

Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - Ipea

Associação Nacional dos Transportes Públicos - ANTP



Os estudos das deseconomias e externalidades associadas ao transporte urbano têm sido feitos no exterior, principalmente na Europa, há cerca de duas décadas. No Brasil, ainda não havia sido feito nenhum estudo abrangente e sistemático.

Frente ao agravamento das condições do transporte urbano no país - principalmente os congestionamentos de trânsito e os efeitos decorrentes em termos de poluição atmosférica e consumo de combustíveis, o Ipea contratou a ANTP para coordenar um estudo especial, descrito neste artigo.

Na fase inicial, o estudo incluiu discussões, em reuniões técnicas feitas no Ipea com vários segmentos representativos do setor, sobre qual seria a abrangência adequada para o trabalho. Considerou-se inicialmente que as principais externalidades ligadas ao transporte são o congestionamento, a poluição sonora e atmosférica, os acidentes de trânsito e a expansão urbana descontrolada (com efeitos sobre a qualidade de vida, o consumo de energia e a eficiência da cidade). Considerou-se igualmente que o congestionamento poderia ter algum efeito negativo sobre a produtividade do trabalhador.

Em função destas definições iniciais, as discussões evoluíram para as seguintes decisões:

- a) dado o aumento acelerado do congestionamento no país, optou-se por começar o estudo por esta externalidade, considerando também quatro conseqüências relacionadas: o aumento da poluição atmosférica, o aumento no consumo de combustíveis, o impacto nos custos da operação do sistema de ônibus e o impacto nos custos do espaço viário necessário para acomodar o tráfego adicional de veículos (principalmente automóveis); foi então desenvolvida



www.antp.org.br

metodologia específica para estimar estas externalidades, o que resultou no estudo resumido a seguir;

- b) apesar da sua grande importância para o país, o estudo dos acidentes de trânsito foi postergado para uma segunda fase, dada a complexidade do fenômeno e a necessidade de desenvolver uma metodologia específica, com intensa participação de setores médicos não necessários na primeira fase (do congestionamento);
- c) da mesma forma, o impacto do transporte no desenvolvimento urbano descontrolado e na produtividade do trabalhador foram considerados temas complexos, dada a falta de experiência e de estudos semelhantes, inclusive no exterior. Nestes casos, o Ipea optou por encomendar estudos exploratórios, que pudessem dar as primeiras pistas sobre como realizar estudos mais completos posteriormente. Assim, os resultados destes estudos preliminares não foram incluídos no estudo sobre o congestionamento, resumido a seguir.

INTRODUÇÃO

Esta é a síntese gerencial contendo as principais conclusões e propostas do estudo *Redução das deseconomias urbanas pela melhoria do transporte público*, coordenado pelo Ipea, em parceria com a ANTP, com o apoio das instituições responsáveis pela gestão do transporte, do trânsito, do uso do solo e do meio ambiente urbano.

Tendo sido iniciado em maio de 1997, o estudo foi desenvolvido em rede de 10 cidades para quantificar os impactos dos congestionamentos de trânsito nas cidades brasileiras e propor políticas para redução desses impactos na economia urbana.

As cidades participantes do projeto foram: Belo Horizonte, Brasília, Campinas, Curitiba, João Pessoa, Juiz de Fora, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo, nas quais atuaram, como instituições coordenadoras locais do projeto a BHTrans, a ST/GDF, a Emdec, o Ippuc, a STP/João Pessoa, a Settra/Juiz de Fora, a Trensurb, a EMTU/Recife, a Flumitrens e a CET/São Paulo.

As variações existentes entre as cidades selecionadas - dimensão, infra-estrutura viária, renda média da população, uso do solo e condições gerais do trânsito e transporte - cobrem um amplo espectro de situações, permitindo uma apreciação rica sobre os atuais níveis de congestionamento.

É importante ressaltar que a rede de cidades adotada no estudo não tem a intenção de representar uma "média nacional" das condições de congestionamento, no sentido estatístico rigoroso. Ela permite, sim, que a partir de uma cidade pesquisada, possam ser feitas infe-

rências sobre outras cidades não pesquisadas, que apresentem condições de tráfego semelhantes.

O presente estudo debruçou-se sobre os efeitos do congestionamento caracterizados como tangíveis, quantificáveis e monetarizáveis relacionados ao tempo, consumo de combustível, poluição, custos operacionais diretos, despesas com implantação e manutenção do sistema viário e ocupação do espaço urbano pelos automóveis e ônibus.

Os objetivos propostos foram atingidos: efetuou-se a quantificação dos impactos dos congestionamentos e foram debatidas as propostas gerais de solução para redução dessas deseconomias. Além disso, o objetivo de incentivar a capacitação das cidades participantes da rede no processo de organização dos sistemas de monitoração das condições de trânsito, para que possam definir ações que minimizem o problema, também foi atingido, uma vez que os técnicos participantes acompanharam a definição da metodologia de levantamento de dados e definiram a rede viária a ser pesquisada em cada cidade. O prosseguimento pode ocorrer em duas frentes, seja pela expansão da rede ou pelo aprofundamento na análise dos dados levantados.

Neste relatório são apresentados o conceito de congestionamento, a metodologia adotada para a quantificação das deseconomias e os resultados finais, na forma de excesso de tempo e combustível consumidos no congestionamento, excesso de emissão de poluentes, aumento da frota de ônibus necessária para operar no congestionamento e respectivos custos anuais. Apresenta também as propostas de políticas e ações governamentais para a redução dessas deseconomias, definidas em função da pesquisa de caráter qualitativo realizada junto à rede de instituições participantes do projeto, de estudos e experiências nacional e internacional, da análise dos dados levantados em cada cidade, do julgamento dos participantes do projeto e dos quatro workshops realizados para submeter as decisões metodológicas e os resultados parciais à crítica de especialistas da área.

METODOLOGIA DA QUANTIFICAÇÃO DAS DESECONOMIAS

Trata-se de quantificar as deseconomias advindas do congestionamento em função do aumento do consumo de combustível, da emissão de poluentes, do impacto no sistema de ônibus, do tempo gasto e da ocupação do espaço urbano.

Metodologia para definição dos limites de congestionamento

Para chegar à definição destes limites de congestionamento, primeiramente as vias foram divididas em quatro tipos, a saber:

- *via expressa*: tráfego sem interrupções, com geometria permitindo velocidades elevadas;
- *via arterial I*: duas pistas e canteiro central, velocidades elevadas, cruzamentos semaforizados, estacionamento proibido e tráfego de ônibus com razoável controle;
- *via arterial II*: difere da anterior pelas velocidades inferiores, pelo estacionamento eventualmente permitido e tráfego de ônibus com baixo nível de controle;
- *via coletora*: via de pista simples, com estacionamento permitido ou proibido e movimento livre de ônibus.

Para cada tipo de via, foram estimados os tempos de percurso e as velocidades que melhor representariam suas condições. Para chegar a estes valores, foram inicialmente analisados os dados de dois estudos semelhantes, que verificaram que a densidade de semáforos é o principal fator determinante da velocidade média quando os volumes são baixos em relação à capacidade. Quando os volumes estão próximos da capacidade, as condições geométricas e funcionais da via e a densidade de semáforos passam a ser os fatores mais importantes.

A partir das curvas feitas pelos estudos analisados, foram desenvolvidas aquelas para utilização neste estudo. Estas consideraram os quatro tipos de vias descritos acima, bem como valores e indicadores considerados adequados para a realidade brasileira. A este respeito, é importante ressaltar que, dada a não existência de definição técnica única do congestionamento, as curvas sugeridas procuram estabelecer parâmetros que foram considerados adequados pelos participantes da rede de cidades e que, portanto, poderão servir de referência para o estudo e análises posteriores.

Inicialmente, considerou-se uma velocidade livre para cada tipo de via, respectivamente 80 km/h (via expressa), 60 km/h (arterial I), 50 km/h (arterial II) e 40 km/h (coletora). Estas velocidades livres correspondem a tempos livres de percurso (como se poucos veículos estivessem usando a via, ou seja, nível de serviço A).

O congestionamento foi definido em três níveis - *leve*, *moderado* e *severo*, correspondendo a níveis crescentes de saturação do sistema viário, expresso pela relação entre volume e capacidade das vias. O nível leve corresponde à situação onde esta relação se situa entre 0,7 e 0,84, e representa apenas um indício do início de uma situação de maior interferência entre os veículos. Para estes trechos, ainda pode ocorrer um aumento do volume até que as condições de tráfego tornem-se mais críticas. A relação no nível moderado se encontra entre 0,85 e 0,99; e a do nível severo é igual a 1,0.



www.antp.org.br

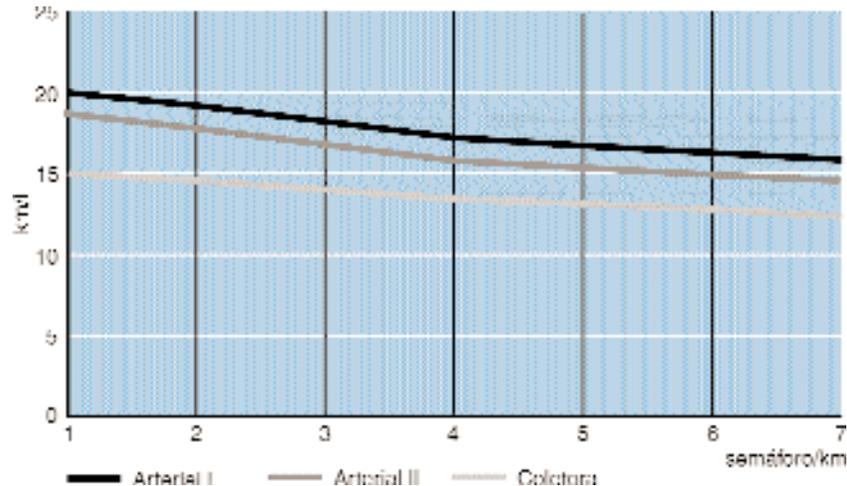
Para cada nível de congestionamento, em cada tipo de via, foram definidos os tempos relativos de percurso (por quilômetro) para a situação inicial de inexistência de semáforos, quando a redução básica da velocidade ocorre apenas pela presença da massa de veículos. A representação do congestionamento é feita pela quantidade de horas gastas no congestionamento e a porcentagem do sistema viário sob tal solicitação.

No caso das vias com semáforos, a partir destes tempos de percurso livres (de semáforo) foram sendo adicionados atrasos médios correspondentes à existência dos mesmos - de acordo com a sua densidade por quilômetro. As curvas assim constituídas foram descritas também em termos de velocidade, para verificar sua compatibilidade com situações típicas normais do trânsito. O conjunto final reflete, assim, o comportamento considerado "ideal" para cada tipo de via, nos três níveis de congestionamento definidos. O gráfico 1 ilustra o tipo de curva descrito.

No caso dos ônibus, considerou-se que seus tempos relativos de percurso são superiores ao dos automóveis devido à necessidade de paradas nos pontos. Da mesma forma, foram consideradas as condições específicas para as vias expressas.

A sugestão de velocidades e tempos de percurso desejáveis estabelece então os limites a partir dos quais se convencionou que existe con-

Gráfico 1
Curvas de velocidade para situação específica de congestionamento



gestionamento. Estes valores foram utilizados nas tabelas de tempo de percurso por rota, para identificar os trechos congestionados.

Estimativa do congestionamento

Para cada rota e sentido, foram comparados os tempos reais de percurso com aqueles considerados máximos, em que a diferença representa a dimensão do congestionamento por veículo. Este tempo de congestionamento, multiplicado pelo número de pessoas que circula no trecho, expressa a quantidade de horas perdidas pelas pessoas, em cada nível de congestionamento.

Critério para a expansão do congestionamento da hora de pico

A expansão foi feita em duas etapas. Primeiro, os dados das horas pesquisadas de congestionamento foram expandidos para o dia todo; segundo, os dados assim obtidos foram expandidos para o ano, considerando que, fora dos picos, os volumes, bem como os tempos de viagem, são menores. Na expansão da pesquisa, considerou-se que o atraso médio em uma via transversal é proporcional à capacidade da mesma e que esta capacidade, na média, é igual à metade da capacidade da via principal.

Coefficientes médios foram adotados para expandir os dados da pesquisa em cada cidade. Como a quantidade de horas pesquisadas variou entre elas, cada caso foi tratado separadamente. Os coeficientes servem para estimar os valores para as 24 horas de um dia útil - que podem variar conforme o nível e a extensão do congestionamento - para, finalmente, multiplicando-se por 250, estimar o valor anual.

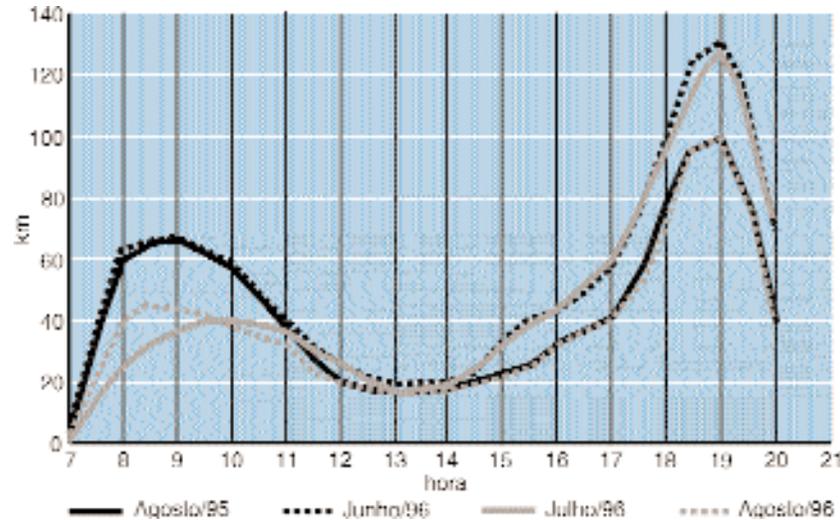
Extensão do congestionamento

Dentre os vários indicadores de congestionamento, um dos mais úteis, na prática, refere-se à extensão do sistema viário que fica submetida ao congestionamento em determinados horários. Esta extensão foi calculada identificando-se, em cada hora, quais os trechos da malha viária que apresentavam tempos de percurso superiores aos limites estabelecidos (três níveis). O gráfico 2 mostra a distribuição dos quilômetros de congestionamento no sistema viário principal em São Paulo, em diferentes épocas e regimes. Verifica-se que a extensão da lentidão se espalha além dos horários de pico devido à interferência que ocorre nas vias transversais, gerando filas e constituindo efeitos de barreira que se espalham por vários locais.

Assim, obtido o padrão presumível de tráfego para cada cidade, pode-se medir os efeitos do mesmo sobre o excesso de consumo de com-

bustíveis, da emissão de poluentes, do tempo gasto, seu impacto no sistema de ônibus, na utilização do espaço urbano e, uma vez quantificados esses elementos, proceder à determinação de seus custos.

Gráfico 2
Quilômetros de lentidão em São Paulo



Consumo de combustível

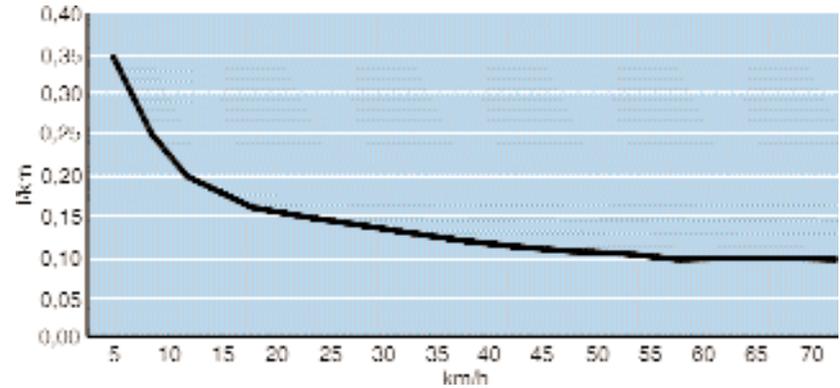
O consumo de combustível, assim como a emissão de poluentes estão relacionados à variação da velocidade. Através de pesquisas realizadas por instituições nacionais e internacionais, foram estabelecidas essas funções, para serem aplicadas à situação de cada cidade. As equações relacionam o consumo de combustível (gasolina e diesel) com a velocidade, ilustrados nos gráficos 3 e 4.

As curvas desses gráficos mostram como o consumo de combustíveis varia com o aumento da velocidade. A curva de diesel passa por um mínimo (~43 km/h) a partir do qual tende a subir com o aumento da velocidade, representando a velocidade ideal do ponto de vista de consumo de combustível para os ônibus. A partir dos consumos de combustível advindos dos congestionamentos e considerando o valor econômico do combustível igual a 71,8% do preço de bomba¹ chegou-se ao custo global deste consumo.

