

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

(CETESB)

ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DO
SECTOR DOS TRANSPORTES

RELATÓRIO FINAL



**A VISÃO DA
CIDADE DO FUTURO**

E DO FUTURO DA CIDADE

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA - Prof. Dr. Lucas Figueira Garcia
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 346 - Finkeiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

Junho de 2000

B700
C338e (RCET)
016797



A VISÃO DA
CIDADE DO FUTURO
E DO FUTURO DA CIDADE

1998

INDICE

1. **SÍNTESE - BREVE CARACTERIZAÇÃO DA AUTOMÓVEL DEPENDÊNCIA NA ÁREA METROPOLITANA DE SÃO PAULO**
2. **ORIGENS E MANIFESTAÇÕES DA AUTOMÓVEL DEPENDÊNCIA**
 - 2.1 *A Ocupação do solo*
 - 2.1.1 Empregos, residências, densidades e centralidades
 - 2.1.2 Infraestruturas de transportes
 - 2.2 *Evolução e distribuição da renda*
 - 2.3 *A evolução do parque e da sua estrutura*
 - 2.4 *As deslocações urbanas*
 - 2.4.1 Volumes de circulação
 - 2.4.2 O sistema de transporte coletivo
 - 2.4.3 A procura de transporte
3. **OS EFEITOS DA AUTOMÓVEL DEPENDÊNCIA**
 - 3.1 *Emissões de gases poluentes*
 - 3.1.1 Metodologia para simular os efeitos do tráfego no ambiente
 - 3.1.2 As emissões específicas
 - 3.1.3 Emissões do setor dos transportes
 - 3.2 *Balanço energético do setor*
 - 3.3 *Qualidade do ar*
 - 3.4 *Sinistralidade rodoviária*
 - 3.5 *Qualidade de vida urbana*
4. **UM QUADRO PROSPECTIVO**
 - 4.1 *A linha de tendência*

4.2 *Um futuro que resultará das decisões de hoje*

4.2.1 Caracterização dos cenários

4.2.2 A incidência ambiental da matriz de transportes do futuro

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

BIBLIOGRAFIA

LISTA DE ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

ANEXOS

1. O modelo utilizado para o cálculo das emissões de gases poluentes
2. As grandes conclusões da Conferência do México 1994 (OCDE)
3. Apresentação sistética de alguns casos
 - 3.1 Estocolmo
 - 3.2 Kjhllksjd
 - 3.3 O Programa Comunitário Auto-Oil

1. SÍNTESE: BREVE CARACTERIZAÇÃO DA AUTOMÓVEL DEPENDÊNCIA NA ÁREA METROPOLITANA DE SÃO PAULO

A Área Metropolitana de São Paulo registra baixos níveis de qualidade do ar, que se traduzem em efeitos negativos na saúde, induzindo custos acrescidos para os cidadãos e para os sistemas públicos e enfraquecimento da qualidade de vida. Paralelamente, verificam-se decerto danos no patrimônio urbanístico com interesse histórico e uma apetência dos cidadãos para se distanciarem do núcleo urbano central conduzindo este a uma desertificação que o desvaloriza e degrada.

O sistema de transportes rodoviários é responsável pela quase totalidade das emissões de Monóxido de Carbono (CO), de Hidrocarbonetos (HC) e de Óxidos de Nitrogênio (NOx), sendo o automóvel ligeiro o principal responsável por estas emissões. Ou seja, para São Paulo caminhar no sentido da sustentabilidade, inevitavelmente terá de haver ações corretivas à utilização dos modos de transporte e, especificamente, ao uso do automóvel.

São Paulo é uma cidade que apresenta sintomas crescentes de *automóvel dependência*. Como a maior parte das grandes metrópoles do mundo após a segunda guerra mundial, São Paulo cresceu de acordo com uma estrutura e forma urbanas que pressupõem o uso intensivo do automóvel. Mudar a situação atual é tarefa extremamente complexa, com ações imediatas e outras, não menos importantes, a longo prazo.

Uma cidade é classificada como *automóvel dependente*¹ quando os cidadãos e os gestores urbanos assumem o uso do automóvel como um imperativo nas suas decisões sobre transporte, infraestruturas e uso do solo. Na primeira metade do século XX, o advento do transporte coletivo moldou a estrutura e forma urbana da anterior *cidade pedestre*, permitindo a sua expansão ao longo de corredores de transportes estruturantes (elétrico e comboio). Foi a fase da *cidade do Transporte Coletivo*. Com o aparecimento e democratização do uso do automóvel² quebra-se a ligação entre a urbanidade da

¹ Ver, por exemplo, Newman & Kenworthy

² Nos Estados Unidos da América a partir dos anos 20 e na Europa a partir dos anos 60

“cidade próxima” e transportes, a ocupação espalha-se em “mancha de óleo” com o surgimento de áreas residenciais de muito fraca densidade de habitantes. Estes passam a deslocar-se diariamente em percursos progressivamente mais longos usando o transporte próprio e sem hipótese, as mais das vezes, de utilizar transporte coletivo, o qual é penalizado pela dispersão de fluxos.

“A dependência do automóvel é a principal força que empurra as cidades para o aumento da utilização do solo, energia, água e outros materiais, com efeitos em termos de qualidade do ar, ruído, enormes custos de capital em infraestruturas e acidentes. É impossível abordar a questão da sustentabilidade urbana sem atuar na automóvel dependência”, afirma Newman & Kenworthy na obra acima citada.

Este fenómeno de *automóvel dependência* é máximo na maioria das cidades dos Estados Unidos da América e Austrália e mínima nas cidades da Europa e algumas das emergentes asiáticas.

São Paulo é uma das maiores áreas urbanas do mundo onde se vem assistindo a um crescimento rápido da dependência do automóvel na estruturação quotidiana da vida das pessoas.

A AMSP apresentava em 1997 uma densidade populacional de 20,9 habitantes por hectare (14,2 numa amostra de 13 grandes cidades americanas e 49,9 numa de 11 europeias)³. Nestes valores já se nota um padrão de dispersão mais próximo do modelo americano (o mais automóvel dependente). A densidade de empregos (empregos/ha) mostra padrão idêntico: 8,6 na AMSP, 8,1 nas cidades dos Estados Unidos e 31,5 nas cidades europeias. Estes valores denotam um padrão de urbanização em São Paulo que consiste numa forte separação entre áreas residenciais e as áreas de emprego obrigando a grandes deslocamentos diários. O Município de São Paulo mostra uma densidade populacional de 64 habitantes e de 27,6 empregos por hectare, o que dá uma medida da concentração dos empregos em áreas restritas. Por outro lado observa-se em São Paulo que 12% da população vive em áreas com menos de 10 habitantes por hectare, 16% vive em áreas com densidades entre 10 e 20 Hab/ha e 72% vive em zonas com densidades superiores a 20.

³ Todos os valores relativos às cidades americanas e às europeias foram colhidos em Newman & Kenworthy

Devido a estes padrões de urbanização, São Paulo já mostra uma forte dependência do automóvel: cada habitante realizava em 1997, em média, 0,60 viagens diárias em transporte público e 0,64 em transporte automóvel. Estes valores são agravados se adicionarmos uma perspectiva dinâmica. Em 1967 as viagens em transporte público representavam 68% do total; em 1977 esse peso baixou para 61%; em 1987 já só se verificavam menos de 55% e em 1997 as viagens em transporte público registavam uma queda para menos de 51%. Trata-se de uma tendência clara.

Acresce que a crise dos anos 80 traduziu-se, em São Paulo, num decréscimo da mobilidade motorizada afetando essencialmente o transporte público (em 1977, 1,53 viagens motorizadas por habitante; em 87, 1,32 e, em 97, 1,23) e por um acréscimo das viagens a pé, o que reflete um empobrecimento das camadas sociais de menor renda, que não puderam acompanhar o crescimento das tarifas do TP. Por outro lado, a deslocação de faixas importantes da procura de menores recursos para o transporte coletivo não sujeito a obrigação de serviço público (as "lotações" e "peruas", de menor eficiência energética e ambiental do que os ônibus) veio agravar a situação financeira dos operadores de serviço público de ônibus. Temos, portanto, cada vez mais viagens em automóvel, menos em transporte público, empresas cada vez mais descapitalizadas e um crescimento rápido do setor informal com maior capacidade de resposta às fraquezas de renda disponível e de adaptação às mutações rápidas do padrão urbano.

Se a energia consumida em transportes não atingiu ainda os níveis de outros locais (19GJ – Giga Joules – *per capita* contra 64 nas cidades americanas e 25 nas europeias), regista-se um peso muito elevado da energia consumida em transporte por unidade de PRB⁴: 3,5 MJ/USD, (Mega Joules) contra 2,38 nos Estados Unidos e 0,83 nas cidades europeias, o que parece indiciar demasiado transporte para o atual nível de produto.

A tendência de fundo é clara: nada fazendo, as viagens em automóvel vão crescer até ao limite da imobilização total por via do congestionamento, a qualidade do ar vai agravar-se até níveis insuportáveis pela saúde das pessoas, a vida do cidadão degrada-se, ficando cada vez mais horas em ruidosas filas intermináveis, mais isolado da comunidade que é a razão de ser da Cidade, e tudo isto acompanhado de importantes custos econômicos em termos de perda de produtividade, de saúde, de investimentos

⁴ Produto Regional Bruto

desnecessários em infraestruturas ineficientes, numa urbe imensa e desarticulada que ao invés de progresso anuncia o caos.

Quadro 1
Indicadores de automóvel dependência

	Ilab/ha	Empregos/ha	Ilab+Emp/ ha urbanizado	MJ transporte Per capita	MJ/\$ PRB
AMSP	20,9	8,6	29,5	18	3,5
Média 13 Cidades USA	14,2	8,1	23	64	2,38
Média 11 cidades Europa	49,9	31,5	82	25	0,83

No âmbito do presente estudo foi construído um modelo de simulação que permite quantificar o que acontecerá, em termos energéticos e de emissões, caso a tendência que de há anos se vem manifestando se mantiver. Teremos em 2010 pelo menos 60% das viagens motorizadas realizadas em transporte individual, com percursos médios crescentes e cada vez menos pessoas por automóvel. Tal situação refletir-se-á em 39,5 Mega Joules *per capita* consumidos em transporte e emissões de gases de escape que se situarão entre 2 e 2,5 vezes o nível já alarmante das emissões atuais.

A sustentabilidade é cada vez mais um desejo sentido pelo cidadão. Inquéritos feitos em metrópoles desenvolvidas mostram que as pessoas começam a apresentar vontade de pagar (*willingness to pay*) por ar mais limpo e acessibilidades melhoradas, e a população de São Paulo não se afastará desta tomada de consciência. Medidas de fundo tendentes a resolver hoje os problemas de hoje e que toda a gente sabe se agravarão amanhã têm forte probabilidade de ser, em São Paulo, bem vindas pelo cidadão comum.

Existem medidas a tomar que são de grau e abrangência diferentes. A analogia com a saúde é clara para expor a idéia: antes de mais, há que prevenir a doença. Se ela surge, há que tratá-la. Se o tratamento não resulta, medidas de emergência são necessárias.

