

Projetos para
Trânsito e Transporte

Funcionais - Básicos - Executivos

Infraestrutura Urbana,

Rodoviária e Metroferroviária.

Sinalização.

Segurança Viária.

Polos Geradores de Tráfego.

Ciclovias, Pesquisas.

Estudos de Tráfego.



Qualidade é o nosso
principal compromisso

+55 11 3129-7612
www.qualitasurbis.com.br

Tabela 6 - Vagas de bicicleta – número de caminhadas a pé de acesso às estações

VAGAS EM BICICLETÁRIOS X CAMINHADAS A PÉ (15 min. ou +)				
LINHA	Trecho (Entre as Estações)	Vagas Bike	nº Caminhadas a Pé (15 min ou +)	Relação Vagas / nº Caminhadas
Rubi - 7	Francisco Morato - Piqueri	67	60000	0.22%
Diamante - 8	Amador Bueno - Presidente Altino	255	75000	0.68%
Esmeralda - 9	Grajau - Ceasa	1469	48000	6.12%
Turquesa - 10	Rio Grande da Serra - Móoca	1968	80000	4.92%
Coral - 11 e Safira - 12	Estudante - Brás	1218	130000	1.87%
Várias linhas Marginal Tietê	Imperatriz Leopoldina - Brás	1	100000	0.00%
Total		4978	493000	2.02%

caminhadas ao dia por estação, o que implica numa necessidade de cerca 5 000 vagas de bicicletas, já que em sua maioria, estas viagens de trem são por motivo trabalho, com a consequente ocupação da vaga por todo o dia.

Na tabela 6 é mostrada uma comparação de dados agregados obtidos da distribuição de caminhadas de acesso às estações de trem na RMSP com mais de 15 minutos (figura 3) com as vagas existentes nos bicicletários das estações da CPTM (http://www.cptm.sp.gov.br/E_NOTICIAS/Campanhas/Bicicletario.asp, 01/04/10).

A relação do número de vagas nos bicicletários com o número de caminhadas nos permite observar a insuficiência total de vagas quando se analisa o potencial existente para o uso da bicicleta. Em trechos de linhas onde esta relação é melhor (linhas Esmeralda e Turquesa), somente 5% do potencial seria atendido pelas vagas existentes (se estas já não tiverem sido ocupadas).

CONCLUSÃO

O crescimento do número de viagens de trem e de caminhadas de acesso às estações – ambas cada vez mais longas – mostra a necessidade do poder público desenvolver políticas para diminuição destes tempos.

O plano conhecido como “EXPANSÃO” do Estado de São Paulo, com a aquisição de nova frota para a CPTM e a melhoria da qualidade das linhas deve trazer melhorias nos tempos de viagem de trem. No entanto é necessária uma proposta que permita trans-

formar boa parte das caminhadas de longa duração em viagens de bicicleta. Um plano cicloviário de acesso ao transporte público de massa (trem, metrô e ônibus) composto de ciclovias, ciclofaixas, paraciclos e bicicletários, por exemplo, levaria a um ganho substancial do tempo de viagem. 

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] METRÔ – Companhia do Metropolitano de São Paulo, PESQUISA ORIGEM - DESTINO / 1997 – Relatório Síntese das Informações – Pesquisa Domiciliar e Linha de Contorno – fevereiro de 1999.
[2] METRÔ – Companhia do Metropolitano de São Paulo, PESQUISA ORIGEM - DESTINO / 2007 – Relatório Síntese das Informações – Pesquisa Domiciliar – dezembro de 2008.
[3] CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – Número de Vagas nos Bicicletários das Estações – http://www.cptm.sp.gov.br/E_NOTICIAS/Campanhas/Bicicletario.asp, 01 de maio de 2010.

* Carlos Eduardo de Paiva Cardoso é Engenheiro Eletrônico e mestre em Engenharia de Transporte pela EPUSP, doutor em Serviço Social pela PUC-SP. Atuou durante 20 anos na CET-SP, como especialista nas áreas de planejamento, tecnologia e geoprocessamento. Atualmente é especialista em Planejamento e Modelagem de Tráfego e Transportes no Grupo CCR e membro do conselho editorial da revista da ANTP
E-mail: paivacardoso@yahoo.com.br
¹Trabalho apresentado no Coninfra 2010 - 4º Congresso de Infraestrutura de Transportes

Benefícios socioeconômicos gerados pelo transporte sobre trilhos

Análise com base na CPTM no ano de 2012 para a Região Metropolitana de São Paulo através do modelo de demanda de quatro etapas

RODRIGO SARTORATTO DE ALENCAR*
ROBERTO MANOLIO VALLADÃO FLORES**

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem em seu sistema de transporte um dos temas centrais para o seu desenvolvimento e para o bem-estar de sua população. Os crescentes índices de congestionamento na região deixam a qualidade de vida dos habitantes cada vez pior, aumentando a poluição, o número de acidentes de trânsito, reduzindo o tempo de lazer da população, aumentando os custos operacionais dos sistemas de transporte e dificultando o fluxo de mão-de-obra e de mercadorias.

