam 38.618 passageiros/hora/dia, o que representaria cerca de 75 milhões de passageiros por ano, considerando 6,2 horas-tipo de funcionamento, bem como vinte e seis dias por mês, demanda essa próxima daquela verificada na cidade do Rio de Janeiro. No entanto, para a estimativa da receita bruta entre 2003 e 2032 (período de vida útil do projeto)³⁴, variou-se a demanda, considerando-a também 20% superior (90 milhões de passageiros/ano) e 20% inferior (60 milhões de passageiros/ano), bem como as tarifas, com o intuito de se estimar qual ocorreria em três diferentes situações, a saber:

- receita bruta (número de passageiros multiplicado pela tarifa – RB), subtraída dos custos (administrativos, operacional e de manutenção – C) e dos impostos (sobre receita bruta e líquida – I), igual a zero em 2003 – tarifa de equilíbrio operacional ($(RB - C - I)_{2003} = 0$);
- receita bruta subtraída dos custos (RB), dos impostos (I) e da amortização da dívida simulada (D), igual a zero em 2003 – tarifa de equilíbrio operacional/financeiro ($(RB - C - I - D)_{2003} = 0$);
- valor presente líquido do projeto nulo a uma taxa de desconto de 12% ao ano – tarifa de equilíbrio financeiro sob a ótica privada³⁵ ($\sum_{i=1992}^{2032} (RB - C - I - D)_i^{vp} = 0$, onde a notação vp representa o valor presente do superávit/déficit de cada ano do fluxo de caixa das receitas e despesas do sistema metroviário entre os anos de 1992 e 2032).

³³ A metodologia de cálculo já foi apresentada na Seção 4.1.

³⁴ Para esta simulação, considerou-se que o sistema entraria totalmente em operação em 2003.

³⁵ O percentual de 12% ao ano pode ser considerado inferior ao exigido pelo setor privado.

A dívida contraída para a implantação do sistema foi estimada em 40% do investimento total, simulando-se o pagamento em quinze anos a partir de 2003, a uma taxa de juros de 10% ao ano, capitalizados de 1992 até 2002, com amortizações que representam cerca de 13% do principal.

Em todas as situações, foram considerados seis impostos. Quatro são sobre a receita bruta, que são a CPMF (0,30%), o ISS (1%), o PIS/PASEP (0,65%) e o COFINS (3%). Os outros dois são sobre a receita líquida: a CSLL (12%) e o IRPJ (15%, acrescido de 10% sobre a parcela que excede a R\$ 20.000,00). Calculou-se a receita líquida subtraindo-se os impostos sobre receita bruta, bem como o pagamento dos juros da dívida e a depreciação, estimada linearmente em 25 anos.

Os valores calculados das tarifas para aquelas três situações são próximos aos expressos na tabela abaixo:

Tabela 4.48. – Tarifas de Equilíbrio – Operação em 2003

	R\$		
<i>Demanda (em milhões)</i>	60	75	90
<i>Tarifas</i>			
<i>Equilíbrio Operacional</i>	0,43	0,34	0,29
<i>Equilíbrio Operacional/Financeiro</i>	3,09	2,47	2,06
<i>Equilíbrio Financeiro</i>	8,87	7,10	5,92

Fonte: Cálculos da autora.

Como já ressaltado no segundo capítulo, os altos custos de investimentos associados ao metrô (presentes na análise do equilíbrio operacional/financeiro e financeiro) mostram-se como o principal complicador da participação do setor privado na oferta do serviço, pois os valores das tarifas de equilíbrio operacional demonstram a viabilidade do sistema somente em termos puramente operacionais, onde se desconsideram aqueles investimentos, enquanto as tarifas das outras duas situações indicam a necessidade da participação do governo na provisão.

Também pelos valores expressos na Tabela 4.9., verifica-se uma relação inversa com a demanda pelo serviço, observando-se a sensibilidade das tarifas à população atendida pelo sistema: os montantes reduzem cerca de 20% se a demanda subir de 60 milhões de pessoas/ano para 75 milhões de pessoas/ano e diminuem mais 15% se a demanda for de 90 milhões de pessoas/ano. Esse resultado estabelece indiretamente uma relação também inversa entre a demanda e o subsídio do governo, que seria tanto menor quanto menor fosse a tarifa. No entanto, vale ressaltar novamente, que a influência da tecnologia construtiva do sistema metroviário é mais

representativa, vez que a variação da tarifa entre as três situações propostas mostra-se muito superior àquelas observadas em função da demanda. Isso porque, de uma situação operacional, passa-se a considerar parte dos custos de implantação do metrô, traduzidos ou na dívida contraída para a implantação do sistema (equilíbrio operacional/financeiro), ou, no caso mais extremo, em tal dívida somada à remuneração do capital investido (equilíbrio financeiro).

O equilíbrio operacional/financeiro retrata uma situação em que toda a sociedade, usuária ou não do sistema, iria arcar com a dívida adquirida para a implantação do projeto. Considerando que a maior tarifa atual é de R\$ 1,50, seria possível se pensar em parcelar o encargo de tal dívida entre a sociedade e os usuários do sistema. No entanto, tendo em vista a renda de tais usuários, a tarifa naquele patamar (R\$ 1,50) implicaria uma importante participação da sociedade como um todo nessa responsabilidade, uma vez que, com uma demanda de 75 milhões de passageiros/ano, a tarifa necessária para cobrir a dívida seria de aproximadamente R\$ 2,47 (Tabela 4.9.), restando uma parcela de R\$ 0,97 por passageiro, o que representa um subsídio governamental de 39% da receita necessária para cobrir todos os dispêndios do sistema.

Considerando a renda mensal média *per capita* dos usuários de ônibus do eixo de interesse do metrô, bem como a projeção da população das respectivas regiões administrativas, como apresentadas na tabela a seguir, pode-se inferir o que tarifas da magnitude daquelas apresentadas pela Tabela 4.9. representam na renda. Enquanto a tarifa de R\$ 1,50 comprometeria 25% da renda de um residente de Ceilândia³⁶, para uma necessidade de locomoção para o trabalho, sem o subsídio governamental, a menor tarifa de equilíbrio operacional/financeiro (de R\$ 2,47) iria comprometer cerca de 41% da renda daquele residente, demonstrando, pelo lado da renda, a necessidade da participação do governo na oferta do serviço.

Tabela 4.49. – Renda *Per Capita* e Projeção da População

Localidade	Renda Média Mensal <i>Per Capita</i> (em salários mínimos)	População em Dezembro de 1999
Brasília	8,65	223.760
Guará	5,09	112.874
Taguatinga	3,83	242.593
Samambaia	1,79	170.558
Ceilândia	1,76	374.123

Fonte: PISEF/DF e cálculos da CODEPLAN (1997);
 Projeção da População da Região Centro-Oeste e Tocantins 1997-2000- IBGE/CODEPLAN (1999);
 Contagem da população de 1996.

³⁶ Segundo a PISEF/DF, a renda mensal do residente de Ceilândia seria de 1,76 salários mínimos, o que é próximo a R\$ 265,76, considerando o salário mínimo de R\$ 151,00 (Revista Conjuntura Econômica de agosto de 2000).

Ressalta-se que a população dessas localidades soma 1.123.908 habitantes, o que representa 56% da população do Distrito Federal em 1999 (1.992.125 habitantes), existindo apenas mais duas RA's (Gama e Planaltina) com população superior à registrada no Guará. Desta forma, embora Brasília, Guará e Taguatinga tenham rendas bem maiores que a menor renda verificada no DF (1,07 salários mínimos no Paranoá), a melhoria do sistema atender 27% da população do DF ou 48% da população residente na área de influência do sistema (Samambaia e Ceilândia) que possui renda inferior  verificada no Gama e pouco superior  de Planaltina e do Paranoá e que se desloca principalmente para Brasília e Taguatinga.

Tais características indicam a existência de um patamar máximo de tarifa definido em função da renda de uma parcela significativa dos agentes consumidores, evidenciando uma das restrições de mercado da precificação que se venha estabelecer. Associado a isso, tem-se a provisão de um serviço cujo custo marginal de produção é decrescente, restando ao governo, na figura do monopolista, definir uma política de maximização de receita não pelo aumento da tarifa, e sim pelo estabelecimento de um sistema de preços discriminatório, o que seria mais próximo um dos tipos de precificação apresentados no segundo capítulo, a precificação do tipo *peak load*.

A tarifa máxima correspondente  restrição orçamentária dos usuários de mais baixa renda poderia ser cobrada apenas nos horários de pico, definindo-se preços inferiores para os horários de menor demanda pelo sistema. Os usuários cuja demanda  inelástica, ou seja, aqueles que precisam se deslocar nos horários de pico, pagariam então a maior tarifa, enquanto os de maior elasticidade-preço, que podem se deslocar nos entrepicos, pagariam tarifas menores³⁷. Como resultado, poder-se-ia atrair mais consumidores para o sistema, aumentando sua receita operacional e desestimulando o seu uso no horário de pico, de forma a se evitar que o aumento da demanda exija um incremento da capacidade do metrô na mesma proporção, como já se verifica em Brasília no tocante ao atual sistema de transporte coletivo (nibus). Essa discriminação de mercado assemelha-se  precificação do tipo *peak load*, com a diferença de que, nesse caso, os usuários responsáveis pela capacidade do sistema estariam pagando a maior tarifa estabelecida, mas a separação do mercado consideraria o fator renda além da elasticidade-preço da demanda.

Alternativamente, o governo poderia regular a oferta do serviço pela definição de lucro ou déficit da empresa provedora, ou pela taxa de retorno máxima do sistema, podendo gerar os problemas distributivos ou alocativos mencionados no segundo capítulo. Porém, pelos valores das tarifas de equilíbrio financeiro, verifica-se claramente a necessidade de regulação desse tipo de mercado caso o provisionamento seja feito pelo setor privado, como forma de se evitar o

estabelecimento de um sistema de preços abusivos, que considerem apenas a maximização de lucro em detrimento do bem-estar social.

Na análise financeira, para a qual se considera uma remuneração do capital da ordem de 12% ao ano, atinge-se um patamar elevadíssimo de tarifa (Tabela 4.9.). Esse tipo de análise não pode ser considerada no presente caso porque despreza todas as externalidades provocadas pelo sistema, cuja correção seria exatamente a compensação pelo governo dos benefícios sociais que o sistema provoca, reduzindo o valor da tarifa a ser cobrada pelo setor privado. A ótica financeira demonstra, portanto, a inviabilidade da provisão exclusivamente privada desse tipo de serviço, bem como a necessidade do subsídio do governo como forma de correção da falha de mercado provocada pelas falhas de mercado presentes.

