

João Vitor Ribeiro Facciolo

A evolução do trânsito na Região Metropolitana de São Paulo no período de 1997 a 2007 e o custo de oportunidade para a população.

São Paulo
2009

João Vitor Ribeiro Facciolo

A evolução do trânsito na Região Metropolitana de São Paulo no período de 1997 a 2007 e o custo de oportunidade para a população.

Monografia apresentada ao curso de Ciências Econômicas, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel do Ibmec São Paulo.

Orientador:
Prof. Rodrigo Menon Moita – Ibmec SP

**São Paulo
2009**

Sumário

1 Introdução	4
2 O Trânsito na Cidade de São Paulo	6
2.1 O Rodízio na Cidade de São Paulo	8
3 Metodologia	10
3.1 Geral	
3.2 A Evolução do Trânsito na Cidade de São Paulo no Período de 1997-2007	11
3.3 O Custo do Trânsito	16
4 Experiência Internacional	
4.1 O Caso de Cingapura	23
4.2 O Pedágio Urbano de Londres	24
4.3 O Pedágio Urbano Norueguês	25
4.4 O Rodízio na Cidade do México	26
5 Resultado	27
6 Conclusão	28
Referências Bibliográficas	31

Lista de tabelas

Tabela 1 – Dados Gerais sobre a Região Metropolitana de São Paulo	11
Tabela 2 – Viagens Diárias Motorizadas na RMSP	12
Tabela 3 – Dados da Pesquisa, Origem e Destino – 1997	17
Tabela 3a – Dados da Pesquisa, Origem e Destino – 2007	18
Tabela 4 – Índice de Mobilidade	18
Tabela 5 – Tempo Gasto por Pessoa (1997-2007)	19
Tabela 6 – Custo por Dia por Renda Família	20
Tabela 7 – Custo Médio por Renda por Dia	21
Tabela 8 – Custo de Oportunidade do Trânsito	21
Tabela 9 – Características Comparativas dos Pedágios da Noruega	25
Tabela 10 – Comparação com o PIB de São Paulo	27
Tabela 11 – Faixa de Renda Familiar Mensal	31
Tabela 12 – Renda Individual Mensal	31
Tabela 13 – Salário por Hora	31

Lista de Figuras

Figura 1 – Tempo Médio de Viagens Diárias por Modo	13
Figura 2 – Densidade de Viagens Motorizadas 1997	14
Figura 3 – Densidade de Viagens Motorizadas 2007	14
Figura 4 – Evolução do Índice de Mobilidade	15
Figura 5 – Distribuição do Custo 1997	28
Figura 6 – Distribuição do Custo 2007	28
Figura 7 – Região Metropolitana de São Paulo	31

1 – Introdução

Analisando a pesquisa de origem e destino realizada pelo metrô da cidade de São Paulo, é possível perceber que ao longo dos dez anos, entre 1997 e 2007, o tempo gasto com o excesso de congestionamento vem aumentando significativamente, isso acarreta em um aumento do custo social para toda a sociedade.

De 1997 para 2007, o tempo médio gasto em viagens passou de 33 minutos para 39 minutos, sendo que o tempo médio gasto pelo transporte coletivo passou de 59 minutos para 67 minutos, e os deslocamentos por meio de veículos individuais foram de 27 para 31 minutos. (*METRÔ, 2007*)

Observando os resultados encontrados nesse trabalho, esse desperdício de tempo gera um custo para a população e, nesse caso, chegamos a números realmente preocupantes. Ao longo desses dez anos, a população da região metropolitana de São Paulo aumentou em aproximadamente R\$ 10 bilhões o custo atrelado ao tempo desperdiçado no trânsito.

Este trabalho tem como objetivo precificar esse tempo gasto no trânsito assim como calcular o custo total do trânsito para a sociedade; o cálculo utilizado neste trabalho leva em conta a precificação do tempo perdido e tenta estimar o custo de oportunidade para a sociedade, e não o custo financeiro.

Ao estudar o assunto sobre o custo do trânsito, percebemos que é por variáveis como: preço do combustível utilizado, gastos com seguro de automóveis, acidentes de trânsito, gastos com saúde e manutenção dos veículos, que se obtém o custo corrente do trânsito (*ANTP, 2003*).

Porém, ao calcular o gasto que se tem ao transitar com um veículo, não significa que estamos precificando o tempo gasto com o excesso de congestionamento, estamos apenas calculando o custo corrente do trânsito.

Este trabalho aborda o custo do tempo perdido no trânsito, como um custo de oportunidade, ou seja, o tempo que se perde no trânsito poderia estar sendo realocado em alguma outra atividade mais produtiva, vejamos a diferença: um indivíduo gasta com seu veículo por hora no trânsito R\$ 10, e se estivesse trabalhando poderia ganhar R\$ 100; o custo desse indivíduo parado por uma hora no trânsito é de R\$ 10 mais os R\$ 100 que deixou de ganhar.

Normalmente o maior custo dos indivíduos está relacionado ao custo de oportunidade, portanto é essa medida que o trabalho tentará estimar.

Na segunda seção, será apresentada uma revisão bibliográfica, que buscará informar o leitor sobre o trânsito na cidade de São Paulo, assim como seus custos e formas existentes para que essa ineficiência seja reduzida.

Na terceira seção, o leitor encontrará a justificativa para o uso das variáveis encontradas na pesquisa do metrô e a forma como será estimado o custo de oportunidade; já na quarta seção abordaremos as experiências internacionais, apresentando as políticas vigentes em outras grandes metrópoles do mundo.

A quinta seção apresenta os resultados encontrados no trabalho, assim como sua comparação com dados macroeconômicos, para podermos obter uma idéia de grandeza deste custo.

Finalmente, a sexta seção irá defender a idéia de adotarmos uma política de redução de custos do trânsito em São Paulo, através da identificação dos seus maiores prejudicados.

2 – O Trânsito na Cidade de São Paulo

São Paulo é a maior cidade brasileira, com uma população perto de 10 milhões de pessoas, possuindo cerca de 25% da frota nacional de veículos, o que representa aproximadamente cinco milhões de veículos, uma média de um carro para cada dois indivíduos. (*SCARINGELA, 2001*)

Segundo a pesquisa de origem e destino (1987–1997), realizada pelo Metrô do Estado de São Paulo, a Região Metropolitana da cidade apresentou uma frota perto dos seis milhões de veículos e um nível de 30 milhões de deslocamentos diários, sendo que desse total, 20 milhões foram deslocamentos motorizados (transporte público e privado).

A cidade possui em torno de 14 mil km de vias para circulação, sendo 11,7 mil km pavimentados e 2,3 mil km em vias de terra, o sistema viário total principal pode ser considerado como algo em torno de 2,5 mil km.

No período entre 1992 e 1997, a CET registrou que a média dos congestionamentos na cidade, nos horários de pico da tarde, passou de 40 km para 120 km, com isso pode se perceber um aumento na lentidão dos deslocamentos pela cidade e uma expansão das áreas congestionadas (*SCARINGELA, 2001*).

Segundo Paiva (2003), que realizou uma análise baseando-se na mesma pesquisa de origem e destino (*METRÔ, 97*), o trânsito na Região Metropolitana de São Paulo piorou devido ao crescimento populacional dos municípios vizinhos, e devido à elevação de seus índices de mobilidade¹.

Os municípios vizinhos a São Paulo apresentaram um crescimento duas vezes maior que o crescimento da cidade de 8%. Esse aumento foi responsável pela elevação do índice de mobilidade¹ da região metropolitana, uma vez que o índice na cidade apresentou um decréscimo ao longo desse período.