Uma das soluções que vem sendo apontada para esta questão é o aumento do investimento em transporte público, especialmente nos modos sobre trilhos, como metrô e trem. Entretanto, o volume dos investimentos necessários para a ampliação e operação da malha metroferroviária é bastante elevado.

Embora o volume de recursos seja elevado, os benefícios socioeconômicos gerados podem justificar este investimento, trazendo vantagens financeiras e maior bem-estar para a população. Tendo em vista esta discussão, torna-se necessário mensurar mo-

netariamente esses benefícios gerados pelos sistemas sobre trilhos, para serem comparados com os investimentos necessários pelo governo estadual e, assim, verificar se a realização dos mesmos é interessante para a população e ao desenvolvimento da RMSP.

O objetivo desse trabalho é atualizar os valores apresentados por Alencar e Flores (2011), onde são monetarizados os benefícios gerados pelo sistema de trens da RMSP, atualmente operado pela Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM, de acordo com indicadores de transporte.



METODOLOGIA

Para obter os benefícios socioeconômicos gerados pela CPTM, será comparada a situação da rede de transporte coletivo da Região Metropolitana no ano de 2012 com a situação hipotética onde os serviços oferecidos pela CPTM não seriam mais prestados, utilizando a modelagem de demanda tradicional de quatro etapas para a obtenção dos dados de entrada para o modelo de benefícios socioeconômicos.

Para compreender melhor essa metodologia, será feita uma breve abordagem sobre a modelagem de demanda de quatro etapas.

Modelagem tradicional de demanda de quatro etapas

A teoria clássica dos modelos de transporte tem como base uma representação discreta do espaço, em que a área a ser modelada é dividida em zonas de tráfego e o sistema de transporte é representado através de uma rede de nós e ligações (Cardoso, 2005).

As zonas de tráfego são definidas anteriormente ao processo de modelagem e passam a ser representadas por um único ponto na rede (centróide), funcionando como polos de produção e atração de viagens das respectivas zonas, que utilizam a rede de transporte representada para realizarem seus deslocamentos.

Nessa representação da rede, apenas as viagens interzonais são simuladas na metodologia tradicional, o que torna fundamental que as zonas de tráfego sejam as menores possíveis no modelo.

Os centróides são ligados à rede através de conectores, que representam os pontos de acesso ou egresso ao sistema de transporte para as viagens com origem ou destino naquela zona.

O conjunto de segmentos da rede viária do sistema de transporte existente é representado por uma complexa rede de nós e ligações (links), representando as regras de circulação, que permitem definir ligações unidirecionais ou bidirecionais e proibições ou penalidades de conversão. Também são identificados quais modos de transporte individual representados (auto, táxi etc.) ou coletivo (ônibus, metrô, trem etc.), podem percorrer essas ligações.

A oferta de transporte público é representada através de rotas (transit lines) que representam o trajeto realizado por linhas de ônibus no sistema viário ou em via segregada (no caso dos sistemas sobre trilhos). Além do trajeto realizado, as transit lines também armazenam informações básicas das linhas como velocidade comercial, tipo de veículo (ônibus padron ou articulado, trens de 4, 6 ou 8 carros) e intervalo entre eles.

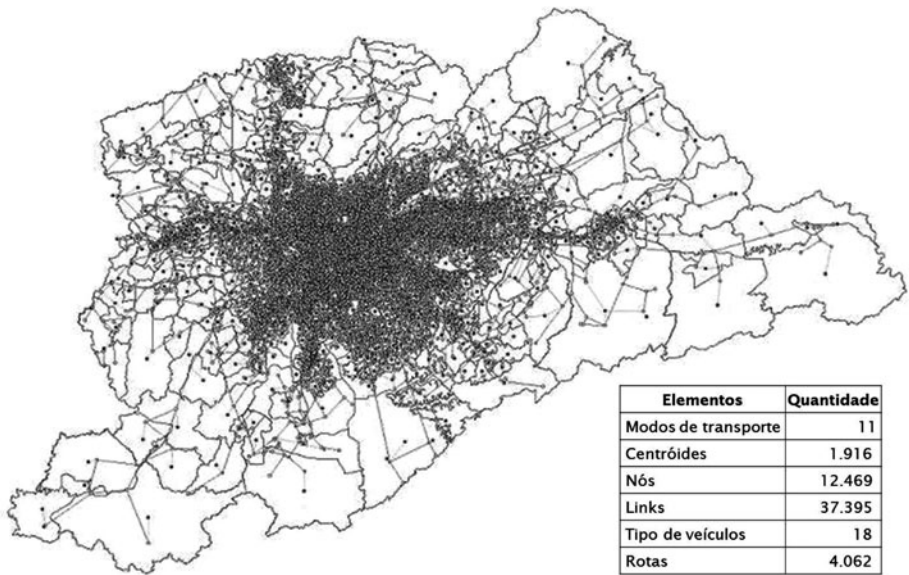


Figura 1 - Rede de Transporte da RMSP representada no software EMME®

A figura 1 ilustra a rede de transporte utilizada para esse trabalho, implementada no software de modelagem de demanda EMME®.

Os insumos para a modelagem de transportes são apresentados na figura 2 e foram divididos em três grupos de dados.