A título ilustrativo, simulou-se uma situação de demanda de 90 milhões de pessoas por ano em que a iniciativa privada investiria um percentual do montante necessário à implantação do sistema no mesmo tempo gasto pelo governo (1992 a 2002)³⁸, tomando emprestado 50% desta quantia nas mesmas condições apresentadas anteriormente e tendo o direito a exploração comercial durante a vida útil do projeto. Como resultado obteve-se as seguintes estimativas:

Tabela 4.50. – Tarifas de Equilíbrio Financeiro – Parceria com o Setor Privado

Percentual Investido pelo Setor Privado	Tarifa
50%	2,99
40%	2,45
30%	1,91

Fonte: Cálculos da autora.

Quanto maior o percentual investido pelo setor privado maior a tarifa porque, além de se aumentar os encargos da dívida que aquele setor contrairia para entrar nesse mercado, também se ampliaria a remuneração do capital privado aplicado no sistema. No entanto, mesmo o menor percentual de investimento do setor privado, o que representaria uma maior participação do governo na implantação do sistema, poderia requerer subsídio à operação. Porém, na situação de 30% do investimento para o setor privado, tal participação governamental se daria em menor valor quando comparado com a provisão exclusivamente pública³⁹, não seriam despendidos recursos

³⁷ É importante ressaltar que existe uma ineficiência associada à separação de mercado nestes termos. A aquisição de um mesmo produto por diferentes preços induz os agentes a terem distintas taxas de substituição daquele bem, provocando uma ineficiência distributiva. Ver Schmalensee (1981).

³⁸ Desconsiderou-se, portanto, o ganho de eficiência na aplicação dos recursos que provavelmente ocorreriam com a presença do setor privado na provisão do serviço, uma vez que se teriam maiores estímulos à operação mais imediata do sistema.

³⁹ Na provisão unicamente pública, para a demanda de 90 milhões de passageiros/ano e uma tarifa máxima de R\$ 1,50, a tarifa necessária para cobrir todos os dispêndios do sistema seria de R\$ 2,06, de forma que o governo teria que subsidiar cerca de 27% da receita necessária para cobrir todos aqueles custos. Na provisão mista, com o setor privado participando

com despesas administrativas, operacionais e de manutenção, e talvez não fosse necessário contrair dívidas para a implantação do sistema se a sociedade fosse capaz de arcar com o percentual restante do valor do empreendimento, usufruindo, em contrapartida, dos benefícios que o sistema traria.

Por fim, apresenta-se também uma simulação da operação do sistema a partir de 1995, onde o investimento total foi inserido em 1994, calculando-se somente as tarifas de equilíbrio financeiro e operacional/financeiro em 1995, uma vez que a tarifa de equilíbrio operacional não se altera. Obteve-se os seguintes valores:

Tabela 4.51. – Tarifas de Equilíbrio – Operação em 1995

R\$			
<i>Demanda (em milhões)</i>	60	75	90
<i>Tarifas</i>			
<i>Equilíbrio Operacional/Financeiro</i>	1,82	1,46	1,22
<i>Equilíbrio Financeiro</i>	4,18	3,33	2,78

Fonte: Cálculos da autora.

A comparação dessas tarifas com aquelas contidas na Tabela 4.9. demonstra novamente o efeito do atraso da implantação da obra, nesta oportunidade sobre o valor da tarifa⁴⁰. Os efeitos da demora sobre a dívida contraída para o empreendimento podem ser sentidos pela variação da tarifa de equilíbrio operacional/financeiro, e os grandes descontos que se impõe à receita também provocados pelo atraso podem ser representados pela variação da tarifa de equilíbrio financeiro, variações estas de no mínimo 70%, demonstrando ser a demora na implantação um outro importante fator para o subsídio governamental da implantação e operação do sistema metroviário de Brasília-DF.

se estudo foram os relativos à implantação e à manutenção. Em termos de investimento, o estudo levou em conta um custo financeiro de US\$ 657,11 milhões, cujo cronograma previa investimentos de US\$ 282,310 milhões em 1992, de US\$ 284,040 milhões em 1993 e de US\$ 90,760 milhões em 1994, ano considerado como o zero do investimento. Adotou-se 12% a.a. como taxa de desconto e, sobre o valor futuro do ano zero, aplicou-se um percentual de 15% a título de dedução dos valores correspondentes a impostos indiretos e transferências implícitas a preços de mercado, de forma que o custo econômico de implantação no ano zero seria da ordem de US\$ 648,562 milhões.

em 30% dos investimentos e uma tarifa de R\$ 1,99, o subsídio seria de aproximadamente 25% daquela receita, o que representaria uma economia da ordem de R\$ 6 milhões/ano.

⁴⁰ Nota-se que esse problema é ainda mais grave em um país onde se verificavam altas taxas de inflação no período de implantação do sistema.

Tabela 3.52. – Custo Econômico de Implantação (1991)

	Valor Corrente (US\$ - milhões)	Valor no Ano Zero (US \$ - milhões)
1992	282,310	354,130
1993	284,040	318,125
1994	90,760	90,760
Total - Financeiro	657,110	763,015
Desconto - 15%		114,452
Total - Econômico		648,563

Fonte: Coordenadoria Especial do Metrô – CEM (1991) e cálculos da autora.

A manutenção referente às instalações fixas do metrô foi estimada em 2% das despesas de investimento, deduzindo-se a parcela correspondente aos investimentos recuperáveis via venda ou aluguel de áreas ou instalações, estimados em US\$ 307,6 milhões (cujos cálculos serão apresentados mais adiante). Desta forma, o custo de manutenção adotado foi de US \$ 7,741 milhões por ano, como demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 3.53. – Custo de Manutenção (1991)

	US\$ - milhões
Custo a Recuperar (A)	307,600
Custo Financeiro Total (B)	763,015
Custo Resultante (B) - (A) = (C)	455,415
Custo de Manutenção Anual - 2% de (C)	7,742

Fonte: CEM (1991) e cálculos da autora.

O benefício econômico total (BT) considerado foi calculado em função da redução de alguns custos, abaixo especificados:

$$BT = BRCo + BRCoa + BRTVo + BRTVa + BRCM + BAECON + BRACID$$

onde, BRCo é o benefício de redução do custo operacional do sistema de ônibus e dos automóveis; BRTV, benefício de redução do tempo de viagem dos usuários de ônibus (BRTVo) e automóveis (BRTVa); BRCM, benefício de custo de manutenção viária; BAECON, benefício de incentivo à atividade econômica; e BRACID, benefício de redução de acidentes.

O benefício de redução de custos operacionais dos ônibus foi computado considerando a estimativa de descongestionamento das vias e acessos complementares existentes, em função da redução do volume de ônibus nos corredores de transporte da área de influência do metrô. A frota de ônibus à época do estudo era de 1.832 ônibus, dos quais 1.051 operavam em Taguatinga, Ceilândia, Brazlândia, Guará, Samambaia, Núcleo Bandeirante e Plano

Piloto, ou seja, 57% daquela frota transitavam pela área de atuação do sistema que se pretendia implantar.

A partir de uma pesquisa de origem/destino realizada pela Companhia do Desenvolvimento do Planalto Central - CODEPLAN em outubro de 1990, montou-se a rede analítica do sistema de ônibus do DF (situação sem projeto), bem como a rede projetada para 1994 (situação com projeto), estimando-se que haveria uma redução de 22% do quantitativo ônibus/km/dia (de 297.225 ônibus/km/dia para 232.853 ônibus/km/dia). Nesta rede analítica, constam informações a respeito dos trechos percorridos pelo ônibus ou metrô (*link*), extensão percorrida, velocidade comercial, volume de veículos, número de passageiros dia e taxa de ocupação, considerando-se que o transporte coletivo operaria na situação com projeto pelas duas modalidades de forma integrada, sem concorrência nas áreas de influência.

Daquela pesquisa, obteve-se também a informação de que eram sete as horas de pico em Brasília, durante as quais 69% da população se movimentava, correspondendo a 4,3 horas de pico máximo, e dezessete as horas fora de pico, com 31% do volume de passageiros, equivalente a 1,9 hora de pico máximo.

As linhas metroviárias foram projetadas a partir de uma quilometragem anual de 7.098.024 km, operando-se 26 dias úteis por mês e considerando a linha Centro-Ceilândia com um *headway* (tempo entre a saída de um carro e a chegada de outro) de 4,5 minutos e uma quilometragem diária de 16.116,24 km, bem como a linha Centro-Samambaia com um *headway* de 9 minutos e uma quilometragem diária de 6.633,84 km.

Para a obtenção do custo econômico operacional dos ônibus de empresas privadas e públicas foram deduzidos impostos indiretos e transferências, atingindo-se um custo econômico médio de US \$ 0,88/km. Já o custo operacional dos trens que compõem o metrô foi obtido a partir dos dados do sistema metroviário de Fortaleza. Desta forma, os custos operacionais de ambos veículos coletivos, considerados nesta análise e obtidos por meio do modelo de avaliação da EBTU (1987) e das equações de consumo de combustível estabelecidas para a cidade de Brasília pela Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes – GEIPOT (1986), foram os constantes da tabela a seguir:

Tabela 3.54. – Custo Operacional de Veículos Coletivos (1991)

Velocidade (km/h)	30	40	50	60	80
Ônibus (US \$)	0,61	0,54	0,49	0,46	0,40
Trem (US \$)	5,50	4,49	4,05	3,93	4,26

Fonte: CEM (1991).

O preço médio do óleo diesel em Brasília foi estimado em US \$ 0,3549974, considerando-se a conversão para o dólar em julho de 1991 (Cr \$ 122,63/litro, Cr \$ 345,45/US \$ 1,00). Conforme a metodologia da EBTU, dois fatores foram utilizados para o cálculo do custo operacional dos ônibus: um relativo à quilometragem percorrida pelo veículo e igual a US\$ 0,2532602 por quilômetro, e o outro referente ao tempo de uso do ônibus, estimado em US\$ 6,4902664 por hora.