¹ – Índice de mobilidade = número de viagens dividido pela população da região.

Segundo a Abetran (Associação Brasileira de Educação de Trânsito), São Paulo é a cidade brasileira que mais sofre com o problema dos congestionamentos, os paulistanos gastam entre 30 minutos e três horas com deslocamentos relacionados ao trabalho, escola e universidade.

A estimativa das perdas financeiras, feita pela Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos, levando em consideração acidentes de trânsito, poluição e engarrafamentos, em São Paulo, chega a R\$ 4,1 bilhões por ano.(STM, 2005)

O Instituto de Estudos Avançados da USP calculou que se perde em torno de R\$ 11 milhões por dia no trânsito, entre gasto com combustível e perda de tempo.

A partir dessas pesquisas, podemos observar que o problema do excesso de congestionamentos realmente afeta de forma negativa a cidade de São Paulo, trazendo perdas econômicas e sociais.

Tendo em vista esses elevados custos com o trânsito, tanto financeiros quanto sociais, é que países desenvolvidos passaram a adotar a ideia da utilização de um mecanismo que minimizaria esses custos para a sociedade, o chamado pedágio urbano.

Segundo Haddad (2005), a racionalidade econômica para a implementação do pedágio urbano foi implementada pelo economista Arthur Pigou, e consiste na ideia de decisão que o motorista toma ao trafegar de automóvel ou não pela cidade, ou seja, essa decisão está ligada diretamente ao custo privado que o motorista tem ao sair com seu carro nas vias da cidade, isso inclui custos como: gasolina, manutenção do veículo, seguro, estacionamento etc.

Somado ao custo privado do motorista, existe também um outro custo relacionado ao trânsito denominado custo social. A racionalidade explica que a média da velocidade é função inversa do fluxo de carros existentes na rua e, portanto, quanto maior o número de carros, menor será a velocidade média das vias, e assim maior o tempo gasto no trânsito e maior o custo social para o motorista.

Ao tomar a decisão de trafegar pelas vias da cidade, o indivíduo aumenta os custos para todos os demais motoristas uma vez que: quanto maior o congestionamento, maior o desperdício de tempo e também mais alto

se torna o custo social, gerando assim uma ineficiência de mercado (que poderia ser eliminada pela adoção de uma política de pedágio urbano).

Teoricamente a implantação do pedágio urbano é aceitável, porém existem diversas variáveis a serem analisadas para que exista sucesso na adoção de tais políticas. Muitas vezes a população em questão não aceita a implantação de um sistema como esse, pois considera que já existem impostos demais a serem pagos; outro problema que existe na aquisição de um sistema de políticas de trânsito é o elevado custo inicial do investimento.

Na seção a seguir, iremos definir e descrever as variáveis utilizadas, assim como iremos expor a metodologia utilizada para a realização do cálculo do custo de oportunidade do trânsito.

2.1 – O Rodízio na Cidade de São Paulo

O que é chamado de “Rodízio de circulação de carros” foi introduzido na cidade de São Paulo entre os anos de 1996 e 1998. Essa política tinha como principais objetivos reduzir a poluição atmosférica da cidade de São Paulo, reduzir as possíveis externalidades geradas pelo congestionamento excessivo e promover uma melhora da saúde da população.

Apesar de essa medida ter sido criada entre os anos de 1996 e 1998, foi em 1997 que entrou em vigor uma política complementar ao rodízio de veículos, a chamada “operação horário de pico” visando à redução do trânsito.

Essa operação teve como objetivo reduzir o nível de tráfego e dos congestionamentos do município de São Paulo, a redução dos níveis de congestionamentos e tráfego se deu pela restrição de acesso e movimentação de veículos, dentro de uma central da cidade. A restrição de acesso se dava nos horários de pico da manhã e da tarde. (CÂMARA, 2005)

A partir dessa medida, a prefeitura da cidade estimou em 1998 uma redução média da ordem de 18% nos congestionamentos da área central. No entanto, essa redução do congestionamento foi compensada rapidamente pelo aumento da frota de carros, que passou de 3,5 milhões em 1997 para aproximadamente 5 milhões em 2003. Com isso, os níveis de lentidão após a implementação passaram a se igualar aos níveis de anos precedentes a essa medida. (CET, 2003)

Apesar do efeito da diminuição do trânsito ter sido rapidamente compensada pelo aumento na frota de veículos, alguns benefícios foram observados no ano após implementação da política (1998): economia do tempo de viagem da ordem de 79%, redução de 10% da utilização de combustíveis, e conseqüentemente a redução dos poluentes na ordem de 2% a 5%.

Iremos apresentar nas próximas seções uma análise da evolução do trânsito na cidade de São Paulo no período entre 1997 e 2007, para atualizar os números e as conclusões feitas por análises relacionadas à pesquisa de origem e destino do período de 1987–1997.

Na seção a seguir, iremos definir e descrever as variáveis utilizadas, assim como iremos expor a metodologia utilizada para a realização do cálculo do custo de oportunidade do trânsito.

Também iremos utilizar os dados dessa pesquisa, para tentar precificar o tempo gasto com o trânsito em nossa cidade e, por último, analisaremos o resultado encontrado.

3 – Metodologia

3.1 – Geral

Para tentarmos precificar o custo de oportunidade, do tempo gasto com o trânsito na Região Metropolitana de São Paulo, utilizaremos os dados fornecidos pela pesquisa de origem e destino realizada pelo Metrô do Estado de São Paulo (Pesquisa OD).

Tomaremos como premissa a ideia de que todo o tempo gasto no trânsito gera um custo para a sociedade, e que esse tempo perdido poderia estar sendo remunerado ou utilizado para produzir algum tipo de riqueza.

Neste trabalho, iremos analisar o resultado da pesquisa mais recente referente ao período de 1997 a 2007, e a partir dessa análise tentaremos precificar o tempo gasto com os congestionamentos da região, para mais à frente podermos fazer inferências e conclusões a respeito do trânsito.

O período de estudo deste trabalho é justificado pelo fato de ser a pesquisa mais recente realizada sobre esse assunto, e, portanto, possui os dados mais atualizados sobre a região.

Contudo, a pesquisa OD é muito mais abrangente do que se limita este trabalho, os dados de nosso interesse serão: população, número total de viagens, número de viagens motorizadas, índice de mobilidade total, índice de mobilidade motorizada, taxa de motorização, distribuição do número de viagens por modo de transporte, tempo médio gasto por viagem por modo de transporte e renda média individual.

É importante ressaltar que os dados que utilizaremos serão apenas referentes aos deslocamentos dentro da Região Metropolitana de São Paulo, entre o período de 1997 e 2007, e que o número de viagens utilizada nos índices e nas conclusões estará apenas representando a parcela motorizada dos deslocamentos.

3.2 – Evolução do Trânsito na Região Metropolitana de São Paulo no Período de 1997 a 2007

Baseado na pesquisa de origem e destino realizada pelo Metrô da cidade São Paulo (*METRÔ, 2007*), iremos analisar a evolução dos indicadores de trânsito da região no período estudado. A região mencionada consiste em uma área maior do que a cidade de São Paulo (*veja Figura 7*).

É possível observar na tabela 1 que no período de 1997 a 2007 houve um aumento tanto da população quanto do número total de viagens diárias na RMSP, porém o aumento do número de viagens supera o crescimento populacional, isso nos mostra que o número de viagens por habitante por dia tem aumentado.