O primeiro deles descreve as características das viagens e aspectos socioeconômicos que sintetizam o novo perfil de demanda detectado na Pesquisa O/D 2007.

O segundo grupo representa o sistema viário, materializado na atualização da rede sobre trilhos da RMSP, incluindo as expansões da Rede Metroviária, o Plano de Expansão da Rede da CPTM, o Sistema Viário Principal da RMSP e, em particular, o siste-

ma viário de acesso às estações a partir das conclusões dos Planos de Inserção Urbana das Linhas da CPTM, Planos Diretores Municipais, Propostas do SIVIM etc. Alguns itens essenciais ao processo de montagem da rede de simulação foram atualizados, tais como as classificações viárias da rede utilizando-se o projeto SIVIM como referência, além da incorporação de sentido de circulação, classificação funcional das vias, número de faixas, capacidades viárias etc.

O terceiro grupo corresponde aos dados georreferenciados de oferta de transporte sobre pneus do município de São Paulo, serviços metropolitanos da EMTU-SP e oferta de transporte sobre pneus dos demais municípios da

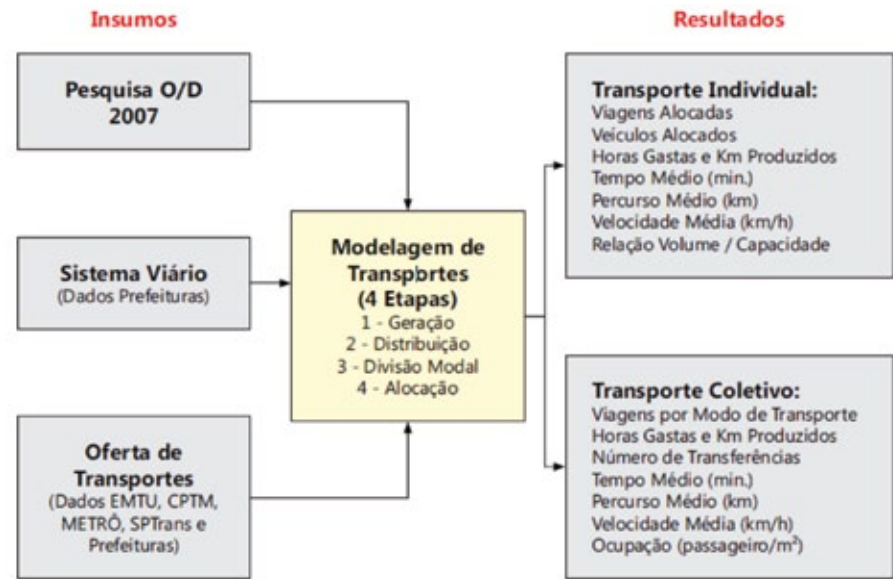


Figura 2 - Fluxograma de atividades para a modelagem tradicional de quatro etapas

Tabela 1 - Renda média mensal dos usuários de todos os modos de transporte da RMSP segundo a Pesquisa O/D

Modo	Renda Média Mensal para a RMSP em 2007	Valores Corrigidos para 2012	Demanda - Hora Pico da Manhã
SPTrans	R\$ 867,73	R\$ 1.153,47	922.208
EMTU	R\$ 896,50	R\$ 1.191,72	299.794
Demais ônibus municipais	R\$ 787,38	R\$ 1.046,66	640.635
Metrô	R\$ 1.168,21	R\$ 1.552,90	396.167
CPTM	R\$ 963,45	R\$ 1.280,71	225.058
Automóvel	R\$ 1.987,90	R\$ 2.642,52	1.291.196

(Fonte: CPTM – Pesquisa O/D 2007 – IBGE)

RMSP. Dessa forma, foram incluídos os dados de frota, tipologia do material rodante e oferta de transporte na hora pico da manhã.

Esses insumos foram submetidos à modelagem de transportes, fundamentada no método tradicional de quatro etapas, descrito a seguir:

- 1) Geração de Viagens, na qual as quantidades de viagens produzidas e atraídas em cada zona de tráfego são estimadas;
- 2) Distribuição de Viagens, onde ocorre a determinação dos intercâmbios de viagens e dos deslocamentos correspondentes entre as zonas de tráfego;
- 3) Divisão Modal, na qual se determina o modo de transporte (individual ou coletivo) pelo qual as viagens serão realizadas;
- 4) Alocação, que representa a etapa de escolha do caminho, por um dado modo, entre os pares de zonas de tráfego.

Então, com auxílio do software EMME®, são fornecidos os indicadores de transporte individual e coletivo apresentados na figura 2, que contemplam a política tarifária e de integração vigente na RMSP, sendo a base das informações para o cálculo dos benefícios sociais gerados pela CPTM.

É de fundamental importância destacar que nesse trabalho em particular, quando retirada a CPTM da rede de transporte da RMSP, não foi realizada a etapa de Distribui-

ção de Viagens. Isso se justifica porque partir da premissa que a CPTM não existiria na rede de transporte mudaria completamente o padrão de viagens existente no modelo de demanda, pois as viagens realizadas no modelo tenderiam a ser mais curtas (i.e., entre zonas de tráfego mais próximas), o que não corresponderia à realidade.