Previne-se o mal da *automóvel dependência* com um ordenamento urbano que não motive a deslocação e com a criação de uma oferta de transporte público com a qualidade e quantidade necessárias para tornar o automóvel redundante, pelo menos nas

deslocações mais comuns – casa/trabalho, por exemplo. Isto poderá acontecer em cidades ou zonas de cidade planejadas a partir do zero. Se o padrão de mobilidade urbana já está doente de *automóvel dependência*, aí há que entrar com uma terapêutica. Esta exerce-se a vários níveis: (i) sobre a tecnologia dos veículos; (ii) sobre a qualidade e diversidade dos combustíveis; (iii) sobre a repartição modal; e (iv) sobre o planejamento urbano. Ações dirigidas à tecnologia dos veículos, designadamente através da renovação das frotas de transporte público e privado ou à qualidade e diversidade da oferta de combustíveis são importantes, e em São Paulo muito há a fazer neste domínio. Salientam-se: a melhoria da qualidade do combustível para os veículos do ciclo Diesel, a inversão da tendência para o desaparecimento dos veículos a álcool, onde o Brasil foi pioneiro, e a generalização dos veículos movidos a gás natural. Estas áreas de trabalho constituem desafios para a convergência de políticas sectoriais com o ambiente, realidade indispensável para que os agentes económicos e os cidadãos sejam efetivamente motivados e adiram à mudança comportamental necessária. No entanto, vários estudos provam que estas melhorias serão marginais se problemas mais profundos não forem abordados. E eles são a repartição modal e o ordenamento do espaço urbano. É que não basta melhorar os efeitos *da automóvel dependência*. Há, isso sim, que combatê-la na sua gênese.

As medidas de emergência deverão ser utilizadas com critério. Elas entrarão em vigor quando um bom sistema de informação, que junta previsão climática com conhecimento de padrões de transporte, permite prever para o curto prazo um pico de altas concentrações. Como nos tremores de terra. Aí fará sentido um sistema como o RODÍZIO de São Paulo ou outros semelhantes serem postos em ação para aquele período de crise limitado. Mas se este tipo de medida emergencial se torna permanente, os seus efeitos serão necessariamente perversos, como adiante se refere.

Mas é de fato ao nível das medidas como a repartição modal e o ordenamento urbano que o sucesso pode ser alcançado. Parece hoje evidente que um bom sistema de transporte coletivo tem um importante efeito de alavancagem sobre a diminuição global das viagens. Estudos apontam para que uma viagem em TC substitui entre 5 e 7 viagens em TI – menos “voltas” inúteis, viagens mais planeadas em termos de satisfazer várias necessidades (casa – trabalho, shopping, com uma única viagem, etc.). A eficiência energética e ambiental dos meios de transporte de maior capacidade, desde que

operando com elevadas taxas de ocupação, é evidente., e esse é o caminho mais adequado para a limitação das emissões. Por outro lado, um bom planejamento urbano é a chave para a resolução dos problemas de tráfego. Não se trata de melhorar as viagens, trata-se sim de evitar a necessidade de deslocação.

Os capítulos seguintes procuram apresentar um retrato da situação atual e medir o que serão os efeitos de uma política coerente de combate à *automóvel dependência*.

2. ORIGENS E MANIFESTAÇÕES DA AUTOMÓVEL DEPENDÊNCIA

2.1 A gestão do espaço urbano: ocupações e usos

2.1.1 População, emprego, densidades e centralidades

A Região Metropolitana de São Paulo abrange 39 municípios, ocupa uma área de cerca de 805 mil hectares e em 1997 tinha uma população de 16.8 milhões de habitantes, ou seja, uma densidade de 20,86 habitantes por hectare.⁵ Sendo uma zona de forte desenvolvimento econômico, oferecia em 1996 um total de 4.5 milhões de empregos, ou seja, uma densidade de 5,6 empregos por hectare e contribuía para 18,2% do PIB do Brasil.

O padrão de ocupação territorial situa-se entre a média das cidades americanas, as mais *automóvel dependentes*, e as europeias, as de menor dependência.

Quadro 2

Densidade de ocupação do solo - Comparações internacionais

REGIÃO	Densidade populacional [pop./ha]	Densidade de emprego [emp. /ha]
AMSP	20,86	5,6
MÉDIA CIDADES USA ⁶	14,2	8,1
MÉDIA CIDADES EUROPEIAS	49,9	31,5

A área urbanizada passou de 118,7 mil hectares em 1977 para 181,8 mil hectares em 1987. Esta evolução mostra um forte crescimento (53%) de densidade humana líquida: o total de habitantes e de empregos por hectare urbanizado atingiu em 1987 cerca de 131. De acordo com estudos feitos para outras Regiões Metropolitanas, este é um valor referencial que aconselha uma maior utilização de sistemas de capacidade intermédia de transporte coletivo (metro ligeiro por exemplo).

⁵ Pesquisa Origem - Destino 1997, Fevereiro de 1999

⁶ Os dados referentes às cidades americanas e europeias referem-se a 1990, foram extraídos de NEWMAN & KENWORTHY e calculados a partir de uma amostra de 13 cidades americanas e 11 europeias da CEE.

Para efeitos de planejamento a AMSP está dividida em 7 sub-regiões, o mesmo zonamento que é utilizado nos estudos de mobilidade para análise das Origens / destino. As densidades referentes a cada zona são apresentadas no Quadro 3.

Em termos demográficos, a dinâmica populacional traduziu-se num crescimento médio anual de 1,7% entre 1987 e 1997. Este crescimento não é uniforme, evidenciando-se no centro uma estagnação (0,8% ao ano) e maior dinamismo nas coroas de transição e periférica. A sub-região Norte apresenta a maior taxa anual de crescimento demográfico: 4,8%. Em termos de emprego eles estão maioritariamente localizados no Centro (61% do total) com uma densidade de 27 empregos por hectare e 0,4 empregos por habitante. É também aqui que a densidade populacional é máxima: 64 hab/ha. Se retirarmos o Centro, no resto da AMSP ficamos com 0,39 empregos por habitante e 10,6 hab./ha.

As Regiões como estão definidas não são homogêneas, verificando-se, por exemplo, que as maiores densidades populacionais (170 a 210 hab./ha) ocorrem, para além do "hipercentro" (*Central Business District - CBD*) em municípios do Nordeste, como Guarulhos, ou do Sudoeste. Já a maior densidade de emprego (1,5 a 2 empregos / hab.) ocorre no Centro histórico e nos municípios ABCD do Sudeste (S. André, S. Bernardo do Campo, S. Caetano e Diadema).

Mesmo antes de passarmos à análise do sistema de transportes, é desde já possível constatar que o espaço urbano, com fortíssima polarização de empregos em áreas que não coincidem com as de maior densidade populacional, e sendo esta, no global, baixa, é altamente propiciadora de forte automóvel dependência.

O PITU - Plano Integrado de Transportes Urbanos - define as características fundamentais de cada uma das Regiões. Complementando com a informação do PMGSP, obtém-se a síntese constante do Quadro 4.

Quadro 3
Densidade demográfica das sub - regiões

Sub Região	Área (x 1000 há)	População (x 1000)			Densidade demográfica		Empregos (x 1000)	Dens. emprego
		1987	1997	% cresc. Anual	1987	1997	1997	1996
Sudoeste	113	383	584	4,3%	3,39	5,17	237	2,1
Oeste	93	1149	1605	3,4%	12,35	17,26	644	6,9
Norte	74	230	368	4,8%	3,11	4,97	138	1,9
Nordeste	79	756	1107	3,9%	9,57	14,01	441	5,6
Leste	208	702	1011	3,7%	3,37	4,86	370	1,8
Sudeste	84	1901	2260	1,7%	22,63	26,90	879	10,5
Centro	154	9127	9857	0,8%	59,27	64,01	4.250	27,6
Total	805	14248	16792	1,7%	17,70	20,86	6.959	8,6

Fl: PITU

Quadro 4
Caracterização sócio económica das Regiões

REGIÃO	CARACTERÍSTICAS
Norte	Zona residencial de baixa renda média familiar (RMF) - 6 SM - algumas chácaras de lazer. Dependente da ferrovia. Fraco potencial de crescimento
Nordeste	Em processo de expansão. Guarulhos como polo industrial e crescimento de atividades terciárias. RMF 11,6 SM
Leste	Crescimento urbano e desenvolvimento de actividades terciárias nas zonas mais perto da Região Centro. RMF 8,6 SM
Sudeste	Forte industrialização (ABCD). Urbanização consolidada com verticalização acentuada, pouca disponibilidade de solo para expansão, processo de terciarização. RMF 12,1 SM.
Sudoeste	Ocupação residencial de baixa renda em expansão. Vocação agrícola. RMF 8,8 SM
Oeste	Expansão de atividades terciárias e ocupação de renda média. Polo de Osasco, com retração da atividade industrial e desenvolvimento do terciário. Pequenos núcleos residenciais. RMF 11,2
Centro (Mun. S. Paulo)	Crescimento estabilizado. Periferias oeste e norte, estagnação, periferias sul e este, adensamento. RMF: 15,6 SM

As acessibilidades rodoviárias principais estão referidas na figura seguinte, evidenciando uma configuração fortemente radial.

2.1.2 Infraestruturas e oferta de transportes

Sistema Rodoviário

Pela sua importância como centro de consumo e centro de fabrico de toda a espécie de produtos industriais que saem da Região para o estrangeiro ou para o resto do país, São Paulo é um importante centro de geração / atração de transportes. Por outro lado grande parte do tráfego vindo do sul do país e do MERCOSUR e que se dirige para outros Estados passa pelo Estado de S. Paulo, gerando um tráfego de atravessamento que, pelo desenho da malha viária, atravessa o Centro da Região Metropolitana. Estamos, portanto, face a intensidades de tráfego muito elevadas.

As acessibilidades da Região Metropolitana de São Paulo têm no sistema rodoviário a sua principal componente sendo de evidenciar os três sub-sistemas (SAI - sistema Anchieta/Imigrantes; SAB - sistema Anhangüera/Bandeirantes; SIT - sistema Trabalhadores)⁷ de acesso respectivamente à sub-região Sudeste; Norte e Leste e os restantes três sub-sistemas (Rod. Régis Bittencourt; Rod. Presidente Castello Branco e Rod. Fernão Dias)⁸ constituídos por eixos rodoviários principais que permitem o acesso respectivo à sub-região do Sudoeste, Oeste e Nordeste - ver Mapa da página anterior.

Este sistema rodoviário tem uma configuração radial, intersectando o Anel Viário Metropolitano e o Minanel (respectivamente localizados a sul cerca de 15 km e 9km do centro) onde faz a ligação à malha viária do município de São Paulo através de eixos principais e secundários. Esta malha viária, com uma configuração radio-concêntrica, apresenta, pela sua ortogonalidade, inúmeras interseções que obrigam, nos casos de ligação entre eixos principais, a soluções de desnivelamento e a uma gestão semafórica com recurso a sentidos únicos de circulação.

Dadas as necessidades de capacidade para os elevados volumes de circulação rodoviária, a cidade recorre sistematicamente ao esquema de circulação com sentidos únicos. O espaço pedonal é no centro recuperado através dos "calçadões" e pela

⁷ Rodovias DERSA - Desenvolvimento Rodoviário, SA (sociedade de economia mista)

⁸ Rodovias DNER; DER, Municipais.

proibição de trânsito rodoviário nalgumas ruas. Alguns eixos (poucos) vêm instituído o sistema de trânsito seletivo (apenas táxis e utilitários).

Em relação ao sistema de estacionamento, existe uma grande concentração de parques à volta do Centro – Bairros da Consolação, na Sé, Mercado, Santa Ifigénia, Vila Buarque – evidenciando-se, apesar do preço que já não é baixo (5 R a primeira hora na maioria dos parques observados) como uma sistema convidativo ao transporte individual até ao Centro, com efeito perverso no aproveitamento da oferta de transporte coletivo.

Em suma, o sistema viário da Região Metropolitana de S. Paulo está desenhado para que as acessibilidades em transporte rodoviário possam ser satisfeitas para elevados volumes de circulação, não havendo restrições físicas (terreno ondulado ou montanhoso) ou geométricas (solucionadas pelo esquema de sentidos únicos) mais graves e que poderiam ainda intensificar mais os volumes de gases poluentes. Em contrapartida, as soluções de gestão semaforica ou desnivelamentos têm induzido uma maior utilização do transporte em automóvel.