O custo operacional do sistema de transporte coletivo foi obtido pela soma dos custos estimados nos dados acima apresentados, tanto nos períodos de pico, quanto de entropicos. O benefício era a redução daquele custo (BRCo), ou seja, a diferença entre os valores obtidos para as duas situações (com e sem projeto), que resultou em um montante de US \$ 15,326 milhões por ano.

Os custos operacionais de automóveis e caminhões não puderam ser calculados, vez que a avaliação do sistema de transporte coletivo de passageiros realizada à época ignorava os demais modos parceiros das vias. Desta forma, por falta de dados de tráfego, o benefício resultante da redução do volume de automóveis e caminhões não foi estimado.

A redução do tempo de viagem foi estimada com base no tempo de percurso economizado nas viagens dentro dos ônibus, desprezando-se, portanto, o tempo economizado pelos passageiros em automóveis ou gasto em pontos de espera em terminais ou pontos de ônibus e nos percursos entre as residências dos usuários e os pontos de ônibus. Os tempos de viagem dependem da linha de ônibus que se toma, o que representa grandes divergências no que se gasta entre o ponto inicial nas Cidades Satélites e o destino no Plano Piloto. Em média, foi possível estimar a economia de viagem com base nos dados constantes da tabela abaixo:

Tabela 3.55. – Tempo Médio de Viagem para o Plano Piloto (1991)

Linha	Cidade	Sem Projeto (Ônibus) - min.	Com Projeto (Metrô) - min.
153	Guará	40	16
162.2	Guará	38	18
300	Taguatinga Centro	60	31
306	Taguatinga Sul	72	25
336	Setor P/Ceilândia	75	42
373	Samambaia/Eixo	70	33
394	Samambaia/EPTG	75	33

Fonte: CEM (1991).

Para o cálculo do BRTVo, levou-se em conta, ainda, que a renda média do passageiro de ônibus era da ordem de 3,17 salários mínimos, também de acordo com a pesquisa

domiciliar realizada pela CODEPLAN, obtendo-se um montante da ordem de US \$ 57,774 milhões por ano.

Em termos dos custos de manutenção do sistema viário, estimou-se o benefício de redução considerando os corredores de transporte que teriam o tráfego diminuído em função da retirada de um volume significativo de ônibus urbanos. Esses corredores somavam 74 km de extensão, e representavam um dispêndio anual médio para manutenção da ordem de US \$ 55.252,00 por quilômetro, segundo dados da Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – NOVACAP, empresa responsável pela manutenção preventiva e corretiva de parte do sistema viário do Distrito Federal.

Estimando-se que cerca de 50% do custo se manteria após a implantação do projeto, obteve-se uma redução nos custos de manutenção do sistema viário da ordem de US \$ 27.626,00/km, o que se traduziu no benefício BRCM de US \$ 2,044 milhões por ano, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Tabela 3.56. – Redução do Custo de Manutenção do Sistema Viário (1991)

Extensão do Corredor (A) - km	74,00
Despesa Anual Média em Manutenção - sem projeto (B) - US \$/km	55.252,00
Despesa Anual Média em Manutenção - com projeto (50% de B) - (C) - US \$/km	27.626,00
Redução do Custo de Manutenção (A*(B-C)) - US \$	2.044.324,00

Fonte: CEM (1991) e cálculos da autora.

O incentivo à atividade econômica foi estimado considerando que o Bairro de Águas Claras, implantado em 1992, seria cenário de uma série de atividades econômicas, como escritórios, bancos, consultórios médicos e dentários, *shopping centers*, hotéis, escolas, cinemas, museus, galerias de arte, teatros, clubes, áreas esportivas, etc. Pelos estudos realizados à época dessa avaliação, a disponibilidade de áreas para alienação foi estimada da seguinte forma:

Tabela 3. 57. – Disponibilidade de Áreas para Alienação (1991)

Localidades	Área Disponível (m2)	Área Utilizada em Atividade Econômica	
		%	(m2)
1. Bairro Águas Claras			
- Centro Metropolitano	887.400	100	887.400
- Serviços/Comércio	194.400	100	194.400
- Quadras Mistas	391.680	60	235.008
- Super Quadras	2.106.400	40	842.560
- Área Especial (Campos)	174.240	30	52.272
- Áreas Institucionais	636.000	0	0
2. Estações	20.000	100	20.000
3. Centro Administrativo de Taguatinga	290.000	100	290.000
TOTAIS	4.700.120		2.521.640

Fonte: Projeto Bairro Águas Claras – Plano Urbanístico Preliminar, novembro/91; Metrô/DF, Projeto Básico; CEM (1991).

Considerando um preço médio de US \$ 122,00/m², estimou-se um benefício de incentivo à atividade econômica (BAECON) da ordem de US \$ 307,640 milhões.

Tabela 3.58. – Incentivo à Atividade Econômica (1991)

Área Utilizada em Atividade Econômica (A) - (m ²)	2.521.640
Preço Médio da Área (B) - (US \$/m ²)	122
Benefício de Incentivo à Atividade Econômica (A*B) - US \$	307.640.080

Fonte: CEM (1991) e cálculos da autora.

Na avaliação original, o BAECON foi totalmente deduzido do custo de investimento no ano zero (1994). Desta forma, os custos de implantação utilizados nesta avaliação foram obtidos como demonstra a tabela a seguir:

Tabela 3.59. – Custo de Investimento no Ano Zero (1991)

	Valor Corrente (US\$)	Valor no Ano Zero (US \$ - milhões)
1992	282,310	354,130
1993	284,040	318,125
1994	90,760	90,760
Total - Financeiro (A)	657,110	763,015
BAECON - 1994 (B)		307,640
Custo de Investimento Restante (C=A-B)		455,375
Desconto - 15% (D)		68,306
Total - Econômico (C-D)		387,069

Fonte: CEM (1991) e cálculos da autora.

Este benefício foi utilizado, ainda, na análise de sensibilidade levada a efeito nesta primeira avaliação, escalonando-se o montante obtido nos trinta anos de vida útil do projeto e

mantendo os outros benefícios, ou escalonando-se o BAECON em trinta anos e descartando o benefício de redução de acidentes, a ser apresentado a seguir, ou, ainda, considerando-se apenas ¼ do BAECON e também desprezando a redução de acidentes.

O mencionado benefício de redução de acidentes também foi obtido com base na metodologia da EBTU para quantificação e avaliação do impacto de projetos sobre a redução de acidentes.

Foram apresentadas as estatísticas da Secretaria de Segurança Pública do Distrito Federal em termos da ocorrência anual de acidentes por mil veículos. Em Brasília, ocorriam 1,08 por mil acidente com vítimas fatais, 15,44 por mil acidentes com vítimas leves e 57,36 por mil acidentes sem vítimas à época da primeira avaliação.

No referido Manual de Avaliação de Projetos da EBTU constavam os custos decorrentes de sinistros como aqueles, a partir da quantificação de despesas materiais, de seguro, de socorro, dentre outras. Esses custos eram de US \$ 9.578,00 para acidentes com vítimas fatais, US \$ 215,00 para acidentes com vítimas leves e US \$ 908,00 para acidentes com danos materiais.

Aplicando-se estes custos às estatísticas de acidentes do Distrito Federal, onde se previa uma frota de 485.000 veículos para o ano de 1994, e considerando que haveria uma redução de 20% no índice de acidentes, o benefício de redução de acidentes (BRACID) foi estimado em US \$ 6,379 milhões no primeiro ano, conforme a tabela a seguir:

Tabela 3.60.– Redução do Nível de Acidentes (1991)

Tipo de Acidente	Índice (por mil veículos)	Custo por Acidente (US \$)	Custo Total (US \$ - mil)
Acidentes com vítimas fatais	1,08	9.578,00	5.016,96
Acidentes com vítimas leves	15,44	215,00	1.610,01
Acidentes sem vítimas	57,36	908,00	25.260,20
Total (A)			31.887,16
Benefício de Redução de Acidentes - 20%*A			6.379,44

Nota: o quantitativo de veículos previsto para 1994 era de 485.000.

Fonte: CEM (1991) e cálculos da autora.

Uma taxa de projeção de 4% a.a. foi considerada para os benefícios BRCM, BRCo, BRTVo e BRACID, tendo como base a taxa de crescimento da população do Distrito Federal, obtida a partir da regressão das taxas históricas verificadas pela CODEPLAN no período entre 1960 e 1990.

Obtidos os custos e benefícios antes mencionados, a avaliação econômica do empreendimento se deu a partir da metodologia de comparação entre a variação da renda real

(diferença entre a alternativa proposta e a situação anterior ao projeto) e os investimentos realizados, calculados em termos econômicos.

Considerando uma taxa de desconto social de 12% a.a., os parâmetros ou figuras de mérito adotados para considerar viável o projeto sob a ótica social foram: relação benefício/custo superior à unidade; diferença entre benefícios e custos ou valor presente líquido – NPV positivos; e taxa interna de retorno – TIR superior ao custo de oportunidade de capital, de 12%.

Inicialmente, foi realizada uma avaliação original, considerando os seguintes casos:

- Caso 1: custo de investimento descontado do benefício de incentivo à atividade econômica (BAECON), somado ao custo de manutenção e aos benefícios de redução do custo de manutenção do sistema viário (BRCM) e de redução do custo de operação dos ônibus (BRCOo);
- Caso 2: custo de investimento descontado do BAECON, somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado (BRCM+BRCOo+BRTVo+BRACID);
- Caso 3: custo de investimento acrescido de 20%, descontado do BAECON, somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado;
- Caso 4: custo de investimento descontado do BAECON, somado ao custo de manutenção e ao benefício total sem a projeção de crescimento de 4% a.a..

Os resultados obtidos nessa avaliação constam da tabela a seguir:

Tabela 3.61.– Resultados da Avaliação Original (1991)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	0,4308	(255.796)	3,67%
Caso 2	2,0220	459.320	23,28%
Caso 3	1,7249	381.906	19,98%
Caso 4	1,4612	207.262	18,96%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: CEM (1991).

As conclusões apresentadas no trabalho mencionavam estarem as figuras de mérito dentro dos limites de garantia de viabilidade do projeto, onde o benefício de redução dos

custos de operação justificaria por si só o projeto, anulando os custos e permitindo uma TIR positiva.

3.2.