Optou-se então por utilizar o modelo de demanda a partir de sua terceira etapa, a Divisão Modal. Isto feito, não parte-se da premissa de que a CPTM nunca existiu, e sim que seus serviços foram interrompidos por algum motivo. Com isso, a distribuição das viagens entre as zonas de tráfego não seriam afetadas, obtendo-se apenas o impacto que a falta do serviço ofertado pela CPTM teria na divisão das viagens entre os modos existentes na rede de simulação, com seus respectivos impactos na alocação dessas viagens no modelo.

Dados de entrada

Com o processo de modelagem de demanda descrito anteriormente, o software EMME® disponibiliza os resultados tradicionais de alocação, sendo alguns utilizados como dados de entrada no modelo de benefícios socioeconômicos. São eles:

- passageiro*km: corresponde ao somatório da quilometragem total percorrida por cada usuário do sistema de transporte da RMSP;
- passageiro*hora: corresponde ao somatório do tempo de viagem gasto por cada usuário do sistema de transporte da RMSP;

Tabela 2 - Cálculo do valor do tempo horário para a RMSP

Valor do tempo	
Renda média mensal - RMSP (todos os modos)	R\$ 1.697,19
Horas trabalhadas no mês	160
Faror de correção	30,00%
VT (horário)	R\$ 3,18

(Fonte: BNDES)

- veículo*km: corresponde ao somatório da quilometragem total percorrida por cada veículo (ônibus, trem etc.);

- velocidade média: corresponde à velocidade média, em km/h, de certo modo de transporte.

Esses quatro resultados foram estimados para as situações “com” e “sem” CPTM, na hora pico da manhã e expandidos, quando necessários, para valores anuais.

BENEFÍCIOS SOCIOECONÔMICOS DO SISTEMA SOBRE TRILHOS

Para o cálculo dos benefícios econômicos, considerou-se um fator de hora pico de 13,5% para todos os modos de transporte e um total de 305 dias úteis equivalentes para obter os valores anuais. Esses números são os utilizados pela CPTM em seus estudos de demanda.

Os benefícios associados aos sistemas de transporte podem ser caracterizados entre benefícios diretos e indiretos. Os benefícios diretos se referem aos benefícios econômicos gerados internamente aos sistemas de transportes e os benefícios indiretos estão relacionados aos impactos produzidos sobre o meio ambiente urbano.

Benefícios diretos

Tempo de viagem - Para calcular este benefício considera-se o resultado líquido da variação da quantidade total de horas gastas nas viagens entre as situações “com” e “sem” a presença da CPTM na rede de transportes da RMSP, com base em um valor dado para o tempo. Formalmente temos:

$$RTV_{mt} = \left[\frac{\Delta Pass.h_{mt}}{FP_m} \times DA \right] \times VT$$

onde RTV_{mt} é o benefício monetário referente à redução do tempo de viagem no ano t , para o modo de transporte m ; $\Delta Pass.h_{mt}$ é a variação do produto passageiros*hora referente às situações “com” e “sem” CPTM no período de pico do ano t para o modo m ; FP_m é o fator de pico do modo m referente à demanda total; DA é o total de dias referentes ao período de um ano e VT é o valor monetário (em reais) referente a uma hora de um passageiro do sistema de transporte público.

Para calcular o benefício total da redução do tempo de viagem gerado em certo ano, devemos realizar a soma dos benefícios de todos os modos de transporte m . Então:

$$RTVT_t = \sum_{m=1}^M RTV_{mt}$$

onde $RTVT_t$ é o benefício referente à re-

dução do tempo de viagem no ano t ; M é o total de modos de transporte considerados na modelagem; m e RTV_{mt} seguem a mesma descrição da equação (1).

Nesse trabalho, como já citado, temos os valores de $FP_m = 13,5\%$ e $DA = 305$ para todos os benefícios. Em relação ao valor do tempo, VT , foi considerada a renda média mensal dos usuários de todos os modos de transporte da RMSP. Os valores foram retirados da Pesquisa Origem e Destino realizada em 2007. Para trabalhar com valores correspondentes a 2012, utilizou-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), produzido pelo IBGE. A tabela 1 apresenta os valores encontrados na Pesquisa O/D 2007, a respectiva atualização monetária e a demanda estimada pelo software EMME® para 2012 na hora pico da manhã.

Utilizando-se de uma ponderação entre a renda média mensal de cada modo e a demanda estimada, o valor da renda média mensal da RMSP para usuários de transporte encontrado foi de R\$ 1.697,19, referente ao ano de 2012. Como a metodologia apresentada utiliza valores monetários para o valor da hora dos usuários, precisamos transformar o valor mensal encontrado em horário. Desta forma, considerou-se o total de 160 horas trabalhadas em um mês. Além disso, utilizou-se também o fator de redução indicado pela metodologia do BNDES de 30%. Este fator corresponde ao produto do percentual de viagens a trabalho, 50%, com o percentual de utilização econômica do tempo economizado, 60%. A tabela 2 resume o valor do tempo, VT .

Custos operacionais - A multiplicação do produto veículos*km pelo custo unitário de operação produz o custo total de operação para certo modo de transporte e, a partir disso, pode ser determinado o benefício líquido anual pela redução dos custos de operação do sistema.