O Sistema ferroviário

As acessibilidades oferecidas pelo sistema de transporte coletivo em via férrea são asseguradas pelo Trem regional e suburbano (CPTM) e pelo o Metrô urbano e suburbano.

Ao nível da Região Metropolitana, a rede de Trem foi estruturada sobre as antigas linhas de subúrbio. Apresenta uma configuração radial, ligando-se no eixo a Norte a Campinas; no eixo a Este, a Rio de Janeiro; a Oeste, a Sorocaba e a Sul/Sudeste, a Santos. Em termos de cidade, a linha ferroviária só passa na coroa norte do centro (São Bento) fazendo interface com as linha do Metrô. (ver mapa página 17).

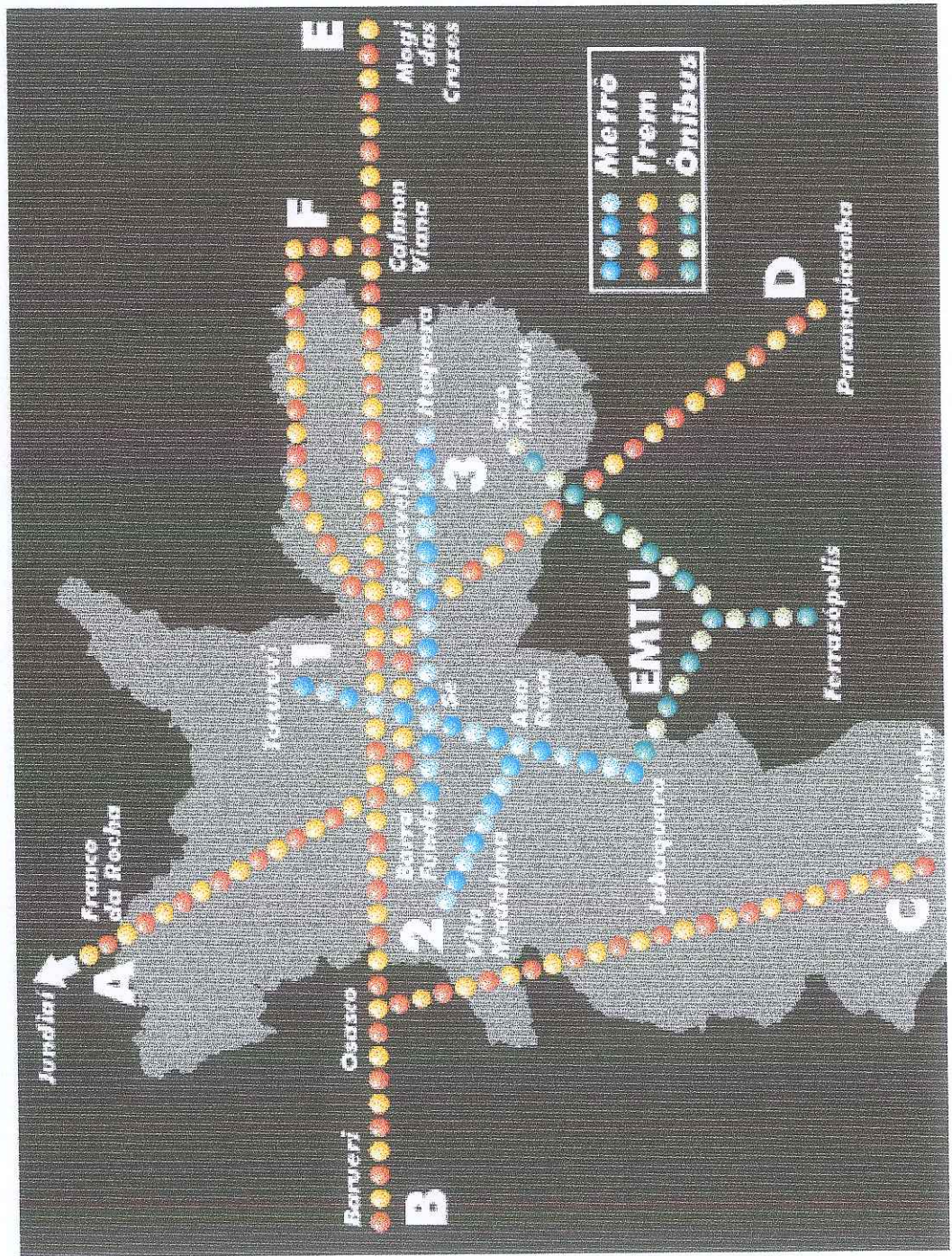
A rede serve 19 dos 39 municípios, compreende 6 linhas identificadas de A a F, tem uma extensão total de 275,5 km e 90 estações, algumas das quais comuns a mais do que uma linha.

O sistema de Metro tem também uma configuração radial, com três linhas em operação. A Linha 1, que é a mais antiga, abriu em 1974, faz a ligação Norte – Sul, tem 20,2 km de extensão e 23 estações. A Linha 2, a mais recente (1991) vai de Madalena a Oratório, está em construção, estando abertos ao público 4,7 km e 6 estações. A linha 3

é de 1979, tem sentido leste – oeste, tem 22,2 km e 18 estações. A extensão desta rede é portanto de 47,1 kms.

Das 44 estações 5 estão integradas com a ferrovia, 16 com terminais urbanos e apenas 6 têm parques de estacionamento para automóvel. As 98 composições que constituem a oferta operam com velocidades comerciais entre 30 e 40 km/h, efetuam 2.341 viagens programadas dia e oferecem uma capacidade de transporte em hora de ponta até 44.100 passageiros (4 pass/m²).

MAPA
Rede ferroviária (trem), Ônibus e metrô



2.2 *Evolução e distribuição da renda*

A década de 80 caracterizou-se por agravamento geral das condições de vida da população do Brasil em geral. No Estado de São Paulo assistiu-se a um decréscimo do Produto Regional e a um agravamento das assimetrias de distribuição da Renda. Em US\$ a renda média familiar mensal passou de 925 em 1967 para 1493 em 1977, caindo para o nível de 1967 no ano de 1987 (US\$ 923).

Com o Plano Real assiste-se a uma recuperação, traduzida num nível de rendimento mensal, em 1997, de 1520 US\$.

No entanto, a taxa de motorização, embora amortecendo o seu crescimento nos anos oitenta, nunca deixou de crescer. Em 1997 atingiu 184 automóveis por mil habitantes, valor ainda longe das médias dos países mais desenvolvidos mas seguindo a tendência das grandes metrópoles.

É nas famílias de menor renda (inferior a 240 dólares) que a mobilidade motorizada é mínima (0,59), atingindo 2,28 viagens por dia nas famílias de maior poder aquisitivo.⁹

Igualmente as viagens a pé são máximas nas camadas sociais mais desfavorecidas (54% do total de viagens das pessoas de mais baixa renda).

Segundo dados de 1987, a população mais pobre percorre diariamente 13 quilômetros, dos quais 10 em transporte público e 1,7 a pé, enquanto nas camadas de mais elevada renda a deslocação diária atinge 20 quilômetros, dos quais 14 são efetuados em automóvel privado, 5,5 em transporte público e apenas 0,4 a pé.

Este padrão mostra claramente que quem tem menor renda anda maioritariamente a pé, quem tem uma renda média e média alta desloca-se de automóvel e o transporte coletivo (público e informal) atinge a maior utilização pelas camadas sociais intermédias as quais se transferirão para o automóvel se a situação econômica melhorar e nada se fizer para promover o transporte coletivo.

⁹ Ver "Por um Transporte Sustentável"

2.3 A evolução do parque e da sua estrutura

A tendência de crescimento do tráfego automóvel corresponde ao aumento verificado do parque automóvel matriculado da Região Metropolitana de São Paulo que passa de 493 mil veículos automotores em 1967 para cerca de 3,1 milhões em 1997, ou seja, uma taxa de crescimento médio anual de 9,6%, bem superior à do crescimento da população, e em que só na última década teve um aumento aproximado de 1,1 milhões de veículos.

A manter-se esta tendência média, em Outubro de 1999 o parque de veículos ligeiros deverá ter atingido os 5 milhões, o que aponta, portanto, para uma taxa de motorização de 3,2 hab / veículo.

Analisando a evolução da frota automóvel no Estado de São Paulo no período compreendido entre 1994 e 1996, verifica-se um crescimento de cerca de 16%, passando de 8,7 milhões de veículos em 1994 para 10 milhões em 1996. Ou seja, o Estado de São Paulo manteve a sua importância rodoviária porque parqueia cerca de 37% da frota total nacional.

Frota por tipo de combustível

A frota automóvel registada (valores de 1996) utiliza os seguintes tipos de combustível:

Quadro 5

Frota Rodoviária no Estado e Município de São Paulo por classe e tipo de combustível em 1996

Estado ou Município	Tipo e Combustível	Passeio (ligeiros)	Comercial ligeiro	TC	Pesados Carga	Biciclos Triciclos	Total	Importa.
Estado de S. Paulo	Gasolina	5 365 000	469 880	600	12 985	922 245	6 770 710	404 395
	Álcool	2 167 660	192 075	210	4 280	1 510	2 365 735	1 825
	Diesel	14 492	212 760	110 175	455 026	190	792 640	45 370
	Outros	80 086	5 545	490	8 560	20 010	114 695	585
	Total	7 627 240	580 260	111 480	480 850	943 955	10 043 780	452 175
Município de S. Paulo	Gasolina	2 677 045	205 245	245	5 765	278 955	3 167 255	249 135
	Álcool	1 052 275	79 975	80	1 400	425	1 134 155	1 365
	Diesel	8 290	67 415	49 895	151 240	30	276 865	21 675
	Outros	31 280	1 240	170	795	3 110	36 595	315
	Total	3 768 890	353 875	50 395	159 200	282 515	4 614 875	272 490

Fonte: GEIPOT/DAS/DEIND, Ministério dos Transportes – Dezembro de 1996

A frota da AMSP é, portanto, maioritariamente movida a gasolina (69%), seguida dos veículos a álcool (24%) e diesel (6%). Apenas uma franja inferior a 1% é movida com recurso a outras fontes de energia (gases combustíveis, eletricidade, etc.).