1. Segundo o Manual de avaliação de projetos de transportes urbanos da EBTU, o preço econômico do combustível é calculado deduzindo-se, de seu preço de mercado, os impostos indiretos e as transferências que em janeiro de 86 correspondiam à taxa de 72%.



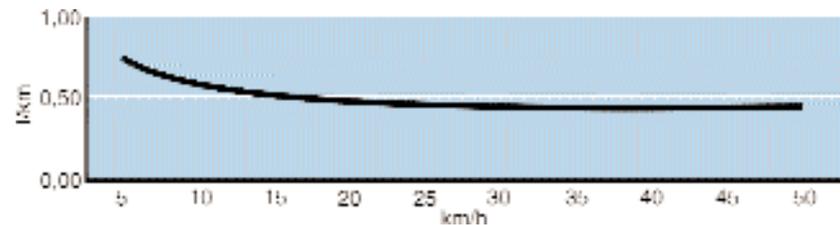
Gráfico 3
Consumo de gasolina x velocidade
Automóvel



a) Automóveis (gasolina)
 $C = 0,09543 + \frac{1,26643}{V} - 0,00029V$

onde:
V = velocidade km/h
C = Consumo (l/km)

Gráfico 4
Consumo de diesel x velocidade
Ônibus



b) Ônibus (diesel)
 $C = 0,44428 + 0,00008 V^2 - 0,00708 V + \frac{1,37911}{V} + 0,00107 \text{ carr}$

onde:
V = velocidade km/h
carr = carregamento (sentado + em pé)
C = Consumo (l/km)

Emissão de poluentes

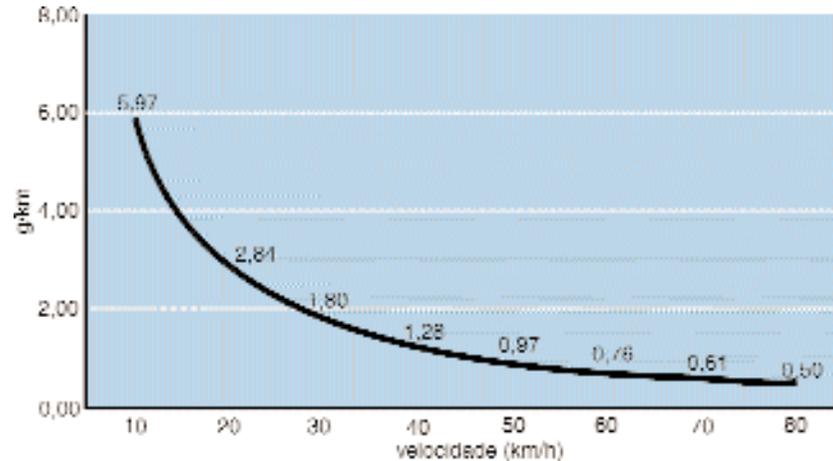
Os coeficientes de emissão de poluentes por veículos automotores variam muito em função das condições dos combustíveis e dos veículos, sendo que o estudo concentrou-se na emissão dos quatro principais poluentes nocivos à saúde: monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxido de nitrogênio (NOx) e materiais particulados (MP).

A revisão da literatura mostrou, no entanto, que as diferenças entre os vários estudos não são muito elevadas e que a relação mais importante - velocidade e emissão - apresenta características semelhantes em todos os estudos. No presente trabalho, propôs-se a combinação dos dados existentes no Brasil com os do exterior.

Os estudos mostram o aumento das emissões de CO e HC e a diminuição das emissões de NOx à medida em que a velocidade média diminui, apresentados nos gráficos 5, 6 e 7.

Foram definidas equações que relacionam as emissões de CO, HC e NOx com a velocidade, utilizando-se as estimativas mais recentes da Cetesb para o veículo médio da cidade de São Paulo (Cetesb, 1994). No caso dos automóveis foram definidas três equações, para $v \leq 80$ km/h:

Gráfico 5
Emissão de HC x velocidade

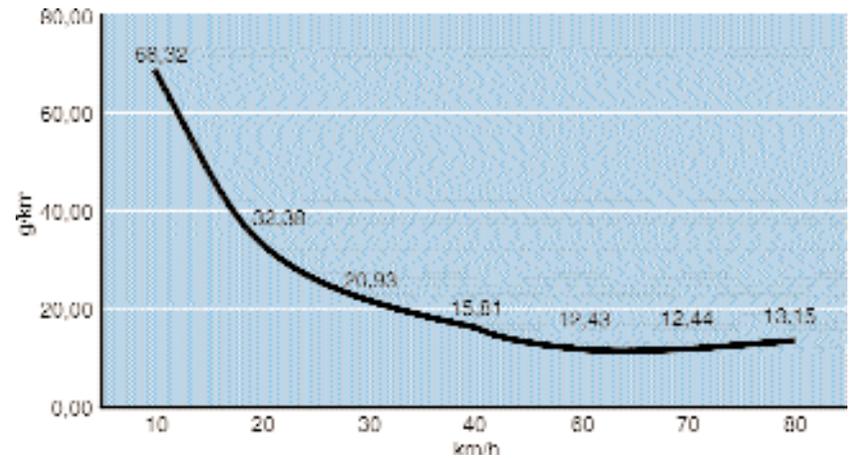


$$HC (g/km) = \frac{-0,28 + 62,48}{V}$$



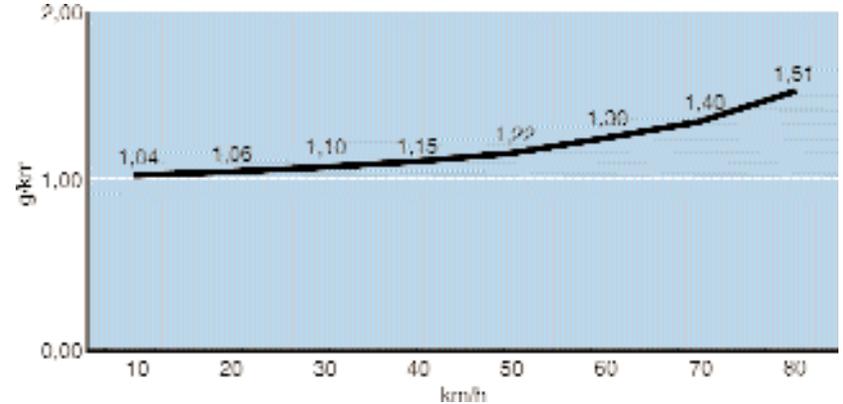
www.antp.org.br

Gráfico 6
Emissão de CO x velocidade



$$CO (g/km) = -0,45 + \frac{727}{V} + 1,34 \times 10^{-3} V^2$$

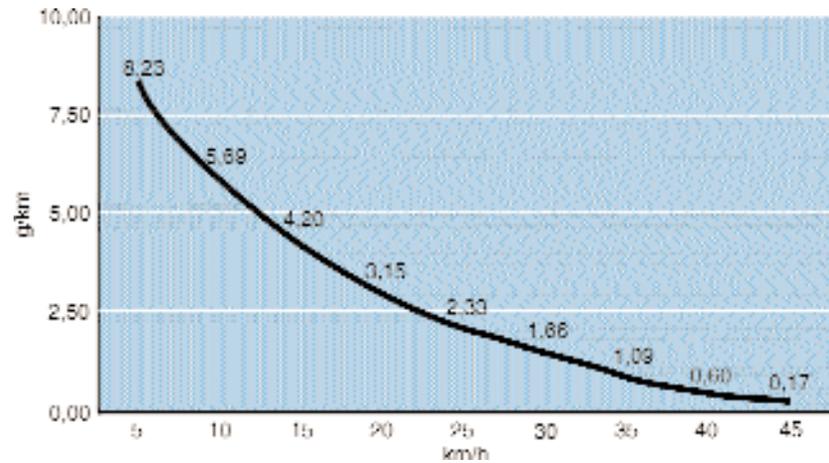
Gráfico 7
Emissão de NOx x velocidade



$$NOx (g/km) = 1,03 + 7,477 \times 10^{-5} V^2$$

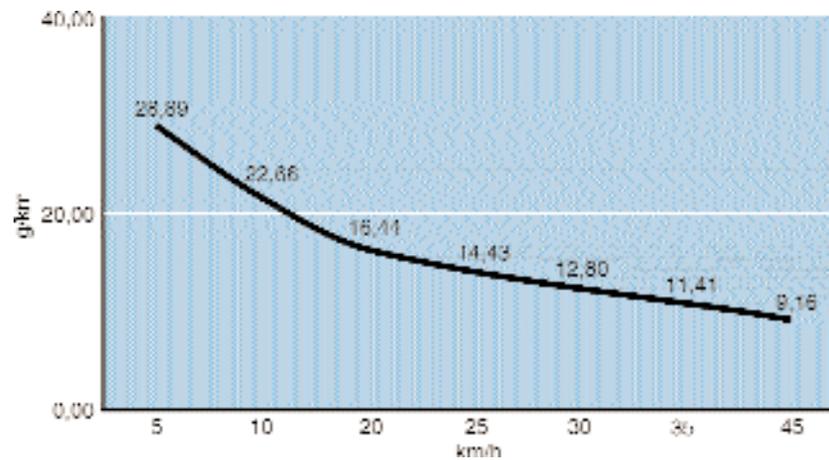
No caso dos ônibus a diesel, foram obtidas quatro equações, pois neste caso a emissão de particulados é relevante. Os testes servem para velocidades até 45 km/h, apresentados nos gráficos 8, 9, 10 e 11.

Gráfico 8
Emissão de HC x velocidade



$HC (g/km) = 14,14 - 3,67 \ln V$

Gráfico 9
Emissão de CO x velocidade

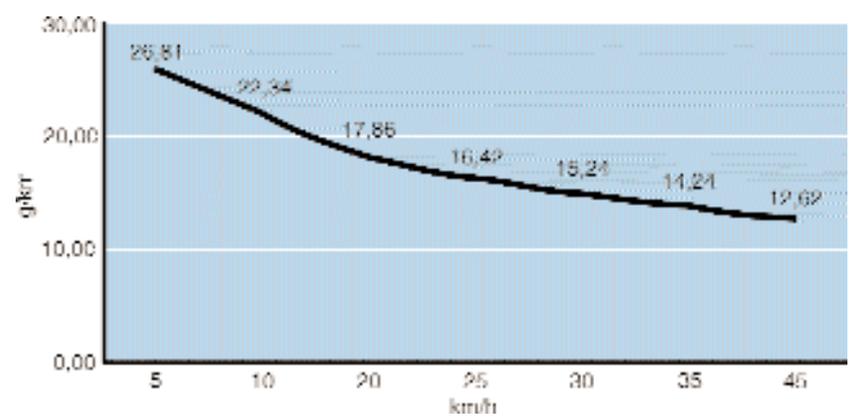


$CO (g/km) = 43,34 - 8,98 \ln V$

A monetarização da poluição ambiental é bastante complexa, pois além de demandar estudos relativos aos reflexos da poluição sobre o ser humano (que varia de acordo com o clima, altitude, dispersão, re-

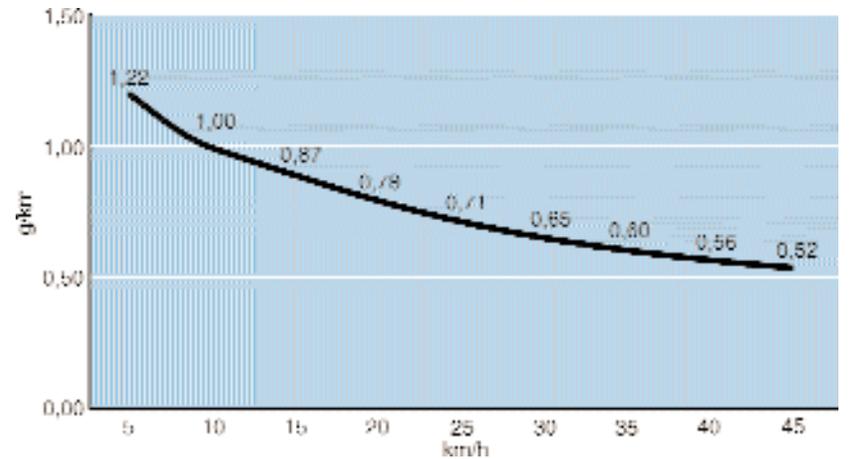


Gráfico 10
Emissão de NO_x x velocidade



$NO_x (g/km) = 37,21 - 6,46 \ln V$

Gráfico 11
Emissão de material particulado (mp) x velocidade



$Particulados (g/km) = 1,74 - 0,32 \ln V$

gime de ventos, relevo etc.) também apresenta uma mescla de efeitos das várias fontes de poluição.

Dentre esses efeitos pode-se citar o do monóxido de carbono (CO) que provoca tonturas, dores de cabeça, sono, redução dos reflexos e perda da noção de tempo. É um dos principais responsáveis por acidentes de trânsito em áreas de grande concentração, aumentando o estado de morbidez das pessoas idosas.

Os hidrocarbonetos (HC) são irritantes para os olhos, nariz, pele e parte superior do sistema respiratório; reduz também a visibilidade ambiente, provocando acidentes.

O óxido de nitrogênio (NOx) provoca irritação e contração das vias respiratórias diminuindo a resistência orgânica às infecções e participa do desenvolvimento do enfisema pulmonar. Já o material particulado, atinge os alvéolos pulmonares, produzindo alergia, asma, bronquite crônica e agravamento de sintomas produzidos por outros poluentes.

Para se ter uma *proxy* dos custos advindos da poluição, utilizaram-se estudos elaborados por várias fontes. Os valores originais, expressos em US\$/kg de emissão, foram transformados em reais. Como estes valores refletem os custos das sociedades européias e norte-americana - e na ausência de estudos específicos sobre as condições brasileiras - estes foram reduzidos segundo a relação aproximada das rendas per-capita brasileira e norte-americana. Os valores finais adotados são:

CO = R\$ 0,19/kg
 HC = R\$ 1,14/kg
 NOx = R\$ 1,12/kg
 Partículas = R\$ 0,91/kg

Impacto no sistema de ônibus

O impacto do congestionamento na frota de ônibus refere-se à necessidade de um maior número de veículos na operação para realizar o mesmo número de viagens em determinado período de tempo, devido ao aumento do tempo de percurso. Este aumento de frota também se reflete nos custos operacionais e diretamente nas tarifas pagas pelos usuários, que são penalizados pelo congestionamento causado pelos automóveis.

Efeito na frota de ônibus

O aumento da frota foi estimado em função do aumento do tempo de percurso acima do desejável, para cada trecho das vias, nos picos, pela fórmula:

$$DF = DTp * L * Freq,$$

Onde:

DF = aumento da frota de ônibus (veículos);

DTp = tempo de percurso em excesso (horas);

L = extensão do trecho (km);

Freq = frequência dos ônibus no trecho (veículos/hora).

A quantidade excessiva de ônibus causada pelo congestionamento foi calculada por faixa horária, para cada cidade, para os três níveis de congestionamento nas horas de pico.

Impacto no custo operacional

Como a variação da velocidade tem reflexo sobre o consumo de combustível (o qual pesa cerca de 20% no custo total) e a variação da frota sobre os custos fixos (50% do custo total), e considerando que o percurso médio mensal é inversamente proporcional à frota, adotou-se para o cálculo que os congestionamentos, se eliminados, levariam à redução dos custos operacionais dos ônibus segundo a expressão:

Redução = (0,2 * variação percentual do consumo de diesel) + (0,5 * variação percentual da frota)

Custo do tempo gasto nos congestionamentos

Para o cálculo do custo do tempo gasto nos congestionamentos é necessário estabelecer o valor do tempo. Para isto foi adotada a metodologia mais utilizada nos estudos de viabilidade econômica, segundo o *Manual de avaliação de projetos de transportes urbanos*, de 1986, da EBTU para o projeto BIRD IV, adotando-se como *proxy* a renda média da cidade, independente daquelas específicas dos usuários de ônibus ou autos.

$$CT = (RSM * ES * FA * HP) / NH$$

Onde:

CT = valor da hora (R\$/hora);

RSM = renda média dos habitantes (PEA) da cidade;

ES = encargos sociais 95,02% = 1,9502;

FA = 0,3 (possibilidade de uso alternativo em quantidade útil de tempo);

HP = percentual de uso produtivo do tempo (% viagens a trabalho + % viagens casa - trabalho * 0,75). Caso não disponível, usado 0,5;

NH - número de horas de trabalho por mês = 168 horas.

A busca da redução do tempo de deslocamento é uma das principais metas de projetos em transporte. Pela teoria econômica, o valor do tempo de cada pessoa está associado a sua capacidade de produzir algum valor para a sociedade, o que estaria refletido na sua capacidade de gerar renda.