Vale lembrar que a redução de custo referente à menor quantidade de combustível consumida não é considerada neste benefício, dado que o próximo item trata especificamente deste ganho. Posto isto, a formulação da redução do custo operacional de um modo é:

Tabela 3 - Valores monetários do acidente por modo

Modo	Valor do acidente
Ônibus	R\$ 7,20 por 1000 pass*Km
Automóvel	R\$ 76,38 por 1000 pass*Km
Metrô	R\$ 0,00 por 1000 pass*Km
Trem	R\$ 0,00 por 1000 pass*Km

(Fonte: Banco Mundial)

$$RCO_{mt} = \left[\frac{\Delta Veic.km_{mt}}{FP_m} \times DA \right] \times Cop_m$$

onde RCO_{mt} é a redução do custo operacional gerada entre as situações “com” e “sem” a presença da CPTM na rede de transportes da RMSP no ano t para o modo de transporte m ; $\Delta Veic.km_{mt}$ é a variação do produto veículos*km no período de pico do ano t para o modo m ; Cop_m é o custo unitário de operação de um quilômetro do modo de transporte m e FP_m e DA seguem mesma definição anterior.

Mais uma vez, para calcular o benefício total gerado pelo projeto referente à redução dos custos de operação, devemos realizar o somatório de todos os modos de transporte m :

$$RCOT_t = \sum_{m=1}^M RCO_{mt}$$

onde $RCOT_t$ é a redução do custo de operação gerado de todo o sistema de transporte no ano t ; M é o total de modos de transporte m , de todo o sistema e RCO_{mt} segue a mesma descrição da equação (3).

Para o cálculo deste benefício, considerou-se apenas o custo operacional dos ônibus e dos automóveis, pois para o metrô não houve variação na quilometragem rodada.

Desta forma, é necessário apresentar o valor do quilômetro rodado para os ônibus e para o automóvel. Para os ônibus, utilizou-se o valor apresentado pela Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos – EMTU-SP, onde um quilômetro rodado de um ônibus custa em média R\$ 3,43, sem considerar gastos com combustíveis. Este valor foi encontrado considerando gastos como depreciação, pessoal, impostos, entre outros. Já para o automóvel, utilizou-se o valor de R\$ 0,49 por quilômetro rodado, retirado da média de valores cobrados pelas empresas de aluguel de veículos no município de São Paulo.

Custos com combustíveis - No caso de custos com combustíveis, a metodologia é praticamente idêntica à adotada para os custos operacionais. O que vai diferir é apenas o valor do custo do quilômetro rodado para cada modo. Assim, os modos sobre trilhos apresentam custo igual à zero, pelo fato de não se utilizarem combustíveis.

Para os ônibus, segundo dados fornecidos pela EMTU-SP, o custo médio com combustíveis para um quilômetro

rodado é de R\$ 0,80. Para os automóveis, o valor apresentado pelas empresas de aluguel de veículos foi de R\$ 0,29. Sendo assim, para realizar o cálculo do benefício com redução dos custos com combustíveis basta utilizar as equações (3) e (4), mas substituindo Cop_m quando o modo for ônibus ou automóvel.

Benefícios indiretos

Redução do número de acidentes - A fonte deste benefício consiste na variação da quilometragem percorrida pelos usuários do sistema de transporte referente às situações “com” e “sem” a presença da CPTM na rede de transportes da RMSP.

O procedimento de cálculo adotado para este tipo de benefício considera os custos específicos de acidentes para cada modo de transporte. Os produtos destes custos específicos pelo diferencial do total de passageiros*km em um ano determinam os benefícios.

A formulação matemática da redução do custo de acidentes para cada modo de transporte considerado é dada por:

$$RAcid_{mt} = \left[\frac{\Delta Pass.km_{mt}}{FP_m} \times DA \right] \times CAcid_m$$

onde $RAcid_{mt}$ é o benefício monetário gerado preferente à redução dos acidentes no modo de transporte m para o ano t ; $\Delta Pass.km_{mt}$ é a variação do produto passageiros*km entre as situações “com” e “sem” a presença da CPTM na rede de transportes da RMSP no período de pico do ano t para o modo m ; $CAcid_m$ é o valor monetário (em reais) de um acidente por quilômetro para o modo de transporte m e FP_m e DA seguem mesma definição anterior.

Então, para calcular o benefício total do sistema de transporte, utiliza-se a soma dos benefícios dos m modos de transporte:

$$RAcidT_t = \sum_{m=1}^M RAcid_{mt}$$

onde $RAcidT_t$ é o benefício gerado pelo projeto referente à redução dos acidentes para todo sistema de transporte no ano t ; M é o total de modos de transporte m , de todo o sistema e $RAcid_{mt}$ segue a mesma descrição da equação (5).

Os valores utilizados para $CAcid_m$ são apresentados na tabela 3. A fonte para estes valores é o Banco Mundial.

Redução da poluição - Este benefício é gerado em função da redução da quantidade de poluentes emitida por cada modo de transporte entre as situações “com” e “sem” a presença da CPTM na rede de transpor-

tes da RMSP. A diferença da quantidade de poluentes emitida, medida em tonelada/km, de cada tipo de poluente, multiplicada pelo valor monetário de uma tonelada/km deste poluente determina o benefício gerado pela redução da poluição.