Agosto de 1992

Em agosto de 1992, uma avaliação econômica se destaca das demais. Uma tese de mestrado foi elaborada (Paiva, 1992) com o objetivo de proceder à referida avaliação, abordando diversas metodologias de análise de projetos de transporte urbano. Apresentando, portanto, os trabalhos desenvolvidos pela EBTU, pelo Banco Mundial, pelo *United States Department of Transportation – DOT*, pela *American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO* e pelo *Transport and Road Research Laboratory – TRRL*, o estudo foi feito ampliando-se os custos e benefícios considerados, os quais passa-se a descrever.

Quanto aos custos, a tese contém uma série de considerações a respeito daquele referente à implantação, bem como um comparativo desses custos com outros países, a partir de dados coletados por Merlin (1984). Apresenta-se, a seguir, uma tabela com os custos por quilômetro de vários sistemas.

Tabela 3.62.– Custo por Quilômetro de Sistemas Metroviários (1992)

Sistema Metroviário	Tipo de Construção	Custo/km (US \$ - milhões)
Paris	Superfície ou Viaduto em Subúrbio	34,25
	Subterrâneo Próximo Centro	50,37
	Subterrâneo Centro	90,68
Custo Médio em Paris		58,43
Lyon	Subterrâneo	40,30
	Subterrâneo	36,61
	Subterrâneo	51,66
Custo Médio em Lyon		42,86
Outras Aglomerações Francesas	Subterrâneo Centro	60,45
	Superfície Próximo Centro	30,22
	Superfície Subúrbio	14,10
	Subterrâneo (Marseille)	50,37
Custo Médio nas Aglomerações Francesas		38,79
Estados Unidos	Subterrâneo e de Superfície (São Francisco)	60,45
	Subterrâneo e Viaduto (Washington)	80,60
	(Atlanta)	50,37
	(Baltimore)	40,30
Custo Médio nos Estados Unidos		57,93

Fonte: Paiva (1992) e cálculos da autora.

Considerando um custo de implantação da ordem de US \$ 657,000 milhões, o custo por quilômetro do sistema metroviário de Brasília-DF seria de US \$ 16,42 milhões, sendo de 40 km de extensão, 73% das vias em superfície e o restante subterrâneas. Procedendo a uma ampliação de custos, em função do aumento do número de trens (de 80 veículos para 140) e de estações (de 27 para 33, representativa do sistema completo) para atender à crescente demanda de passageiros, a avaliação de agosto de 1992 considerou um acréscimo no custo de implantação de US \$ 145,000 milhões, ou seja, um novo custo de implantação no montante de US \$ 802,710 milhões, como demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 3.63.– Custo de Implantação (1992)

	US\$ - milhões	US\$/un - milhões
Custo dos Sistemas Móveis (80 veículos)	182,28	2,28
Custo das Estações (27)	40,50	1,50
Custo do Acréscimo de 60 veículos (A)	136,71	
Custo do Acréscimo de 6 estações (B)	9,00	
Total do Acréscimo (A)+(B)	145,71	
Custo de Implantação Inicial	657,00	
Novo Custo de Implantação	802,71	

Fonte: Paiva (1992) e cálculos da autora.

Capitalizando as parcelas do custo a serem despendidas em 1992 (30%), 1993 (42%) e 1994 (28%), a uma taxa de 12% ao ano, o custo econômico de implantação no ano zero (1994) foi estimado em US \$ 766,170 milhões:

Tabela 3.64.– Custo Econômico de Implantação (1992)

	Valor Corrente (US\$ - milhões)	Valor no Ano Zero (US \$ - milhões)
1992 (30%)	240,60	301,11
1993 (42%)	336,84	376,20
1994 (28%)	224,56	224,06
Total - Financeiro	802,00	901,37
Desconto - 15%		135,21
Total - Econômico		766,17

Fonte: Paiva (1992) e cálculos da autora.

O custo de manutenção do novo sistema foi estimado como 1% do custo de implantação, sendo, portanto, de US \$ 7,662 milhões por ano.

A redução do custo operacional, já estimada para os ônibus, foi também obtida para automóveis e caminhões, considerando-se que a retirada de ônibus do fluxo diário de tráfego

levaria ao aumento da velocidade de circulação e à redução de retenções no trânsito. Para tanto, foram levantados dados relativos aos volumes médios de tráfego e velocidade média de percurso, bem como realizadas pesquisas volumétrica, de velocidade e de retardamento à época de realização do trabalho. A metodologia utilizada, também da EBTU, foi semelhante à aplicada na avaliação dos custos operacionais dos ônibus, obtendo-se a redução do custo operacional total observado (soma dos custos na hora de pico e entrecpicos) para as situações com e sem projeto. Assim, os benefícios anuais de redução dos custos operacionais de automóveis (BRCOa) e caminhões (BRCOc) foram estimados em US \$ 6,635 milhões e US \$ 0,646 milhões, respectivamente.

A partir das conclusões de Adler (1978), no cálculo dos custos operacionais de automóveis foi inserida a redução do custo relativo ao tráfego que seria desviado, ou seja, do trânsito de usuários que, com a implantação do projeto, partiriam para o uso do metrô. A quantificação do benefício de redução do custo operacional de automóveis considerou, então, que uma redução de 5% do tráfego se daria em função disso.

Quanto ao tempo de viagem, também se computou para a modalidade automóveis os ganhos decorrentes do aumento de velocidade no percurso entre as cidades satélites (origem) e o Plano Piloto (destino) e vice-versa na hora de pico, a partir da retirada de ônibus de circulação. A redução do tempo de viagem de automóveis foi estimada em US \$ 14,717 milhões, também como base na metodologia da EBTU utilizada na avaliação anterior.

Os passageiros de ônibus que passariam a utilizar o sistema metroviário, além de se beneficiarem com a redução do tempo de viagem, também ganhariam com o conforto, conveniência e segurança que este tipo de sistema proporciona. A partir desta expectativa, adotou-se que um ganho de cerca de quatro minutos de viagem, ou um aumento de 5% do benefício anteriormente obtido, seria uma boa aproximação, em conformidade com a metodologia definida pela TRRL, entidade pública vinculada ao Departamento de Transporte do Governo da Inglaterra. Por esta razão, o estudo de caso desenvolvido na tese somou este ganho ao tempo total economizado pelos passageiros de ônibus, na situação futura, resultando em um benefício de redução do tempo de viagem por ônibus (BRTVo) de US \$ 60,663 milhões.

Para o benefício de redução dos custos de manutenção do sistema viário, manteve-se a premissa relativa ao custo de manutenção apresentado pela NOVACAP (US \$ 55.252,00/km/ano), bem como ao percentual deste custo que permanecerá demandando manutenção (50%). No entanto, os corredores beneficiados com a implantação do projeto foram melhor especificados, apresentando-se uma extensão de 100,25 km, maior do que a anteriormente considerada de 74 km.

Tabela 3.65.– Corredores Beneficiados com o Metrô (1992)

Corredores	Extensão (km)
W3 Sul	6,14
Eixo Oeste	5,76
Eixo Leste	5,76
Estrada Parque Indústrias Gráficas - EPIG	4,75
Estrada Parque Taguatinga - EPTG	13,30
Estrada Parque Ceilândia - EPCL	12,00
Ligação Taguatinga - Ceilândia	5,00
M1 Ceilândia	5,04
MN2 Ceilândia	5,04
N1 Ceilândia	5,04
N2 Ceilândia	5,14
N3 Ceilândia	5,14
MN1 Ceilândia - Taguatinga	5,14
Estrada Parque Núcleo Bandeirante	17,00
Total	100,25

Fonte: Paiva (1992).

Desta forma, obteve-se um benefício da ordem de US \$ 2,770 milhões por ano, como demonstrado a seguir:

Tabela 3.66.– Redução do Custo de Manutenção do Sistema Viário (1992)

Extensão do Corredor (A) - km	100,25
Despesa Anual Média em Manutenção - sem projeto (B) - US \$/km	55.252,00
Despesa Anual Média em Manutenção - com projeto (50% de B) - (C) - US \$/km	27.626,00
Redução do Custo de Manutenção (A*(B-C)) - US \$	2.769.506,50

Fonte: Paiva (1992) e cálculos da autora.

A *U.S. Department of Transportation* considera, em sua metodologia, a redução dos custos de gerenciamento do sistema de transporte local. Em consequência da redução do número de ônibus e veículos em circulação, o órgão de gerência, que no caso de Brasília-DF é o Departamento Metropolitano de Transporte Urbanos – DMTU, poderia contar com uma redução de 5% nos custos relativos às despesas com pessoal, de custeio e operacionais diretas, que somavam US \$ 104,160 mil mensais à época do estudo. Desta forma, considerou-se um benefício de redução dos custos de gerenciamento da ordem US \$ 62,000 mil por ano.

Em termos dos benefícios de redução de acidentes e de incentivo à atividade econômica, o trabalho manteve as considerações feitas na primeira avaliação, de forma que os valores considerados para o BRACID e para o BAECON foram de, respectivamente, US \$ 6,379 milhões e US \$ 307,640 milhões, sendo que este último deveria ser escalonado nos primeiros quinze anos após a implantação do projeto, ou seja, no período de 1994 a 2008.

Além disso, foram abordados os aspectos relativos à redução de impactos ambientais, sem que os mesmos fossem quantificados monetariamente. Por esta razão, deixaremos de apresentar neste capítulo os resultados obtidos, vez que, por ora, intenciona-se abordar os custos e benefícios quantificáveis.

O fluxo de caixa relativo a esta avaliação contém os valores do BRCOo (mesma estimativa da avaliação anterior – US \$ 15,326 milhões), do BRCOa, do BRCOc, do BRTVa e do BRTVo em separado, enquanto os outros benefícios foram totalizados e representam no ano 1 o montante de US \$ 29,657 milhões ao ano, que seria a soma dos benefícios BRACID (US \$ 6,379 milhões ao ano), BRCM (US \$ 2,770 milhões ao ano) e BAECON dividido por quinze anos (US \$ 20,509 milhões ao ano).

Considerando uma taxa de crescimento dos benefícios igual à taxa de crescimento da população estimada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no período entre 1980 e 1991 (2,6% a.a.), a avaliação realizada levou em consideração os seguintes casos:

- Caso 1: custo de investimento somado ao custo de manutenção e aos benefícios de redução do custo de operação dos ônibus, automóveis e caminhões (BRCOo+BRCOa+BRCOc);
- Caso 2: custo de investimento somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado (BRCM+BRCOo+BRTVo+BRCOa+BRTVa+BRCOc+BAECON+BRACID);
- Caso 3: custo de investimento acrescido de 20% somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado;
- Caso 4: custo de investimento somado ao custo de manutenção e ao benefício total sem a projeção de crescimento de 2,6% a.a..