Como o valor do tempo do automobilista, na maioria das vezes, é maior do que o valor do tempo do usuário de transporte coletivo, projetos tendem a privilegiar os primeiros. Tal simplificação só é possível porque nem todos os custos são quantificados de forma sistêmica e, portanto, é como se não existissem, levando a se investir mais em vias para automóveis do que nas de transportes públicos.



www.antp.org.br

Impacto no sistema viário e na ocupação do espaço urbano

Pode-se visualizar que um maior fluxo de veículos leva à necessidade de aumento na demanda por espaço viário, tanto para a circulação quanto para o estacionamento. Além da implantação desta infra-estrutura adicional, que fica ociosa uma parte do dia, há necessidade de sua manutenção física, de seu controle e operação. Para isto adotaram-se os seguintes indicadores para a avaliação dos impactos:

a. custo de implantação para circulação (CIC)

$$CIC = \frac{DF * 60 m^2 * R\$ 70 / m^2}{7,5}$$

DF = fluxo excedente em relação ao volume admissível para o nível de congestionamento em consideração (leve, moderado e severo);

7,5 = valor de anualização dos custos para vida útil de 20 anos e taxa de juros de 12% a.a.;

60 = área usada pelos automóveis em deslocamento;

70 = custo de implantação de via similar às adotadas nas pesquisas, sem desapropriações e serviços públicos;

b. custo de infra-estrutura para estacionamento (CIE)

$$CIE = \frac{DF * 15 m^2 * R\$ 50 / m^2}{7,5}$$

15 = área necessária para estacionamento;

50 = custo de implantação de via secundária, usada como proxy das usadas para estacionamento;

c. custo de manutenção viária (CMV)

$$CMV = 0,02 CIC * 7,5$$

0,02 = 2% do custo de implantação da via por ano;

d. custo de controle e operação viária (CCOV)

$$CCOV = 0,02 CIC * 7,5$$

RESULTADOS DAS PESQUISAS

Para cada cidade separadamente, foram realizadas pesquisas entre 6h30 e 19h00 no sistema viário principal, para cada trecho e sentido. Esta ordenação permite a identificação imediata do padrão de flutuação dos dados pesquisados, quais sejam: volumes de tráfego, ocupações, velocidades e tempos de percurso de autos e ônibus.²

2. É importante ressaltar que os índices obtidos de São Paulo têm como base o ano de 1996, conforme os dados fornecidos. Simultaneamente aos trabalhos do Ipea, no segundo semestre de 1997, a Prefeitura do Município através da Secretaria de Transportes, adotou a denominada "Operação Horário de Pico" com o objetivo de combater o crescimento do congestionamento na cidade. Assim, os resultados apresentados não refletem a situação atual no município.



www.antp.org.br

As pesquisas de volume de tráfego foram feitas discriminando-se o tipo de veículo; o volume equivalente, ou seja, igual ao volume de autos mais duas vezes os volumes de ônibus e caminhões; a largura útil da pista (descontado o espaço do estacionamento, se permitido); a capacidade por hora de tempo verde, igual a 525 x largura útil (metros); e a relação entre o volume equivalente horário e a capacidade por hora de tempo verde. As taxas de ocupação médias e os volumes de passageiros de autos e ônibus foram resultados da multiplicação da ocupação média pelo volume horário de veículos.

Foram feitas tabelas separadas para autos e ônibus, com o tempo de percurso total, o tempo de percurso relativo (minutos/km), os retardamentos por motivo (semáforo, ponto de parada, congestionamento e outros) e as velocidades geral e livre (sem retardamentos).

Extensão da rede pesquisada

A tabela 1 mostra os dados físicos da rede pesquisada, a saber, o comprimento total bidirecional por tipo de via.

Tabela 1
Extensão da rede pesquisada segundo os tipos de via

Cidade	Expressa	Arterial	Arterial I	Coletora	Total
Belo Horizonte	-	158,5	11,6	-	170,1
Brasília	89,2	74,4	78,4	-	242,0
Campinas	20,4	29,6	77,6	-	127,6
Curitiba	-	-	162,6	82,4	245,0
João Pessoa	-	-	66,9	12,9	79,8
Juiz de Fora	-	8,7	46,0	-	54,7
Porto Alegre	-	81,2	85,9	2,9	170,0
Recife	3,0	2,2	55,7	-	60,9
Rio de Janeiro	66,1	361,3	233,4	-	660,7
São Paulo	124,1	586,9	105,4	-	816,3
Total	302,8	1.302,7	923,4	98,2	2.627,1
%	11,5	49,6	35,2	3,7	100,00

Os dados mostram que foram considerados no estudo cerca de 2.600 km de vias. Dentre os quatro tipos considerados, a maior incidência está nas vias arteriais I e II, que representam as vias típicas do sistema viário principal das cidades. Estes dois tipos correspondem a cerca de 85% do sistema pesquisado. Conforme seria de se esperar, as vias expressas aparecem com baixa porcentagem, cerca de 11% no total. As vias coletoras pesquisadas têm uma participação muito pequena (4%).

Índices de desempenho

O primeiro dado relevante para entender as condições médias de trânsito nas cidades refere-se à utilização das vias pelos veículos. Esta utilização é medida pelo índice de utilização (IU), que é a multiplicação, em um determinado trecho, do volume veicular que por ele passa em uma determinada hora pelo comprimento do trecho. Analogamente, o índice de permanência (IP) é a multiplicação do volume naquela hora pelo tempo de percurso. O quociente entre os dois índices produz o índice de desempenho (ID), que reflete a velocidade média ponderada no sistema pesquisado. As tabelas 2 e 3 mostram estes índices, para cada cidade, nas horas de pico da manhã e da tarde, para automóveis e ônibus.

Observa-se, no caso dos automóveis, que o IU na hora de pico varia de um mínimo de 37.000 veic-km (Juiz de Fora) a um máximo de 3 milhões de veic-km (São Paulo). A maior parte das cidades apresenta valores na faixa de 200 a 300 mil veic-km. É importante observar que este valor é diretamente dependente do comprimento da rede adotada e de suas características de capacidade. O IP na hora de pico apresenta extremos semelhantes - 1.200 veic-hora em Juiz de Fora e 149.000 veic-hora em São Paulo, estando a maior parte das cidades com valores entre 2.000 e 10.000 veic-hora.

O ID - que reflete a velocidade média ponderada - apresenta valores diferentes, como reflexo do trânsito de cada local. Assim, as melhores condições médias são verificadas em Brasília - ID de 44 km/h na hora de pico -, e as piores em São Paulo (17 km/h), estando as demais cidades com valores entre 20 e 30 km/h. Neste caso específico, é importante observar que a mera constatação de um determinado valor do ID não implica necessariamente em existência ou inexistência de congestionamento, uma vez que é preciso analisá-lo frente ao tipo médio de via que se encontra na cidade (um ID numericamente elevado em uma cidade com muitas vias expressas pode escamotear um certo nível de congestionamento).

Tabela 2
Índices de desempenho da rede - automóvel

Cidade	Pico da manhã			Pico da tarde		
	IU (veic x km)	IP (veic x h)	ID (km/h)	IU (veic x km)	IP (veic x h)	ID (km/h)
Belo Horizonte	238.738	9.199	26	242.306	10.761	23
Brasília	478.922	10.626	45	495.970	11.186	44
Campinas	166.615	6.736	25	177.913	7.632	23
Curitiba	338.303	12.793	27	387.822	17.418	22
João Pessoa	69.333	2.365	29	84.633	3.151	27
Juiz de Fora	31.777	831	38	37.360	1.217	31
Porto Alegre	217.790	7.301	30	224.123	10.140	28
Recife	66.416	2.355	28	57.355	2.445	24
Rio de Janeiro	1.159.911	50.252	23	1.329.434	50.876	26
São Paulo	2.860.295	106.100	27	2.504.885	149.136	17



www.antp.org.br

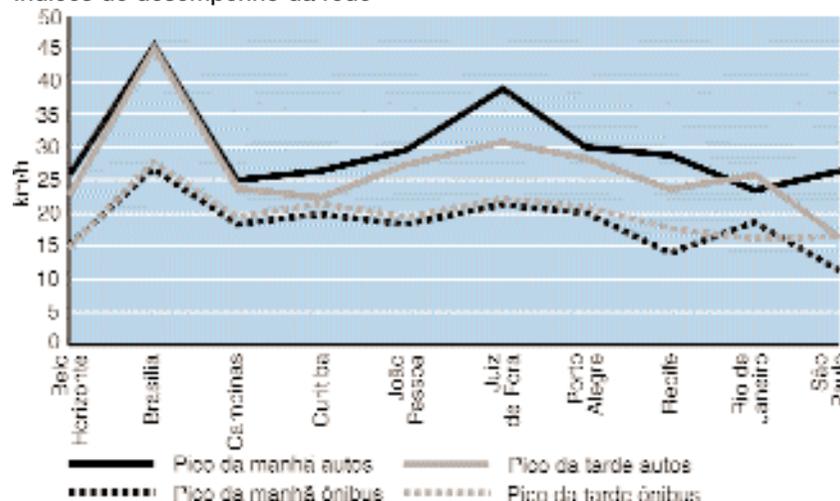
Tabela 3
Índices de desempenho da rede - ônibus

Cidade	Pico da manhã			Pico da tarde		
	IU (veic x km)	IP (veic x h)	ID (km/h)	IU (veic x km)	IP (veic x h)	ID (km/h)
Belo Horizonte	37.202	2.299	16	35.580	2.233	16
Brasília	28.613	1.009	28	22.050	812	27
Campinas	9.792	568	17	9.053	538	17
Curitiba	16.718	790	21	16.184	850	19
João Pessoa	4.321	222	20	4.414	249	18
Juiz de Fora	3.011	136	22	3.551	165	22
Porto Alegre	21.154	983	22	18.879	947	20
Recife	5.154	293	18	5.100	373	14
Rio de Janeiro	83.974	5.026	17	92.840	5.049	18
São Paulo	129.022	7.595	17	112.315	9.563	12

No caso dos ônibus, os mesmos extremos são observados no caso do IU - 4.000 veic-km em Juiz de Fora e 129.000 veic-km em São Paulo e no caso do IP - 200 veic-hora em Juiz de Fora e 10.000 veic-hora em São Paulo. Quanto ao ID, os valores apresentam-se mais concentrados em torno de 20 km/h, estando os valores mais baixos em São Paulo, Recife e Belo Horizonte e os mais altos em Brasília. Neste caso, a maior extensão de pistas e faixas exclusivas tende a aumentar o ID.

O gráfico 12 resume os índices de desempenho da rede para autos e ônibus nas horas de pico da manhã e da tarde.

Gráfico 12
Índices de desempenho da rede



As figuras 1 e 2 ilustram respectivamente um corredor exclusivo de Juiz de Fora e um corredor de ônibus em via compartilhada com automóveis em São Paulo.

Figura 1
Juiz de Fora
Corredor exclusivo para ônibus



Figura 2
São Paulo
Corredor de ônibus compartilhado com autos



www.antp.org.br

Velocidades

A análise das velocidades médias por tipo de via, para toda a rede, mostra valores decrescentes conforme se passa da via expressa para as vias com semáforos (gráficos 13 e 14), conforme se deveria esperar. No pico da manhã, os valores mudam de 45 km/h na via expressa, para 35 km/h na arterial I e 28 km/h na arterial II; à tarde, os valores respectivos mudam de 41 km/h, para 32 km/h e para 27 km/h. Os valores das vias coletoras não foram comparados por representarem parte diminuta das redes (cerca de 4%). Mesmo nas vias arteriais, há grande variação de velocidade, em função das condições físicas e operacionais distintas.

Gráfico 13
Velocidades médias de automóveis (km/h)

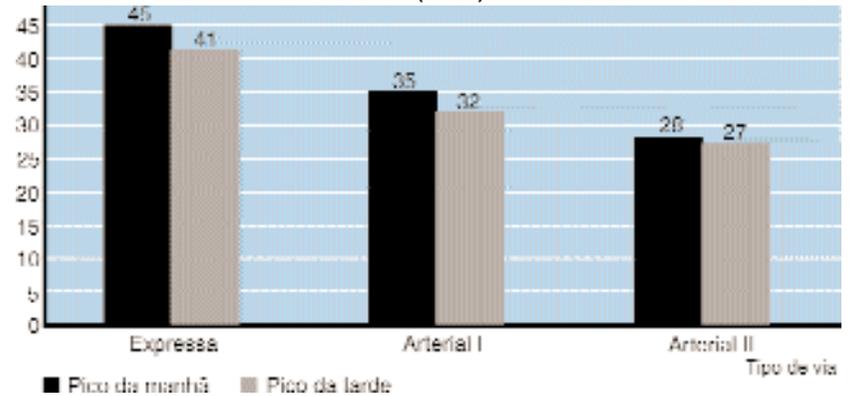
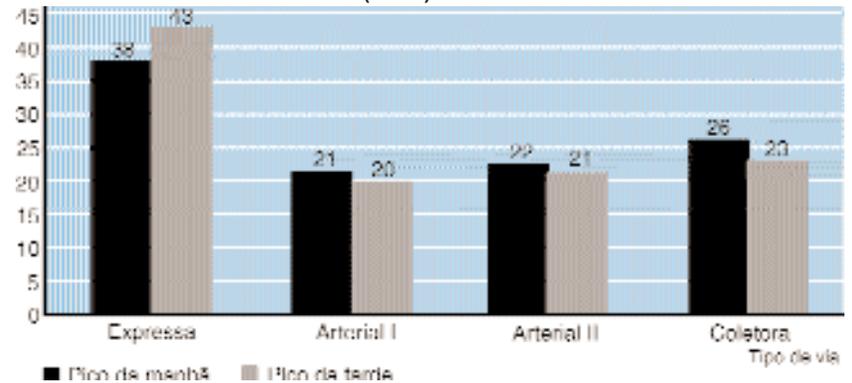


Gráfico 14
Velocidades médias de ônibus (km/h)



Retardamentos

Os retardamentos verificados nos horários de pico, expressos como percentuais de tempo total de percurso, podem ser vistos nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4
Retardamento (%) - automóvel

Cidade	Pico da manhã			Pico da tarde		
	Semáforo	Congest.	Total ⁽¹⁾	Semáforo	Congest.	Total ⁽¹⁾
Belo Horizonte	22,9	6,1	29,6	20,3	5,8	28,8
Brasília	6,1	1,4	9,2	6,5	1,6	8,2
Campinas	19,8	3,5	23,5	22,9	5,9	28,8
Curitiba	25,6	3,5	29,2	30,3	4,3	34,6
João Pessoa	18,2	3,0	21,3	20,7	2,0	22,7
Juiz de Fora	11,9	0,0	11,9	16,7	0,0	16,7
Porto Alegre	21,9	1,8	24,3	21,0	8,1	29,7
Recife	21,2	6,8	28,1	15,1	16,8	32,7
Rio de Janeiro	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
São Paulo	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾

(1) Inclui "outros".

(2) Os dados disponíveis resultaram em valores inconsistentes com a realidade.

No caso dos automóveis, os retardamentos estão na maioria dentro da faixa de 25% a 30% do tempo total de percurso. Estes valores devem ser vistos dentro de uma certa margem de tolerância estatística, uma vez que o levantamento de dados foi feito apenas em um dia e considerando que as oscilações dos valores medidos são normalmente abruptas, devido à variação das condições de tráfego.

No caso dos ônibus, os retardamentos são evidentemente maiores - em torno de 30% do tempo total - dada a necessidade de parar nos pontos de embarque/desembarque.

Tabela 5
Retardamento (%) - ônibus

Cidade	Pico da manhã				Pico da tarde			
	Semáf.	Congest.	Ponto	Total ⁽¹⁾	Semáf.	Congest.	Ponto	Total ⁽¹⁾
Belo Horizonte	13,38	3,4	0,24	27,23	19,35	4,37	⁽²⁾	34,12
Brasília	4,22	2,2	⁽²⁾	16,21	3,26	1,91	⁽²⁾	14,68
Campinas	5,82	2,93	7,67	18,97	7	0,54	4,7	16,03
Curitiba	15,6	0,13	12,98	29,01	18,8	1,64	13,7	35,14
João Pessoa	7,92	0,54	18,89	28,16	9,32	0,92	19,1	29,33
Juiz de Fora	8,48	0	17,4	22,94	10,06	0	17,44	28,66
Porto Alegre	10,1	0,89	12,54	25,92	9,33	2,6	14,51	28,88
Recife	8,94	6,95	11,98	27,87	9,34	3,43	11,93	24,69
Rio de Janeiro	⁽³⁾	⁽³⁾	⁽³⁾	⁽³⁾	⁽³⁾	⁽³⁾	⁽³⁾	⁽³⁾
São Paulo	10	3,61	15,23	28,89	8,49	15,75	11,95	36,24

(1) Inclui "outros".

(2) Valores não separados na origem e incluído em "outros".

(3) Os dados disponíveis resultaram em valores inconsistentes com a realidade.