Agora, a formulação matemática do benefício ganha um novo subscrito, p , que se refere ao tipo de poluente que é gerado por certo modo de transporte. A adição deste termo, além dos subscritos m e t que já apareceram nas formulações anteriores, é necessária devido ao fato dos valores monetários serem, agora, referentes a uma tonelada/km para cada tipo de poluente. Assim, temos:

$$RPol_{mtp} = \left[\frac{\Delta Pol_{mtp}}{FP_m} \times DA \right] \times VPol_p$$

onde $RPol_{mtp}$ é o benefício monetário gerado referente à redução da emissão do poluente p pelo modo de transporte m no ano t ; ΔPol_{mtp} é a variação entre as situações “com” e “sem” a presença da CPTM na rede de transportes da RMSP da quantidade de tonelada/km do poluente p no período de pico do ano t realizada pelo modo m ; $VPol_p$ é o valor monetário (em reais) de uma tonelada do poluente p e FP_m e DA seguem mesma definição anterior.

Diferentemente dos benefícios descritos anteriormente, no caso da redução da poluição, o benefício total do sistema de transporte deve, além de somar os benefícios de cada modo de transporte, somar os benefícios de cada tipo de poluente. Formalmente temos:

$$RPolT_t = \sum_{m=1}^M \sum_{p=1}^P RAcid_{mt}$$

onde $RPolT_t$ é o benefício gerado referente à redução da poluição para todo sistema de transporte no ano t ; M é o total de modos de transporte, m , de todo o sistema; P é o total

Tabela 4 - Quantidade de poluentes emitidos por quilômetro rodado em função da velocidade

Poluente	Rede Transporte Individual (automóvel)	Rede Transporte Coletivo (ônibus)
CO (g/Km)	CO = -4,51 + 727 / V + 1,34 V ² / 1000	CO = 43,34 · 8,98 LN (V)
(VHC (g/Km)	HC = -0,28 + 62,48 / V	HC = 14,14 · 3,67 LN (V)
NOx (g/Km)	NO _x = 1,03 + 7,477 · V ² / 10.000	NO _x = 37,21 · 6,46 LN (V)
SOx (g/Km)	SO _x = 0,16	SO _x = 3,127 · 0,7858 LN (V)
MP (g/Km)	..	MP = 1,74 · 0,32 (V)
CO ₂ (g/Km)	CO ₂ = 8888,2 V ^(-0,986)	CO ₂ = 3002,8 · 582,9 LN (V)

(Fonte: ANTP – IPEA)

de poluentes p , emitidos pelos diversos modos de transporte e $RPol_{mtp}$ segue a mesma descrição da equação (7).

Os modos sobre trilhos são considerados como não poluentes, ou seja, apenas a redução da quilometragem dos ônibus e do automóvel gera o benefício.

Como pode ser notado nos indicadores, não é conhecida a quantidade de tonelada/km, necessária para o cálculo de ΔPol_{mtp} presente na equação (7). Sendo assim, a tabela 4 apresenta as fórmulas das quantidades emitidas de poluentes por quilômetro rodado em função da velocidade do veículo, baseada no estudo realizado pela Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, de 1998.

Na tabela 4, ln() representa o logaritmo natural, isso é, cuja base é e , sendo e um número irracional que vale aproximadamente 2,718 (número de Euler), e V representa a velocidade em km/h dos ônibus e do automóvel.

É importante destacar que não é calculada a emissão de Material Particulado (MP) para o automóvel.

Assim, com as velocidades médias dos ônibus e do automóvel, pode-se calcular a tonelada/km necessária para o cálculo de ΔPol_{mtp} . Resta agora apresentar os valores monetários da tonelada de cada tipo de poluente. Segundo valores utilizados no estudo da ANTP – IPEA, a tabela 5 apresenta o custo de uma tonelada emitida por poluente. Os valores estão em dólares relativos ao ano de 2006.

O próximo passo é corrigir os valores apresentados na tabela 5 para que depois possa ser realizada a conversão para a moeda brasileira, o Real. Por se tratar de valores em dólar, o índice de inflação utilizado nesse caso foi o Consumer Price Indexes (CPI) calculado pelo U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS). Para converter em valores brasilei-

Tabela 5 - Custo da tonelada emitida por poluente

US\$/t em 2006	
CO	\$ 517,94
HC	\$ 2.292,62
NOx	\$ 2.650,06
SOx	\$ 10.086,83
MP	\$ 13.554,21
CO ₂	\$ 83,24

(Fonte: ANTP – IPEA)

ros, além da taxa de câmbio, foi considerada também a paridade do poder de compra entre Brasil e Estados Unidos. Segundo o Banco Mundial, o fator de conversão a ser utilizado entre esses dois países é de 0,8. Já a taxa de câmbio aproximada observada para o mês de Julho de 2012 é de R\$ 2,05. A tabela 6 resume os índices discutidos.

Por fim, conforme os resultados apresentados na tabela 5 e os índices da tabela 6, a tabela 7 apresenta na os valores de $VPol_p$ a serem utilizados na equação (7).