Quadro 6

Frota ativa em 1999, por idades e tipo de combustível

COMBUSTIVEL/ TIPO	Local	Até 1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Total
AUTOM.	S.Paulo	242.826	106.785	114.865	72.233	88.502	64.040	13.750	22.477	31.976	48.766	30.411	9.937	2.146	132	135	215	849.196
	AMSP	306.951	140.273	152.932	95.006	116.066	84.720	17.887	29.577	41.645	63.674	39.455	13.199	2.785	180	201	353	1.104.904
	SP	573.973	261.187	275.722	165.335	202.505	152.378	31.692	54.079	75.967	111.285	66.688	21.191	4.795	751	788	2.744	2.000.480
CAMION.	S.Paulo	13.164	6.275	8.650	7.611	7.869	5.539	1.249	2.742	4.164	5.362	3.452	1.306	159	62	9	14	67.647
	AMSP	16.351	7.984	10.942	9.757	9.971	7.063	1.610	3.515	5.296	6.934	4.434	1.786	221	82	13	31	86.010
	SP	36.034	17.797	22.568	18.967	19.122	16.147	3.702	7.414	11.233	14.074	8.945	3.840	761	137	217	602	181.580
CAMINH.	S.Paulo	798	174	164	40	52	7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.238
	AMSP	925	199	177	56	57	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.425
	SP	2.610	432	399	154	92	39	8	5	4	2	2	0	0	0	0	0	3.745
TOTAL	S.Paulo	256.788	113.234	123.679	79.894	96.423	69.686	16.001	25.220	36.140	54.148	33.863	11.243	2.305	194	144	229	918.081
	AMSP	324.227	148.456	164.061	104.819	126.094	91.811	19.499	33.093	46.941	70.608	43.889	14.985	3.006	262	214	384	1.192.339
	SP	612.637	279.416	298.689	184.456	221.719	168.564	36.402	61.498	86.604	125.361	78.633	25.931	5.556	833	1.005	3.346	2.185.805
AUTOM.	S.Paulo	1.185.225	13.083	16.854	8.986	17.975	48.152	85.740	86.050	75.427	121.510	186.969	263.921	261.104	309.554	222.669	110.115	3.013.344
	AMSP	1.510.936	18.085	23.142	12.112	23.398	63.338	114.123	113.061	97.176	155.979	239.009	344.754	390.123	417.274	299.158	149.885	3.931.573
	SP	2.778.267	31.808	38.870	19.044	35.981	102.292	192.724	197.577	157.270	253.275	394.490	551.900	577.248	677.425	479.828	238.717	6.716.716
CAMION.	S.Paulo	58.956	1.790	2.549	2.044	2.870	5.400	9.674	10.707	10.613	13.382	18.469	31.520	32.121	29.533	23.332	9.172	262.122
	AMSP	81.661	2.590	3.485	2.873	3.993	7.404	13.032	14.171	14.029	17.451	24.068	42.344	43.567	41.004	31.845	12.806	356.316
	SP	181.294	4.451	5.800	4.658	6.128	13.080	24.673	24.435	22.040	28.117	39.899	68.961	73.073	72.473	57.150	22.492	648.422
CAMINH.	S.Paulo	5.060	16	40	30	14	27	136	32	27	2	8	6	21	302	199	61	5.981
	AMSP	7.222	17	59	41	17	32	143	36	33	2	8	7	7	364	267	75	8.349
	SP	12.327	49	91	59	23	46	175	52	43	5	12	14	36	450	340	106	13.830
TOTAL	S.Paulo	1.249.241	14.899	19.443	11.060	20.859	53.579	96.550	96.789	86.067	134.894	205.436	295.447	293.246	339.389	246.200	119.348	3.281.447
	AMSP	1.699.819	20.692	26.689	15.028	27.408	70.774	127.298	127.290	111.238	173.432	263.075	387.405	393.714	453.642	331.270	162.766	4.296.238
	SP	2.971.883	36.308	44.761	23.761	42.130	115.420	217.572	212.064	179.363	281.397	434.401	620.575	650.357	750.343	537.318	261.315	7.378.968
OTTO	S.Paulo	1.506.029	123.433	143.122	90.944	117.282	123.165	110.551	122.009	122.207	189.042	239.299	306.690	295.551	339.583	246.344	119.577	4.199.528
	AMSP	1.924.046	169.148	190.740	119.845	153.502	162.585	146.797	150.383	158.179	244.040	306.964	402.090	396.720	458.904	331.484	163.150	5.498.577
	SP	3.584.525	315.724	343.450	208.217	263.849	283.984	252.974	273.562	265.957	406.758	510.034	645.606	655.913	751.256	538.323	264.661	9.594.773
CAMINH.	S.Paulo	77.560	5.539	7.713	6.068	6.151	5.461	4.656	4.478	2.822	3.218	4.841	8.612	4.149	6.585	6.031	2.422	186.309
	AMSP	115.395	7.862	11.067	8.737	8.757	7.800	6.766	6.431	4.040	4.673	7.257	12.985	6.731	10.254	9.309	3.536	231.620
	SP	288.343	19.487	26.368	18.969	18.268	16.934	14.618	13.666	8.053	10.682	16.003	24.370	12.930	19.351	17.698	7.694	533.434
CAMION.	S.Paulo	19.588	2.764	3.484	2.967	3.750	4.492	3.164	2.501	1.944	3.531	2.922	3.842	1.629	2.211	2.882	1.417	63.088
	AMSP	25.874	3.607	4.451	3.847	4.944	5.878	4.167	3.355	2.551	4.581	3.808	5.140	2.219	3.145	4.071	2.246	83.884
	SP	77.434	11.430	13.006	10.145	13.655	17.461	12.973	10.451	8.946	14.663	12.439	11.181	6.286	9.119	11.599	5.339	246.127
ÔNIBUS	S.Paulo	13.694	1.326	1.256	1.367	1.615	1.547	1.467	3.230	2.524	2.619	2.152	5.065	4.580	5.532	4.669	779	53.572
	AMSP	17.551	1.723	1.763	1.812	2.436	2.105	2.202	4.540	3.451	3.712	3.190	7.405	6.506	8.553	7.200	1.202	78.251
	SP	40.565	3.301	3.624	3.442	4.379	3.645	3.965	7.206	5.247	5.345	5.220	11.156	9.322	14.001	11.158	1.890	133.406
TOTAL	S.Paulo	110.842	9.629	12.453	10.422	11.516	11.500	9.317	10.209	7.290	9.468	9.915	17.519	10.358	14.331	13.582	4.618	272.969
	AMSP	158.820	13.192	17.281	14.396	16.137	15.783	13.165	14.326	10.042	12.866	14.255	25.530	15.456	21.952	20.580	6.984	390.755
	SP	406.342	34.218	42.998	32.556	36.302	38.040	31.496	31.323	22.246	30.690	33.662	46.707	28.538	42.471	40.455	14.923	912.967

BRASIL - 2000

MOTOS	S. Paulo	104.975	14.366	20.350	22.096	20.338	20.037	14.263	11.086	5.459	6.040	8.841	12.010	16.506	25.959	20.767	5.640	328.733
	AMSP	129.466	18.017	25.260	27.619	25.363	25.363	18.686	14.334	7.023	7.926	11.527	17.100	25.017	40.698	32.510	15.154	441.363
	SP	368.034	62.402	78.355	76.965	66.096	66.096	53.593	39.995	19.536	23.470	40.179	63.159	86.244	130.472	104.555	50.806	1.334.327
SUB-TOTAL	S. Paulo	1.721.846	162.128	175.925	123.462	149.136	154.702	134.131	143.304	134.956	204.550	258.065	336.219	322.415	379.873	280.693	128.835	4.801.230
	AMSP	2.212.332	200.357	233.281	161.860	195.292	203.731	178.638	189.043	175.244	264.832	332.746	444.720	437.193	521.554	384.574	185.288	6.320.685
	SP	4.358.991	412.344	464.803	317.638	370.717	388.120	338.063	344.880	307.739	460.918	583.875	785.472	770.695	924.179	683.333	330.330	11.812.067
REBOQUES	S. Paulo	16.841	1.887	3.339	3.611	3.056	3.526	3.367	2.819	1.937	2.258	2.263	2.099	2.036	2.271	1.790	952	54.037
	AMSP	21.942	2.688	4.292	4.563	3.766	4.260	4.281	3.524	2.494	2.780	2.824	2.984	3.155	3.191	2.465	1.239	70.468
	SP	42.209	6.013	8.514	9.062	6.990	7.544	7.850	7.000	4.896	5.892	7.339	8.708	8.440	8.667	6.943	3.135	149.202
SEMI-REBOQUES	S. Paulo	2.160	281	366	330	367	855	691	522	461	563	1.126	1.358	1.065	1.210	1.157	445	12.977
	AMSP	5.932	622	876	708	730	1.591	1.328	1.004	880	1.151	1.983	2.794	2.062	2.417	2.003	746	26.837
	SP	17.728	2.211	2.968	2.527	2.343	3.870	3.903	3.017	2.229	3.201	5.853	6.364	4.230	5.203	4.119	2.012	71.778
TOTAL	S. Paulo	1.740.847	154.296	179.650	127.403	152.559	159.083	138.189	146.645	137.354	207.371	261.449	339.676	325.516	383.354	283.640	131.212	4.958.244
	AMSP	2.240.208	203.667	238.449	167.161	199.788	209.582	184.247	193.571	178.618	268.763	337.563	450.498	442.410	527.162	389.042	187.273	6.417.990
	SP	4.418.838	420.668	476.305	329.227	380.050	399.534	349.916	354.897	314.864	470.011	597.047	770.544	783.365	938.049	694.395	335.537	12.033.047
LEVES -- ALLIGUEL	São Paulo	7.247	487	1.032	588	600	527	745	595	913	630	5.145	7.768	2.779	7.745	6.607	2.941	46.349
	AMSP	9.825	722	1.481	836	887	809	1.057	833	1.299	963	6.281	8.886	3.273	8.753	7.454	3.144	56.533
	SP	17.899	1.352	2.961	1.465	1.557	1.419	1.784	1.342	1.988	1.724	8.071	11.361	4.555	11.345	9.796	3.822	82.441

Obs. Os veículos leves de aluguel são do ciclo OTTO e já estão computados no total OTTO acima.

RELAT. FROTA - a) Relatórios de Frota
São Paulo - Município
AMSP - Região Metropolitana de São Paulo
SP - Estado de São Paulo

Idade Média

Em relação a esta frota matriculada, estimou-se em 1996 que a frota em circulação do Estado de São Paulo fosse só cerca de 7, 150 milhões de veículos¹⁰. Destes, a frota de automóveis é cerca de 6, 065 milhões de veículos e a frota de ônibus/microônibus é cerca de 68,8 mil veículos.

Em relação aos veículos de carga, a frota de caminhões em circulação é de 389,6 mil veículos, a frota de caminhões leves é cerca de 97,7 mil veículos, enquanto a de caminhões semipesados é cerca de 85,4 mil veículos e por último a de extrapesados ronda os 54, 8 mil veículos.

Em termos nacionais, estima-se que esta frota de pesados (caminhões) tenha a seguinte idade média em anos:

Quadro 7
Idade Média da Frota de Caminhões em circulação em 31/12/96

[anos]

Classe	Idade Média
Leve	10,9
Médio	17,3
Semipesado	11,3
Pesado	12,1
Extrapesado	5,6
Média Ponderada	12,6

Fonte: "Frota Brasileira de Veículos Rodoviários" – SEPLATEC, 1997

¹⁰ " admitindo-se os veículos vendidos ao mercado interno no ano de 1996 e retirando-se, ano a ano, os veículos sucateados, de acordo com os coeficientes calculados para cada categoria de veículos" – in "Frota Brasileira de Veículos Rodoviários" – SEPLATEC, 1997

Verifica-se que o aumento do registo de veículos de passeio confirma o acréscimo de 30% da taxa de motorização de veículos na Região Metropolitana de São Paulo entre 1987 (141 veículos/1000 hab.) e 1997 (184 veículos/1000hab.).

Em termos de volume diário médio anual (Tráfego Médio Diário Anual – TMDA), para os três sub-sistemas foram apurados os seguintes valores:

Quadro 10
Tráfego Diário Médio Anual

Sistema	[veículos]					
	1993		1995		%	
	TDMA	Máx.	TDMA	Máx.	TDMA	Máx.
SAI (km 32) – Riacho G.	11 453	46 392	14 351	42 220	25%	-9%
SAI (km 32) – Piratininga	18 543	98 211	20 232	93 412	9%	-5%
SAB (km 39) – Perú	12 942	20 650	11 567	19 490	-11%	-6%
Campo Limpo	23 893	50 579	33 394	62 062	40%	23%
SAB (km 77) – Vinhedo	12 660	34 256	17 268	41 135	36%	20%
(km 82) - Valinhos	10 047	14 861	11 190	16 123	11%	8%
SIT (km 32) – Pista Leste	14 586	37 382	16 069*	38 263*	10%	2%
Pista Oeste	14 352	39 378	15 849*	35 473*	10%	-10%
SIT (km 59) – Pista Leste	6 409	25 009	7 073*	6 547*	10%	-74%
Pista Oeste	5 896	25 028	25 668*	23 047*	335%	-8%

* Na portagem (pedágio) de Itaquaquecetuba, não se registaram valores comparáveis em 1995 no sentido Itaquá/São Paulo (a partir de 13.06.95, volume unidirecional na pista leste, pelo que o volume de tráfego corresponde ao somatório do registo em 1994.