Excesso de frota de ônibus

O congestionamento obriga ao aumento do número de ônibus em circulação, com reflexo no custo do sistema e da tarifa. Os aumentos médios por cidade e o impacto nos custos operacionais dos sistemas estão resumidos nas tabelas 6 e 7.

Tabela 6
Excesso de frota de ônibus devido ao congestionamento

Cidade	Pico da manhã		Pico da tarde	
	Veículos	% da frota	Veículos	% da frota
Belo Horizonte	306	11,4	315	11,7
Brasília	23	0,8	46	1,5
Campinas	98	11,2	5	0,6
Curitiba	23	1,5	24	1,6
João Pessoa	17	4,0	29	6,9
Juiz de Fora	7	1,6	9	2,0
Porto Alegre	48	3,2	74	4,9
Recife	51	2,3	134	5,9
Rio de Janeiro	1.037	17,3	811	13,5
São Paulo	820	7,4	3.342	30,3

Pode-se observar o impacto do congestionamento no custo do sistema, principalmente nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte e Campinas.

Tabela 7
Impacto do congestionamento no custo operacional dos ônibus

Cidade	Impacto no custo operacional (%)
Belo Horizonte	6,2
Brasília	0,9
Campinas	6,4
Curitiba	1,6
João Pessoa	3,7
Juiz de Fora	2,1
Porto Alegre	2,6
Recife	3,5
Rio de Janeiro	9,6
São Paulo	15,8

O impacto do aumento da frota reflete-se diretamente nos custos operacionais representando o acréscimo da tarifa. Se o Rio de Janeiro for tomado como exemplo, caso fossem eliminados os congestionamentos nos picos, o valor da tarifa passaria de R\$ 0,60 para R\$ 0,54 significando economia da ordem de R\$ 50 milhões por ano para os usuários, além



www.antp.org.br

da retirada de 1.107 ônibus da frota municipal (17,3%), sem contar os reflexos complementares na frota intermunicipal que acessa à capital.

Excesso do tempo de viagem

O tempo perdido no congestionamento severo em relação ao tempo total gasto no horário varia, nessas 10 cidades pesquisadas, de um mínimo de cerca de 1-2 % em Brasília a um máximo de 53% em São Paulo. Os gráficos 15 e 16 ilustram o percentual do tempo perdido em deslocamento por automóvel e ônibus, no pico da tarde, nas 10 cidades pesquisadas, respectivamente.

Gráfico 15

Tempo em excesso por hora
Automóveis - pico da tarde

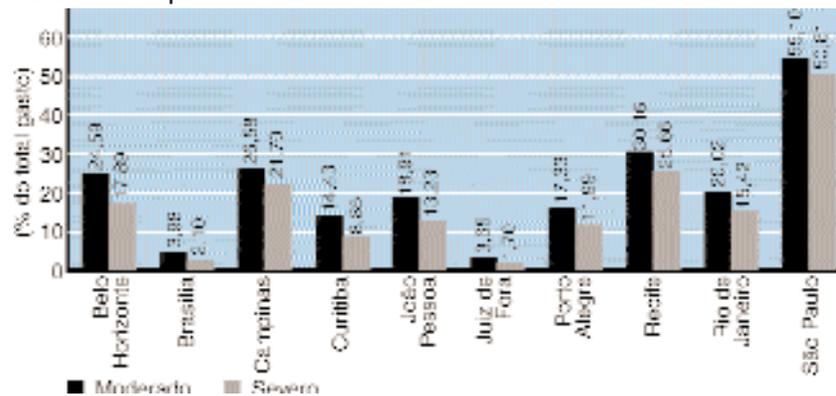
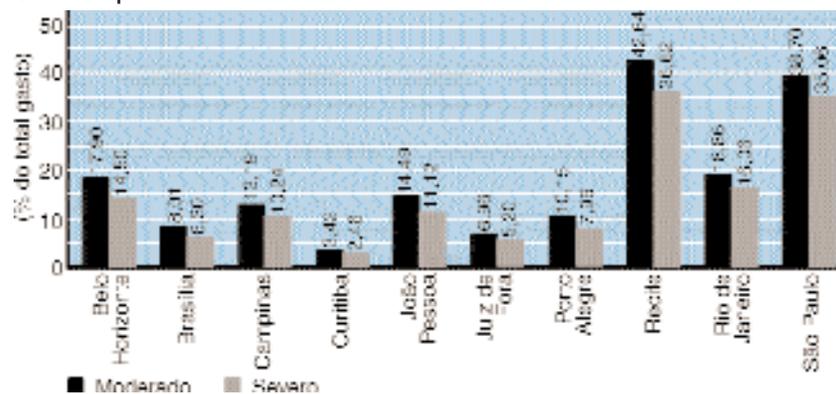


Gráfico 16

Tempo em excesso por hora
Ônibus - pico da tarde



www.antp.org.br

O conjunto de horas gastas nos congestionamentos em um ano para cada cidade nos trechos pesquisados, incluindo as vias transversais, é apresentado na tabela 8.

Tabela 8

Excesso de tempo anual em congestionamento severo computando as vias transversais (passageiro x h)

Cidade	Automóvel	Ônibus
Belo Horizonte	6.063.141	40.536.342
Brasília	498.842	2.407.701
Campinas	3.507.658	2.452.520
Curitiba	2.819.055	2.366.449
João Pessoa	772.486	1.205.806
Juiz de Fora	178.179	1.689.319
Porto Alegre	2.997.016	3.423.327
Recife*	1.791.206	3.673.611
Rio de Janeiro	33.033.520	80.408.877
São Paulo	198.433.653	117.869.159
Total	250.094.755	256.033.111

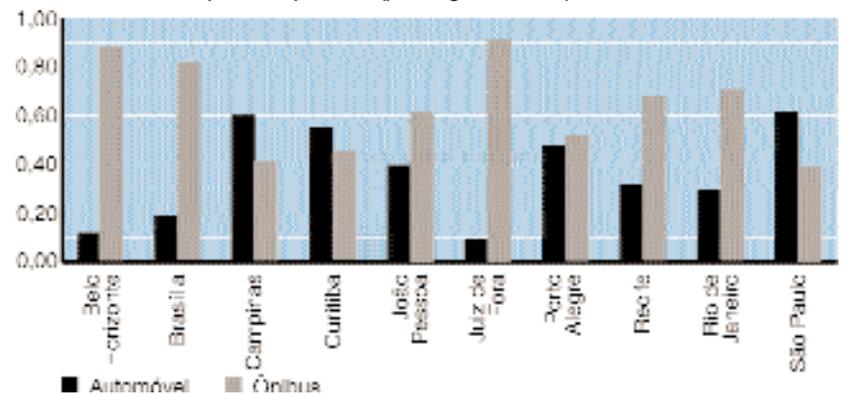
* Os dados atualizados de Recife refletem as condições de apenas uma parte da rede considerada (60,8 km em vez de 175 km), para os quais obtiveram-se os dados.

O tempo total anual perdido com congestionamento, nas 10 cidades pesquisadas supera o valor de 250 milhões de passageiros-hora, para automóveis, e de 256 milhões de passageiros-hora para os ônibus, computando-se, em ambos os modos, as vias transversais.

O gráfico 17 mostra o percentual do total de excesso de tempo gasto anualmente entre os automóveis e ônibus, em situação de congestionamento severo e computando as vias transversais nas 10 cidades pesquisadas.

Gráfico 17

Percentual do tempo total perdido (passageiros-hora) entre automóvel e ônibus



Verifica-se que em Campinas, Curitiba e São Paulo o tempo perdido nos automóveis é maior do que nos ônibus, provavelmente pelas particularidades de taxa de motorização e de operação dos transportes públicos em vias com prioridade para coletivos.

Excesso de consumo de combustível e de emissão de poluentes

O excesso de gasto de combustível foi calculado para os três níveis de congestionamento e é mostrado nas tabelas 9 e 10, para automóveis e ônibus, respectivamente.

Tabela 9
Excesso de combustível gasto em congestionamento (l/h)
Automóvel - picos da manhã e da tarde

Cidade	Pico da manhã			Pico da tarde		
	Leve	Moderado	Severo	Leve	Moderado	Severo
Belo Horizonte	3.554	3.030	2.394	4.574	3.717	2.651
Brasília	761	259	133	1.320	797	420
Campinas	2.525	2.113	1.620	3.318	2.847	2.287
Curitiba	1.631	1.220	940	4.989	3.517	2.124
João Pessoa	531	401	237	955	746	494
Juiz de Fora	17	5	4	91	57	26
Porto Alegre	1.452	1.009	608	3.363	2.609	1.780
Recife	489	375	266	1.093	967	803
Rio de Janeiro	23.438	19.697	15.883	18.483	14.587	11.036
São Paulo	57.707	47.364	37.513	125.168	115.948	105.051

Tabela 10
Excesso de combustível gasto em congestionamento (l/h)
Ônibus - picos da manhã e da tarde

Cidade	Pico da manhã			Pico da tarde		
	Leve	Moderado	Severo	Leve	Moderado	Severo
Belo Horizonte	595	455	301	611	487	338
Brasília	128	86	50	177	144	109
Campinas	168	140	105	182	150	109
Curitiba	38	28	21	83	47	29
João Pessoa	42	31	19	63	48	33
Juiz de Fora	17	13	9	21	16	11
Porto Alegre	113	82	58	160	127	89
Recife	93	76	61	95	78	61
Rio de Janeiro	1.731	1.453	1.152	1.275	1.066	819
São Paulo	1.858	1.407	943	3.596	3.069	2.430



www.antp.org.br

Observa-se que são gastos em excesso pelos automóveis, devido ao congestionamento severo, 105 mil litros na hora de pico da tarde em São Paulo e, pelos ônibus, 2.430 litros.

Tabela 11
Excesso de consumo anual de combustível em congestionamento computando as vias transversais (litros)

Cidade	Automóvel (gasolina)	Ônibus (diesel)
Belo Horizonte	5.567.709	551.685
Brasília	568.009	108.279
Campinas	4.097.883	201.657
Curitiba	2.502.573	60.775
João Pessoa	603.766	49.227
Juiz de Fora	144.223	51.961
Porto Alegre	2.565.886	178.112
Recife	1.360.584	111.272
Rio de Janeiro	35.849.155	2.105.275
São Paulo	198.528.676	3.646.033
Total	251.788.464	7.064.276

Pode-se verificar que são gastos nas vias pesquisadas, anualmente a mais em São Paulo, 198 milhões de litros pelos automóveis e 3,6 milhões de litros de óleo diesel.

O gráfico 18 apresenta o rendimento de combustível de automóvel e ônibus nas 10 cidades pesquisadas, no pico da tarde.

Gráfico 18
Rendimento de combustível (km/l)
Automóvel e ônibus - pico da tarde

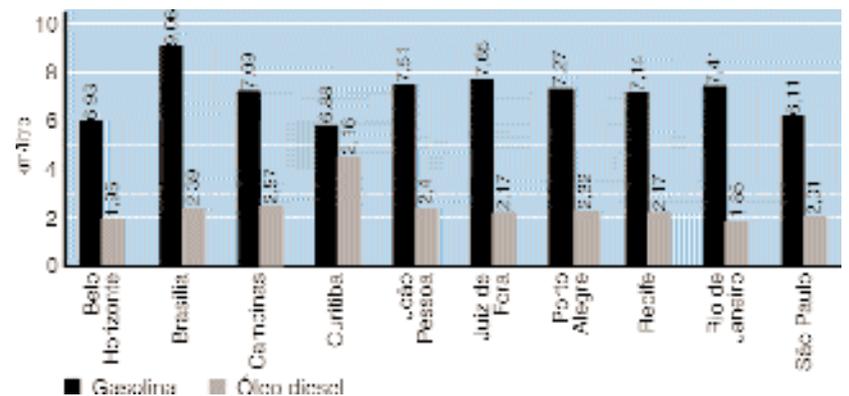
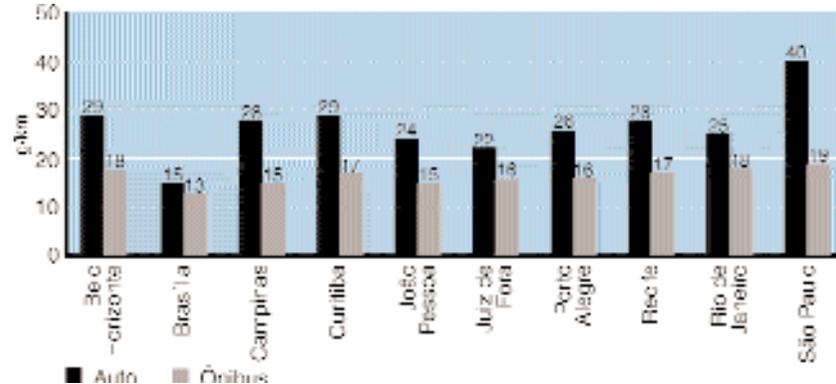


Tabela 12
Excesso de emissão anual de poluentes em congestionamento severo computando as vias transversais (kg)

Cidade	Automóvel		Ônibus			
	HC	CO	HC	CO	NOx	Mat. partic.
Belo Horizonte	252.588	2.851.905	22.661	55.435	39.881	1.977
Brasília	20.403	178.575	3.058	7.481	5.382	267
Campinas	181.922	2.012.790	8.047	19.691	14.165	702
Curitiba	115.068	1.309.738	2.920	6.563	4.721	234
João Pessoa	27.461	310.698	1.844	4.513	3.246	161
Juiz de Fora	6.678	76.236	2.108	5.159	3.711	184
Porto Alegre	116.103	1.309.780	6.930	16.956	12.198	604
Recife	66.378	759.615	5.418	14.221	9.525	816
Rio de Janeiro	1.605.431	17.884.385	86.443	209.752	150.888	7.475
São Paulo	8.771.384	95.992.533	157.653	385.757	277.500	13.747
Total	11.163.416	122.686.255	297.082	725.528	521.217	26.167

O gráfico 19 apresenta as emissões de monóxido de carbono, em gramas por quilômetro para automóveis e ônibus, no pico da tarde, nas 10 cidades pesquisadas.

Gráfico 19
Emissão de CO (g/km) - automóveis e ônibus - pico da tarde



Ocupação do espaço urbano

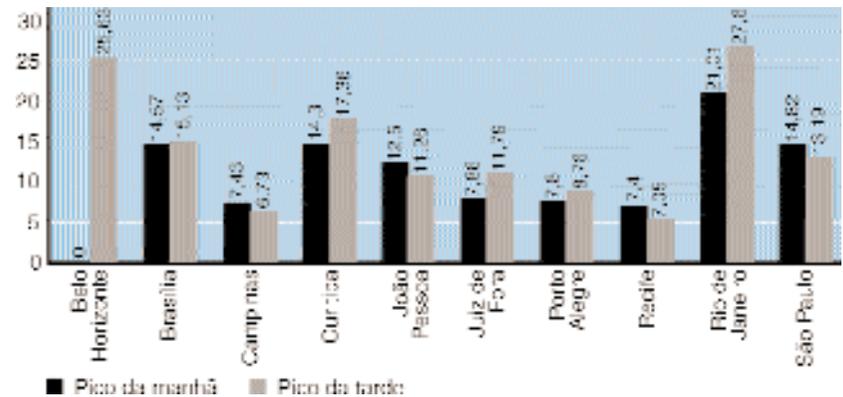
O uso do espaço urbano foi analisado de acordo com a área ocupada pelos autos e ônibus em cada trecho pesquisado. Considerando a ocupação de cada veículo verificou-se a relação existente entre o espaço ocupado por pessoa em automóvel comparado com o do ônibus no mesmo período.³

3. Os dados fornecidos por Belo Horizonte não permitiram a análise para o pico da manhã.



Pode-se observar que as áreas ocupadas por quem viaja de automóvel são sempre muito maiores do que as ocupadas pelos viajantes de ônibus, como mostra o gráfico 20.

Gráfico 20
Proporção entre áreas relativas ocupadas por pessoas Automóvel x ônibus



Considerou-se que em média, o espaço ocupado por um ônibus (com 70 passageiros) é duas vezes maior do que o do automóvel (com 1,5 passageiros), resultando que uma pessoa no automóvel ocupa, em média, 23 vezes mais espaço que uma pessoa no ônibus, no mesmo período do dia.

Pode-se ainda verificar, através de cálculo análogo, que um ônibus com 70 pessoas pode significar 46 automóveis na rua, o que corres-

Figura 3
Espaço de circulação e de estacionamento



ponde à ocupação de muito mais vias para circulação, mormente nos picos. Além disso, o aumento na demanda por espaço viário se dá tanto para circulação quanto para estacionamento.

Além da implantação desta infra-estrutura adicional que fica ociosa uma grande parte do dia, há necessidade de sua manutenção física, de seu controle e operação.