RESULTADOS E CONCLUSÕES

A tabela 8 mostra os resultados, já “monetarizados”, dos benefícios diretos e indiretos gerados pela presença da CPTM na rede de transportes da Região Metropolitana de São Paulo.

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciam a relevância econômica e social do serviço prestado pela CPTM para a RMSP.

Deixaram de ser consumidos mais de 475 milhões de litros de combustíveis fósseis em 2012. Esse valor representa aproximadamente 65% de todo o combustível consumido pelo sistema de ônibus municipal de São Paulo.

Com a CPTM, deixaram de ser emitidas mais de 3,3 milhões de toneladas de gases poluentes na atmosfera e a velocidade média do sistema viário melhora 10%, se comparado com o caso da CPTM não prestar os seus serviços.

Do total de benefícios gerados, mais de 80% refere-se a ganhos diretos no sistema

Tabela 6 - Índices utilizados para conversão

Inflação US\$ - 2006 / 2012 (CPI)	14,06%
Fator de conversão da paridade de poder de compra (BR - EUA)	0,8
Taxa de câmbio R\$/US\$	R\$ 2,05

[Fonte: U.S. Bureau of Labor Statistics (BLS) Banco Mundial]

Tabela 7 - Custo da tonelada emitida por poluente em valores de 2012 convertidos em Reais para o Brasil

Poluente	US\$ / t em 2006	US\$ / t em 2012	R\$ / t em 2012
CO	\$ 517,94	\$ 590,76	\$ 968,85
HC	\$ 2.292,62	\$ 2.614,96	\$ 4.288,54
NOx	\$ 2.650,06	\$ 3.022,66	\$ 4.957,16
SOx	\$ 10.086,83	\$ 11.505,04	\$ 18.868,26
MP	\$ 13.554,21	\$ 15.459,93	\$ 25.354,29
CO ₂	\$ 83,24	\$ 94,94	\$ 155,71

Tabela 8 - Resumo do total de benefícios socioeconômicos produzidos pela CPTM no ano de 2012 em reais

Benefício	Valor (R\$)	%
Redução do tempo de viagens	3.030.591.624,15	46,21
Redução de custo operacional de ônibus e automóveis	1.618.997.922,72	24,69
Redução do consumo de combustível	777.259.831,90	11,85
Total de Benefícios Diretos (A)	5.426.849.378,77	82,75
Redução do Número de Acidentes	301.755.763,52	4,61
Redução da emissão de poluentes na atmosfera	829.054.670,80	12,64
Total de Benefícios Indiretos (B)	1.130.810.434,32	17,25
Total Geral (A+B)	6.557.569.813,09	100,00

de transporte, sendo que 50% deles é referente ao ganho de tempo nos deslocamentos realizados pela população.

Ainda que componha a menor parte dos benefícios gerados, os ganhos com a redução de acidentes e com a diminuição de emissão de poluentes na atmosfera comprovam que a CPTM colabora não só para o desenvolvimento econômico da RMS, mas sim para a qualidade de vida de sua população.

Os benefícios gerados pela CPTM para o ano de 2012 equivalem a mais de 12 vezes o valor da subvenção dada à empresa pelo Governo do Estado de São Paulo no mesmo período, informação que se torna extremamente útil na obtenção de novos recursos e investimentos.

O valor de R\$ 6,55 bilhões para o exercício de 2012 equivale a 69% dos valores previstos de investimento no sistema de trens da CPTM no último Plano Plurianual de Investimentos do Governo do Estado de São Paulo (PPA 2012 – 2015), mostrando que todo investimento realizado na CPTM tem um elevado retorno para a sociedade, mesmo com a subvenção dada à empresa.

Uma observação importante a ser feita é que nem sempre os resultados financeiros

demonstrados tornam-se dinheiro efetivo para a empresa, pois em muitas situações o valor apresentado é diluído na sociedade, como no caso, por exemplo, do benefício na redução de acidentes de trânsito, onde o benefício é sentido na redução com os gastos no sistema de saúde.

Por fim, a metodologia aqui apresentada representa a aquisição de um novo instrumento de avaliação do desempenho, incorporando técnicas claras, seguras e de imediata aplicação para a CPTM, sendo o ponto de partida para a empresa apresentar o seu Balanço Social.

* **Rodrigo Sartoratto de Alencar** é engenheiro eletricista, formado pela Faculdade de Engenharia Industrial (FEI), e chefe do Departamento de Planejamento de Transportes da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM)
 E-mail: rodrigo.sartoratto@cptm.sp.gov.br

** **Roberto Manolio Valladão Flores** é economista, formado pela Universidade de São Paulo (FEA-USP), e pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
 E-mail: robertovalladao@yahoo.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ALENCAR, R.S.; FLORES, R.M.V. – 2011. Uma análise dos benefícios socioeconômicos gerados pela CPTM para a Região Metropolitana de São Paulo através do modelo de demanda de quatro etapas. Revista Brasileira de Economia de Empresas, vol. 11 – nº 01, p. 79-105. São Paulo.

[2] BARTHOLOMEU, D.B.; CAIXETA FILHO, J.V. – 2008. Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras: um estudo de caso. Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 46, nº 3. Brasília.