O aumento do número de viagens por habitante reflete o aumento no índice de mobilidade total; Apesar de termos observado uma melhora deste índice ao longo das décadas, na última década houve um acréscimo de 4,28% nesse índice, indo de 1,87 viagens em média por dia por habitante para um nível de 1,95 viagens por dia por habitante.

Outro índice que pode indicar elevação do nível de congestionamentos é o índice de mobilidade motorizada; esse índice representa o número de viagens motorizadas por dia por habitante da região, e como podemos observar ele apresentou um aumento maior do que o índice de mobilidade total. Com isso podemos inferir que, com o passar dos anos, a população vem utilizando cada vez mais os meios de transporte motorizados.

Tabela 1 – Dados Gerais sobre a Região Metropolitana de São Paulo

Variáveis	1967	1977	1987	1997	2007	Variação (%) 97-07
População (milhares de habitantes)	7.097	10.276	14.248	16.792	19.535	16,34%
Total de Viagens (milhares/dia)	–	21.304	29.400	31.432	38.094	21,19%
Viagens Motorizadas (milhares/dia)	7.187	15.263	18.642	20.458	25.167	23,02%
Frota de Autos (milhares)	493	1.392	2.014	3.092	3.601	16,46%
Índice de Mobilidade Total	–	2,07	2,06	1,87	1,95	4,28%
Índice de Mobilidade Motorizada	1,01	1,49	1,31	1,22	1,29	5,74%
Taxa de Motorização	70	135	141	184	184	0,00%

Fonte: pesquisa de origem e destino 2007.

A partir desses dados, podemos perceber que nos últimos dez anos houve um aumento dos deslocamentos considerável pelos meios motorizados, apesar do número de carros por habitantes se manter constante, o número de viagens que utilizam transporte motorizado aumentou.

Observando a distribuição das viagens motorizadas, percebemos que o transporte público sofreu um aumento de demanda, ou seja, as pessoas estão utilizando cada vez mais o transporte público (*veja tabela 2*).

A maior utilização do transporte público significa uma maior abrangência do sistema de transporte da região, chegando a concentrar em 2007, 48% de todas as viagens realizadas; contudo, essa concentração se encontra muito forte na utilização do ônibus como meio de transporte, enquanto que o metrô e o trem juntos acumulam 12% desse total, o ônibus sozinho é responsável por 36% do total de viagens.

O automóvel é outro meio de transporte que apresenta uma grande concentração de viagens, chegando a acumular 41% do total de viagens diárias.

O que a tabela abaixo nos mostra, é que a população da Região Metropolitana de São Paulo está concentrada basicamente nos transportes que utilizam a malha viária da cidade.

Tabela 2 – Viagens Diárias Motorizadas na RMSP

Modo	1997		2007	
	Viagens		Viagens	
	(x 1.000)	%	(x 1.000)	%
Metrô	1.698	8,3	2.223	8,8
Trem	649	3,2	815	3,2
Ônibus	7.254	35,5	9.034	35,9
Fretado	461	2,3	514	2
Escolar	411	2	1.327	5,3
Auto	9.638	47,1	10.381	41,3
Táxi	103	0,5	91	0,4
Moto	146	0,7	721	2,9
Outros	98	0,5	61	0,2
Total	20.458	100	25.167	100

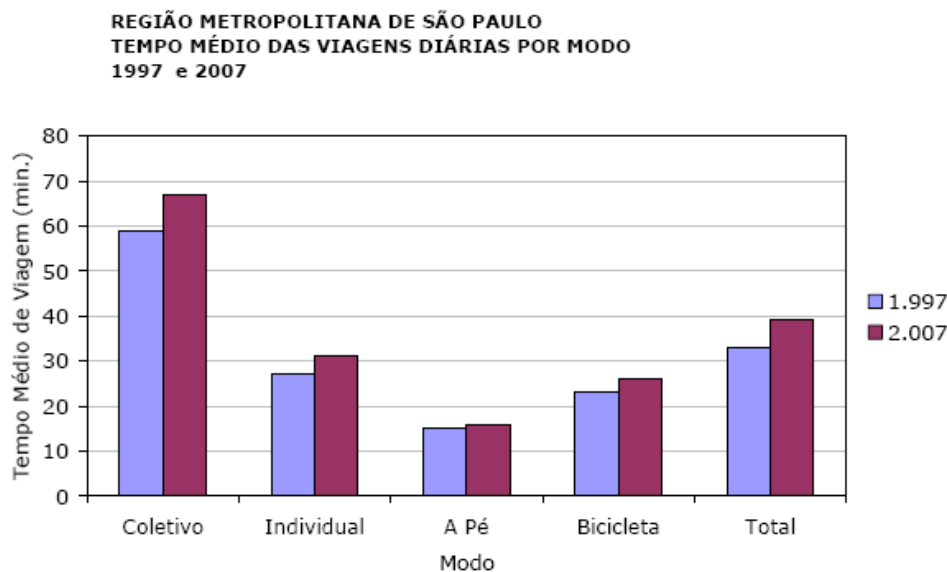
Fonte: pesquisa de origem e destino 2007.

Essa concentração é uma indicação de que estamos realmente sobreutilizando a malha viária de São Paulo, observando que além dos números percentuais terem aumentado, houve também um aumento de seus valores absolutos.

Analisando o gráfico abaixo, podemos notar um aumento significativo do tempo médio de viagem em todos os modos de transporte, porém os maiores causadores do aumento do tempo médio gasto nos deslocamentos diários são o transporte coletivo e o transporte individual, que basicamente representam carros e ônibus.

Tendo em vista que o número de viagens motorizadas aumentou e que o tempo médio gasto no trânsito também aumentou, podemos inferir que o aumento da utilização dos ônibus e dos automóveis na RMSP vem impactando negativamente o congestionamento da região.

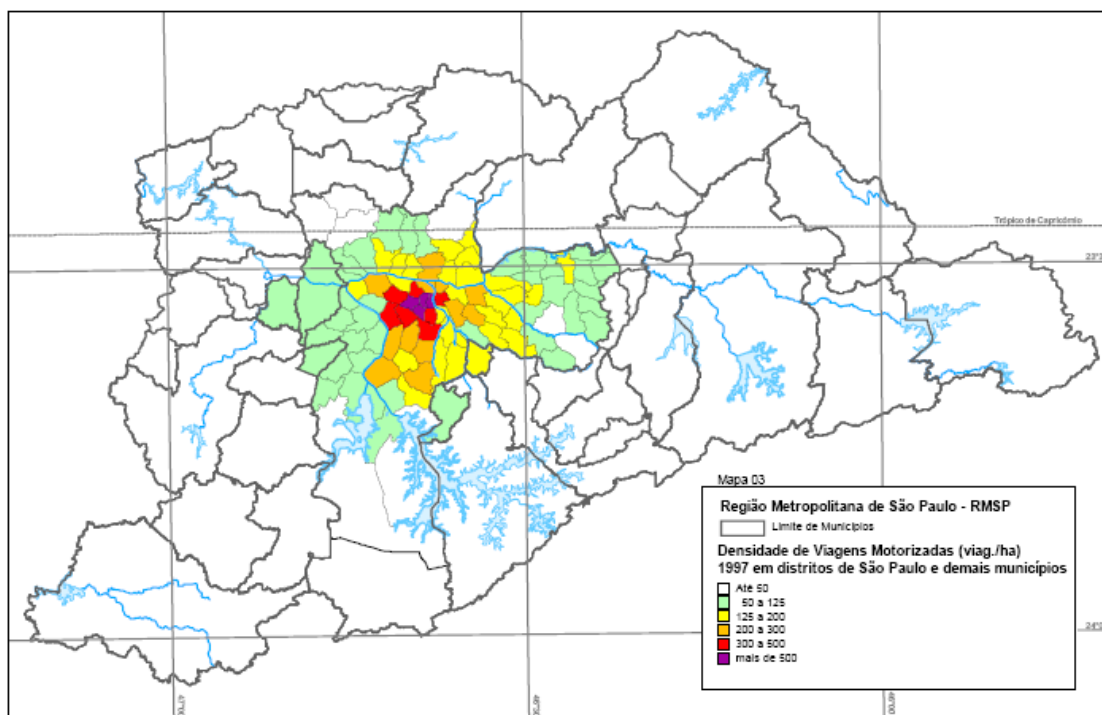
Figura 1



Fonte: pesquisa de origem e destino 2007.