Resumo dos resultados das deseconomias

Os valores contidos na tabela 13 estão expandidos para o ano e consideram apenas os dados obtidos das vias em congestionamento severo, não incluindo, portanto, os níveis de congestionamento leve e moderado.

É importante frisar que esses totais devem ser considerados como indicadores de tendência, pois as deseconomias são proporcionais às populações de forma potencial e não linear. De qualquer forma, os resultados demonstram a magnitude do problema, uma vez que estão consideradas apenas as situações de congestionamento severo.

Não se trata de negar os benefícios indiscutíveis do uso do automóvel para o indivíduo, mas de incluir, na quantificação dos custos quando da avaliação de projetos e políticas públicas para transporte nas áreas urbanas, os impactos decorrentes de sua utilização massiva para a sociedade. As políticas que priorizam o transporte público promovem noções de solidariedade, integração e inclusão, ou seja, cidadania, além de reduzir os custos urbanos. Um dos principais objetivos desse estudo é chamar a atenção das autoridades e da sociedade para o alto custo social advindo da falta de prioridade para o transporte público.

Figura 4
 Uso prioritário do espaço para o transporte coletivo



www.antp.org.br

Tabela 13
 Resumo do total anual das deseconomias causadas pelo congestionamento severo de trânsito nas cidades pesquisadas

Cidade	Excesso de tempo perdido (em milhões de passageiros x hora)		Excesso de consumo de combustível (em milhões de litros)		Excesso de emissão de poluentes (em t)						Sistema viário	
					Automóvel			Ônibus			Uso para circulação (m³)	Uso para estacionamento (m²)
					HC	CO	NOx	HC	CO	NOx		
Belo Horizonte	6,06	40,54	5,57	0,55	252,59	2.851,91	22,66	55,44	39,88	1,98	246.318,75	61.579,69
Brasília	0,50	2,41	0,57	0,11	20,40	178,58	3,06	7,48	5,38	0,27	457.800,00	114.450,00
Campinas	3,51	2,45	4,10	0,20	181,92	2.012,79	8,05	19,69	14,17	0,70	193.687,50	48.421,88
Curitiba	2,82	2,37	2,50	0,06	115,07	1.309,74	2,92	6,56	4,72	0,23	14.347,50	3.586,88
João Pessoa	0,77	1,21	0,60	0,05	27,46	310,70	1,84	4,51	3,25	0,16	122.910,00	30.727,50
Juiz de Fora	0,18	1,69	0,14	0,05	6,68	76,24	2,11	5,16	3,71	0,18	-	-
Porto Alegre	3,00	3,42	2,57	0,18	116,10	1.309,78	6,93	16,96	12,20	0,60	79.031,25	19.757,81
Recife	1,79	3,67	1,36	0,11	66,38	759,62	5,42	14,22	9,53	0,82	117.750,00	29.437,50
Rio de Janeiro	33,03	80,41	35,85	2,11	1.605,43	17.884,39	86,44	209,75	150,89	7,48	206.100,00	51.525,00
São Paulo	198,43	117,87	198,53	3,65	8.771,38	95.992,53	157,65	385,76	277,50	13,75	5.551.496,25	1.387.874,06
Total	250,09	256,03	251,79	7,06	11.163,42	122.686,26	297,08	725,53	521,22	26,17	6.989.441,25	1.747.360,31

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, em relação às condições gerais de trânsito dos automóveis - representadas pelos índices globais de desempenho, por dados de velocidade e nível de serviço -, verifica-se que estas apresentam-se boas nas cidades de Brasília e Juiz de Fora, intermediárias na maioria das cidades e ruins na cidade de São Paulo.

No caso de Brasília, por exemplo, a velocidade média ponderada dos automóveis no pico da tarde é de 44 km/h e apenas 8% do tempo usado nos deslocamentos é perdido em congestionamento moderado e severo. A maior parte do sistema viário - 68% - encontra-se ociosa nos picos.

Existe, portanto, grande reserva de capacidade, ou seja, o tráfego médio pode crescer em grande parte das vias (nem todas) até que o trânsito apresente problemas generalizados de congestionamento. Esta característica mostra uma outra faceta das deseconomias, à medida em que demonstra a existência de recursos públicos de grande monta aplicados de forma ineficiente, com grande custo para a sociedade.

No caso oposto, em São Paulo, o sistema viário encontra-se em grande parte saturado. A velocidade média ponderada no pico da tarde é de apenas 17 km/h, sendo que mais de 50% do tempo de percurso ocorre sob condições de congestionamento moderado ou severo. De forma correspondente, a reserva de capacidade é muito baixa podendo-se assumir, inclusive, que a demanda reprimida pelo congestionamento é elevada.

As demais cidades apresentam condições intermediárias entre estes dois extremos. Tomando-se como parâmetros principais a velocidade média no pico da tarde e a extensão do sistema viário sob congestionamento, verifica-se que a cidade de Juiz de Fora aproxima-se de Brasília, com velocidade média no pico da tarde de 31 km/h e apenas 7% do sistema viário sob condições de congestionamento. Em seguida, podem ser citadas três cidades com velocidades mais baixas que as anteriores (entre 22 km/h e 28 km/h), mas com porcentagens do sistema viário sob congestionamento ainda relativamente baixas (entre 26% e 34%): João Pessoa, Porto Alegre e Curitiba. Finalmente, estão quatro cidades cujas condições as tornam mais parecidas com São Paulo, pois apresentam velocidades médias mais baixas (entre 23 km/h e 26 km/h) e porcentagens mais altas do sistema viário com congestionamento (entre 35% e 48%): Rio de Janeiro, Recife, Belo Horizonte e Campinas.

No caso dos ônibus, observa-se a constituição de dois grupos: o primeiro é aquele em que as velocidades médias no pico da tarde apro-

ximaram-se ou superaram a marca dos 20 km/h e os tempos em excesso são relativamente baixos (entre 3% e 8%) - Brasília, Juiz de Fora, Porto Alegre e Curitiba; e o segundo, em que as velocidades são inferiores a esta marca e os tempos em excesso são maiores (entre 10% e 37%): Belo Horizonte, Campinas, João Pessoa, Recife, Rio e Janeiro e São Paulo.

As condições desfavoráveis de trânsito levam a quatro deseconomias principais. Inicialmente, os tempos de percurso dos usuários de automóvel nas vias principais e suas transversais são aumentados, no conjunto das cidades, de 190.000 horas na hora de pico da tarde (congestionamento severo apenas) e de 240.000 horas, se considerados todos os níveis de congestionamentos. Os dados estão apresentados em forma de envoltória, ou seja, os valores do nível leve incluem os dos níveis moderado e severo e os valores moderados, por sua vez, incluem os valores do nível severo. Nessa forma de apresentação, os valores do nível leve representam a condição de maior impacto possível.

Figura 5



Por ano, o aumento devido ao congestionamento severo pode ser estimado em 200 milhões de passageiros-hora, valor que pode passar de 250 milhões de horas, caso os três níveis de congestionamento sejam considerados. Deve-se notar que a grande maioria das perdas - cerca de 80% - estão concentradas na cidade de São Paulo. No caso dos passageiros de ônibus, estima-se que a perda devido ao congestionamento severo seja de 225 mil horas na hora de pico



www.antp.org.br

da tarde (280 mil horas para os três níveis de congestionamento) e de 120 milhões de horas por ano (congestionamento severo).

Segundo, os congestionamentos severos levam ao consumo excessivo de 190 mil litros de gasolina e de 5 mil litros de diesel na hora de pico da tarde, valores que, por ano, atingem as cifras estimadas de 200 milhões de litros de gasolina e 4 milhões de litros de diesel. **Terceiro**, os congestionamentos severos implicam na emissão excessiva de 90 toneladas de CO pelos automóveis na hora de pico da tarde (122 mil toneladas por ano). **Quarto**, os congestionamentos severos implicam em um aumento na frota de ônibus de cerca de 4.800 veículos (se computado o impacto no pico da tarde), que corresponde a 16% do total de veículos em operação nas dez cidades estudadas.

O aumento da frota devido ao congestionamento severo e o consumo excessivo de combustíveis eleva o custo operacional em proporções que atingem 10% no Rio de Janeiro e 16% em São Paulo. Este aumento do custo está sendo repassado para a tarifa - onerando o usuário - ou então está sendo coberto por subsídios do governo.

MONETARIZAÇÃO DAS DESECONOMIAS

Finalmente pode-se efetuar o cômputo geral sobre os custos decorrentes do congestionamento nas cidades, com base na metodologia descrita anteriormente.

Ressalta-se que o tempo e o consumo de combustível são custos associados a quem viaja, enquanto o custo da poluição é de todos, viajantes ou não. O custo de consumo de combustível e de poluição devido aos congestionamentos indica a responsabilidade em mais de 90% para o automóvel, com poucas exceções; já o tempo em excesso, ou seja, gasto em congestionamentos é, na maioria das cidades, maior para os ônibus.

As tabelas 14, 15, 16 e 17 apresentam a monetarização anual das deseconomias por cidade.



www.antp.org.br

Tabela 14
Monetarização anual das deseconomias por cidade
Tempo, consumo de combustível, poluição

Cidade	Tempo			Consumo			Poluição					
	V (R\$)	%	Total	V (R\$)	%	Total	V (R\$)	%	Total			
Belo Horizonte	A	1.938.346,8	0,13	14.908.654,4	A	3.198.097,8	0,95	3.352.711,9	A	829.820,0	0,91	912.707,4
	O	12.970.307,5	0,87		O	154.614,1	0,05		O	82.887,4	0,09	
Brasília	A	227.228,1	0,17	1.324.902,4	A	326.264,2	0,91	356.610,4	A	57.188,7	0,84	68.375,7
	O	1.097.674,2	0,83		O	30.346,2	0,09		O	11.187,0	0,16	
Campinas	A	1.253.301,9	0,59	2.130.349,1	A	2.353.823,9	0,98	2.410.340,2	A	589.821,2	0,95	619.264,8
	O	877.047,2	0,41		O	56.516,3	0,02		O	29.443,6	0,05	
Curitiba	A	1.019.041,7	0,54	1.875.207,1	A	1.437.477,8	0,99	1.456.021,6	A	380.027,8	0,97	390.711,3
	O	856.165,4	0,46		O	18.543,9	0,01		O	10.683,6	0,03	
João Pessoa	A	234.046,0	0,39	599.691,2	A	346.803,2	0,96	360.599,7	A	90.338,1	0,93	97.086,2
	O	365.645,2	0,61		O	13.796,5	0,04		O	6.748,1	0,07	
Juiz de Fora	A	55.845,9	0,10	585.774,4	A	82.841,8	0,85	97.404,3	A	22.098,0	0,74	29.812,1
	O	529.928,6	0,90		O	14.562,5	0,15		O	7.714,1	0,26	
Porto Alegre	A	970.651,0	0,47	2.080.322,6	A	1.473.845,0	0,97	1.523.762,7	A	381.215,5	0,94	406.570,2
	O	1.109.671,6	0,53		O	49.917,7	0,03		O	25.354,7	0,06	
Recife	A	550.179,9	0,33	1.679.640,3	A	781.518,4	0,96	812.702,4	A	211.042,6	0,92	229.416,4
	O	1.129.460,4	0,67		O	31.184,0	0,04		O	18.373,8	0,08	
Rio de Janeiro	A	12.562.283,9	0,29	43.167.098,4	A	20.591.751,0	0,97	21.164.612,6	A	5.228.224,5	0,95	5.528.917,0
	O	30.604.814,6	0,71		O	572.861,6	0,03		O	300.692,5	0,05	
São Paulo	A	78.779.149,9	0,63	125.613.892,5	A	114.034.866,4	0,99	115.056.701,2	A	28.237.955,6	0,98	28.814.770,6
	O	46.834.742,7	0,37		O	1.021.834,7	0,01		O	576.815,1	0,02	

V = Tipo de veículo

A = Auto

O = Ônibus

Tabela 15
Monetização anual das deseconomias por cidade
Sistema viário (R\$)

Cidade	Sistema viário				
	Uso p/ circ.	Uso p/ estac.	Manut. viária	Cont. oper.	Total
Belo Horizonte	2.298.975	410.531	344.846	344.846	3.399.199
Brasília	4.272.800	763.000	640.920	640.920	6.317.640
Campinas	1.807.750	322.813	271.163	271.163	2.672.888
Curitiba	133.910	23.913	20.087	20.087	197.996
João Pessoa	1.147.160	204.850	172.074	172.074	1.696.158
Juiz de Fora	-	-	-	-	-
Porto Alegre	737.625	131.719	110.644	110.644	1.090.631
Recife	1.099.000	196.250	164.850	164.850	1.624.950
Rio de Janeiro	1.923.600	343.500	288.540	288.540	2.844.180
São Paulo	51.813.965	9.252.494	7.772.095	7.772.095	76.610.648

Tabela 16
Monetização anual das deseconomias por cidade
Reflexos no transporte coletivo (R\$)

Cidade	Redução frota	% custo operacional
Belo Horizonte	315	6,2
Brasília	46	0,9
Campinas	103	6,4
Curitiba	45	1,6
João Pessoa	29	3,7
Juiz de Fora	17	2,1
Porto Alegre	74	2,6
Recife	135	3,5
Rio de Janeiro	1.107	9,6
São Paulo	3.342	15,8

Tabela 17
Resumo da monetização anual das deseconomias
Total (R\$)

Cidade	Tempo	Consumo combustível	Poluição	Sistema viário	Total geral
Belo Horizonte	14.908.654,4	3.352.711,9	912.707,4	3.399.198,8	22.573.272,5
Brasília	1.324.902,4	356.610,4	68.375,7	6.317.640,0	8.067.528,5
Campinas	2.130.349,1	2.410.340,2	619.264,8	2.672.887,5	7.832.841,6
Curitiba	1.875.207,1	1.456.021,6	390.711,3	197.995,5	3.919.935,5
João Pessoa	599.691,2	360.599,7	97.086,2	1.696.158,0	2.753.535,1
Juiz de Fora	585.774,4	97.404,3	29.812,1	-	712.990,8
Porto Alegre	2.080.322,6	1.523.762,7	406.570,2	1.090.631,3	5.101.286,8
Recife	1.679.640,3	812.702,4	229.416,4	1.624.950,0	4.346.709,1
Rio de Janeiro	43.167.098,4	21.164.612,6	5.528.917,0	2.844.180,0	72.704.808,0
São Paulo	125.613.892,5	115.056.701,2	28.814.770,6	76.610.648,3	346.096.012,6
Total	193.965.532,4	146.591.467,0	37.097.631,7	96.454.289,4	474.108.920,5

ANÁLISE QUALITATIVA

A pesquisa qualitativa realizada na rede de cidades serviu de subsídio não só para diagnosticar as condições atuais de planejamento e operação dos sistemas de transporte e trânsito, como também para o levantamento de sugestões concretas sobre como reduzir as deseconomias verificadas.

A formulação de políticas urbanas, dentre elas a relativa ao transporte público, requer não só a mensuração das diversas variáveis intervinientes, mas também a análise de aspectos de natureza muitas vezes não mensuráveis, mas determinísticos para a tomada de decisões do órgão gestor e avaliação da capacitação econômica e gerencial para implementação de soluções viáveis e eficazes.

Para melhor entendimento, os assuntos foram divididos por área de intervenção, por apresentarem funções e características homogêneas, tendo como objetivo facilitar a avaliação comparativa do desempenho dos transportes públicos entre as cidades participantes da rede.

Financiamento

O orçamento municipal é a principal fonte de recursos do transporte urbano. Os fundos de transporte são variações que captam receita a partir da tarifa, áreas de estacionamento pago, multas, taxas etc. Como fontes de financiamento destacam-se o BNDES, Banco Mundial, BID, Finep.

Os recursos são utilizados das mais diversas formas, sendo sua destinação mais freqüente a pavimentação e recuperação do sistema viário, a implantação de equipamentos de apoio ao transporte coletivo e abrigos, a modernização do controle do tráfego e a implantação da sinalização horizontal, vertical e semaforica. A diversidade de aplicação dos recursos acompanha a política local para sua destinação conforme definições prévias e prioridades do momento.

Os investimentos feitos na capacitação gerencial estão voltados principalmente para o aperfeiçoamento da mão-de-obra através de cursos tradicionais, estruturados para especialização de técnicos, em áreas específicas como administração tarifária, planejamento e controle da operação, engenharia de tráfego etc. Em cidades como Belo Horizonte, investe-se na informatização do órgão através da implantação de base de dados georeferenciada, implantação da rede de informática, desenvolvimento e aquisição de softwares e programa de gestão da qualidade.

As fontes de financiamento externas mais utilizadas são Bird e BID, porém em pequena escala, devido à tramitação demorada, à burocracia



www.antp.org.br

cia, à necessidade de estudos minuciosos e detalhados, contrapartidas, influência política e o equacionamento da dívida municipal, problemas que intimidam os municípios a procurarem essas fontes, além dos prazos que ultrapassam os horizontes de uma administração.