[3] CAMPOS, V.B.G. – 2006. Uma visão da mobilidade urbana sustentável. Revista dos Transportes Públicos. Rio de Janeiro.

[4] CARDOSO, C.E.P. – 2005. Modelagem em Tráfego e Transporte, Documento para Discussão. Disponível em www.sinaldetransito.com.br/artigos/modelagem_de_viagens.pdf.

[5] CMSP – Pesquisa Origem e Destino 2007: Região Metropolitana de São Paulo. Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô. São Paulo, Brasil.

[6] FARIA, W.F. – 2009. Efeitos regionais de investimentos em infraestrutura de transporte rodoviário. Dissertação apresentada ao curso de mestrado em economia do centro de desenvolvimento e planejamento regional da faculdade de ciências econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.

[7] HOTTA, L.H. – 2007. Avaliação comparativa de tecnologia de transporte público urbano: ônibus x transporte individualizado. Dissertação apresentada ao Departamento de transportes, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos.

[8] LACERDA, S.M. – 2006. Precificação de congestionamento e transporte coletivo urbano. BNDES Setorial, nº 23, p. 85-100. Rio de Janeiro.

[9] LUCENA, L.F.L. – 2010. A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais. Disponiél em www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/downloads/ mesa3/7.pdf.

[10] ORTÚZAR, J.D.; WILLUMSEN, L.G. – 1994. Modelling Transport – Second Edition, Chischester, England.

[11] VASCONCELLOS, E.A. – 2000. Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas. Annablume, 3ª ed. São Paulo.

[12] WARDROP, J.G. – 1952. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research, Proceedings, Institution of Civil Engineers, PART II, Vol.1.

Confidencial

Dois zelosos funcionários estão no arquivo morto. Desempenham a nobre função de enterrar documentos em desuso, destinados a sair de circulação e morrer no esquecimento. Um deles, curioso, detém o olhar num envelope pardo, com o timbre de confidencial. Sem resistir à tentação, com voz rouca, diz ao companheiro:

- Veja.
- O quê?
- Um ofício.
- Deixe onde está. Não cutuque assombração.
- Vou apenas ler, não resisto à tentação, tenho espírito investigativo. Ouça:

Senhor Prefeito.
 Peço vênia para expor a V. Exa. alguns episódios de ocorrências constatadas no prédio da Municipalidade, nos andares inferiores, longe dos olhos do ilustre prefeito, sempre atarefado no seu gabinete com o excesso de trabalho.

I - O abuso verificado, constante, redundou no batismo de algumas salas, de conhecimento ainda restrito, mas que pode chegar ao domínio público na possibilidade de que os fatos desabonadores, contrários ao dever, venham a ser explorados por adversários e levados, em off, à mídia, sempre ávida por notícias bombásticas e escandalosas, que denigrem a honra de personalidades públicas.

II - Para efeito de uma averiguação preliminar que venha a ser feita por determinação de V. Exa. ou mesmo a abertura de inquérito administrativo para apurar responsabilidades, na certeza de que os atos são escabrosos, peço atentar para as seguintes salas:

III - Sala Sussurrante. Em suas dependências são realizadas inúmeras negociatas, com pagamento de propinas. Nela, sentam-se à mesa os servidores encarregados das licitações e vendedores. Ali são efetuadas compras mediante convite,

acertando-se vencedores e preços, onde são incluídas as comissões, que podem chegar, dependendo do volume de recursos, a vinte por cento.

IV - O descabro, que revela a indecência da promiscuidade e a ausência de pundonor, pode ser aferido ao se adentrar a Sala dos Sussurros. Em pleno expediente é possível ouvir os gemidos de parceiros que, esquecidos de zelar pela repartição, entregam-se aos prazeres do corpo, embriagados pela lascívia. Basta abrir a porta para surpreender os amantes em flagrante cena de nudez.

V - Há, ainda, outras salas, muitas, ocupadas por fantasmas. Nas cadeiras, vazias, apenas paletós esvoaçantes, tangidos pelo vento. Os munícipes deixam de ser atendidos de pronto, como deveria ser prática, pois os encarregados cumprem expediente em outras atividades para as quais não foram nomeados, como fugas para papos com amigos nas ruas ou mesmo sessões de cinema.

VI - No aguardo de providências saneadoras, renovo os protestos de estima e consideração.

Respeitosamente
 José Barnabé.
 - É isso aí, companheiro, um retrato da cidade – diz o funcionário que termina a leitura do documento.
 - E o que aconteceu ao infeliz dedo-duro?
 - Agora me lembro, era um sujeito esquisito, desconfiado, bisbilhoteiro, parece que tinha distúrbios mentais. Teve o merecido fim. Foi demitido a bem do serviço público, sumiu, ninguém sabe de seu paradeiro.
 - Então, amigo, bico fechado. Vamos sair logo, deixe os mortos em paz. Cemitérios me apavoram, mesmo que sejam apenas de velhos papéis.



GUIDO FIDELIS
 é jornalista e escritor, assessor de comunicação do Sindicato da Indústria da Construção Pesada do Estado de São Paulo, Sinicesp
 E-mail: comunicacao@sinicesp.org.br