Os resultados obtidos nessa avaliação constam da tabela a seguir:

Tabela 3.67.– Resultados da Avaliação (1992)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	0,2696	(604.732)	0,09%
Caso 2	1,5220	432.131	18,17%
Caso 3	1,2843	278.895	15,39%
Caso 4	1,2419	200.303	15,45%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: Paiva (1992).

Destes valores, depreende-se que somente o caso 1, onde são considerados apenas os benefícios de redução de custos operacionais, não se mostrou aceitável, estando todas as figuras de mérito dos demais casos dentro dos padrões de viabilidade definidos na avaliação principal e mantidos nesta análise.

3.3.

Setembro de 1993

Nesta reavaliação foram inseridos no montante representativo do investimento os custos relativos aos terminais de integração entre os sistemas metroviário e por ônibus, bem como os custos referentes a algumas estações do metrô. Considerando a edificação de sete terminais e quatro estações, os custos foram da ordem de US \$ 6,78 milhões e US \$ 16,70 milhões, respectivamente, ambos incorrendo no ano de 1994.

Também foi considerado no rol dos custos de investimento o montante referente à aquisição de mais oito trens, com quatro carros cada, no valor de US \$ 63,900 milhões. Tal acréscimo foi considerado necessário para que se atingisse um tempo de espera máximo entre os trens de 3 minutos no ramal que liga a Rodoviária do Plano Piloto à Águas Claras.

Desta forma, procedendo a uma revisão dos outros custos de investimento, bem como inserindo os custos já mencionados, pode-se representar a totalidade dos investimentos na tabela a seguir:

Tabela 3.68.– Custo de Investimento (Setembro/1993)

	US \$ - mil			
	1992	1993	1994	Total
Obras Cíveis	74,80	235,03	158,24	468,07
Projetos	10,02	10,00	1,08	21,10
Sistema Fixo	44,20	88,32	13,01	145,53
Sistema Móvel	54,89	48,23	56,62	159,74
Equipamentos e Sobressalentes	-	5,00	24,98	29,98
Bilhetagem Automática	-	1,32	6,57	7,89
Outros Investimentos	0,22	-	-	0,22
Estações Metroviárias	-	-	16,70	16,70
Terminais de Integração	-	-	6,78	6,78
Aquisição de mais 8 trens	-	-	63,90	63,90
Total	184,13	387,90	347,88	919,91

Fonte: CEM (1993) e cálculos da autora.

Optou-se pela não capitalização dos valores despendidos, de forma que, descontando-se o percentual referente a impostos e transferências (15%), obteve-se um custo econômico de US \$ 781,93 milhões, demonstrado a seguir:

Tabela 3.69.– Custo Econômico de Investimento (Setembro/1993)

	US \$ - milhões
Investimento em 1992	184,130
Investimento em 1993	387,900
Investimento em 1994	347,880
Custo de Investimento - Total (A)	919,910
Desconto - 15% de (A) = (B)	137,987
Custo Econômico de Investimento (A) - (B)	781,924

Fonte: CEM (1993) e cálculos da autora.

O custo de manutenção passou a ser considerado como 1% do custo econômico de investimento, ou seja, representou o montante de US \$ 7,819 milhões por ano.

Nesta avaliação, bem como nas seguintes, o benefício de redução do custo operacional de caminhões não foi mais considerado. Já os benefícios de redução do custo operacional de automóveis e do tempo de viagem de motoristas de carro não foram computados nas avaliações de 1993, passando a constar novamente da análise na atualização realizada em outubro de 1996.

Em dezembro de 1991, para o cálculo do benefício de redução do tempo de viagem considerou-se uma composição de tal forma que, nos horários de pico, o trem circularia com quatro carros, e nos entrepicos, a sua composição seria de apenas dois carros. No entanto, por motivos de segurança, a composição de quatro carros foi adotada para todo o período de circulação, o que alterou a estimativa daquele benefício.

Originalmente, com o tempo de espera igual para os horários de pico e entrepicos, estimou-se uma espera por metrô da ordem de 3 minutos no tronco (entre a Rodoviária do Plano Piloto e Águas Claras) e 6 minutos nos ramais (entre Águas Claras e Ceilândia, e Águas Claras e Samambaia). Com a composição de quatro carros por trem ao longo de toda a jornada, nos entrepicos o tempo de espera alcançaria 6 minutos, e, conseqüentemente, a espera máxima dos usuários seria de 6 minutos no tronco e 12 minutos nos ramais.

Apesar desta alteração, não se levou em conta mudanças na demanda por metrô, vez que, mesmo dobrando o tempo de espera máximo nos horários fora do pico, gastar-se-ia muito mais tempo na utilização de ônibus, cujas saídas, na maioria das vezes, eram feitas com intervalos superiores a trinta minutos, sujeitando os usuários a esperas muito superiores. Além disso, destacou-se que as condições de abrigo do metrô eram muito melhores que as condições existentes à época para o sistema de ônibus.

Assim, a revisão dos tempos de viagem dos passageiros do metrô nos entrepicos gerou uma redução média de 8% na economia de tempo de viagem para a parcela de usuários do metrô que o utilizaria nos horários fora de pico (31% do total). Procedidos os cálculos, o valor do benefício de redução do tempo de viagem inserido no ano 1 do fluxo de caixa foi de US \$ 47,929 milhões por ano.

Esta mudança no tempo de espera entrepicos levou a uma alteração no benefício de redução do custo operacional do sistema de ônibus – BRCCO, a partir da revisão do custo de operação do metrô, que passou a ser 16% superior ao custo considerado nas avaliações anteriores. Após a realização dos cálculos de acordo com a metodologia da EBTU, obteve-se o benefício BRCCO de US \$ 14,418 milhões por ano.

O benefício de incentivo à atividade econômica foi escalonado nos primeiros quinze anos do projeto. Desta forma, foi inserido no ano 1 do fluxo o valor de US \$ 20,509 milhões, ou seja, o montante inicialmente definido (US \$ 307,640 milhões) dividido por quinze anos.

Projetando-se um crescimento de todos os benefícios da ordem de 4% a.a. somente nos primeiros quinze anos do projeto e mantendo inalteradas as estimativas para os

benefícios BRCM (US \$ 2,044 milhões por ano) e BRACID (US \$ 6,379 milhões), foram obtidas as figuras de mérito para os quatro casos definidos abaixo:

- Caso 1: custo de investimento somado ao custo de manutenção e aos benefícios de incentivo à atividade econômica (BAECON), de redução do custo de manutenção do sistema viário (BRCM) e de redução do custo de operação de ônibus (BRCOo);
- Caso 2: custo de investimento somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado (BRCM + BRCOo + BRTVo + BAECON + BRACID);
- Caso 3: custo de investimento acrescido de 20% somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado;
- Caso 4: custo de investimento somado ao custo de manutenção e ao benefício total sem a projeção de crescimento de 4% a.a..

Os resultados obtidos foram:

Tabela 3.70.– Resultados da Avaliação (Setembro/1993)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	0,4090	(499.333)	1,36%
Caso 2	1,0866	73.195	13,14%
Caso 3	0,9169	(83.189)	10,89%
Caso 4	0,8703	(109.624)	10,07%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: CEM (1993).

Destaca-se que apenas o caso 2 apresentou resultados dentro dos parâmetros de aceitabilidade estabelecidos. Da mesma forma que na avaliação anterior, os piores resultados são relativos ao caso 1, para o qual não se consideram os benefícios BRTVo e BRACID, e ao caso 4, sem a projeção de crescimento de 4% a.a. para os benefícios.

3.4.Dezembro de 1993

Nesta atualização foram revistos os custos de investimento, que passaram a ser:

Tabela 3.71.– Custos de Investimento (Dezembro/1993)

	US \$ - mil			
	1992	1993	1994	Total
Obras Cíveis	74,80	223,00	170,27	468,07
Projetos	10,82	10,00	1,08	21,10
Sistema Fixo	44,20	70,24	31,09	145,53
Sistema Móvel	54,89	44,01	60,84	159,74
Equipamentos e Sobressalentes	-	2,50	27,48	29,98
Bilhetagem Automática	-	0,66	7,23	7,89
Interferências	0,22	1,36	0,16	1,74
Estações Metroviárias	-	-	15,75	15,75
Terminais de Integração	-	-	6,78	6,78
Aquisição de mais 8 trens	-	-	63,90	63,90
Total	184,13	351,77	384,58	920,48

Fonte: CEM (1993) e cálculos da autora.

Sem a capitalização destes valores, o custo econômico de investimento foi estimado da seguinte forma:

Tabela 3.72.– Custos Econômico de Investimento (Dezembro/1993)

	US \$ - milhões
Investimento em 1992	184,130
Investimento em 1993	351,770
Investimento em 1994	384,580
Custo de Investimento - Total (A)	920,480
Desconto - 15% de (A) = (B)	138,072
Custo Econômico de Investimento (A) - (B)	782,408

Fonte: CEM (1993) e cálculos da autora.

Foi considerando um percentual de 2% sobre o investimento para o cálculo do custo de manutenção de obras de arte, edificações e instalações fixas, deduzindo-se as parcelas de serviços não sujeitos à manutenção. As obras e serviços não sujeitos à manutenção, tais como serviços preliminares, terraplanagem, escavação, demolição e transporte de material, representavam US \$ 18,44 milhões para estações e edificações, e US \$ 91,04 milhões para os trechos subterrâneos, totalizando US \$ 109,48 milhões.

O custo econômico de manutenção, da ordem de US \$ 8,98 milhões por ano, foi determinado descontando do item de obras civis o já mencionado valor de US \$ 109,48 e somando o montante resultante aos valores referentes aos outros itens de investimento sujeitos a manutenção, como demonstrado na tabela a seguir:

Tabela 3.73.– Custos Econômico de Manutenção (Dezembro/1993)

	US \$ - milhões
Obras Cíveis	358,59
Sistemas Fixos	145,53
Interferências	1,74
Terminais Metroviários	15,75
Terminais de Integração	6,78
Custo Total Financeiro	528,39
Custo Econômico (A)	449,13
Custo Anual de Manutenção - 2% de (A)	8,98

Fonte: CEM (1993) e cálculos da autora.