Recentemente foi criado o Programa Federal de Renovação e Adequação da Frota de Ônibus Urbano, voltado para aquisição de ônibus e equipamentos. Proposto pela Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU) foi encampado pelo Governo Federal através do BNDES. Neste programa, as taxas de juros foram reduzidas de 2,5% para 1%, os prazos de amortização e carência foram aumentados e a NTU foi credenciada para fazer o encaminhamento e o acompanhamento do pedido de financiamento. Essas facilidades já eram aplicadas quando a proposta de financiamento estava vinculada a um projeto de grande porte, em geral de iniciativa do órgão de gerência local.

Apesar das facilidades que foram abertas para o financiamento da frota de ônibus, os critérios de financiamento do transporte urbano, pelo BNDES, não são flexíveis para com os centros urbanos de médio e pequeno porte, especialmente aqueles de renda média mais baixa, que são obrigados a se enquadrarem em critérios técnicos criados para grandes cidades ou cidades com capacidade de endividamento, o que acaba privilegiando estas. A exigência de que o pedido de financiamento seja apresentado sob a forma de programa integrado, contemplando a integração físico-tarifária não é adequada para cidades desse porte que não necessitam desse tipo de esquema operacional.

A escassez de recursos para o financiamento do transporte urbano é agravada pelo uso indiscriminado dos recursos (tanto orçamentários como alternativos) com a infra-estrutura física, especialmente com o sistema viário, sem que sejam precedidos de avaliação do seu impacto efetivo sobre o meio urbano, como o risco de degradação do ambiente.

Institucional

A descentralização do processo decisório e gerencial vem buscando atender melhor às necessidades urbanas locais, estabelecendo, sempre que possível, parceria com o setor privado.

A evolução das legislações atuais e o aumento da integração institucional, principalmente nas áreas conurbadas, são metas que vêm sendo perseguidas, sendo que a coordenação com maior eficácia tem-se dado através dos contatos entre os técnicos. São iniciativas formais os Fóruns de Secretários Municipais de Transporte, convê-

nios, Geipot, ANTP, Câmara Temática (São Paulo), Agência Metropolitana (Rio de Janeiro), Comissão de Gerenciamento (Belo Horizonte) e Conselho Metropolitan de Transportes Urbanos (Recife).

As ações relativas ao transporte estão cada vez mais restritas às decisões do município, ressentindo-se de uma política nacional para coordenação das ações entre os agentes do setor nos três níveis de governo.

Já para as ações relativas ao trânsito, até janeiro de 1998, o município era excluído do sistema nacional de trânsito, impedindo a formação de órgãos locais encarregados do problema. A partir da entrada do novo Código de Trânsito Brasileiro, foram estabelecidas novas atribuições para os municípios. Estes agora fazem parte do sistema nacional e devem inclusive ter órgãos específicos responsáveis.

Em complemento às atividades de trânsito, há leis de uso e ocupação do solo, código de obras e urbanismo e regulamentação de pólos geradores de trânsito.

Quando a gerência do trânsito e do transporte está submetida a um mesmo órgão ela se dá de maneira integrada. Caso contrário, existem problemas, com grau de dificuldade variável para cada cidade. A falta de coordenação impacta negativamente, acarretando inexistência de política de planejamento e competição predatória. Estes reflexos perniciosos são mais visíveis nas regiões metropolitanas devido à superposição de atribuições.

De maneira geral é o Plano Diretor o instrumento legal mais importante e abrangente de gestão das atividades urbanas. O detalhamento e variações decorrentes são bastante diversificadas.

Por outro lado, a participação popular vem aumentando, sendo os conselhos de transporte (municipais ou metropolitanos) e a Câmara de Vereadores as instituições mais representativas da participação popular. Serviços de atendimento ao usuário, com disponibilidade de telefone exclusivo, recebem e respondem correspondências escritas e atendem pessoalmente à comunidade. Reuniões com as associações de bairros e representações associativas são outras formas de participação.

As comissões ou conselhos de segurança e educação de trânsito apresentam-se com papel de destaque, desenvolvendo junto com os órgãos responsáveis locais, campanhas, cursos e palestras de cunho educativo. São realizadas atividades dirigidas a operadores, estudantes e comunidade em geral.

As iniciativas são desenvolvidas pelos próprios órgãos gestores ou em parceria com segmentos da sociedade civil organizada. As ações educativas, muitas delas de ocorrência sistemática, utilizam-se de pe-



www.antp.org.br

ças publicitárias para a TV, rádio e jornal, cartazes, peças teatrais, filmes e panfletagem.

São poucos os estímulos práticos, quer de ordem financeira, quer de ordem funcional oferecidos para o desenvolvimento do pessoal empregado no setor. A realização profissional e a expectativa de abertura de novos campos de trabalho que gerem maiores retornos financeiros e prestígio, ainda são os estímulos mais interessantes, porém pouco utilizados.

Gestão

A gestão do transporte, enquanto processo participativo, integrado e permanente, é instrumento de extrema valia para a elevação do nível de serviço e a preservação da qualidade de vida. O aperfeiçoamento da competência técnica dos profissionais que atuam no setor, para uma visão de conjunto mais clara e profunda do macro-sistema, e o desenvolvimento de atividades educativas, que permitam aos usuários a utilização eficiente das facilidades oferecidas e a participação ativa nas decisões que definem este funcionamento, concorrem para a utilização equilibrada e segura dos recursos disponíveis.

Para melhor atender à comunidade usuária dos serviços de transporte vem-se investindo, mesmo que timidamente, na modernização dos métodos de gestão. Os principais investimentos têm-se dado na área de informatização (aquisição de softwares), treinamento de pessoal e ampliação e modernização da oferta de serviços.

A identificação e a implementação de medidas de ordem legal, institucional e operativa pressupõem a participação da área responsável nas decisões de outras áreas que a afetam ou são por ela afetadas. A realidade mostra que a adoção de uma visão integrada e sistemática no processo de planejamento é limitada, porém algumas iniciativas vêm sendo adotadas.

A capacitação do pessoal, quando feita, se dá através de cursos/treinamentos e participação em congressos, seminários e similares. O intercâmbio com técnicos de outros órgãos e o acompanhamento/fiscalização de projetos contratados têm sido a forma mais intensa, abrangente e eficaz de capacitação.

Por outro lado, o processo de avaliação dos impactos decorrentes de medidas adotadas praticamente inexistem. De maneira geral não há periodicidade definida, nem tampouco sistematização. As ações são pontuais e pouco abrangentes, baseadas em pesquisas esporádicas (demanda, origem/destino, contagem volumétrica de veículos, velocidade e retardamento de automóveis e ônibus etc.), que são utilizadas para elaboração ou avaliação de planos e projetos e, principalmente, o controle dos serviços de transporte.



www.antp.org.br

Estas pesquisas pretendem proporcionar o aprofundamento do conhecimento das necessidades do setor e estabelecem uma base de dados específica para a tomada de decisões com maior amplitude e fundamentação. Todas as cidades componentes da rede dispõem de dados relativamente atuais, com maior ou menor grau de detalhamento, mas de utilização restrita. Dados existem, o que falta é análise.

Energia

A escassez dos insumos e problemas relativos à poluição ambiental fazem com que se aprimorem os mecanismos para aproveitamento ótimo de cada modalidade energética. A conscientização para os riscos de consumo excessivo de energia faz com que se persiga o melhor aproveitamento de cada modalidade energética, a diminuição da quantidade de deslocamentos e a redução das distâncias a serem percorridas.

As medidas mais intensivamente adotadas pelas cidades componentes da rede dizem respeito principalmente à melhoria da eficiência da operação do trânsito através do controle do tráfego por área, priorização do transporte coletivo e reestruturação do sistema de circulação. No transporte coletivo procura-se o uso de combustíveis alternativos como gás e eletricidade e veículos e sistemas de maior capacidade.

O uso do gás tem apresentado problemas devido à redução do subsídio e por não existirem postos de abastecimento suficientes; mais recentemente um programa para o uso do álcool aditivado está sendo estudado em parceria com a iniciativa privada.

A energia elétrica, propulsora dos sistemas de transporte de massa, especialmente trens e metrô, ainda é pouco utilizada nos sistemas de média capacidade e a atual política de tarifação de energia elétrica, para os horários de pico desestimula a expansão desse sistema justamente nos grandes centros, onde a utilização de sistemas menos poluentes é necessária no combate aos efeitos das emissões.

Relativamente à análise e correção dos impactos provenientes da poluição ambiental, pode-se citar que esporadicamente é feita apenas a medição de emissão de fumaça dos ônibus componentes da frota de transporte coletivo. A exceção fica por conta da Cetesb, de São Paulo que, apoiada em dispositivos legais, tem programa de controle de poluentes, inclusive para o sistema de transporte, e Recife, onde existem oito estações fixas de medição de poluição distribuídas em: tipo I (estações de tráfego), tipo II (estações industriais), tipo III (estações aéreas). Recife, Belo Horizonte, Brasília e Porto Alegre controlam regularmente a emissão de fumaça emitida pelos ônibus.

As demais cidades não dispõem de informações, ou seja, as externalidades decorrentes da poluição ambiental provocada pelo sistema de transportes são desconhecidas.

O programa *Economizar* é um exemplo positivo de participação do setor privado, para menor consumo de combustível e melhoria ambiental, no nível da fonte emissora.

Infra-estrutura física e operacional

As intervenções relativas à infra-estrutura física e operacional são aquelas mais afetadas ao dia-a-dia dos órgãos gestores, muitas delas com reflexo quase que imediato após sua implantação.

As técnicas para operação automática, sincronizada, controlada por centro operacional à distância de corredores urbanos e a automação e controle dos processos do setor dos transportes urbanos despontam como as mais atuais.

A criação e implantação de sistemas de informações, principalmente os destinados aos usuários do transporte urbano, aliada ao desenvolvimento de tecnologias de adequação de veículos à demanda das cidades brasileiras, são ferramentas de grande valia.

Os recursos tecnológicos são diversificados, podendo-se citar: semáforos eletrônicos de tempo fixo ou variável ligados a central de controle, controle eletrônico de velocidade, lombadas eletrônicas, veículos com rádio a bordo, painéis de mensagens, guinchos, câmeras de TV ligadas a centrais etc., sendo que a cidade com utilização mais intensiva destes recursos é São Paulo.

Genericamente, o controle da oferta é feito em terminais e/ou locais estratégicos, eventualmente com a utilização de micro-coletores de dados ou transponders; porém os mais utilizados são os sistemas de “relógio de ponto” e despachantes.

O controle da demanda é feito através de roletas lacradas e anotadores. Inicia-se o processo de controle automático através da implementação de sistemas de arrecadação de tarifas por bilhetagem magnética e bloqueios eletrônicos.

As iniciativas locais quanto à adequação de veículos e equipamentos relativamente aos aspectos de conforto, segurança e operacionalidade são ainda acanhadas, inclusive pelas repercussões comerciais que envolvem a questão. Algumas cidades já dispõem de legislação detalhada encontradas em manual de especificações da frota ou manual de padrões técnicos dos veículos.



www.antp.org.br

De maneira geral, os veículos são adequados ao desenho das vias pelas quais circulam que, em geral, são asfaltadas e se encontram em médio estado de conservação.

Cada cidade componente da rede conhece os seus pontos críticos de trânsito, fazendo-se valer não só de levantamentos sistemáticos de acidentes e congestionamentos, mas também, e principalmente, devido ao cotidiano dos órgãos gestores.

A caracterização de suas causas é uma atividade que ainda carece de maiores detalhamentos, a exemplo do que é feito na cidade de Campinas que tem buscado melhorar a qualidade da coleta de dados e a apuração das informações, procedendo-se a análises segundo distribuição espacial e temporal, considerando condição climática, horário, luminosidade etc. e os dados são lançados em base GIS.

PROPOSTAS DE SOLUÇÃO

As informações prestadas pelas cidades, o estudo das experiências nacional e internacional e a análise dos dados da pesquisa permitem que se proponham as seguintes medidas para a redução das deseconomias no transporte urbano relacionadas ao congestionamento.

Financiamento

Conforme ficou claro pelas análises de capacidade e nível de carregamento (relatório sobre quantificação das deseconomias), apesar da ocorrência (crescente) de trechos congestionados, parte significativa do sistema viário da maioria das cidades está ociosa sob o ponto de vista da relação volume/capacidade do tráfego. Esta ociosidade resulta da construção em excesso de vias - com os custos conseqüentes de manutenção. Esta ociosidade é tanto maior quanto maior for a extensão dos trechos ociosos e maior o tempo que decorreu desde a sua construção.

Embora não represente um caso “médio” mas sim “extremo”, Brasília é exemplar a este respeito. A ocorrência de ociosidade constitui uma forma de deseconomia, à medida em que mantém recursos públicos mal aproveitados.

Portanto, uma das formas de reduzir as deseconomias urbanas é reverter os critérios de investimento no sistema viário, de forma a otimizar a sua utilização pela maioria da população, através da priorização das vias para o uso dos transportes públicos. Outras medidas para reduzir as deseconomias do transporte urbano são:

- estimular investimentos em modernização tecnológica como gerenciamento embarcado de transportes, bilhetagem eletrônica (como instrumento estimulador do aumento da mobilidade dos usuários da

- rede e controle da qualidade dos serviços), controle eletrônico do tráfego, controle eletrônico de embarque/desembarque e montagem de modernas pesquisas de opinião do usuário e estruturas de *marketing* e comunicação com os usuários;
- induzir para que sejam aperfeiçoadas e adequadas as formas de delegação de serviços públicos para o setor privado com a exigência de investimentos por parte deste na implantação de projetos de modernização tecnológica ou de aumento da oferta de transportes. Para isso, o poder público local também precisa se capacitar para modelar e licitar tais serviços;
 - capacitar a alta e média gerência, tanto do poder público como das empresas operadoras privadas, em gestão estratégica de custos e gerência de projetos para melhorar as condições gerenciais para utilização plena, eficiente e eficaz dos recursos disponíveis;
 - estimular, por meio de instrumentos federais de financiamento (BNDES, por exemplo) e de negociação da dívida dos estados e municípios (Secretaria do Tesouro Nacional, por exemplo), ou viabilizar (por meio da revisão dos instrumentos legais afins) o uso de fontes alternativas de financiamento pelos poderes locais, como da “taxa transporte” ou outras taxas que, ao mesmo tempo, desestimulem a circulação de veículos de transporte individual nas áreas centrais e financiem o setor, a exemplo da ALS (área licenciada para circulação);
 - atentar para que os programas de financiamento de implantação e recuperação do sistema viário urbano somente sejam aprovados se acompanhados de uma avaliação do seu impacto efetivo sobre os usuários - especialmente do transporte público - e de um programa de capacitação institucional para fazer frente ao volume de investimentos, especialmente no que se refere à capacitação gerencial de projetos de pavimentação integrados com projetos de drenagem e à estruturação para operar o trânsito e o transporte;
 - realizar estudos que busquem criar, aperfeiçoar e adequar as formas de promover a participação da iniciativa privada nos empreendimentos do transporte urbano, por meio do instrumento da concessão onerosa, que inclui a obrigatoriedade de investimentos. Nesse sentido, pode-se citar o exemplo da concessão da operação e da manutenção do corredor de trolebus São Mateus-Jabaquara, da região metropolitana de São Paulo, como experiência dessa nova modalidade de concessão de infra-estrutura de transportes urbanos.

Entre os critérios de financiamento do transporte urbano que devem ser considerados pelo governo federal, não importa a fonte e o instrumento financiador, precisam estar:

- resultados relativos à satisfação dos usuários (da cidade ou da área onde opera a empresa candidata ao financiamento) com os serviços;



www.antp.org.br

- resultados financeiros e participação no mercado (indicadores de participação e crescimento);
- resultados relativos ao bem-estar, satisfação, desenvolvimento e desempenho dos funcionários da candidata ao financiamento;
- resultados relativos aos impactos ambientais: impactos urbanos decorrentes da implantação de infra-estrutura e/ou equipamentos de transporte; emissão de poluentes; disposição de resíduos como lubrificantes e componentes sucateados;
- resultados relativos ao controle do desempenho de fornecedores e parceiros (como resultados de otimização de custos e/ou melhoria do desempenho da interessada decorrentes do desempenho dos fornecedores e parceiros);
- resultados operacionais relativos à qualidade dos serviços (desempenho dos principais processos, produtividade, tempo de ciclo, outras medições de eficiência e eficácia da gestão);
- existência de plano estratégico e sua relação com as expectativas das partes diretamente interessadas nos serviços, com as exigências legais e regulamentares (do uso do solo, meio ambiente e segurança) e de como esse plano foi desdobrado em metas, indicadores e ações para todos os setores, fornecedores e parceiros da organização candidata ao financiamento;
- flexibilizar as exigências técnicas de plano de integração tarifária e ônibus de grande capacidade para que as cidades de pequeno e médio porte possam ser enquadradas no programa de financiamento do BNDES. Os critérios econômico-financeiros poderiam permanecer os mesmos adotados para o programa de financiamento da frota.