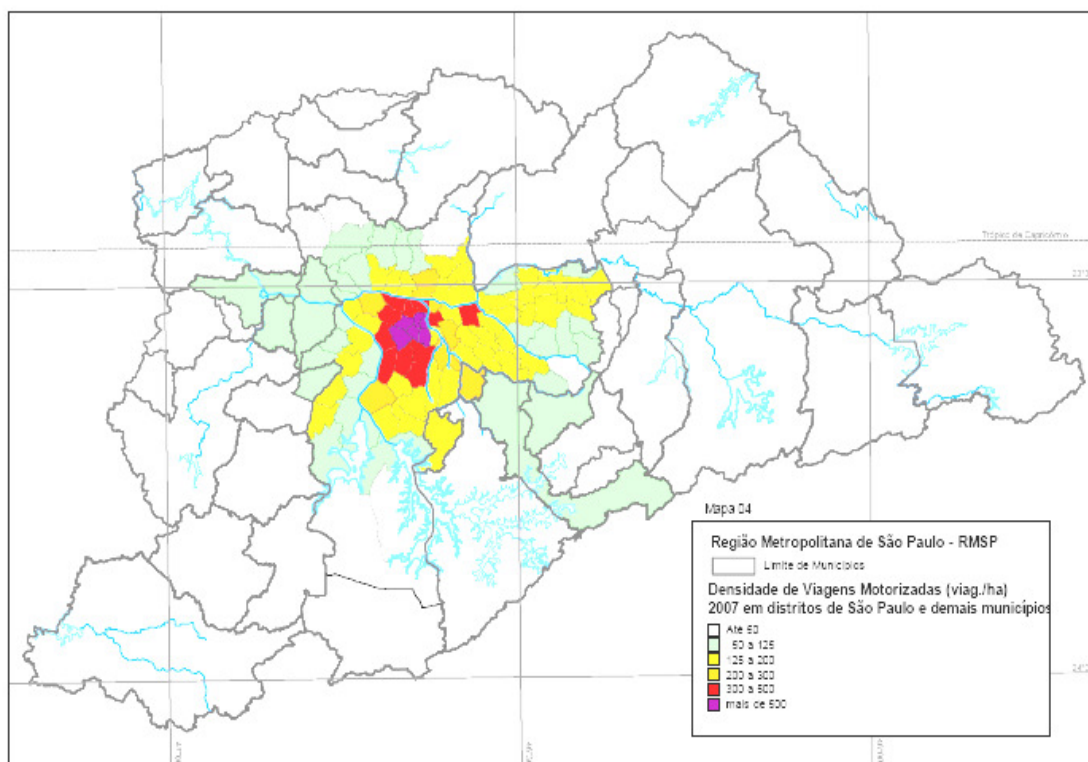
Analisando as figuras a seguir, observamos um aumento significativo da área escura (a área mais escura ao centro da figura), que denomina uma densidade de viagens motorizadas acima de 600 (viagem/habitante). Mostrando-nos mais uma vez o aumento da concentração do trânsito na Região Metropolitana de São Paulo durante o período de 1997 a 2007.

Figura 2 – Concentração de Viagens na RMSP no ano de 1997



Fonte: Pesquisa de origem e destino 2007

Figura 3 – Concentração de viagens na RMSP no Ano de 2007



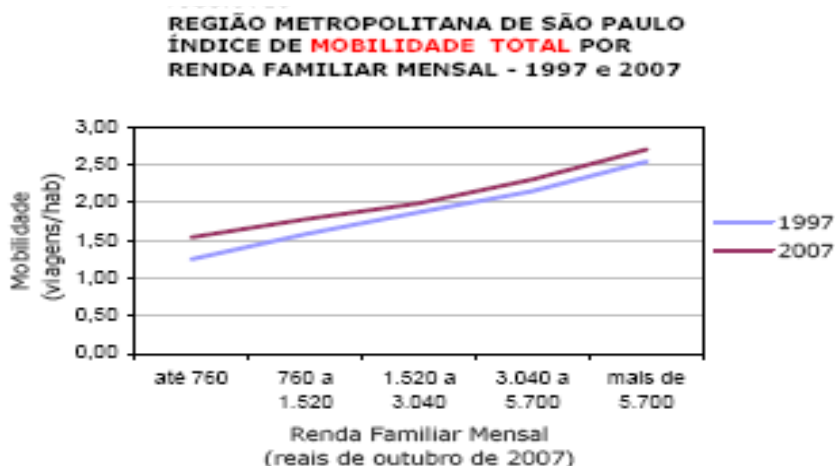
Fonte: Pesquisa de origem e destino 2007

De acordo com a figura 4, as famílias que possuem um poder aquisitivo maior apresentam um maior índice de mobilidade. Isso pode ser explicado pelo custo percentual das viagens, quanto maior a classe social menor o custo percentual sobre a renda e, portanto, mais viagens podem ser realizadas.

O custo do modo de viagem também influencia no índice de mobilidade: possuir um automóvel custa mais caro, tendo em vista o gasto com combustível, seguro, etc. Porém o número de viagens realizadas em um só dia é maior do que o número de viagens diárias realizadas de ônibus, pois a autonomia do indivíduo é muito maior. Entretanto o custo ao se viajar de ônibus é muito menor do que se viajar de carro.

Portanto, quanto mais alta a classe social do indivíduo, maior será sua renda, e conseqüentemente maior o seu índice de mobilidade. Esses dados nos levam a acreditar que as classes mais altas têm uma maior influência sobre o índice de mobilidade, sendo então mais responsáveis pelo excesso de congestionamento.

Figura 4



Fonte: dados da pesquisa de origem e destino 2007 realizada pelo Metrô do Estado de São Paulo.

O que tiramos desta seção, é que a partir dos dados fornecidos pelo Metrô de São Paulo, podemos perceber que existe uma tendência de aumento tanto no tempo gasto no trânsito, como no nível da utilização de transportes que utilizam a malha viária da cidade.

Partindo da premissa de que o excesso de congestionamento é prejudicial para a população, em termos econômicos e sociais, a próxima

seção é destinada ao cálculo do custo de oportunidade desse tempo perdido, assim como sua precificação em reais.

3.3 – O Custo do Trânsito

O custo de oportunidade de um indivíduo é definido como o custo associado às oportunidades perdidas com a não alocação dos recursos em seu uso de maior valor (Pindyck & Rubinfeld, 5ª edição). Em outras palavras, o custo de oportunidade representa o maior retorno potencial de um recurso, se esse fosse usado para outro fim senão aquele em que está alocado.

O tempo pode ser considerado uma medida de custo de oportunidade, à medida que se usa o tempo para executar uma tarefa ou atividade, perde-se a oportunidade de utilizar esse tempo para realizar outra atividade, e, portanto, o custo de oportunidade de se realizar uma atividade é a não possibilidade de se executar outra.