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.23, 37,63, 73

Em termos de composição média do tráfego de veículos comerciais no sub-sistema SAI, existem as seguintes variações por número de eixos:

Quadro 11
Distribuição do volume de tráfego por categoria no S.Anchieta-Imigrantes (SP150)

Ano	Passeio	Comercial						Total
		[veículos]						
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Soma	
1990	2 951 832	279 038	267 813	79 224	208 981	7 744	842 800	3 794 632
1995	4 109 622	327 769	277 047	194 328	312 495	16 760	1 128 399	5 238 021

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág. 22

Quadro 12

Distribuição do volume de tráfego por categoria no S.Anchieta-Imigrantes (SP160)

Ano	Passeio	Comercial						Soma	[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Total		
1990	5 296 440	362 722	238 745	58 572	222 685	26 631	909 355	6 205 795	
1995	6 356 791	325 188	208 193	134 093	319 458	40 843	1 027 775	7 384 566	

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.22

No sub-sistema Anhanguera/Bandeirantes, registaram-se ao km 32 e ao km 77 (e 82) variações significativas da composição média de tráfego, como se pode verificar nos quadros seguintes:

Quadro 13

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Anhanguera-Bandeirantes (SP330)

Ano	Passeio	Comercial						Soma	[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Total		
1990	2 798 804	780 131	737 469	64 383	160 167	1 555	1 743 705	4 542 509	
1995	3 223 140	484 569	334 057	66 379	105 189	8 681	998 875	4 222 015	

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pag.36 (km 32 - Perua)

Quadro 14

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Anhanguera-Bandeirantes (SP330)

Ano	Passeio	Comercial						Soma	[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Total		
1990	6 159 168	640 943	631 053	61 178	223 892	44 744	1 601 810	7 760 978	
1995	9 494 687	1 062 134	915 160	314 672	360 670	41 402	2 69 038	12 188 725	

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.36 (km 32 - Campo Limpo)

Portanto, nos mesmos itinerários do SP330, mas num raio mais afastado do centro de São Paulo, têm-se os seguintes volumes de tráfegos, com a seguinte composição média:

Quadro 15

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Anhanguera-Bandeirantes (SP330)

Ano	Passeio	Comercial						Soma	[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Total		
1990	2 718 359	740 264	736 568	63 257	138 723	957	1 679 769	4 398 128	
1995	3 291 564	380 947	273 624	52 251	78 097	7 874	792 793	4 084 357	

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.46 (km82 - Valinhos)

Quadro 16

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Anhanguera-Bandeirantes (SP348)

Ano	Passeio	Comercial						[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Soma	Total
1990	3 459 690	362 568	396 237	44 797	172 382	33 474	1 009 458	4 469 148
1995	5 135 963	458 056	373 466	138 138	174 718	22 621	1 166 999	6 302 962

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.46 (km77 - Vinhedo)

Para o sub-sistema Trabalhadores, com serviço de ligação ao Rio de Janeiro, a composição média do tráfego tem a seguinte composição:

Quadro 17

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Trabalhadores (SP070)

Ano	Passeio	Comercial						[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Soma	Total
1990	4 955 432	329 239	151 331	24 585	34 525	2 656	542 336	5 497 768
1995	6 963 891	412 453	168 615	45 688	50 874	2 273	679 903	7 643 794

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.62 (km32 - Pista Leste)

Quadro 18

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Trabalhadores (SP070)

Ano	Passeio	Comercial						[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Soma	Total
1990	4 787 346	363 884	180 440	32 095	53 846	3 299	633 564	5 420 910
1995	3 089 684	205 382	100 833	28 129	32 575	2 223	369 142	3 458 826

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.62 (km 32 - Pista Oeste)

Ao quilómetro 59, no Posto de Guararema, registou-se a seguinte composição média de tráfego, por sentido:

Quadro 19

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Trabalhadores (SP070)

Ano	Passeio	Comercial						[veículos]
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Soma	Total
1990	2 232 666	93 451	65 420	6 104	26 304	2 115	193 394	2 426 060
1995	1 452 907	56 314	36 037	9 787	16 439	698	119 275	1 572 182

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.72 (km59 - Pista Leste)

Quadro 20

Distribuição do vol. de tráfego/categoria no S.Trabalhadores (SP070)

[veículos]

Ano	Passeio	Comercial						Total
		VC (2)	VC(3)	VC(4)	VC(5)	VC(6)	Soma	
1990	2 093 389	87 680	48 655	7 666	20 454	1 872	166 327	2 259 716
1995	3 112 078	135 159	70 038	18 451	32 092	2 658	258 398	3 370 476

Fonte: DERSA, Boletim Anual de estatística de 1995, pág.72 (km59 – Pista Leste)

Quadro 23

Indicadores de serviço oferecido no ano de 1997

Indicador	Diadema	Guarulhos	Maua	St. André	S. Bernardo	S. Caetano	São Paulo	São Paulo*
Ônibus								
Veic. DU	140	494	140	312	272	51	10 760	3 462
10 ³ KmsDU	ND	120,114	38,54	78,890	77,81	10,614	2 406,855	937,890
Vel.Com. [km/h]	15	ND	17	ND	20	40	14	ND
Consumo [km/l]	-	2,63	-	-	2,39	2,50	-	-
Convencional	2,32	-	2,50	2,56	-	2,50	2,50	2,40
Padron	1,92	2,63	2,00	-	-	-	2,20	1,84
Micro-Ônibus	-	-	-	7,69	-	-	-	-
Articulados	-	-	-	-	-	-	1,40	1,64
Gaz	-	-	-	-	-	-	2,00	-
Outros	-	-	-	-	-	-	-	3,45

* Região Metropolitana – sistema intermunicipal

** Posição de novembro do ano

Fonte: ANTP, 1997

Em relação à evolução da procura, confirma-se o crescimento só nas cidades de Guarulhos e de São Bernardo do Campo, enquanto nas restantes cidades se verificam quebras e alguma permanência na utilização destes serviços.

Quadro 24

Evolução da Procura do Serviço Público de ônibus

[10⁶ Pass. Transp.]

Cidades	1993	1994	1995	1996	1997
Diadema	27,6	24,1	ND	ND	14,445
Guarulhos a)	48,04	59,28	64,46	68,40	61,88
Maua	ND	29,03	ND	ND	20,14
Sto. André a)	88,40	66,54	72,22	67,65	64,69
S. Bernardo a)	53,74	55,80	61,40	58,53	60,50
S. Caetano	9,93	8,64	9,76	8,79	8,00
São Paulo	1 826,06	1 821,65	1,965,75	1 823,71	1 611,02**
São Paulo*	368,30	400,10	466,40	453,60	484,96

a) cidades com mais de 600 mil habitantes.

* Região Metropolitana – sistema intermunicipal – corredor ABD

** Posição de novembro do ano

Fonte: ANTP, 1997

Quadro 25

Características da Procura de serviço ônibus no ano de 1997

Indicador	Diadema	Guarulhos	Maua	St. André	S. Bernardo	S. Cactano	São Paulo	São Paulo*
Ônibus								
10 ³ Passag. DU	46,70	247,52	90,0	206,51	191,64	21,47	5 337,8	1 530,09
10 ³ Passag. SA	30,22	ND	ND	140,02	150,61	21,56	3 275,03	1 091,83
10 ³ Passag. DO	16,67	ND	ND	77,33	87,60	24,64	2 013,86	674,39
Perc.Médio[km]	ND	ND	ND	ND	ND	6,0	20	ND
IPK[Pass./km]	ND	2,06	1,47	2,68	2,50	2,02	2,11	1,52**

* Região Metropolitana – sistema intermunicipal

** IPK comum; no corredor ABD é 5,45 (este corredor de trolebus liga 5 municípios(São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André e Mauá). Possui 3 terminais de integração e dos seus 33kms, 22 encontram-se eletrificados.

Fonte: ANTP, 1997

O sistema Ferroviário

As duas redes que compõem o sub-sistema ferroviário têm atualmente duas funções: a rede de Trem, de transporte regional e suburbano e a rede Metrô suburbano e urbano, comprometendo-se ambas com uma lógica de funcionamento da rede em termos de massificação dos fluxos entre a periferia e a cidade, onde aliás a taxa de emprego tem o maior valor (cerca de 1,5 a 2,0 emp./hab.). É mesmo ao longo dos eixos tradicionais das ferrovias e das rodovias penetrantes que se concentram também as maiores densidades de emprego.

Estas duas redes funcionam praticamente entre as 04H00 e as 24H00 (Trem) e as 05H00 e as 24H00 (Metrô), tendo as seguintes características físicas e tecnológicas:

Quadro 26

Características físicas e tecnológicas das redes ferroviárias

Ano: 1997

Rede	Extº [km]	Bitola [mm]	Est [n]	Tracção [Vec]	Sinalização	Frota		Frota Discl		Frota Total	Consumo Energia[kWh]
						Elecª		Mo t	Carr		
						Mo t	Car r				
CPTM						149	693	2	-	919	190 234
Linha A/D	109	1600	40	3000	ATC/CTC						-
Linha B	42	1000/1600	44	3000	ATC/TCS						-
Linha C	36	1000/1600	26	3000	ATC/TCS						-
Linha E e F	83	1600	35	3000	CTC						-
Metrô						88	528	-	-	679	244 455
Azul*	16,7	1600	32	750	ATC/AIO						105 508
Verde**	4,7	1600	10	750	ATC/AIO						20 721
Vermelha	22,2	1600	35	750	ATC/AIO						118 226

* dos quais 13,5 km são subterrâneos e 3,3 km são elevados

** dos quais 14,0 km são à superfície, 5,7 km em subterrâneo e 2,5 km são em elevado

Fonte: ANTP, 1997

Os serviços de oferta destas duas redes podem ser analisadas nos quadros seguintes:

Quadro 27

Serviço de oferta por modo ferroviário

Ano: 1997

Modo	Intervalo [seg.] D.U.		Capacidade [lugares]		Veículo em Serviço		Oferta de Serviço	
	PPM	PPT	PPM	PPT	PPM	PPT	[10 ⁶ veic.k m]	[10 ⁶ lug.km]
Trem								
Linha A/D	720	720	10 326	10 283	20	20	25,533	7,295
Linha B	480	540	19 255	15 599	16	17	23,009	9,357
Linha C	1080	1080	4 159	6 043	4	4	11,474	2,333
Linha E/F	720	720	18 766	16 284	24	24	24,937	6,234
Metrô								
Azul	117	119	45 400	44 650	39	39	26,151	6 433,212
Verde	183	185	29 000	28 700	7	7	5,154	1 267,884
Vermelha	111	117	52 800	50 100	42	42	37,288	10 117,395

Fonte: ANTP, 1997

A velocidade média da rede de Trem é cerca de 40 km/h, de acordo com as velocidades médias registadas por linha: A/D (42,0km/h); B (38,0km/h); linha C (44,0km/h) e linha E/F (42,0km/h). A velocidade média do Metrô, apresenta também velocidades

Rede Trolebus

A tecnologia de Trolebus explora duas redes: uma municipal de São Paulo e outra no corredor intermunicipal do ABD, ligando Ferrazópolis a Mauá (nos limites do município de São Paulo) e a Piraporinha, passando por São Bernardo do Campo.