O investimento no transporte urbano (aqui entendido como a soma de transporte público e de todas as formas de trânsito de pessoas e mercadorias) deve ser revisto dentro de programas mais amplos de ação, que inclusive sejam compatíveis com a criação de um Plano Nacional de Transporte Urbano, com definição clara de objetivos, prioridades e metas. Parte essencial destes planos é a definição mais clara de fontes de financiamento - públicas e privadas - à semelhança dos recursos aportados por instituições como o BNDES e daquelas que podem tornar-se viáveis dentro do âmbito dos programas de privatização.

Pode-se pensar, no médio prazo, nos recursos advindos do Código de Trânsito Brasileiro. Embora o espírito do CTB seja tal que uma redução nas multas de trânsito deva ser esperada no médio prazo, sempre haverá uma determinada quantidade de infrações, que agora poderão reverter para o município. Este disporá, portanto, de recursos permanentes, que poderão apoiar ações nas áreas de engenharia e operação de trânsito, com reflexos positivos para as ações de redução dos congestionamentos e seus efeitos.

Institucional

Na área institucional, várias são as ações que podem ser empreendidas. O principal elo de ligação entre elas é a necessidade de coordenar as políticas ligadas ao transporte e ao trânsito. Conforme discutido anteriormente, o problema institucional está ainda mal resolvido, seja no nível municipal, seja no nível metropolitano.

No nível municipal, duas ações institucionais parecem altamente promissoras. A coordenação entre as ações referentes ao uso/ocupação do solo, transporte público e trânsito. Esta pode constituir um dos instrumentos mais eficazes para reduzir as tendências de crescimento desorganizado das cidades - que está por trás de muitas das deseconomias avaliadas no estudo - e para otimizar o uso do sistema de transportes, ao relacionar sua estruturação a formas mais equilibradas e sustentáveis de uso e ocupação do solo. Esta coordenação deve materializar-se na definição de planos e projetos urbanísticos, bem como na definição de critérios para a instalação dos “pólos geradores de tráfego”, para reduzir seus impactos negativos sobre o sistema de transporte.

Além disso, os municípios devem procurar unir suas ações de transporte público e trânsito. Esta união tem muitos benefícios, na medida em que permite o planejamento adequado do transporte urbano como um todo, definindo objetivos, metas e prioridades que têm condição de ser seguidas pela administração pública. De fato, pode-se afirmar que a separação destas áreas é um dos motivos mais relevantes para a dificuldade de alcançar índices mais elevados de qualidade no transporte urbano. A pretendida união dos esforços deve materializar-se em um único órgão, que tenha plenos poderes sobre todas as ações pertinentes. A ocorrência da municipalização do trânsito frente ao novo Código de Trânsito Brasileiro constitui uma ótima oportunidade para efetivar as mudanças.

Estimular iniciativas que contribuam para a disseminação de boas experiências de modernização das relações entre o setor público e a iniciativa privada (seminários, cursos, visitas técnicas) na área de transporte urbano ou áreas afins, no Brasil e fora dele, é outra medida que contribuirá para a redução das deseconomias encontradas.

Gestão

Na área de gestão, deve-se melhorar a capacidade dos recursos humanos disponíveis, por meio do financiamento e apoio direto de programas de capacitação de alta e média gerência do transporte urbano, ou cursos técnicos de nível médio, que venham a surgir, por iniciativa do Geipot, da ANTP ou de outra instituição atuante no setor.



www.antp.org.br

Propõe-se também incluir nos programas de financiamento do BNDES e da CEF um componente de capacitação gerencial para a alta e média gerência diretamente relacionado com a gestão do projeto em pauta. Entre os temas de capacitação exigidos poderiam ser incluídos: gestão de custos, gestão de informações, gestão de recursos humanos, planejamento estratégico e monitoração de metas e indicadores.

Por outro lado, é necessário dispor de bancos de dados confiáveis e atualizados. Isto requer investimento em equipamento mas principalmente em recursos humanos, conforme citado acima. É fundamental, no entanto, capacitar e transformar em rotina a análise das informações, pois não basta obter dados.

É necessário dispor também de instrumentos administrativos e logísticos para usar efetiva e eficazmente os dados disponíveis, de forma a que sirvam de apoio para programas de monitoramento constante das condições de transporte e trânsito, daí a importância de sua análise sistemática.

Finalmente, é muito importante a ampliação dos espaços de discussão com a comunidade, para aperfeiçoar o relacionamento Estado - sociedade, obter informações de qualidade sobre a avaliação da atuação governamental e criar espaços de negociação em torno das medidas das políticas de transporte e trânsito.

Energia

Parte das deseconomias ligadas ao congestionamento está relacionada à energia utilizada nos meios de transporte. A mudança nas condições atuais passa por várias medidas. Dentre elas, destacam-se a utilização de novas formas de energia, a otimização do consumo energético e o controle das emissões veiculares.

A utilização de novas formas de energia tem sido tentada no Brasil de várias formas, destacando-se a tentativa de uso da energia elétrica e a admissão de novos combustíveis. Nesse sentido, as ações mais promissoras parecem ser o aumento da participação da energia elétrica no perfil energético do transporte urbano - em transporte ferroviário ou sobre pneus (trolebus) e o uso de gás natural - após superados os seus problemas de custo e abastecimento.

A otimização do consumo deve ser buscada pela maior eficiência na circulação. Como o consumo específico de combustível aumenta com o congestionamento, a melhor ordenação do tráfego pode elevar a velocidade média e reduzir o consumo. Nesse sentido, são muito importantes duas ações: a instalação de equipamentos de controle de tráfego de melhor qualidade, associados à manutenção de equipes

profissionais especializadas; e, na área operacional, manutenção de serviços eficientes de operação de trânsito.

Por último, o controle das emissões de poluentes pelos veículos mostra-se essencial para reduzir os efeitos negativos do congestionamento. Este controle pode ser exercido pela imposição de limites claros aos índices médios de emissão, à exemplo da legislação do Programa de Controle de Emissões Veiculares - Proconve, que reduziu paulatinamente os níveis permitidos de emissão de veículos novos no país; pela instalação dos programas de inspeção de emissão veicular, obrigatórios pelo novo Código de Trânsito Brasileiro e pela fiscalização, nas vias, dos níveis de emissão dos automóveis, ônibus e caminhões, à semelhança dos trabalhos já feitos em várias cidades da rede.

A adoção de políticas e intervenções recomendadas pelas cidades componentes da rede para redução do consumo de combustível e da emissão de poluentes muito se assemelha e diz respeito, principalmente, a aspectos operacionais. Dentre elas citam-se: reescalonamento de horários de trabalho, serviços e escolas; transporte solidário; faixa exclusiva para carros com mais de três passageiros; faixas/pistas exclusivas para ônibus; sistemas especiais de transporte público com veículos de maior capacidade e nível de conforto; recapeamento asfáltico de todo itinerário de transporte coletivo; otimização de horários e itinerários; desconcentração das atividades urbanas; ampliação das áreas para pedestres; aumento da participação dos sistemas de grande capacidade; criação de empregos em áreas dormitórias e restrição à circulação de automóveis em horários, dias e locais congestionados.

A estas são ainda acrescentadas a renovação da frota; intensificação e controle da vistoria de veículos; regulagem dos motores; aperfeiçoamento tecnológico; obrigatoriedade de uso de catalisadores; utilização de combustível menos poluente (álcool, gás natural e eletricidade) e criação de áreas ambientais com prioridade e privilégio de acesso a veículos não poluentes.

De nível mais amplo, ainda poderiam ser adotadas as seguintes medidas:

- privilegiar, na avaliação de propostas de projetos de financiamento, pela Sepurb, CEF ou pelo BNDES, aquelas que desestimulem a circulação do tráfego motorizado individual nas áreas urbanas centrais;
- estimular a criação de agências gestoras do meio ambiente urbano (municipais ou metropolitanas), de direito privado, para administrar recursos públicos, incluindo essa variável na avaliação de projetos de financiamento;



www.antp.org.br

- obter o compromisso da concessionária de energia elétrica para contemplar os metrô e trens urbanos com tarifas diferenciadas nos períodos de pico, com vistas à redução dos custos operacionais;
- viabilizar a execução, nas áreas urbanas, do Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - Proconve e do Programa Nacional de Controle de Ruído Veicular, com o apoio de ONGs e instituições governamentais diretamente interessadas.

A grande variação de medidas possíveis mostra que o problema tem solução, carecendo em muitos casos de uma definição política. Algumas delas não geram custos para os cofres públicos e têm se mostrado eficazes, podendo-se citar a restrição da circulação de veículos conforme o final de sua placa na cidade de São Paulo.

Infra-estrutura física e operacional

Na área da infra-estrutura física, as ações mais promissoras são a definição de esquemas prioritários de circulação para o transporte público e a manutenção de boas condições físicas do sistema viário em geral.

Quanto ao transporte público, o seu bom desempenho está ligado à existência de infra-estrutura viária adequada. Esta pode ser fornecida em espaço compartilhado com os demais veículos, em faixa comum de ônibus ou em espaço exclusivo, dependendo do volume de ônibus e das condições físicas.

Qualquer que seja a estrutura física, ela deve estar em condições adequadas de conforto, segurança e eficiência, o que exige um trabalho

Figura 6
Belo Horizonte
Exemplo de medida de infra-estrutura adequada para atendimento de deficientes físicos



permanente de engenharia, especialmente no tocante à qualidade do pavimento, à suavidade do deslocamento e à drenagem.

Cuidados especiais devem ser adotados também no tocante à compatibilização entre as características físicas dos veículos - notadamente altura do piso e comprimento - e as das vias, para que a circulação dos veículos seja adequada (e possível). Um ponto essencial é que esta oferta física precisa ser necessariamente acompanhada de esquemas operacionais eficientes, para que os benefícios possam ser desfrutados. Ainda com respeito aos ônibus, deve-se ressaltar a importância de terminais adequados, para reduzir o tempo de espera nas transferências e aumentar o conforto dos usuários. Finalmente, deve-se enfatizar a necessidade de desenvolvimento de veículos mais adequados às condições brasileiras.

Quanto aos tráfego geral (automóveis e caminhões), valem as mesmas observações sobre a necessidade de qualidade viária, acompanhadas da necessidade de sinalização adequada, especialmente a semaforizada, uma vez que os cruzamentos semaforizados são responsáveis por cerca de 70 a 80% dos retardamentos verificados.

Operação e fiscalização

Na área operacional estão algumas das principais medidas de redução das deseconomias ligadas ao congestionamento. Isto está ligado ao fato de que a deficiência na operação cotidiana do trânsito e do transporte tem relação direta com os impactos negativos do congestionamento. Embora a otimização do trânsito deva a princípio ser desenhada para beneficiar todos os participantes, são as formas públicas de transporte que merecem a maior atenção, seja por sua importância social, seja por seu impacto na viabilização de um espaço urbano com maior qualidade de vida.

A otimização da circulação dos ônibus - a forma de transporte público dominante no País - deve ser perseguida com alta prioridade, por meio de vários instrumentos. O primeiro, já citado no item anterior, refere-se à garantia de infra-estrutura física adequada. Em segundo lugar, é necessário dispor de instrumentos de controle e gestão do sistema. A este respeito, desponta como mais promissora o controle operacional automático, tanto da oferta, quanto da demanda. Em terceiro lugar, destacam-se as técnicas de otimização da operação dos ônibus no trânsito, principalmente aquelas referentes à prioridade na circulação e à otimização "interna" do sistema, ligada à quantidade, localização e operação dos pontos de parada. Estes correspondem, em média, a 50-60% do total de retardamentos dos ônibus. A meta final a ser atingida pode ser definida por meio de uma velocidade média entre 20 e 25 km/h, conforme as condições de circulação e a demanda dos ônibus.



www.antp.org.br

A otimização do tráfego geral depende de duas intervenções importantes: a operação e a fiscalização. A operação deve estar provida de recursos humanos, materiais e logísticos adequados para acompanhar permanentemente o trânsito local, para obter da infra-estrutura e da sinalização o melhor desempenho possível. Esta é uma área em que os investimentos têm alto retorno, pela experiência vivida em São Paulo, por exemplo. Ao lado da operação eficiente, deve ser providenciada uma fiscalização eficiente, uma vez que o uso irregular do sistema viário está por trás de muitos dos problemas de congestionamento. A organização adequada destas duas funções encontra agora uma oportunidade única, à medida em que o novo Código de Trânsito Brasileiro requer dos municípios o controle efetivo do trânsito, inclusive permitindo a fiscalização do comportamento em relação à circulação e parada. Acredita-se que a conjugação entre operação e fiscalização seja uma das ações mais promissoras a curto prazo para combater o congestionamento do trânsito e seus impactos negativos.

Controle da demanda

Por último, há medidas de controle da demanda que apresentam alto potencial na redução das deseconomias ligadas ao congestionamento. Dentre elas destacam-se o controle do uso e da ocupação do solo, a oferta de novas opções de transporte coletivo, a redistribuição do tráfego e a restrição ao uso indevido do espaço urbano pelo transporte individual.

O controle do uso e da ocupação do solo, já comentado no item referente às ações institucionais, é um instrumento muito poderoso para controlar as deseconomias ligadas ao congestionamento. Isto ocorre

Figura 7
Brasília
Planejamento de uso e ocupação do solo



pois o descontrole do crescimento e da ocupação urbanas gera demandas de transporte e trânsito incompatíveis com a oferta de vias e de transporte, levando à ineficiência e ao congestionamento. A efetivação destas formas de controle depende tanto da reorganização institucional, quanto da definição de normas e regulamentos referentes ao uso e à ocupação do solo, que promovam o desenvolvimento organizado e sustentável, ou seja, compatível com a disponibilidade do sistema de transporte e trânsito. Especialmente importante a este respeito é o controle dos chamados “pólos geradores de tráfego” e suas interferências na cidade.

Uma das formas interessantes de se trabalhar o problema é a oferta de formas alternativas de transporte público que atraiam os usuários de automóvel. Estes projetos têm encontrado dificuldades para serem bem-sucedidos, mas o aumento do congestionamento e das preocupações ambientais, ao lado da diversificação das atividades sociais e econômicas no espaço urbano, está abrindo espaços para que eles venham a ter sucesso. A partir de experiências bem-sucedidas como a dos microônibus de Porto Alegre, estão surgindo novos serviços diferenciados de transporte público em outras cidades do país (por ex., Santos, Florianópolis), que têm potencial para atrair usuários de automóvel, reduzindo os congestionamentos e as deseconomias.

A terceira medida promissora é a reorganização do tráfego no tempo, normalmente chamada de “reescalonamento de horários”. A sua importância está ligada ao grande impacto negativo que a concentração de tráfego em algumas horas causa ao desempenho do trânsito. Esta é uma medida interessante para as cidades que já estão vivenciando níveis elevados de congestionamento e nas quais os setores produtivos e de comércio ainda não mudaram seus horários, mantendo portanto alta concentração de tráfego em alguns horários.

Finalmente, as medidas de restrição ao uso do automóvel também podem desempenhar papel importante. Elas podem variar de intensidade e abrangência espacial. A medida mais simples é a restrição de entrada de automóveis em vias ou áreas específicas, em determinados horários de grande concentração de tráfego. A sua aplicação, no entanto, deve ser acompanhada da garantia de alternativas para as viagens restritas, seja por meio da melhoria dos serviços de transporte público, seja por meio da facilidade de transferência do automóvel para o transporte público. Medida semelhante refere-se ao aumento dos custos de estacionamento para o transporte individual, como forma de desestímulo ao seu uso em áreas sob condições críticas de circulação. Uma medida mais complexa é a definição do revezamento do uso do automóvel - o “rodízio” - conforme aplicado pelo governo estadual em São Paulo (rodízio anti-polução) e pela Prefeitura do Mu-



nício de São Paulo (rodízio anti-congestionamento). Se adequadamente fiscalizadas, estas medidas têm bom impacto na redução do congestionamento, principalmente em sistemas de alto grau de congestionamento como São Paulo, em que pequenas reduções de tráfego levam a grandes reduções no tempo de percurso. Devem no entanto ser cuidadosamente planejadas, dadas as implicações sociais e econômicas que acarretam.