No caso em questão, estamos analisando o tempo gasto no trânsito da Região Metropolitana de São Paulo, assim como seu custo de oportunidade. Tendo em vista que o tempo é uma medida de custo para a população, nesta seção iremos precificar essa perda de tempo com o trânsito.

Para precificar o tempo gasto no trânsito, primeiramente iremos pressupor que o custo do indivíduo no trânsito é equivalente ao não recebimento do seu salário proporcional ao tempo perdido nos congestionamentos. Portanto, iremos considerar como custo do indivíduo a equação abaixo:

$$\text{Custo de oportunidade} = \text{Tempo médio gasto por viagem (horas)} \times \text{Salário (por hora)} \times \text{Número de viagens}$$

Usando a equação, estamos considerando que o custo de oportunidade do indivíduo está relacionado ao tempo que ele perde no trânsito e quanto esse tempo lhe renderia se fosse alocado na forma de trabalho.

Partindo dos dados utilizados na pesquisa de origem e destino 2007, podemos observar que as variáveis estão separadas por faixa de renda familiar e, portanto, estimaremos o custo de oportunidade de cada faixa de renda, para

depois podermos obter o custo total da sociedade. Com isso a fórmula para cada faixa salarial ficaria escrita da seguinte forma:

$$\text{Custo de oportunidade}_i = \text{Tempo médio gasto por viagem}_i \times \text{Salário}_i \times \text{Número de viagens}_i$$

Com $i \in [1,5]$, sendo as cinco subdivisões de faixa de renda da tabela 3. Portanto, o custo total da população seria escrito da seguinte maneira:

$$\text{Custo de oportunidade total} = \sum_{i=1}^5 (\text{Tempo médio gasto por viagem}_i \times \text{Salário}_i \times \text{Número de viagens}_i).$$

Sendo assim, o custo de oportunidade total para a população será a somatória dos custos de oportunidade por faixa de renda familiar. Agora que a ideia de custo de oportunidade a ser calculado já está definida, precisamos trabalhar nos dados disponíveis a fim de obtermos as variáveis desejadas para precificar o tempo perdido.

Os dados observados na tabela 3 e tabela 3a são: renda familiar mensal, número de viagens diárias/por renda familiar, tempo médio gasto por viagem (em horas) e a população referente a cada faixa de renda familiar. A partir da análise desses dados iremos calcular o custo de oportunidade do trânsito para a população.

Tabela 3 – Número de Viagens, Tempo Médio Gasto e População da RMSP			
1997	Número de viagens diárias/renda familiar	Tempo médio gasto por viagem/renda (horas)	População
Até R\$ 760	1.129.000,00	1,5	2.086.000,00
De R\$ 760 até R\$ 1.520	3.176.000,00	1,55	3.879.000,00
R\$ 1.520 até R\$ 3.040	6.064.000,00	1,48	5.289.000,00
R\$ 3.040 até R\$ 5.700	5.169.000,00	1,38	3.263.000,00
Acima de R\$ 5.700	4.920.000,00	1,28	2.275.000,00

Fonte: dados da pesquisa de origem e destino 2007 realizada pelo Metrô do Estado de São Paulo.

Tabela 3a – Número de Viagens, Tempo Médio Gasto e População da RMSP

2007	Número de viagens diário/ renda familiar	Tempo médio gasto por viagem/ por renda (horas)	População
Até R\$ 760	1.918.000,00	1,61	2.630.000,00
De R\$ 760 até R\$ 1.520	5.848.000,00	1,7	6.010.000,00
R\$ 1.520 até R\$ 3.040	9.171.000,00	1,61	6.789.000,00
R\$ 3.040 até R\$ 5.700	5.187.000,00	1,56	2.806.000,00
Acima de R\$ 5.700	3.043.000,00	1,48	1.300.000,00

Fonte: dados da pesquisa de origem e destino 2007 realizada pelo Metrô do Estado de São Paulo.

Como já analisado anteriormente, nosso primeiro passo é calcular o índice de mobilidade para cada faixa salarial. Relembrando que o índice de mobilidade representa o número de viagens por dia por pessoa. Basta dividirmos o número de viagens diárias/por renda pelo número de indivíduos pertencentes àquela faixa de renda (*Tabela 4*):

$$\text{Índice de mobilidade}_i = \frac{\text{número de viagens diárias}_i}{\text{população}_i}$$

Tabela 4	Índice de Mobilidade	
	Índice de mobilidade (1997)	Índice de mobilidade (2007)
Faixa de renda		
Até R\$ 760	0,54	0,73
De R\$ 760 até R\$ 1520	0,82	0,97
R\$ 1.520 até R\$ 3.040	1,15	1,35
R\$ 3.040 até R\$ 5.700	1,58	1,85
Acima de R\$ 5.700	2,16	2,34

Fonte: dados da pesquisa de origem e destino 2007 realizada pelo Metrô do Estado de São Paulo.

O segundo cálculo a ser feito é a estimação do tempo médio gasto por pessoa por dia. Para isso basta multiplicarmos o índice de mobilidade de cada faixa de renda pelo tempo médio gasto por viagem por renda, sendo assim encontramos o tempo médio gasto por pessoa por dia por renda familiar (*Tabela 5*):

$$\text{Tempo gasto por pessoa por dia}_i = \text{Índice de mobilidade}_i \times \text{tempo médio gasto por viagem}_i$$

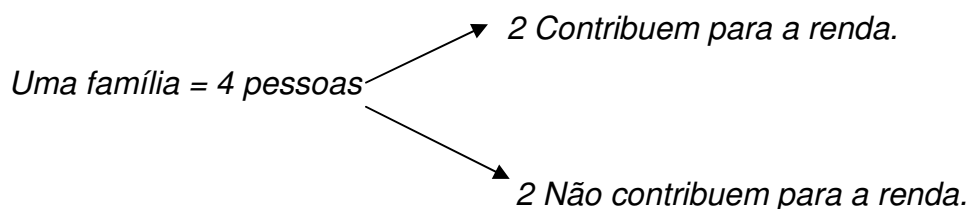
Faixa de renda	Tempo gasto por pessoa (horas/dia) (1997)	Tempo gasto por pessoa (horas/dia) (2007)
Até R\$ 760	0,81	1,18
De R\$ 760 até R\$ 1.520	1,27	1,65
R\$ 1.520 até R\$ 3.040	1,70	2,18
R\$ 3.040 até R\$ 5.700	2,19	2,90
Acima de R\$ 5.700	2,78	3,47

Fonte: tabela criada a partir dos dados da pesquisa OD 2007.

Agora que obtemos o tempo gasto por pessoa por dia, precisamos precificar esse tempo. Para encontrarmos o fator de precificação desse tempo gasto, usaremos a renda média por faixa de renda para representar a renda familiar mensal, dado que as variáveis se encontram divididas por faixa de renda e que precisamos de um número representativo. Sendo assim, faremos a média entre a maior e a menor renda de cada faixa de renda (*veja Tabela 11 do apêndice*):

$$\text{Renda média familiar mensal}_i = \frac{\text{Maior renda}_i + \text{menor renda}_i}{2}$$

Sabendo que a faixa de renda é classificada como familiar e não como individual, iremos supor que uma família possui quatro pessoas e que dessas quatro pessoas apenas duas contribuem para a obtenção da renda familiar. Dessa forma conseguimos inferir a renda mensal média do indivíduo por faixa de renda. Suposição:



Usando a suposição acima, conseguimos chegar a um valor para o rendimento médio mensal de um indivíduo por faixa de renda familiar, ou salário médio mensal (*veja Tabela 12 do apêndice*).