Os custos de manutenção dos sistemas móvel e de bilhetagem, bem como o custo concernente ao item de equipamentos e peças sobressalentes, foram inseridos no custo operacional do metrô (situação com projeto), de forma que foram desconsiderados no cálculo anterior.

A partir destas alterações, os resultados obtidos para os mesmos quatro casos da avaliação anterior foram:

Tabela 3.74.– Resultados da Avaliação (Dezembro/1993)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	0,4043	(509.174)	1,06%
Caso 2	1,0741	63.354	12,99%
Caso 3	0,9079	(93.128)	10,76%
Caso 4	0,8602	(119.465)	9,90%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: CEM (1993).

Mais uma vez, somente quando se considera todos os benefícios (caso 2) é que se obtém resultados favoráveis.

3.5.Outubro de 1996

A atualização realizada àquela data objetivava demonstrar ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES que, após a renegociação realizada em maio de 1996, o projeto ainda guardava as características de viabilidade obtidas na primeira análise. Enquanto os custos foram revisados, englobando-se os custos das obras, serviços, equipamentos e peças a realizar e/ou adquirir para a implantação do metrô, os benefícios foram apenas parcialmente atualizados, mantendo-se os critérios de avaliação utilizados nas avaliações anteriores.

Os custos de investimentos foram revistos para passarem a representar US \$ 1.266,26 milhões, convertidos pela cotação do dólar em julho de 1995 (R\$ 1,00 = US \$ 0,936), compreendendo os seguintes elementos:

- investimento realizado: US \$ 713,20 milhões;
- investimento para a conclusão (obras e serviços remanescentes, sistemas, equipamentos e peças sobressalentes, bilhetagem e terminais de integração): US \$ 489,16 milhões;
- aquisição de mais oito trens, com quatro carros cada, para se atingir o sistema pleno, com todas as estações: US \$ 63,90 milhões.

Mais uma vez considerando um percentual de 15% de desconto representativo de impostos e transferências, o valor econômico do investimento considerado foi de US \$ 1.076,32 milhões, como demonstrado a seguir:

Tabela 3.75.– Custo Econômico de Implantação (1996)

	US \$ - milhões
Investimento Realizado	713,200
Investimento para a Conclusão	489,160
Aquisição Adicional de 8 Trens	63,900
Custo de Investimento - Total (A)	1.266,260
Desconto - 15% de (A) = (B)	189,939
Custo Econômico de Investimento (A) - (B)	1.076,321

Nota: Valores estimados e convertidos para o dólar em julho/95.

Fonte: CEM (1996) e cálculos da autora.

Foi considerado um percentual de 2% sobre o investimento para o cálculo do custo de manutenção de obras de arte, edificações e instalações fixas, deduzindo-se as parcelas de obras e serviços não sujeitos à manutenção. Considerando o mesmo valor de obras civis não sujeitas a manutenção obtido na avaliação anterior (US \$ 109,48), o custo econômico de manutenção, da ordem de US \$ 13,41 milhões por ano, foi determinado com base nos percentuais das obras que estão sujeitas à manutenção, bem como no valor total de cada uma destas frentes, os quais estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 3.76.– Custo Econômico de Manutenção (1996)

US \$ - milhões

Obras Sujeitas à Manutenção	Valor Total	% Sujeito à Manutenção	Valor Não Sujeito à Manutenção	Valor Sujeito à Manutenção
Obras Cíveis Realizadas	713,200	58%	109,480	304,176
Obras Cíveis Novas	317,650	100%	-	317,650
Sistemas Fixos Realizados	713,200	16%	-	114,112
Sistemas Fixos Novos	39,250	100%	-	39,250
Terminais de Integração	13,540	100%	-	13,540
Total (A)				788,728
Custo de Manutenção - 2% de (A) = (B)				15,775
Desconto de 15% sobre (B) = (C)				2,366
Custo Econômico de Manutenção (B) - (C)				13,408

Fonte: CEM (1996) e cálculos da autora.

O custo operacional do sistema, assim como o benefício de redução deste custo, mantiveram-se inalterados em relação à avaliação original (BRCOo - US \$ 14,418 milhões por ano). Da mesma forma, não foram revistas as premissas de determinação dos benefícios de incentivo à atividade econômica (BAECON – US \$ 20,509 milhões por ano), de redução do tempo de viagem por ônibus (BRTVo – US \$ 47,929 milhões por ano), e de redução do custo de manutenção do sistema viário (BRCM – US \$ 2,044 milhões por ano).

O benefício de redução dos custos operacionais dos automóveis (BRCOa) e de redução do tempo de viagem dos usuários de automóveis (BRTVa) passaram a ser considerados.

A metodologia utilizada foi semelhante à aplicada na avaliação dos custos operacionais dos ônibus, obtendo-se a redução do custo operacional total observado (soma dos custos na hora de pico e entropicos) entre as situações com e sem projeto. Optou-se, no entanto, por reduzir em 15% as velocidades obtidas no trabalho desenvolvido em agosto de 1992, considerando o aumento dos congestionamentos entre 1992 e o ano dessa atualização (1996) devido ao contínuo e expressivo crescimento da frota de veículos no Distrito Federal no período. Assim, os benefícios estimados foram de US \$ 10,253 milhões por ano para o BRCOa e de US \$ 24,365 milhões por ano para o BRTVa, sobre os quais também recaiu a projeção de crescimento 4% a.a..

Quanto ao benefício de redução de acidentes (BRACID), houve uma revisão no sentido de considerar o aumento do índice de acidentes com vítimas fatais para 1,16 por mil veículos, a elevação da frota de veículos no Distrito Federal para 631.000, bem como a atualização do dólar pela inflação americana, adotando-se o percentual de 35%, em conformidade

com a revista “Conjuntura Econômica” da Fundação Getúlio Vargas, de setembro de 1996. Mantendo-se, portanto, os outros valores e premissas constantes, obteve-se a seguinte estimativa para o referido benefício:

Tabela 3.77.– Redução do Nível de Acidentes (1996)

Tipo de Acidente	Índice (por mil veículos)	Custo por Acidente (US \$)	Custo Total (US \$ - mil)
Acidentes com vítimas fatais	1,16	12.930,00	9.464,24
Acidentes com vítimas leves	15,44	290,00	2.825,37
Acidentes sem vítimas	57,36	1.226,00	44.374,04
Total (A)			56.663,65
Benefício de Redução de Acidentes - 20% *A			11.332,73

Nota: a quantidade de veículos prevista para 1996 foi de 631.000.

Fonte: CEM (1996) e cálculos da autora.

Neste caso, a análise de sensibilidade foi feita considerando um percentual de 10% para a majoração do custo de investimento, portanto, menor que o percentual utilizado nos estudos anteriores. Isso se deveu à consideração de que se poderia atribuir um menor grau de incerteza quanto ao valor total do empreendimento porque restavam a realizar 43,68% do total, ou seja, mais da metade deste total já estava aplicada.

A avaliação também contou com quatro casos, para os quais foram calculadas as figuras de mérito. Escalonando o BAECON nos quinze primeiros anos do projeto, bem como considerando não haver projeção dos benefícios a partir do décimo-sexto ano, os referidos casos podem ser descritos da seguinte forma:

- Caso 1: custo de investimento somado ao custo de manutenção e aos benefícios de incentivo à atividade econômica (BAECON), de redução do custo de manutenção do sistema viário (BRM) e de redução do custo de operação de ônibus e automóveis (BRCOo e BRCOa);
- Caso 2: custo de investimento somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado (BRM + BRCOo + BRCOa + BRTVo + BRTVa + BAECON + BRACID);
- Caso 3: custo de investimento acrescido de 10% somado ao custo de manutenção e ao benefício total estimado;
- Caso 4: custo de investimento somado ao custo de manutenção e ao benefício total sem a projeção de crescimento de 4% a.a..

Os valores obtidos nesta análise foram os constantes da tabela a seguir:

Tabela 3.78.– Resultados da Avaliação (1996)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	0,3830	(730.689)	0,99%
Caso 2	1,1274	150.904	13,66%
Caso 3	1,0335	43.272	12,44%
Caso 4	0,8900	(130.314)	10,34%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: CEM (1996).

Mais uma vez, destacam-se resultados fora dos parâmetros de aceitabilidade para os casos 1 e 4, mesmo levando em consideração a diferença entre o caso 1 desta avaliação e o mesmo caso da avaliação de dezembro de 1991, onde o BAECON foi descontado diretamente do custo de investimento no ano zero. No entanto, as figuras de mérito dos casos 2 e 3, para os quais se consideram todos os benefícios, apresentam-se em conformidade com os parâmetros de viabilidade do projeto.

3.6.

Abril de 1997

A atualização realizada em abril de 1997 objetivava rever o valor dos investimentos realizados para o projeto.

Estimou-se um custo financeiro total para a completa implantação do metrô da ordem de US \$ 1.330,48 milhões (utilizando a paridade US \$ 1,00 para R\$ 1,011 – julho de 1996), dividido em: investimento já realizado de US \$ 713,20 milhões; investimento necessário para a conclusão de US \$ 553,38 milhões (maior que o considerado na atualização de outubro de 1996); aquisição de mais oito trens de US \$ 63,9 milhões.

Admitindo, novamente, um desconto de 15%, relativo aos impostos e às transferências, obteve-se um custo econômico de investimento de US \$ 1.130,91 milhões. A tabela 3.28 ilustra este raciocínio:

Tabela 3.79.– Custo Econômico de Implantação (Abril/97)

US \$ - milhões	
Investimento Realizado	713,200
Investimento para a Conclusão	553,380
Aquisição Adicional de 8 Trens	63,900
Custo de Investimento - Total (A)	1.330,480
Desconto - 15% de (A) = (B)	199,572
Custo Econômico de Investimento (A) - (B)	1.130,908

Nota: Valores estimados e convertidos para o dólar em julho/96.
Fonte: CEM (1997) e cálculos da autora.

Adotando os mesmos critérios para a estimativa dos custos de manutenção, obteve-se o valor total financeiro das obras sujeitas à manutenção (US \$ 828,69 milhões), bem como o custo anual econômico de manutenção, da ordem de US \$ 14,41 milhões por ano.