Ações específicas

Sugere-se alguns meios através dos quais as metas possam ser alcançadas:

- reposicionamento do governo federal quanto à sua atuação no transporte e no trânsito urbanos;
- reorganização institucional das agências públicas de transporte e trânsito, municipais e metropolitanas, para permitir a gestão mais eficiente dos problemas urbanos;
- organização de fóruns de discussão sobre políticas de transporte urbano, com entidades governamentais, setor privado e representantes da sociedade e de trabalhadores do setor;
- apoio à organização das prefeituras para administração do trânsito urbano, dentro da nova visão de municipalização proposta pelo novo Código de Trânsito Brasileiro;
- preparação dos órgãos públicos para a nova lei de concessões;
- definição da lei de diretrizes de transporte urbano;
- aprovação da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano;
- financiamento de corredores de transporte de média e alta capacidade; o início pode ser dado pelos projetos aprovados pelo BNDES;
- financiamento de projetos de reorganização do trânsito para melhorar segurança e qualidade de vida (*traffic calming*), com inclusão do transporte não motorizado;
- financiamento de capacitação de recursos humanos: deve-se estender a oferta atual do Geipot, atuando com o Ipea e a Caixa Econômica Federal. Podem ser pensados inicialmente três grupos de capacitação no nível nacional:
 - a) capacitação gerencial (gestão estratégica da cidade, planejamento do transporte e trânsito, métodos de gestão empresarial);
 - b) capacitação para técnicos (projeto e operação de transporte e trânsito);
 - c) capacitação para operadores (motoristas, fiscais, controladores).
- financiamentos de estudos e projetos: pode ser pensado inicialmente por meio da Finep e do Ipea. Dentre as várias possibilidades, destacam-se:

- a) quantificação dos efeitos do uso do solo no transporte urbano;
 - b) condições atuais de transporte e trânsito (para subsidiar projetos de melhoria);
 - c) acidentes de trânsito (causas, custos individuais e sociais e soluções);
 - d) reorganização urbana para otimizar acessibilidade e consumo de energia e tempo;
 - e) alterações no mercado de transporte (novos serviços);
 - f) impactos do transporte no meio ambiente urbano (para estimativa dos custos desses impactos);
 - g) avaliação das experiências de otimização do consumo energético pelo transporte urbano;
- financiamento de desenvolvimento tecnológico:
- a) sistemas de controle operacional do transporte público;
 - b) sistemas de controle operacional do trânsito;
 - c) transferência tecnológica de sistemas e métodos de gestão;
 - d) geoprocessamento de informações de transporte e trânsito;
 - e) tecnologias de transporte de média capacidade;
 - f) tecnologias não poluentes;
- financiamento de programas especiais:
- a) qualidade do transporte público (órgãos públicos e empresas operadoras);
 - b) segurança de trânsito;
 - c) educação de trânsito.

A seguir é apresentado o quadro 1 resumo das medidas gerais propostas por área de intervenção:

Quadro 1
Medidas propostas por área de intervenção

Área de intervenção	Ações
Financiamento	Revisão dos critérios técnicos de financiamento considerando as diferenças de tamanho, demanda e capacidade de gestão das cidades
	Revisão dos critérios de investimento no sistema viário
	Criação de fontes claras de financiamento, dentro de planos nacionais e regionais de transporte urbano
	Utilização dos recursos de multas do novo Código de Trânsito Brasileiro
	Organização institucional para procurar e obter recursos

Continua



www.antp.org.br

Quadro 1 (Continuação)
Medidas propostas por área de intervenção

Área de intervenção	Ações
Institucional	Aperfeiçoamento das legislações em vigor, com vistas a viabilizar a parceria poder público e iniciativa privada na gestão e operação do transporte e do trânsito e incentivar a modernização gerencial e a participação da comunidade nas decisões e na fiscalização
	Coordenação de ações de uso e ocupação do solo, transporte e trânsito
	Desenvolvimento de projetos urbanísticos integrados e coordenados
	Unificação das ações de transporte e trânsito em uma agência pública
Gestão	Estímulo à modernização gerencial vinculando financiamento à manutenção e implantação de programas de melhoria da qualidade e da eficiência
	Treinamento adequado de recursos humanos
	Criação de bancos de dados e informações confiáveis e atualizados
	Garantia de recursos logísticos para trabalhar os bancos de dados
	Ampliação do espaço de discussão com a comunidade
Energia	Melhoria da eficiência da operação do transporte e do trânsito
	Aumento da participação da energia elétrica no perfil energético do transporte urbano
	Uso de combustíveis alternativos
	Implantação de sistemas de controle de tráfego
	Definição de limites de emissão veicular
	Implantação dos programas de inspeção de emissão veicular
	Controle, nas vias, das emissões veiculares
Infra-estrutura física	Garantia de qualidade física das vias principais
	Prioridade clara para o transporte público nas vias
	Terminais de transporte público de qualidade
	Incentivo à automação da bilhetagem e controle da operação e adequação dos veículos de transporte público aos requisitos de qualidade dos passageiros
	Sinalização geral e semaforizada de qualidade
Operação e fiscalização	Desenvolver sistemas de controle automático da oferta e da demanda de ônibus
	Otimizar circulação e parada de ônibus
	Organizar esquemas de operação, fiscalização e monitoração eficientes de trânsito
Controle	Controle do uso e da ocupação do solo
	Controle de pólos geradores de tráfego
	Oferta de serviços diferenciados de transporte público
	Restrições ao uso do automóvel

BIBLIOGRAFIA

- ALDERMAN, Harold and LAVY, Victor: "Household responses to a public health services: cost and quality tradeoffs" in *The World Bank Research Observer*, vol. 11, nº 1, Feb., 1996.
- ALVARES Jr., Olimpo De Melo; SZWARC, Alfred e BRANCO, Gabriel M.: *Aspectos ambientais do trânsito de veículos nos centros urbanos*; Cetesb - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental.
- ARMSTRONG-WRIGHT, Alan. "Urban transit systems, guidelines for examining options". *World Bank Technical Paper*, number 52, Urban Transport series. Washington, D. C. 1986.
- BALASSIANO, Ronaldo: *Uma função de consumo de combustível para ônibus em tráfego urbano*, Coppe, UFRJ, fevereiro, 1980.
- BARKER, P. and BUVITON, K.: "Case studies in economic analysis 2" *Case studies in cost - benefit analysis* - cap. 5. Heinemann Educational Books, London, 1975.
- BRAZ, José Tadeu, e VIANNA, Edson Oliveira: "Generalidades sobre a Poluição na cidade de São Paulo e em suas bacias de sedimentação", in *Notas Técnicas*, CET, abril, 1996.
- BIALOWAS, Branca e BODMER, Milena: "Métodos de avaliação e decisões e transportes", in *Revista dos Transportes Públicos*, número 78, 1998.
- BRAZ, José Tadeu: "Emissão de gases poluentes: curvas tipo": in *Notícias Técnicas* nº 165, CET, junho, S. Paulo, 1993.
- BRAZ, José Tadeu: "Generalidades sobre a poluição na cidade de São Paulo e em suas bacias de sedimentação", in *Notas* nº 196-A, CET, abril, 1996.
- BRITO, Marcos Vinícius e PAULA, Max Ernani B.: "Variação da velocidade média no trânsito em São Paulo.", in *Notas Técnicas* nº 162, CET, S. Paulo, março, 1993.
- CANADIAN PASSENGER TRANSPORTATION: Technical Supplement, SOE *Technical Supplement*, spring, 1995.
- CET: "Consumo de gasolina no trânsito urbano", in *Notas Técnicas*, CET, junho, 1978.
- CETESB: *Relatório das condições ambientais em São Paulo*, 1994.
- CHANG, Man; FEN et al: "Gasoline consumption in urban traffic", in *Transportation of Energy Constraints*, Washington. Transportation Research Record, 599, pg.25-30, 1976. Tradução feita pelo eng. Pedro Cury in *Notas Técnicas*, nº 13/78, CET, S. Paulo, 1978.
- CHIQUELTO, Sergio: "A review on monetary valuation of the environmental impacts of traffic", *Transportes*, vol. 2, pp. 59 a 93, Anpet, junho/94.
- COLUCCI, Antonio: *Limitação da circulação de veículos em áreas urbanas*, Milão, agosto, 1996.
- CUBBIT, Robin: *Oxford Economic Papers - Rational dynamic choice and expected utility theory*, vol. 48, Oxford University Press, January, 1996.
- DAIBERT, José Ricardo Motta. *Avaliação do desempenho de transporte coletivo por ônibus*. EBTU, Brasília, 1984.
- DEPTO. DE TECNOLOGIA DE EMISSÕES DE VEÍCULOS, *Inventário de emissão veicular - 1992: metodologia de cálculo*, Diretoria de Pesquisa e Desenvolvimento de Tecnologia, julho, 1994.



www.antp.org.br

- ÉCOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSÉES: "Les transports collectifs urbains, un défi pour nos villes, In *Atas do colóquio*, 3 - 5 de maio de 1988, Ed. Presses Ponts et Chaussées, Paris, 1988.
- EDWARDS, JR., JOHN, D.: "Environmental considerations", in *Transportation and Traffic Engineering Handbook*, 2d Ed., Institute of Transportation Engineers, pp. 381-416. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ, 1982.
- FIBGE, *PNAD para a RMRJ* - 1990.
- GIANOPOULOS, G. A., e CURDES, G.: "Inovations in urban transport and the influence on urban form", Vol. 12, nº 1, *Transport Reviews*, 1992.
- GONZALÉZ, Rosa Marina: "O valor do tempo: uma revisão teórica", in *Transport Reviews*, vol. 17, nº 3, p. 245-266, Departamento de Economía y Dirección de Empresas, La Laguna, Espanha, 1997.
- GUNN, Hugh F.; CHEN, Yu-Sem; VAN DE VYVERE, Yves: "Estimation de la valeur marginale du temps de transport", in *Recherche Transports Sécurité*, jul-sept., 1996.
- GUTIERREZ, Bernadete Sarmiento: "Benefit-cost analysis with and without environmental preservation: a modified approach", in *Revista Brasileira de Economia*, nº 49(3): 483-98, jul./set. 1995.
- HENSHER, D.A: *Behavioral value of travel time savings in personal and commercial automobile travel*, Institute of Transport Studies, The Australian Key Centre in Transport Management, Graduate School of Business, The University of Sydney, Australia.
- HOOK, Walter and REPLOGLE, Michael: "Motorization and non-motorized transport in Asia; Transport system evolution in China, Japan and Indonesia", in *Land Use Policy*, vol.13, nº 1, pp. 69-84, 1996.
- HOOK, Walter: "Economic importance of nonmotorized transportation", *Transportation Research Record*.
- HOOK, Walter: "Role of nonmotorized transportation and public transport in Japan's economic success"; in *Transportation Research Record* 1441.
- HOOK, Walter: *The motorization crisis*, Institute for Transportation and Development Policy, agosto, 1996 .
- HOOK, Walter: "The road lobby comes to Hungary"; in *Sustainable Transport*, nº 4, publication of The Institute for Transportation and Development Policy, New York, winter, 1995.
- I.C.L.E.I - International Council for Local Environmental Initiatives: "Limiting automobile use through integrated transportation demand management", *Case Study* nº 38; Republic of Singapore, Toronto, Canadá.
- I.C.L.E.I - International Council for Local Environmental Initiatives: "Integration of transportation and land - use policies", *Case Study* nº 36, Portland, United States; Toronto, Canadá.
- IIEC - Instituto Internacional para la Conservación de Energía: "Mudança climática e transporte no Chile"; in *Boletim* nº 3, Chile, abril, 1997.
- IPLANRio: *Processo de estruturação dos transportes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 1995.
- JORNAL O GLOBO do dia 08/05/97, p 18.
- JOUMARD, Robert: "Caractérisation des émissions unitaires des vehicules légers", *Recherche Transport Sécurité*, 32, pp. 71-80, 1991.

- LILLE, Arthur D.: *Cost effectiveness in traffic safety*, pp. 107-115, Frederick A. Praeger Publishers.
- LITMAN, Todd: *Reply to critics of transportation costing*, Victoria Transport Policy Institute, August, 1996.
- LITMAN, Todd: *Transportation cost analysis: techniques, estimates and implications*; Victoria Transport Policy Institute, June, 1996.
- MACKETT, R.L.: "Lit and Meplan: a comparative analysis of a land-use and transport policies for Leeds"; in *Transport Reviews*, 1991, vol.11, nº 2, pp. 131-154.
- MADDISON, D.; PEARCE, D; JOHANSSON O.; CALTHROP E.; LITMAN T.; VERHOEF E.: "The true costs of road transport", in 5 *Blueprint*, Earthscan Publications Limited, UK, 1996.
- "Measuring environmental damage: II valuation methodologies"; in *Economics of Pollution*.
- MERCEDES-BENZ DO BRASIL: *A influência da velocidade de operação em ônibus urbanos*, STT, fevereiro, 1992.
- MISHAN, E. J.: *Cost - benefit analysis*, George Allen and Unwin Ltd. (1975).
- MOTTA, Ronaldo Serôa da, e MENDES, Ana Paula Fernandes: *Custos de saúde associados à poluição do ar no Brasil*. Texto para discussão nº 332. Ipea, 1994.
- MURGEL, Eduardo M. e SZWARC, Alfred: "Efeito das condições de tráfego na emissão de poluentes por veículos leves em São Paulo"; Cetesb, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, in *Revista Ambiente*, 3(1):59-64, São Paulo, 1989.
- NAVIN, Francis P. D.: "Bicycle traffic flow characteristics: experimental results and comparisons"; in *ITE Journal*, march, 1994.
- NAVIN, Francis: "Technical Council Report Summary - traffic engineering for neo-traditional neighborhoods", *ITE Journal*, march 1994.
- NOVAES, A. G.: *Sistemas de transportes* vol. 1. Ed. Edegard Blucher, 1986.
- OBBERG, KEITH, e HOOK, Walter: "Sustainable transport", *Institute for Transportation & Development Policy*, nº: 3,4,5, 6, summer,1996.
- PACTO Consultoria Associada Ltda.: "Modelo de avaliação de custos unitários de modais de transportes"; *Plano de Transportes de Massa (PTM)*; Rio de Janeiro, 1995.
- PATROCÍNIO, Zenilton Kleber G. do: *Concepção do sistema integrado de transporte e serviços especiais - síntese*, MP Engenharia, B. Horizonte, Julho, 1997.
- PAULLEY, N. J., e WEBSTER, F. V.: "Overview of an international study to compare models and evaluate land-use and transport policies", in *Transport Reviews*, vol. 11, nº 3, 1991.
- PEREIRA, Willian A. Aquino: "O pedágio urbano", in *Revista dos Transportes Públicos*, ano 18, 3º trimestre, 1996.
- PEREIRA, Willian A. Aquino e COUTO, J. Lopes: "Oportunidade de debate sobre questões tarifárias", in *Revista dos Transportes Públicos*, nº 78, 1998.
- QUINET, Emile. *Infrastructures de transport et croissance*. Ed. Economica, Paris, 1992.
- SANTOS, Marcio Peixoto de Sequeira: *Estudo da variação do consumo de combustível em relação ao desempenho do sistema de tráfego urbano*, tese de mestrado, Coppe, UFRJ, fevereiro, 1980.



www.antp.org.br

- SOFRETU: *Metodologia de avaliação de custos econômicos para o processo de escolha da implantação de alternativas de transportes urbanos na Europa*, mimeo, Paris, 1995.
- STATE OF THE ENVIRONMENTAL OF CANADA: "Canadian passenger transportation", in *Technical Supplement to the Environmental Indicators on, Reporting Program*, spring, 1995.
- SZASZ, Pedro: "Calidad y costos sociales en la operación del transporte público"; in *Boletín de los Transportes Públicos de la America Latina*, ano IV, nº 20, abr/jun, 1997.
- SZWARC, Alfred, ALVARES JR, Olimpio de Melo e BRANCO, Gabriel Murgel: *Aspectos ambientais do trânsito de veículos nos centros urbanos*, Cetesb.
- TAYLOR & FRANCIS: *Transport reviews*, vol. 11, nº 2, Transnational Transdisciplinary Journal, april-june 1991.
- TTI - TEXAS TRANSPORTATION INSTITUTE: *Quantifying congestion - final report*, Texas, EUA, 1996.
- TRB - TRANSPORTATION RESEARCH BOARD: *Highway capacity manual*, Washington, EUA, 1985.
- VASCONCELOS, E. A.: *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*, Ed. Unidas, São Paulo, 1996.
- VASCONCELOS, E. A.: *Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas*, Ed. Unidas São Paulo, 1996.
- VERHOEF, E.: "External effects and social costs of road transport", in *Transportation Research* vol. 28A, nº 4, pp. 273-287, Pergamon, 1994.
- WEBSTER, F. H.: *Traffic signals*, Her Majesty Stationary Office, Inglaterra, 1968
- WEGENER, M.: "One city, three models: comparison of land use / transport policy, simulation models for Dortmund"; in *Transport Reviews*, 1991, vol.11, nº 2, p. 107-129.
- WUNSCH, Pierre: "Cost and productivity of major urban transit system in Europe: an exploratory analysis"; in *Journal of Transport Economics and Policy*, may, 1996, 171-186.