As características físicas, operacionais e tecnológicas destas duas redes podem ser evidenciadas pelo quadro seguinte:

Quadro 29

Características físicas, operacionais e tecnológicas da rede de Trolebus

Ano: 1997

Rede	Instalada [km]	Linhas [km]	Carreiras [n]	Frota Operacion al [veículos]	Idade média [anos]	Subestação [n]	Potência Instalada [kW]	Consumo Energia [10 ³ kWh]
Metropolit ^a	24,5	55,5	5	66	6,0	13	6 550	10 867,3
Urbana	279	802	23	473	17	38	59 000	62 105,5

Fonte: ANTP, 1997

A evolução de oferta e procura destas duas redes, evidencia um reforço da oferta que não é seguido pela procura. Esta relação deve ser analisada, em particular nas questões que podem ser mais evidenciadas pela evolução das características da mobilidade. No caso urbano, no entanto, as particularidades desta rede devem ser analisadas no contexto de procura de coerência de rede e de integração urbanística.

Quadro 30

Evolução da oferta e procura na rede metropolitana e urbana de Trolebus

Rede Trolebus	1993	1994	1995	1996	1997
Metropolitana					
Oferta [10 ³ V.km]	3 596,6	3 379,8	3 458,1	3 523,3	4 199,6
Procura [10 ³ Pass.]	60 467,8	61 846,1	10 700	10 639,5	12 530,8
Urbana					
Oferta [10 ³ V.km]	20 456,0	17 892,0	19 173,0	22 189,1	25 335,4
Procura [10 ³ Pass.]	55 825,0	51 067,0	52 977,0	48 105,7	47 929,3

Fonte: ANTP, 1997

Breve análise dos operadores

Foram analisados 74 operadores de ônibus, dos quais apenas dois são públicos, sendo os restantes privados¹¹. Os Municípios abrangidos são: Diadema, Guarulhos, Mauá, S. André, S. Bernardo, S. Caetano, S. Paulo e o operador do corredor ABD.

Estes operadores exploram uma rede com 26.470 Km (não se obteve a extensão da rede de Mauá nem do corredor ABB), dos quais 21.395 correspondem ao município de São Paulo. Desta rede, apenas 256 km são em corredor bus (dos quais 165 em São Paulo).

Só se obtiveram dados econômicos de exploração de 1997 para São Caetano e para São Paulo. No primeiro a receita tarifária cobre 80% dos custos; no segundo a cobertura é de 76%.

Existem duas empresas que exploram redes de trolebus. A EMTU tem uma rede de 55,5 km e as suas receitas começaram a cobrir os custos a partir de 1996. Em 1997 a cobertura era de 1,58. Já a empresa SPTrans, que explora uma rede de 802 km, tem uma taxa de cobertura muito baixa: 46%.

A receita tarifária da empresa que explora os trens (CPTM) cobre apenas 58% dos custos operacionais. A empresa de Metrô cobre marginalmente os custos com a receita das tarifas.

A tarifa básica de ônibus passou, em média, de 0,7 em 1995 para 0,85 em 1996 e para 1 Real em 1997. Trata-se de aumentos de 21% (1996) e de 17% (1997).

Um bilhete unitário nas linhas A, D, E e F da CPTM custava em 1997 0,9 Reais. Nas linhas B e C custava 1,25. Não se dispões de valores de outros anos. A empresa de Metrô cobrava 1,25 Reais pelo seu bilhete unitário e não se dispõe de valores para as empresas de Trolebus.

Parece observar-se dois fenômenos típicos das empresas de transporte público urbano: encarecimento dos títulos de transporte e degradação da sua situação financeira.

¹¹ Anuário ANTP dos Transportes, 1997

2.4.3 A procura de transporte

Os dados globais evidenciam, antes do mais, uma quebra do índice de mobilidade da população, ou seja, o número de viagens por habitante. Não parece tratar-se todavia de uma menor necessidade de mobilidade. Observando a evolução da renda em USD constata-se que, entre 1977 e 1987, as famílias perderam 38%, recuperando em 1997 para níveis próximos de vinte anos atrás. Este empobrecimento relativo ter-se-á traduzido pela diminuição do número de viagens motorizadas por habitante, com correlativo crescimento das deslocações a pé.

Constata-se que o ritmo de crescimento das viagens motorizadas e dos empregos diminuiu no período. Em termos de circulação e transporte, há a evidenciar que, apesar de na cidade de São Paulo se concentrar o parque automóvel, a utilização do TC é onde é mais intensa, ao contrário das restantes sub-regiões em que as viagens em TI predominam na repartição modal. Confirma-se uma queda das viagens realizadas em TC/ônibus, apesar de este ser ainda o modo TC mais usado.

Assiste-se a uma permanente queda da quota de mercado do Transporte Coletivo para o automóvel – de 68% em 1967 para cerca de 50% em 1997.

Quadro 31

Renda, emprego, matrículas, viagens, frota, mobilidade e taxa de motorização da AMSP

Indicador	Ref ^o :	1967	1977	1987	1997
População	(x1000)	7 097	10 273	14 248	16 792
Taxa de crescimento	(% a.a.)	-	3,77	3,33	1,66
Renda Média Familiar	(SM)	4,7	6,9	10,5	14,0
	(US\$) ¹	925	1 493	923	1 520
Empregos totais	(x1000)	-	3 960	5 6476	6 959
Matrículas escolares	(x1000)	1 088	2 523	3 676	5 011
Viagens diárias int.mot.	(x1000)	7 163	15 758	18 750	20 620
Viagens diárias int.TC	(x1000)	4 894	9 759	10 455	10 472
Viagens diárias int.TI	(x1000)	2 293	6 240	8 295	10 148
ViagensTC (rep.modal)	(%)	68,10	61,00	55,76	50,79
Frota de automóveis	(x1000)	493	1 384	2 014	3 095
Índice de Mobilidade ²	(%)	1,01	1,53	1,32	1,23
Taxa de Motorização	(%) ³	70	135	141	184

1 – Dólar de Out. 1997

2 – número de viagens motorizadas por habitante

3 – número de automóveis por 1000 habitantes

Fonte: Plano Integrado de Transportes Urbanos

As taxas de motorização cresceram em todas as sub-regiões, em particular no Centro e no Sudeste (acima da média metropolitana). Das viagens diárias que vêm diminuindo, no entanto a participação das viagens em TI vêm aumentando: 32% em 1967, 39% em 1977, 45% em 1987 e 49% em 1997, explicando em parte a queda das viagens em ônibus. Nas sub-regiões Oeste, Sudeste e Leste existe mesmo uma predominância das viagens em TI, também elas relacionadas com o aumento da renda média familiar. No entanto, é de evidenciar outro aspecto: as maiores alterações modais ocorreram nos segmentos de renda mais baixa.

Quadro 32

Características sócio-econômicas e de viagem por sub-região da RM São Paulo

Ano: 1997

Sub-região	Área [ha]	Características sócio-econômicas				Viagens diárias produzidas (x1000)			
		População (x1000)	Densidade [hab/ha]	Emprego (x 1000)	Renda média (SM)	Colectivo (x 1000)	Individual (x1000)	A pé (x 1000)	Total (x 1000)
Sudoeste	113	584	5,17	237	8,8	263	195	412	870
Oeste	93	1 605	17,26	644	11,2	842	870	1 024	2 736
Norte	74	368	4,97	138	7,6	182	106	277	565
Nordeste	79	1 107	14,01	441	11,6	535	544	815	1 894
Leste	208	1 011	4,86	370	8,6	403	531	723	1 657
Sudeste	84	2 260	26,90	879	12,1	1 215	1 477	1 402	4 094
Centro	154	9 875	64,01	4 250	15,6	7 032	6 424	6 158	19 614
AMSP	805	16 792	20,86	6 959	14,0	10 472	10 147	10 811	31 430

Fonte: Plano Integrado de Transportes Urbanos

Os motivos obrigatórios, continuam a ser os principais responsáveis pelas viagens realizadas a nível metropolitano, sendo que o tempo médio das viagens permanece constante no período de 1987 a 1997.

Quadro 33

Viagens Internas diárias por motivo e por modo de transporte da RM São Paulo

Ano: 1997

Modo Principal	Motivo da viagem								
	indústria	Trabalho Comércio	Serviço	Total	Educação	Compras Saúde	Lazer	Outros	Total
Metrô	71	203	772	1 046	193	178	93	186	1 696
Trem	149	90	249	488	40	42	22	56	648
Ônibus	956	798	2 428	4 182	1 708	763	466	809	7 928
Lotação	14	15	40	69	57	31	11	32	200
T.Colectivo	1190	1 106	3 489	5 785	1 998	1 014	592	1 083	10 472
Auto	616	998	2 480	4 094	2 245	1 021	1 055	1 222	9 637
Táxi	2	8	24	34	8	39	9	14	104
Moto	11	14	87	112	10	7	9	9	147
Outros	36	28	118	182	21	15	16	26	260
T.Indiv.	665	1 048	2 709	4 422	2 284	1 082	1 089	1 271	10 148
A pé	424	653	1 578	2 655	6 359	497	492	809	10 812
T.Viagens	2 279	2 807	7 776	12 862	12 862	2 593	2 173	3 163	31 432

Fonte: Plano Integrado de Transportes Urbanos

Fluxos de tráfego

Dos fluxos de tráfego registados nas entradas na região metropolitana de São Paulo, os eixos principais (tipo A) representam 91% do tráfego rodoviário, sendo eixo rodoviário dos Bandeirantes o que apresenta maior volume de circulação diário (63 700 veículos), ou seja, cerca de 20% do total, enquanto o menor tráfego é na Rodovia de Salesópolis SP88, com 390 veículos/dia. Em termos de composição média de tráfego, 61% são automóveis, 36% são caminhões e 3% autocarros de passageiros.

Na rodovia Ayrton-Sena, a composição média de tráfego é 74% em automóvel, enquanto nas rodovias Presidente Dutra e Régis Bittencourt são os caminhões com maior volume de circulação: 66% e 69%.

A rodovia com maior partição de ônibus é a estrada Velha de Campinas, com 6% do total de veículos. Em valores absolutos é a rodovia dos Bandeirantes a que apresenta maior volume de circulação em ônibus, cerca de 1500 autocarros.

Viagens

Na linha de cordão, das viagens observadas, cerca de 338 mil são efetuadas em automóveis e táxis; cerca de 100 mil em caminhões, 224 mil em autocarros de passageiros e 5 mil em trem de longa distância. Dessas viagens, 32% têm origem no município de São Paulo, 17% nos restantes municípios da AMSP e 44% do tráfego tem origem nos restantes municípios do estado de São Paulo. Cerca de 7% doutras regiões do Brasil e apenas 0,05% fora do Brasil.- ver figura 26 e 27 (viagens por motivo e por modo rodoviário e ferroviário). A figura 28 mostra a intensidade horária das viagens que intersectam a linha de cordão.

Por comparação com o ano de 1987, pode-se evidenciar o seguinte: as viagens realizadas em automóveis e táxis foram 178 mil, tendo havido portanto um crescimento de 90%. Das 178 mil viagens, cerca de 9% atravessavam a AMSP, atualmente essas viagens subiram para 338 mil e só 4% atravessam a AMSP. A taxa de ocupação dos automóveis era de 1,97 caindo agora para 1,70.

Matriz Origem- Destino

Quadro 34
Matriz O/D modo auto e táxi

[viagens]

Origem	Destino					Total
	1	2	3	4	5	
1 - Município São Paulo	-	3 123	104 418	7 782	-	115 323
2 - Região Metropolitana SP	3 728	6 718	46 821	2 223	-	59 491
3 - Cidades Estado São Paulo	91 244	49 662	9 560	1 002	-	151 468
4 - Estados do Brasil	7 165	2 691	1 202	630	-	11 688
5 - Exterior	5	-	-	-	-	5
Total	102 143	62 194	162 001	11 638	-	337 976

Fonte: "Síntese das Informações Domiciliar e Linha de Contorno" - STM, Governo do Estado de São Paulo, Metrô e BNDES, fev. 1999

Das viagens realizadas em ônibus, cerca de 33% são geração própria do município de São Paulo, 15% da AMSP e 42% noutras localidades do Estado de São Paulo e 10% apenas noutros Estados. O número de viagens que atravessam a AMSP são cerca de 17 mil. A ocupação dos ônibus diminuiu em comparação com 1987.