Tabela 3.80.– Custo Econômico de Manutenção (Abril/97)

US \$ - milhões				
Obras Sujetas à Manutenção	Valor Total	% Sujeito à Manutenção	Valor Não Sujeito à Manutenção	Valor Sujeito à Manutenção
Obras Civis Realizadas	713,200	58%	109,480	304,176
Obras Civis Novas	338,760	100%	-	338,760
Sistemas Fixos Realizados	713,200	16%	-	114,112
Sistemas Fixos Novos	41,980	100%	-	41,980
Terminais de Integração	29,660	100%	-	29,660
Total (A)				828,688
Custo de Manutenção - 2% de (A) = (B)				16,574
Desconto de 15% sobre (B) = (C)				2,486
Custo Econômico de Manutenção (B) - (C)				14,410

Fonte: CEM (1997) e cálculos da autora.

Em termos dos benefícios, considerou-se oportuno atualizar a velocidade dos ônibus nos horários de pico, pois a circulação de veículos estava cada vez mais lenta em Brasília, devido tanto aos congestionamentos, quanto ao controle eletrônico de velocidade implantado na cidade em novembro de 1996.

A circulação dos ônibus urbanos sempre se mostrou dificultada pela ausência de vias exclusivas. A inserção de transportes coletivos no tráfego geral acabava por comprometer a circulação dos veículos, a qual já se achava dificultada pelo aumento da frota no Distrito Federal (de 485.000 em 1994, para 631.000 em 1996, ou seja, um crescimento de 30,10%).

Objetivando reduzir o nível de acidentes, foram instalados radares eletrônicos nas principais vias de Brasília, no contexto de uma política de multas progressivas, o que contribuiu,

especialmente nas horas de pico, para a redução da velocidade média de circulação dos veículos individuais e dos ônibus.

Em relação à avaliação original, essa atualização afetou dois benefícios: o benefício de redução de custos operacionais dos ônibus (BRCOo) e o de redução de tempos de viagens dos usuários daquele transporte (BRTVo). A velocidade dos ônibus urbanos foi reduzida em 10% nas horas de pico, sem se alterarem os custos de combustíveis, lubrificantes e salários dos rodoviários, significando um maior consumo de combustível e, conseqüentemente, um aumento nos custos operacionais para a situação sem projeto.

Da mesma forma, com a velocidade 10% mais lenta nas horas de pico, aumentou o tempo de viagem dos usuários dos ônibus urbanos na situação sem projeto. Desta forma, os benefícios aumentaram e foram estimados em US \$ 16,684 milhões por ano (BRCOo) e US \$ 57,072 milhões por ano (BRTVo).

Os benefícios restantes foram mantidos inalterados em relação à avaliação de outubro de 1996.

Mantendo os mesmos critérios de projeção de crescimento dos benefícios, bem como os casos de avaliação, foram obtidos os seguintes valores para as figuras de mérito:

Tabela 3.81.– Resultados da Avaliação (Abril/97)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	0,3829	(769.456)	1,04%
Caso 2	1,1672	208.510	14,16%
Caso 3	1,0702	95.419	12,91%
Caso 4	0,9190	(101.055)	10,78%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: CEM (1997).

Os casos 1 e 4 apresentaram resultados desfavoráveis, enquanto que para os casos 2 e 3 todas as figuras de mérito mostram-se dentro dos critérios de aceitabilidade.

3.7.Maio de 1997

Objetivando acrescer alguns benefícios às análises anteriores, bem como realocar os custos de investimento, essa outra atualização foi realizada.

Em termos dos custos, os valores investidos, os quais são apresentados na tabela a seguir, foram alocados nos anos de efetivo desembolso, ou seja, no período entre 1992 e 1998. Foi considerado, ainda, o custo anual de manutenção obtido na última atualização – US \$ 14,41 milhões – para o período entre 1999 e 2026.

Tabela 3.82.– Custo Econômico de Implantação (Maio/97)

	US \$ - milhões
Investimento Realizado em 1992	156,520
Investimento Realizado em 1993	226,670
Investimento Realizado em 1994	208,630
Investimento Realizado em 1995	14,520
Investimento Realizado em 1996	64,550
Investimento Realizado em 1997	276,380
Investimento Realizado em 1998	121,570

Fonte: CEM (1997).

Novos três benefícios foram introduzidos na análise: um referente ao valor residual de mercado de alguns elementos do sistema, outro relativo à ocupação de áreas lindeiras ao Metrô com potencial de se transformarem em regiões de desenvolvimento de atividades econômicas, e um último benefício concernente à valorização imobiliária das localidades próximas ao Metrô, com conseqüente aumento na arrecadação do IPTU.

Ao final do período de 30 anos para o qual o Sistema Metroviário do DF foi avaliado, alguns bens, como trens, estações, oficinas (CCO e CAO), vias permanentes (de superfície e de túneis) e subestações, apresentarão valores residuais, os quais foram obtidos com base em estimativas de investimento total e de percentuais representativos destes valores para cada bem. A tabela a seguir contém todos estes dados, cujo cálculo resultou em um valor residual de US \$ 114,180 milhões, que foi considerado no ano 29 do fluxo de caixa.

Tabela 3.83.– Valor Residual (Maio/97)

US \$ Milhões

Especificação	Valor Investido	% do Valor Residual	Valor Residual
Trens	238,000	2	4,760
Estações	180,000	50	90,000
Oficinas (CCO e CAO)	31,500	50	15,750
Via Permanente:	177,920	2	3,560
- Superfície	127,200		-
- Túnel	50,720		-
Subestações	6,200	2	0,120
Total	633,620		114,180

Fonte: CEM (1997).

Passou-se a considerar o benefício de ocupação com atividades econômicas de outras áreas lindeiras além daquelas situadas em Águas Claras. Segundo um levantamento preliminar, cujos dados constam da tabela a seguir, a área total disponível era de 1.583.931 m², no valor estimado de R\$ 543.868.328,00. Assumiu-se que 2% deste valor representaria o benefício resultante da transformação dessas áreas em regiões de atividade econômica, o que significa aproximadamente R\$ 10,800 milhões.

Tabela 3.84.– Atividade Econômica de Áreas Lindeiras (Maio/97)

Estação	Localização	Área (m2)	Custo Médio (R\$/m2)	Valor Estimado (R\$)
11	Plano Piloto	140.042,03	1.500,00	210.063.045,00
13	Guará	337.511,48	400,00	135.004.592,00
16,17,18 e 19	Águas Claras	318.016,15	250,00	79.504.037,50
22	Taguatinga	141.563,00	300,00	42.468.900,00
33	Samambaia	420.000,00	100,00	42.000.000,00
31	Samambaia	134.250,00	168,00	22.554.000,00
24	Ceilândia	38.298,36	150,00	5.744.754,00
32	Samambaia	30.000,00	90,00	2.700.000,00
25	Ceilândia	9.280,00	200,00	1.856.000,00
20	Taguatinga	3.500,00	361,00	1.263.500,00
10	Plano Piloto	120,00	2.100,00	252.000,00
23	Ceilândia	5.750,00	50,00	287.500,00
26	Ceilândia	5.600,00	30,00	168.000,00
Totais		1.583.931,02		543.866.328,50
Atividade Econômica de Áreas Lindeiras - 2% do Valor Estimado				10.877.326,57

Fonte: CEM (1997).

Estimou-se, ainda, o benefício concernente à valorização imobiliária das localidades próximas ao metrô, haja vista a tendência de migração para áreas próximas ao trecho

percorrido pelo sistema. Tais valorizações, conjugadas a um provável acréscimo de áreas construídas, poderiam impactar em até 10% a arrecadação do IPTU. Sendo cerca de R\$ 115 milhões a receita auferida pela cobrança deste imposto em 1997, o benefício ora considerado geraria um ingresso adicional de receita da ordem de R\$ 11,5 milhões.

Por fim, o BAECON foi estimado para as regiões de Taguatinga, Ceilândia, Samambaia, Guará I e II, e Plano Piloto, onde se concentra a maioria das atividades de comércio e serviços (Estações Central, da Galeria dos Estados e da Asa Sul), adotando-se outros critérios.

Considerando o consumo de energia nos setores da indústria, do comércio e dos serviços (expurgados os usos residenciais, iluminação pública, serviço público e rural) como indicador da atividade econômica, pôde-se determinar o índice de crescimento deste tipo de atividade após o lançamento do projeto. A partir dos dados fornecidos pela Companhia Energética de Brasília – CEB para cada cidade atendida pelo metrô e para o Distrito Federal, montou-se a tabela a seguir, onde se apresentam, principalmente, os percentuais de consumo de energia das áreas de interesse em relação ao consumo total do DF:

Tabela 3.85.– Consumo de Energia Elétrica no DF (Maio/97)

Ano	Consumo I/C/S	Crescimento Anual (%)	Crescimento Médio Anual	% do Consumo Total do DF
1986	487,24		1,87	75
1987	500,29	2,68		74
1988	512,03	2,35		74
1989	517,14	1,00		75
1990	531,99	2,87		74
1991	534,52	0,48		76
1992	543,25	1,63	8,40	77
1993	596,4	9,78		77
1994	631,12	5,82		77
1995	709,28	12,38		77
1996*	797,23	12,40		80

Nota: I/C/S – setores da indústria, comércio e serviços;
 * estimado em função do crescimento entre 1994 e 1995.
 Fonte: CEM (1997).

Com base nos valores do Produto Interno Bruto – PIB do Distrito Federal nos anos de 1991 e 1996, fornecidos pela CODEPLAN, a Coordenadoria obteve o crescimento médio deste indicador macroeconômico para a área servida pelo metrô, considerando que o percentual de consumo de energia elétrica desta área fornece uma boa aproximação da sua participação na atividade econômica do Distrito Federal. Desta forma, estimou-se um incremento anual médio do PIB na área de interesse da ordem de R\$ 1.346,78 milhões de reais, do qual apenas 20% foi adotado, resultando em R\$ 269,35 milhões. Ao metrô atribuiu-se 10% deste último valor, resultando em um benefício de incentivo à atividade econômica da ordem de R\$ 26,93 milhões.