A parte final do cálculo do custo de oportunidade por indivíduo por dia ainda requer alguns ajustes de unidade.

Como o tempo gasto por pessoa por dia se encontra na unidade (horas/por dia) e o salário se encontra na unidade (reais/mês), devemos transformar o tempo gasto em (horas/mês) ou o salário em (reais/hora) para que seja compatível a multiplicação, e que o resultado tenha algum significado.

Para que a análise dos resultados seja mais interessante, iremos transformar o salário médio mensal em salário médio por horas; para isso utilizaremos o calendário financeiro que assume um ano como tendo 21 dias por mês e aproximadamente 252 dias úteis.

Assumiremos também que um indivíduo comum trabalha oito horas por dia, e sendo assim temos um total de horas trabalhadas por mês por indivíduo de 168 horas. Com isso nossa tabela de salário fica escrita da seguinte maneira (*Tabela 13*):

$$\text{Salário médio por hora} = \frac{\text{Salário Médio Mensal}}{168}$$

Agora que as variáveis são compatíveis para multiplicação, poderemos precificar o tempo diário gasto no trânsito por pessoa. Observando a tabela 6 podemos ver o custo de oportunidade médio em reais por dia por habitante por faixa de renda da Região Metropolitana de São Paulo.

Tabela 6	Custo de Oportunidade Individual em Reais por Dia	
	Custo de oportunidade por dia por renda	
Faixa de renda	1997 (R\$ 2007)	2007 (R\$ 2007)
Até R\$ 760	R\$ 0,92	R\$ 1,33
De R\$ 760 até R\$ 1.520	R\$ 4,31	R\$ 5,61
R\$ 1.520 até R\$ 3.040	R\$ 11,54	R\$ 14,82
R\$ 3.040 até R\$ 5.700	R\$ 28,5	R\$ 37,67
Acima de R\$ 5.700	R\$ 47,08	R\$ 58,90

Fonte: tabela criada a partir dos dados da pesquisa OD 2007.

Para estimarmos o custo de oportunidade total da população, basta multiplicarmos o custo individual pelo número de habitantes das faixas de renda, e depois somarmos o total de cada faixa de renda, como podemos observar na última linha da tabela 7.

Tabela 7		Custo de Oportunidade Diário da RMSP	
População 1997	Custo de oportunidade individual diário	Custo de oportunidade por faixa de renda	
2.086.000,00	R\$ 0,92	R\$ 1.915.267,86	
3.879.000,00	R\$ 4,31	R\$ 16.702.357,14	
5.289.000,00	R\$ 11,54	R\$ 61.037.047,62	
3.263.000,00	R\$ 28,50	R\$ 92.998.412,20	
2.275.000,00	R\$ 47,08	R\$ 107.112.500,00	
Total diário		R\$ 279.765.584,82	
População 2007	Custo de oportunidade individual diário	Custo de oportunidade por faixa de renda	
2.630.000,00	R\$ 1,33	R\$ 3.506.819,44	
6.610.000,00	R\$ 5,61	R\$ 33.730.428,57	
6.789.000,00	R\$ 14,82	R\$100.608.053,57	
2.806.000,00	R\$ 37,67	R\$ 105.690.270,83	
1.300.000,00	R\$ 58,9	R\$ 76.573.110,12	
Total diário		R\$ 320.108.682,54	

Fonte: tabela criada a partir dos dados da pesquisa OD 2007.

Como o trabalho tem o intuito de analisar a evolução do trânsito na cidade São Paulo no período de 1997 a 2007, o custo de oportunidade foi estimado para os dois anos, como podemos observar nas tabelas apontadas anteriormente.

Finalmente, conseguimos estimar o custo de oportunidade total da população do tempo gasto no trânsito nos anos de 1997 e 2007; os resultados se encontram na tabela 8.

Tabela 8 – Custo de Oportunidade do Trânsito (reais de 2007)		
Ano	Resultado diário	Resultado anual
1997	R\$ 279.765.584,82	R\$ 70.500.927.375,00
2007	R\$ 320.108.682,54	R\$ 80.667.388.000,00
Diferença	R\$ 40.343.097,72	R\$ 10.166.460.625,00

É importante ressaltar que, para a estimação desses custos foram utilizadas algumas suposições, levando em consideração que as premissas utilizadas foram razoáveis, é possível adotar esses valores para uma análise sobre o impacto do excesso de congestionamento sobre a população nesses dez anos (1997 a 2007).

As suposições utilizadas, que podem levar esses números a algum questionamento são: considerar uma família de 4 pessoas com apenas 2 colaborando para a renda, considerar que todo o tempo gasto no trânsito poderia ser convertido em alguma forma de produção e utilizar a média de renda familiar para se chegar em uma renda mensal individual.

Fazendo um breve comentário sobre os resultados obtidos, podemos observar que o custo de oportunidade na Região Metropolitana de São Paulo aumentou de R\$ 70,5 bilhões em 1997 para aproximadamente R\$ 80,7 bilhões em 2007, isso representa um acréscimo de 14,4% no custo de oportunidade da população, ou seja, em dez anos a região incrementou o desperdício de tempo em R\$ 10,2 bilhões.

Para que os valores absolutos desses custos com o trânsito sejam realmente representativos, seria necessário excluir a parcela do tempo gasto no trânsito que é inevitável de se gastar, por exemplo: existe um tempo mínimo para cada distância viajada, e que não importa o quão livre de congestionamentos esteja aquela via, o tempo mínimo não iria mudar.

Esse estudo não considera o tempo mínimo de viagem entre as localidades, os resultados assumem que todo e qualquer tempo gasto no trânsito poderia de alguma maneira ser convertido em renda para o indivíduo, o que na nossa visão é uma suposição muito forte a ser feita.

Porém, não levando em conta os patamares de valores absolutos, mas olhando para evolução desse custo no tempo, ou seja, a taxa de crescimento desse custo pode inferir que o aumento da mobilidade e o aumento do tempo gasto no trânsito geram um enorme custo para a sociedade como um todo.

Tendo em vista que a problemática em questão é um fenômeno que atinge a maioria dos grandes centros metropolitanos do mundo, na seção a seguir, apresentaremos algumas possíveis políticas de trânsito, que visam diminuir a ineficiência econômica causada pelo trânsito.

Na próxima seção, veremos que grandes centros urbanos que sofrem com o mesmo problema da RMSP, elaboraram medidas e políticas econômicas para tentar de alguma maneira diminuir o custo da população com o trânsito.

4 – Experiências Internacionais

4.1 – O Caso de Cingapura

Segundo Shobakar (2003), a preocupação com políticas que restringissem o uso de carros em Cingapura existe desde a década de 80, onde as primeiras políticas como a restrição da importação de carros, começaram a ser implantadas pelo governo da cidade-estado.

Desde então, houve alguns ajustes nestas medidas e também a inclusão de políticas complementares, como o aumento das taxas de importação sobre carros, aumento da taxa de registro dos carros e o início do investimento em transportes rápidos de massa (Trens e Metrô).

Contudo, a história do pedágio urbano em Cingapura começa a partir de 1990, quando primeiramente foi implementada, uma política de restrição de posse de carros restringindo a um número fixo as licenças de propriedade de veículos existentes no mercado, com isso os agentes econômicos poderiam precificar através de leilão o valor do direito de propriedade de um carro.

Essas licenças foram mais tarde divididas em subcategorias, carros abaixo de 1.600 cc e carros acima de 1.600 cc, permitindo que pessoas com um nível social mais baixo também pudessem comprá-las; Entretanto esta política abriu espaço para uma oportunidade de arbitragem, possibilitando indivíduos a comprarem as licenças e depois revendê-las por preços maiores, o que distorcia o objetivo da medida.