Quadro 35
Matriz O/D modo ônibus

Origem	Destino					[viagens]
	1	2	3	4	5	Total
1 - Município São Paulo	-	1 973	54 312	17 802	574	74 660
2 - Região Metropolitana SP	700	1 415	25 535	5 081	57	32 789
3 - Cidades Estado São Paulo	53 474	32 213	4 500	3 777	-	93 965
4 - Estados do Brasil	10 419	3 999	4 335	3 314	39	22 105
5 - Exterior	-	-	108	109	-	217
Total	64 592	39 600	88 790	30 082	670	223 735

Fonte: "Síntese das Informações Domiciliar e Linha de Contorno" - STM, Governo do Estado de São Paulo, Metrô e BNDES, fev. 1999

As viagens realizadas em Trem de longo curso diminuiram em cerca de 52%.

Quadro 36
Matriz O/D modo Trem

Origem	Destino					[viagens]
	1	2	3	4	5	Total
1 - Município São Paulo	-	-	1 686	51	-	1 737
2 - Região Metropolitana SP	-	-	1 065	36	-	1 101
3 - Cidades Estado São Paulo	1 579	748	17	43	-	2 387
4 - Estados do Brasil	63	4	7	-	-	74
5 - Exterior	-	-	-	-	-	-
Total	1 642	752	2 776	130	-	5 300

Fonte: "Síntese das Informações Domiciliar e Linha de Contorno" - STM, Governo do Estado de São Paulo, Metrô e BNDES, fev. 1999

3. OS EFEITOS DA AUTOMÓVEL DEPENDÊNCIA

3.1 Emissões de gases poluentes

3.1.1 Metodologia para simular os efeitos do tráfego no ambiente

O mapa de fluxos mostra os passos dados para simular os impactos do tráfego na quantidade de emissões de gases para a atmosfera. Ele sintetiza o modelo automático de cálculo construído para este estudo e é utilizado também para projetar as situações futuras em função de vários cenários. No Anexo I o modelo é apresentado com maior detalhe.

Deve-se salientar à partida que a informação de base que foi necessário utilizar foi recolhida de documentos diferentes produzidos por diversas entidades e respeitantes a anos diferentes. Alguns números provêm diretamente de inquéritos e assumem-se como adequados. Outros vêm citados em estudos que não referem os critérios e métodos de cálculo e que, portanto, deverão ser assumidos com prudência. Dado o prazo muito reduzido para a elaboração do presente trabalho, não foi possível proceder a maiores investigações no terreno, pelo que foram assumidos alguns pressupostos e encontrados métodos expeditos para o preenchimento de lacunas.

Trata-se de um modelo de simulação que transforma veículos – quilómetro em energia e em emissões. As variáveis são classificadas em *dados*, *variáveis exógenas* e *variáveis endógenas*. Os *dados* são informações geralmente históricas – frota atual, sua composição, vendas de combustíveis, tabelas de conversão de unidades de energia, etc. As *variáveis endógenas* são as *emissões* e os *consumos de energia dos transportes rodoviários*. As *exógenas* são variáveis instrumentais que refletem as políticas seguidas (ou a sua ausência).

Os pontos de partida são (i) o crescimento da população, (ii) o Índice de Mobilidade (viagens motorizadas por habitante), e (iii) a frota com a composição apresentada no quadro 40.

Assumiu-se em qualquer caso um crescimento constante da população. O Índice de mobilidade (IM) é uma variável instrumental que reflete dois fenômenos: as variações

3.1.2 Emissões específicas

Na análise que se segue selecionaram-se as emissões que maior efeito têm em termos de qualidade do ar: O Monóxido de Carbono, (CO) os Hidrocarbonetos, os Óxidos de Nitrogênio (NOx), os Óxidos de Enxofre (SOx) e os materiais particulados (MP).

As emissões específicas consideradas (quantidade de poluentes emitidos por cada quilometro percorrido) são as constantes do quadro seguinte.

Quadro 37
Fatores médios de emissão dos veículos em uso na AMSP em 1998. - emissões específicas

Fontes de Emissão	Tipo de veículo	Fatores de emissão (g/km)				
		CO	HC	NOx	SOx	MP
Tubo de escape	Gasool(gasolina+22%alcool)	15,8	1,6	0,9	0,16	0,08
	Álcool	16,9	1,9	1,2	-	-
	Diesel	17,8	2,9	1,3	1,13	0,81
	Táxi	15,8	1,6	0,9	0,16	0,08
	Motociclos e Similares	19,7	2,6	0,1	0,09	0,05
Emissões do Carter E Evaporativas	Gasool(gasolina+22%alcool)	-	2	-	-	-
	Álcool	-	1,5	-	-	-
	Motociclos e Similares	-	1,4	-	-	-
Pneus	Todos os tipos	-	-	-	-	0,07

fonte: Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1998

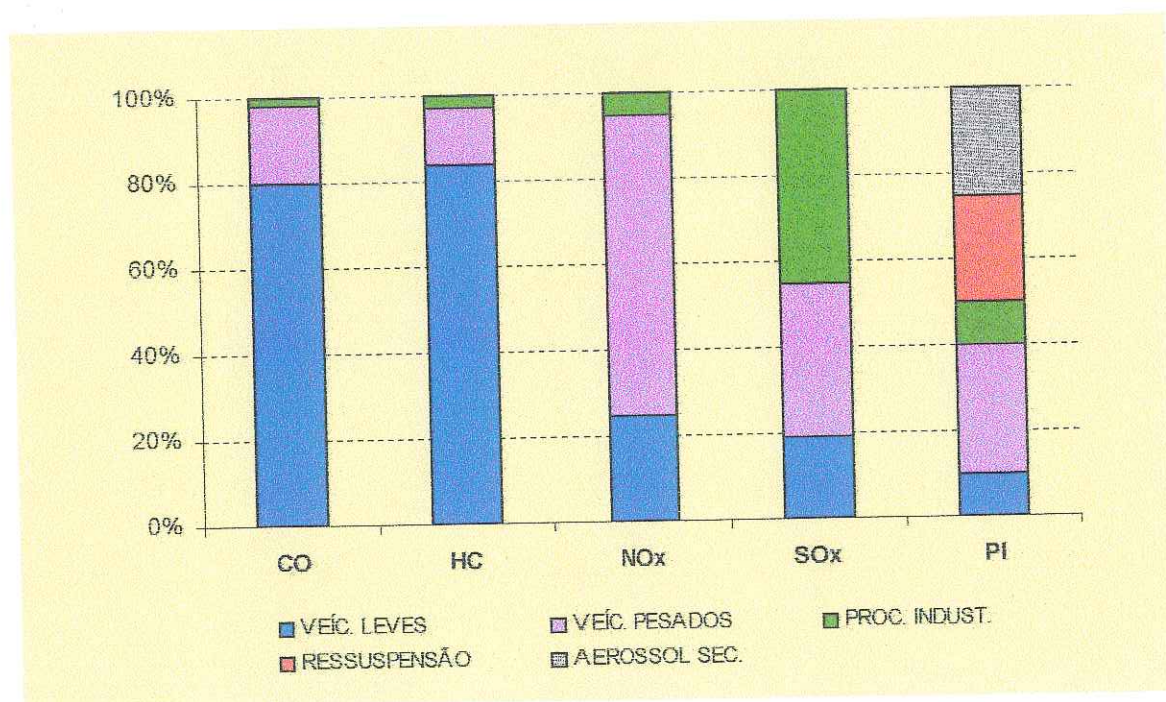
Trata-se de indicadores médios e que desconhecemos em que medida refletem a situação peculiar da AMSP, caracterizada por frotas com maior ou menor percentagem de veículos pesados, cilindradas, idades médias ou estado de conservação. Toda a análise feita a partir destes rácios poderá pecar, portanto, por inexata. Este aspecto é particularmente gravoso por não permitir simular os efeitos de ações sobre a qualidade dos combustíveis, sobre as tecnologias dos veículos ou sobre a sua idade média (políticas de rejuvenescimento da frota, por exemplo) Não existe, no entanto, e tanto quanto foi possível pesquisar, informação mais detalhada relativa à situação da AMSP.

Estes indicadores mostram sem dúvida que é pelo tubo de escape que as emissões de poluentes são mais significativas. Apenas no caso do Gasool (mistura de gasolina com álcool) as emissões de hidrocarbonetos do cárter e evaporativas (do depósito e durante o abastecimento) são superiores às emissões do tubo de escape.

O gasóleo (diesel) é o combustível que mais emissões específicas tem para qualquer um dos poluentes tratados, com exceção dos motocicletos e similares que emitem mais monóxido de carbono.

Comparando o álcool com o gasool é de notar que este (gasool) tem menores emissões específicas de monóxidos de carbono, hidrocarbonetos, e óxidos de Nitrogênio(nitrogênio). Em compensação o álcool não tem emissões nem de partículas nem de SOx (óxidos de enxofre).

Gráfico 1
Emissões relativas de poluentes por tipo de fontes.



fonte: Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1998

Em termos de contribuição dos vários setores da atividade para o total das emissões, constata-se que tanto nas emissões de CO, de HC (hidrocarbonetos), como dos NOx (óxidos de Nitrogênio), os veículos automóveis são responsáveis pela quase totalidade das emissões. De notar que no caso do CO e dos HC os veículos leves são responsáveis por mais de 80% das emissões.

Em termos totais de toneladas emitidas pelos veículos automóveis, para o ano de 1998, o gasool é responsável pela maioria das emissões de monóxido de carbono (CO) e de hidrocarbonetos (HC). O diesel é responsável pela maioria das emissões dos restantes poluentes (NOx, SOx, e partículas). Isto confirmar-se pela análise do Quadro seguinte. Apenas em relação ao material particulado os processos industriais e outros, têm um peso de 60%.

Quadro 38

Contribuição relativa das fontes de poluição do ar na AMSP em 1998

Fontes de Emissão		Poluente (%)				
		CO	HC	NOx	SOx	M.P.
Tubo de escape	Gasool	50	22	13	17	8
	Alcool	13	6	4		
	Diesel	23	15	78	48	32
	Taxi	3	1	1	1	
	Motociclos e similares	9	5		1	
Carter e Evaporativas	Gasool		27			
	Alcool		5			
	Motociclos e similares		3			
Operações de transf. de combustível	Gasool		12			
	Alcool		1			
Outros (industri + Aerosóis + ressuspensão de Partículas)		2	3	4	33	60
Total		100	100	100	100	100

3.1.3 Emissões do setor dos transportes - estimativa

O Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1998, (RQA) estima o volume de emissões para a Região Metropolitana de São Paulo devidas ao sistema de transportes (Quadro 39).

Quadro 39

Estimativa da emissão de fontes móveis de poluição do ar na AMSP em 1998

Fontes de Emissão	Emissão (1000 t / ano)					
	CO	HC	NOx	Sox	M P	
Tubo de escape	Gasool	875,2	88,8	47,1	8,9	4,4
	Alcool	219,6	24,6	15,2	-	-
	Diesel	393	64,0	28,7	24,9	17,8
	Taxi	52,8	5,4	2,9	0,5	0,3
	Motociclos e similares	163	21,6	1,2	0,7	0,4
	Total	1703	205	353	35	23
Carter e Evaporativas	Gasool	-	112,2	-	-	-
	Alcool	-	19,5	-	-	-
	Motociclos e similares	-	11,6	-	-	-
Pneus	todo o tipo	-	-	-	-	6,2
Operações de transf. De combustível	Gasool	-	51,8	-	-	-
	Alcool	-	6,0	-	-	-

fonte: Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1998

O Quadro 40 mostra as emissões calculadas pelo modelo e a sua comparação com as constantes do Relatório da Qualidade do Ar.