Tabela 3.86.– Incentivo à Atividade Econômica (Maio/97)

R\$ milhões			
Ano	PIB do DF	% do Consumo Total do DF *	PIB da Área de Interesse
1991	6.387,59	76	4.854,57
1996**	15.050,00	77	11.588,50
Incremento Anual Médio			1.346,79
20% do Incremento Anual Médio (A)			269,36
10% de (A) - BAECON			26,94

Nota: * referente à área de interesse servida pelo metrô;
 ** % consumo do DF em 1996: média de 1991 a 1996.

Fonte: CEM (1997).

A esse valor foi somado aquele considerado nas avaliações anteriores de US \$ 307,640 milhões, ou US \$ 20,509 milhões por ano, de forma que o BAECON total seria de 47,439 milhões, como apresentado na tabela a seguir:

Tabela 3.87.– Incentivo à Atividade Econômica Total (Maio/97)

Benefício de Incentivo à Atividade Econômica - US \$	20.509.339
Benefício de Incentivo à Atividade Econômica - R \$	26.930.000
Benefício Total - BAECON	47.439.339

Fonte: CEM (1997).

Para a obtenção das figuras de mérito, o BAECON foi escalonado em quinze anos a partir do ano -2 (1995), com projeção de crescimento de 4% a.a.. Os benefícios relativos à transformação de áreas lindeiras em atividade econômica, bem como de valorização imobiliária, foram considerados a partir do ano zero (1997). Os valores obtidos nas outras avaliações para os benefícios BRCM, BRCoO, BRCoA, BRTVo, BRTVa e BRACID foram considerados a partir do ano 2 do projeto (1999), sendo que, em média, 26% destes valores foram inseridos no ano 1 (1998), e 23% destes últimos, no ano 0 (1997).

Tabela 3.88.– Benefícios Estimados (Maio/97)

	US \$ mil		
	Ano 0 (1997)	Ano 1 (1998)	Ano 2 (1999)
BRCM	120	540	2.044
BRCOo	1.000	4.390	16.684
BRCOa	620	2.720	10.253
BRTVo	3.430	15.030	57.072
BRTVa	1.470	6.410	24.365
BRACID	680	2.700	11.333

Fonte: CEM (1997) e organização da autora.

Foram feitas três análises para esta avaliação. A primeira considerava todos os benefícios (BRCM, BRCOo, BRCOa, BRTVo, BRTVa, BRACID, Valor Residual, Valorização Imobiliária, Transformação das Áreas Lindeiras em Atividade Econômica) e o BAECON originalmente determinado (US \$ 20.509,00 mil por ano). Já a segunda inseria no fluxo de caixa, além de todos os benefícios, o valor do BAECON obtido nesta avaliação. E, por fim, a última avaliação desconsiderava totalmente o benefício de transformação de áreas lindeiras em atividade econômica e utilizava o BAECON de 47.439 mil.

A partir destas considerações, obteve-se os resultados abaixo explicitados, todos dentro dos padrões de aceitabilidade estabelecidos:

Tabela 3.89.– Resultados da Avaliação (Maio/97)

	B/C	NPV	TIR
Caso 1	1,11	143.180	13,24%
Caso 2	1,30	406.266	15,52%
Caso 3	1,22	290.641	14,70%

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: CEM (1997).

Objetivando melhor visualizar os resultados obtidos nas diversas análises, apresenta-se a tabela a seguir:

Tabela 3.90.– Resultados de Todas as Análises

Avaliação	Caso 1			Caso 2			Caso 3			Caso 4		
	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR	B/C	NPV	TIR
Dez/91	0,4308		4%	2,0220	459,32	23%	1,7249	381,91	20%	1,4612	207,26	19%
Ago/92	0,2696	(604,73)	0%	1,5220	432,13	18%	1,2843	278,90	15%	1,2419	200,30	15%
Set/93	0,4090	(499,33)	1%	1,0866	73,20	13%	0,9169	(83,19)	11%	0,8703	(109,62)	10%
Dez/93	0,4043	509,17	1%	1,0741	63,35	13%	0,9079	(93,13)	11%	0,8602	(119,47)	10%
Out/96	0,3830	(730,69)	1%	1,1274	150,90	14%	1,0335	43,27	12%	0,8900	(130,31)	10%
Abr/97	0,3829	(769,46)	1%	1,1672	208,51	14%	1,0702	95,42	13%	0,9190	(101,06)	11%
Mai/97	1,1100	143,18	13%	1,3000	406,27	16%	1,2200	290,64	15%	-	-	-

Nota: B/C – relação benefício-custo;

NPV – valor presente líquido;

TIR – taxa interna de retorno.

Fonte: tabelas anteriores e organização da autora.

Tendo como base as referidas análises, nas quais foram sendo atualizados os valores investidos e os diversos custos e benefícios do projeto, verifica-se a sua viabilidade a partir da consideração de todos os benefícios quantificáveis observados, situação representada pelo caso 2 (à exceção da avaliação de maio de 1997, para a qual os casos são definidos de outra maneira). O projeto se mostrou bastante sensível à projeção anual dos benefícios, uma vez que a desconsideração daquela projeção no caso 4 o torna inviável na maioria das vezes. É grande também a sensibilidade ao benefício de redução do tempo de viagem, identificada pela grande variação entre os resultados obtidos entre os casos 1 e 2, para o qual a consideração daquele benefício, bastante expressivo em relação aos outros, mostrou-se determinante na elevação dos valores das figuras de mérito consideradas.

No entanto, tais resultados seriam muito diferentes se considerássemos o atraso para a entrada em operação do sistema, em razão da necessidade de, no fluxo de caixa, realizar-se os descontos de todos os benefícios estimados. Tal fato impactaria fortemente o projeto tanto em termos financeiros, quanto em termos sociais, mesmo quando se considera todos os benefícios quantificáveis apresentados nos trabalhos anteriores.

Este assunto será abordado no próximo capítulo, onde serão apresentados os valores obtidos para as três figuras de mérito considerando a operação do sistema somente a partir de 2001, além de uma discussão qualitativa dos impactos não computados em função das lacunas da própria metodologia da análise custo-benefício.

BIBLIOGRAFIA

Adler, Hans. 1978. *Avaliação Econômica dos Projetos de Transportes – Metodologia e Exemplos*, Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro, RJ.

Atkinson, A. B. e Stiglitz, J. A. 1980. "Public Sector Pricing and Production", *Lecture on Public Economics*, Capítulo 15, pp. 457-481, McGraw-Hill, Nova Iorque.

Bös, Dieter. 1985. "Public Sector Pricing", *Handbook of Public Economics*, Volume I, Capítulo 3, pp. 129-211, University of Bonn, Bonn.

Contador, Cláudio R.. 1981. "Planejamento, Projetos e Avaliação Social", *Avaliação Social de Projetos*, Capítulo 1, pp. 15-36, Atlas, 1ª Edição.

Contador, Cláudio R.. 1981. "O Cálculo dos Benefícios e Custos Sociais", *Avaliação Social de Projetos*, Capítulo 3, pp. 55-80, Atlas, 1ª Edição.

Coordenadoria Especial do Metrô do Distrito Federal – CEM, *Estudos de Viabilidade Econômica do Metrô do DF*. 1991, 1993, 1996 e 1997.

Drèze, Jean e Stern, Nicholas. 1987. "The Theory of Cost-Benefit Analysis", *Handbook of Public Economics*, Volume II, pp. 909-985.

Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos – EBTU. 1987. *Avaliação de Projetos de Transportes Urbanos - Manual Operacional*, Volume 1, Capítulo 5, pp. 49-69, Brasília, DF.

Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes – GEIPOT e Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos – EBTU. 1986. *Pesquisa sobre Consumo de Combustível em Área Urbana, Estudo Piloto: Brasília*, Anexo I – Equações Gerais de Consumo.

Finzi, Ugo. 1997. "The World Bank and Project Analysis – An Introduction", *Economic Development Institute of the World Bank*, The World Bank, Washington, DC.

Kogiku, K. C. 1971. "Marginalist Models of General Equilibrium and Welfare Economics", *Microeconomic Models*, Capítulo 4, Seções 4.5 e 4.6, pp. 103-115, University of California, Riverside, Harper & Row Publishers.

Merlin, Pierre. 1984. *La Planification des Transports Urbains*, Masson S.A. Paris, 220 páginas.

Mueller, Dennis C. 1940. "The Reason for Collective Choice – Allocative Efficiency", *Public Choice II*, Capítulo 2, parte E, pp. 25-28, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Nicholson, Walter. 1995. "Regulation of Monopolies", *Microeconomics Theory Basic Principles and Extensions*, Parte VI, Capítulo 2, pp. 628-631, 6ª edição, The Dryden Press, Harcourt Brace College Publishers.

Paiva, José Soares. 1992. "Avaliação Sócio-econômica do Metrô do Distrito Federal – Uma Abordagem sobre Metodologias Tradicionais de Avaliação Sócio-econômica de Projetos de Transporte Urbano", *Tese de Mestrado em Transportes Urbanos*, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, DF.

Schmalensee, Richard. 1981. "Output and Welfare Implications of Monopolistic Third-degree Price Discrimination", *American Journal of Economics*, vol. 71, nº 1, páginas 242-247.

Sousa, M. C. S. 1998. "Efficiency and Equity Aspects of Social Spending in Selected Countries of Latin America and East Asia: a Comparative Approach", *Revista de Economia Aplicada*, Volume 2, Número 3, FIPE/FEA-USP.

Stiglitz, J. A. 1988. "The Economic Rationale for Government", *Economics of the Public Sector*, Capítulo 3, pp. 61-89, Norton Books, Nova Iorque.

Stiglitz, J. A. 1988. "Public Goods and Publicly Provided Private Goods", *Economics of the Public Sector*, Capítulo 5, pp. 119-144, Norton Books, Nova Iorque.

Stiglitz, J. A. 1988. "Externalities", *Economics of the Public Sector*, Capítulo 8, pp. 213-236, Norton Books, Nova Iorque.

Vasconcellos, Eduardo de A. e Lima, Iêda Maria de O.. 1998. "Quantificação das Deseconomias do Transporte Urbano: Uma Resenha das Experiências Internacionais", *Texto para Discussão nº 586*, IPEA, Brasília, DF.

Ward, William A., Deren, Barry J. e D'Silva, Emmanuel H.. 1991. "Neoclassical Economics and the Theory of the Public Sector", *The Economics of Project Analysis – A Practitioner's Guide*, Parte I, pp. 1-64, Economic Development Institute of the World Bank, Washington, DC.