Mais tarde, o governo ajustou a medida impossibilitando a mudança de titularidade das licenças; veículos públicos, ambulâncias e carros de embaixadas foram excluídos deste esquema.

Apenas em 1994 foi implementado o pedágio urbano em Cingapura, o cordão criado em volta do centro expandido da cidade abrangia uma área de 5,59 km² e possuía 22 pontos de entrada, os carros deveriam pagar adiantado uma taxa entre US\$ 2 e US\$ 2,7, se quisessem circular na área central nos períodos de pico da manhã (07h30 a 09h30), Complementando o pedágio urbano foi adotada também uma elevação dos preços de estacionamentos dentro do centro expandido visando uma maior inibição ao uso de automóveis.

Notamos que a partir da quarta semana de adoção destas políticas, foi observada uma diminuição de 45,3% do tráfego matinal, decréscimo de 76,% do uso de carros e aumento do número de pessoas usando transporte público de 36% para 43,9%, somado a isso foi observado também um aumento da velocidade média do trânsito de 18 km/h para 35 km/h.

Entretanto, estudos mostraram que o tráfego antes e depois dos horários de pico se tornou mais carregados, e que os preços cobrados durante os horários de pico não eram ótimos para sociedade; isso foi explicado pela falta de eficiência e de tecnologia do sistema de cobrança, em seguida foi instalado um sistema eletrônico de cobrança similar ao “sem-parar” observado no Brasil.

O sistema eletrônico de cobrança de Cingapura funciona o dia inteiro e muda a tarifa de cobrança a cada meia hora de forma a manter a velocidade do trânsito entre 45 km/h e 65 km/h, cobrando valores diferentes dependendo do tipo de automóvel: carros leves, carros pesados, motos, veículos públicos e caminhões.

O autor ressalva que os principais fatores de sucesso das medidas tomadas pelo governo de Cingapura foram: o planejamento integrado das políticas, a estratégia adotada de “learnig-by-doing” com “feedback” da população, investimento em infraestrutura com o dinheiro arrecadado pelo pedágio, alternativas ao pedágio urbano como um bom sistema público de transporte e a baixa resistência da população às novas políticas devido ao grande número de imigrantes.

4.2 – O Pedágio Urbano de Londres

O pedágio urbano de Londres foi criado nos moldes do sistema eletrônico de Cingapura, adotando uma área central com restrição de acesso e com pontos de cobrança eletrônica na vias que acessam a parte central da cidade; inicialmente o preço do pedágio era de sete libras no período das 7h00 até 18h00 de segunda a sexta.

Segundo o artigo de Haddad (2005), O pedágio urbano de Londres foi criado em 2003 e já no primeiro ano conseguiu reduzir o congestionamento em 30% com um aumento de velocidade média dos automóveis de 20%.

Com a implementação dessa medida, houve um maior nível de investimentos em transportes, o que aumentou o número de ônibus na cidade em 16% com um tempo médio de espera de embarque decaindo 25%; o número de táxis também aumentou em 19% com uma diminuição da tarifa em 40%. O pedágio urbano de Londres tem a aprovação de 73% da população, graças ao uso transparente do dinheiro arrecadado no pedágio pelo governo.

4.3 – O Pedágio Urbano Norueguês

A adoção dessa política em algumas cidades da Noruega tem a estrutura bastante similar às demais já apresentadas, portanto irei destacar apenas as características de cada sistema e seus resultados financeiros. A tabela abaixo apresenta um quadro comparativo entre as cidades da Noruega:

Tabela 9 – Características Comparativas dos Pedágios da Noruega

CIDADE	Bergen	Oslo	Trondheim
População da cidade	227.000	456.000	147.000
Porcentagem que vive dentro do anel central	10%	50%	40%
Início das operações	jan/86	fev/90	out/90
Área do pedágio urbano	18 km ²	64 km ²	50 km ²
Número de cabines de cobrança	7	19	24
Tarifa para veículo pequeno	US\$ 1,5	US\$3	US\$ 2,25
Período de cobrança	2 ^a a 6 ^a 6h00/17h00	Todo dia, toda hora	2 ^a a 6 ^a 6h00/17h00
Média de carros que circulam no horário restrito	73.000	243.800	71.000
Resultado bruto anual	US\$ 10,5 M.	US\$ 132 M	US\$18,9 M.

Fonte: Leromonachu, (2003).

Oslo apresenta uma elevada população vivendo no centro urbano (50%) e, portanto, possui um índice mais elevado de congestionamento; conseqüentemente essa cidade é a que apresenta o maior sistema de pedágios urbanos da Noruega (64 km²), obtendo assim o melhor resultado.

Observando a tabela, podemos notar que a maior cidade tanto em quantidade de carros quanto em faturamento é a cidade de Oslo. Entretanto, segundo Leromonachu (2003), todas as demais cidades apresentaram uma significativa redução do congestionamento, aumento dos investimentos em infraestrutura e melhora da qualidade de vida depois da adoção dessa política.

De acordo com a tabela é importante verificar que a partir do pedágio urbano o governo conseguiu arrecadar dinheiro para reinvestir em infraestrutura, e com isso absorveu os custos do trânsito diminuindo a ineficiência econômica das cidades.

Podemos concluir que se essas cidades norueguesas não adotassem essas políticas de trânsito, o dinheiro arrecadado estaria sendo desperdiçado com algum tipo de custo proveniente dos congestionamentos, portanto, em vez de “perder” esse capital, o governo adotou uma ferramenta que absorve esse gasto e o reutiliza para melhorar a situação da infraestrutura, tornando-se um ciclo virtuoso.

Ainda segundo Leromonachu (2003), no caso da Noruega, o pedágio urbano é um bom negócio, já que a partir de um investimento inicial é possível auferir um resultado positivo tanto para o governo quanto para a população, ajudando o orçamento público e diminuindo o congestionamento.

4.4 – O Rodízio da Cidade do México

A campanha batizada como “Hoy no circula” foi instituída na cidade do México com o propósito de reduzir as emissões de gases poluentes, uma vez que 80% dos gases emitidos eram de origem veicular. Nesse período a cidade contava com 19,6 milhões de habitantes e com uma frota de veículos de aproximadamente três milhões (CÂMARA, 2005).

A política é mantida até hoje em dia como forma de redução da poluição atmosférica e, segundo as autoridades mexicanas, colaborou para uma melhora significativa da qualidade do ar (CÂMARA, 2005).

Na seção 5 e 6 , apresentaremos uma discussão mais profunda sobre os resultados encontrados, assim como as possibilidades de se eliminar a ineficiência do excesso de congestionamento, por meio da adoção de alguma das políticas apresentadas nesta seção.

5 – Resultados

Tendo estimado o custo de oportunidade para a população da RMSP, iremos apurar os resultados encontrados e apresentar a evolução deste custo ao longo do período estudado.

Analisando os resultados da tabela abaixo (*Tabela 10*), podemos perceber que no período de dez anos – entre 1997 e 2007 – o custo de oportunidade do trânsito da RMSP aumentou em quase R\$ 10,2 bilhões, o que representa um acréscimo de 14,4% nos valores de 1997, ou uma taxa de crescimento anual de 1,35%.

Comparando os valores do custo de oportunidade do trânsito e os valores do PIB (Produto Interno Bruto) de São Paulo nos mesmos anos, podemos perceber que esse custo representa um valor significativo do PIB do Estado, apresentando patamares de 10,69% em 1997 e 8,94% em 2007.

Em minha opinião, ainda que possamos perceber uma diminuição dessa porcentagem, o valor ainda representa um custo muito alto para a sociedade, uma vez que os valores absolutos vêm crescendo consistentemente.

Tabela 10 – Comparação com o PIB São Paulo (reais de 2007)			
Ano	PIB São Paulo*	Custo de Oportunidade	% do PIB
1997	R\$ 659.380.801.628,14	R\$ 70.500.927.375,00	10,69%
2007	R\$ 902.784.000.000,00	R\$ 80.667.388.000,00	8,94%
Diferença		R\$ 10.166.460.625,00	1,13%

*Fonte: Fundação Seade e Ipeadata.

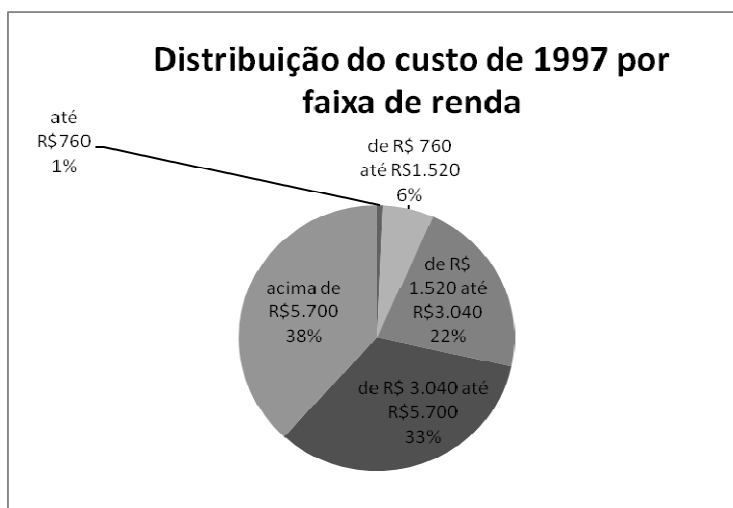
Se olharmos para os valores absolutos de cada ano, podemos perceber que o custo de oportunidade total pode chegar a patamares de 9% á 10% do PIB, isso representa uma parcela significativa da produção do estado, ou seja, os níveis elevados de trânsito geram uma ineficiência enorme para a população e para a economia do Brasil.

6-Conclusões

Observando as figuras 5 e 6, verificamos que os indivíduos mais prejudicados com o excesso de congestionamento são os de classes sociais mais altas e, portanto, são eles que apresentam um custo de oportunidade maior referente ao tempo perdido no trânsito.

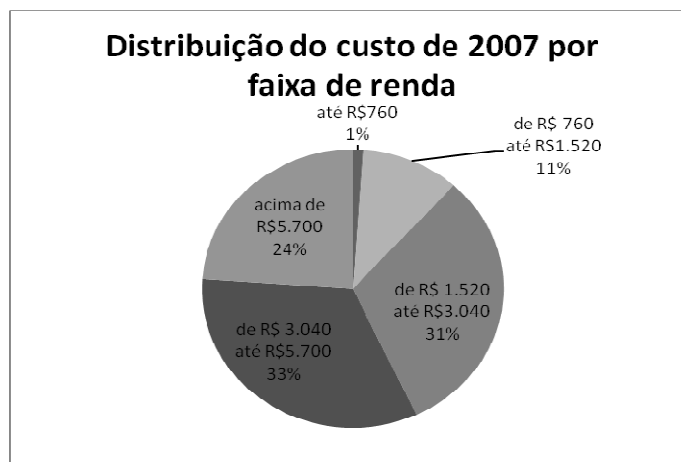
Tomando como base os dados utilizados para estimação do custo de oportunidade, é possível perceber que o valor perdido em reais por hora dos indivíduos de classes sociais mais altas é muito superior ao das demais classes, com isso podemos inferir que a sua produtividade é maior do que a de outras classes. Concluímos então que os mais ricos são os mais prejudicados no trânsito. Como podemos observar nas figuras abaixo:

Figura 5



Fonte: Tabela criada a partir dos resultados encontrados

Figura 6



Fonte: Tabela criada a partir dos resultados encontrados

Por meio dos gráficos notamos que as duas classes sociais de mais alta renda representam a maioria do custo de oportunidade nos anos de 1997 e 2007, indo de 71% para 57%, respectivamente.

A partir dessa afirmação é possível deduzir que como os indivíduos de alta renda são os mais prejudicados com o excesso de trânsito, seriam eles também, os mais preocupados em resolver ou pelo menos diminuir esse problema.

Depois de analisar a discussão feita sobre as políticas de trânsito alternativas podemos considerar: “como os mais ricos são os mais prejudicados pelo excesso de trânsito, poderíamos então adotar uma política de pedágio urbano, onde os veículos particulares deveriam pagar para circular no Centro expandido de São Paulo”.

A proposição enunciada acima, nos leva a pensar que como são os indivíduos de classes mais altas que são mais prejudicados, seriam eles então os mais preocupados com o problema, e, portanto aqueles que estariam mais dispostos a adotar uma política de redução de trânsito.

Resumindo, após identificarmos o problema, calcularmos o custo dessa ineficiência e identificarmos os maiores prejudicados, é válido propor que uma política de pedágios urbanos, como o de Londres, poderia ser implementada na Região Metropolitana de São Paulo.

6 – Referências Bibliográficas

ANTP (2003) – **Mobilidade e Cidadania**. Associação Nacional de Transportes Públicos, ANTP: São Paulo, 2003.

ABETRAN – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO E TRÂNSITO- Desafios para o trânsito no Brasil – publicado em <www.abetran.org.br> acesso em : 21/06/2009.

BENAYOUN, COUSIN (2004) – **Roads Tolls and Road Pricing: innovative methods to charge for the use of Road System** – The Louis Berger group.

CÂMARA (2006) – **Restrição Veicular e Qualidade de Vida: o pedágio urbano em Londres e o “rodízio” em São Paulo** – London Borough of Merton; United Kingdom, 2006.

COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO – CET (2003). **Relatório da Operação Horário de Pico 2002**. Companhia de Engenharia de Tráfego: São Paulo, 2003.

HADDAD (2005) – **Reexaminando o Pedágio Urbano** (2005) – publicado em < www.ifb.com.br> acesso em: 11/04/2009.

LEROMONACHU, POTTER, WARREN (2003) – **Norway’s urban toll rings: evolving towards congestion charging?** – Centre of technology Strategy, The Open University ; Norway, 2003.

METRÔ– **Pesquisa de Origem e Destino do Metrô/SP 1997 – Aferição da Pesquisa Origem e Destino na Região Metropolitana**, Metrô – SP, 1997.

METRÔ – **Pesquisa de Origem e Destino do Metrô/SP 2007 – Aferição da Pesquisa Origem e Destino na Região Metropolitana**, Metrô – SP, 2007.

PAIVA (2003) – **A evolução da Mobilidade no Município de São Paulo, Análise Agregada e Desagregada** – 1987 a 1997.

SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS – STM – **Plano integrado para transportes 2020** – PITU 2020 publicado em 2005 <www.stm.sp.gov.br>acesso em :15/07/2009.

SHOBHAKAR (2002) – **Singapore: Successful experiences in containing environmental problems for transportation sector** – Institute of Global Environmental Strategies- IGES - publicado em <<http://www.iges.or.jp/kitakyushu/Successful%20Practices/SP%20%28Analyze%29/Air/Singapore%20%28Transportation%29.pdf>> acesso em : 26/03/2009.