De uma forma geral o modelo conduz-nos a valores inferiores aos do Relatório. Os desvios mais significativos registam-se em relação a veículos Diesel e a motos, e são especialmente importantes nos NOx. Quanto aos veículos Diesel nota-se que a diferença em relação a qualquer dos poluentes é quase constante, o que parece indiciar a existência de erro sistemático. Dado que os veículos*dia no transporte de carga (camionetas e caminhões) foram contados no Rodoanel, os veículos que não o cruzem (deslocações fora – fora ou dentro – dentro do referido anel não terão sido considerados, podendo portanto ser, apesar de se ter introduzido no modelo uma correção para ponderar este fato, responsáveis por parte da diferença. Tratando-se, no entanto, de uma diferença sistemática, e dado que na construção de cenários o mais importante é

estabelecer um padrão relativo de agravamento ou melhoria, conclui-se pela validade da utilização do modelo.

Quadro 40

Comparação entre os valores de emissões do modelo e os do Relatório sobre a Qualidade do Ar

CO

COMBUSTÍVEL	MODELO	RELATÓRIO QUAL. AR	DIF. %
ALCOOL	182	220	21%
GASOLINA	610	875	43%
DIESEL	610	393	-36%
MOTOS	63	163	157%
TAXIS	(1)	53	
TOTAL	1.467	1.704	16%

HC

COMBUSTÍVEL	MODELO	RELATÓRIO QUAL. AR	DIF. %
ALCOOL	21	25	22%
GASOLINA	62	89	44%
DIESEL	18	64	259%
MOTOS	8	22	163%
TAXIS	(1)	5	
TOTAL	109	205	88%

NOx

COMBUSTÍVEL	MODELO	RELATÓRIO QUAL. AR	DIF. %
ALCOOL	13	15	16%
GASOLINA	35	47	35%
DIESEL	80	287	259%
TAXIS	(1)	3	
MOTOS	0	1	210%
TOTAL	128	353	176%

(1) - incluído em Automóveis

3.2 *Balanço energético do setor*

O Balanço Energético Nacional (BEN) apontava para o Estado de São Paulo, em 1996, um consumo total de energia no setor dos transportes de 14.892 milhares de Toneladas Equivalente Petróleo (TEP). Não apresentava os valores relativos à R. M. de São Paulo.

No entanto, dispomos da evolução das vendas de combustível para o Estado e para a RM sendo que, ao longo dos anos de 1983 a 1996 tais vendas na RM representam um peso entre 41,6% e 45,5% do total do Estado. Utilizando estes pesos anuais e aplicando-os ao consumo total de energia do Estado obteve-se uma estimativa de Balanço Energético da Região Metropolitana.

Estimou-se, assim, para 1996, um consumo de energia em transportes para a AMSP de 6433 mil TEP. A série cronológica de valores obtidos para a AMSP apresenta forte tendência linear, com uma taxa média de crescimento de 1992 a 1996 de 7,2%. Utilizando esta taxa média de crescimento estimou-se o valor de 1999 em 7.919 milhares de TEP, ou seja, um consumo energético em transportes de 331 milhões de GJ ou, ainda, admitindo a atual tendência de crescimento da população, de 19.128 MJ per capita.

Como forma de teste ao modelo construído procurou-se estimar o consumo de energia nos transportes a partir dos veículos – quilômetro por tipo de veículo e considerando consumos específicos característicos de cada tipo em ambiente congestionado, chegando-se a uma capitação de energia em 1999 de 19,263 MJ. Embora os valores não sejam totalmente coerentes (note-se que o modelo não inclui os consumos de outros modos de transporte não rodoviários, os quais deverão estar incluídos no balanço energético do setor) considera-se o resultado aproximativo e suficientemente satisfatório para efeitos de previsão já que a faz por excesso, o que é conservador quando se analisam as questões energéticas e ambientais.

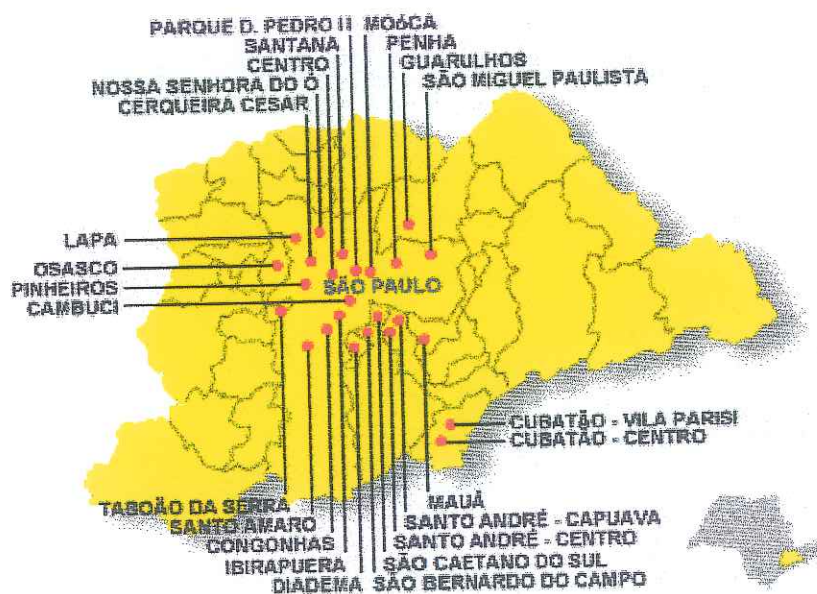
3.3 Qualidade do ar

Parâmetros de Qualidade do Ar

Na região metropolitana de São Paulo os dados de qualidade do ar são recolhidos pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) através de uma rede automática e duas redes manuais de monitorização.

A rede automática é composta por 24 estações de amostragem fixas, e 2 estações móveis. Vinte e dois locais de amostragem estão situados na AMSP e dois na área de Cubatão, conforme ilustrado no Mapa abaixo.

A rede atual mede os seguintes parâmetros: partículas inaláveis, dióxido de enxofre (SO₂) , óxidos de nitrogénio (NO_x), ozônio, monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), bem como os parâmetros meteorológicos direção do vento, velocidade do vento, umidade, temperatura, pressão e radiação solar.



Localização das Estações da Rede Automática.

Fonte <http://www.cetesb.br>

A rede manual da AMSP e Cubatão é composta por 8 estações de amostragem, que medem dióxido de enxofre e fumaça, e 11 estações que medem partículas totais em suspensão, sendo todas as medidas efetuadas a cada seis dias.

A rede operada (não automática) é composta por 19 estações que medem, a cada seis dias, dióxido de enxofre e fumaça nos seguintes municípios: Campinas, Paulínia, Americana, Limeira, Jundiaí, Araras, Mogi-Guaçu, Taubaté, São José dos Campos, Sorocaba, Votorantim, Itu, Ribeirão Preto, Franca, Araraquara, São Carlos e Santos.

Padrões de Qualidade do Ar

Um padrão de qualidade do ar define legalmente o limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar baseiam-se em estudos científicos sobre os efeitos produzidos pelos poluentes. São fixados níveis de concentração máxima de poluente que proporcionam uma margem de segurança adequada, garantindo assim que caso sejam cumpridos, a saúde e o bem estar das pessoas não são prejudicados.

Encontra-se em anexo os Padrões de Qualidade do ar Nacionais e Estaduais. São também apresentados em anexo os padrões de qualidade do ar adotados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América e os níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde para os principais poluentes.

Índice de qualidade do ar

De modo a simplificar a leitura dos poluentes atmosféricos foi construído um índice geral de qualidade do ar que agrega os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre, partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, fumaça, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Para efeitos de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso. Deste modo o índice reflete a qualidade do ar em geral, tendo em conta os padrões de qualidade do ar para cada um dos poluentes.

Avaliação da Qualidade do Ar

Depois de calculado o valor do índice, o ar recebe uma qualificação, feita conforme o Quadro 44.

No mesmo Quadro são apresentados os critérios de definição das faixas, os números que definem as mudanças de faixa para cada poluente (pontos de inflexão nas funções segmentadas), assim como uma descrição geral de efeitos sobre a saúde e precauções recomendadas.

A ultrapassagem do padrão de qualidade do ar é identificada pela qualidade inadequada (índice maior que 100). A qualidade má (índice maior ou igual a 200) indica a ultrapassagem do nível de atenção, a péssima indica a ultrapassagem do nível de alerta, e a crítica é assinalado pela a ultrapassagem do nível de emergência.

Quadro 44-- Estrutura do índice de qualidade do ar

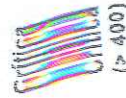
Qualificação/ Índice	Nível de Qualidade do Ar	Produto da Média de SO ₂ x PTS					Fumaça Média 24 h µg/m ³	CO Média 8 h ppm	O ₃ Média 1 h µg/m ³	NO ₂ Média 1 h µg/m ³	Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde
		SO ₂ Média 24 h µg/m ³	PTS Média 24 h µg/m ³	PI Média 24 h µg/m ³	PI Média 24 h µg/m ³	PI Média 24 h µg/m ³					
0											
Bom (0 - 50)											
50	50% PQAR	80(a)	80(a)	50(a)	60(a)	4,5	100(a)				
Regular (51 - 100)											
100	PQAR	365	240	150	150	9,0	320			Leve agravamento de sintomas pessoas suscetíveis, com sinto- de irritação na população sadia	
Inadequada (101 - 199)											
200	ATENÇÃO	800	375	250	250	15,0	1130			Decréscimo da resistência fisi- e significativo agravamento d- sintomas em pessoas com en- midades cardíaco-respiratórias.	
Má (200 - 299)											
300	ALERTA	1600	625	420	420	30,0	2260			Aparcimento prematuro de cel- doenças, além de significati- agravamento de sintomas em pessoas saudáveis	
Péssima (300 - 399)											
400	EMERGENCIA	2100	875	500	500	40,0	3000			Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acus- sintomas adversos que afetam !	
500	CRÍTICO	2620	1000	600	600	50,0	3750				

(a) - PQAR anual

CO - monóxido de carbono
O₃ - ozônio
NO₂ - dióxido de nitrogênio

SO₂ - dióxido de enxofre
PTS - partículas totais em suspensão
PI - partículas inaláveis

fonte: Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1998



Qualidade do ar na diferentes estações

Com base no Relatório de Qualidade do Ar na Região de São Paulo é possível identificar as zonas mais e menos problemáticas da região metropolitana, em função das estações de monitorização existentes.

É importante lembrar que os resultados obtidos pelo monitoramento refletem não somente as variações na emissão quer das fontes móveis, quer das fixas mas também as condições meteorológicas observadas no ano. Assim os resultados obtidos em 98 em termos de concentração foram influenciados por uma condição meteorológica média mais favorável à dispersão dos poluentes do que nos anos anteriores.

No Quadro 45 apresenta-se o índice de qualidade do ar por estação para o ano de 1998. A origem deste índice é o boletim diário de qualidade do ar, cujo período de medição é das 16h do dia anterior às 15h do dia em questão.

Quadro 45
Distribuição do Índice geral diário - 1998

Estação	Boa		Regular		Inadequada		Má		Péssima		Crítica	
	freq	%	freq	%	Freq	%	Freq	%	freq	%	freq	%
Mauá	160	46,8	153	44,7	22	6,4	7	2,0	0	0	0	0
São Caetano do Sul	148	41,7	175	49,3	26	7,3	6	1,7	0	0	0	0
Ibirapuera	151	41,7	183	50,6	22	6,1	6	1,7	0	0	0	0
Moóca	174	51,2	155	45,6	9	2,6	2	0,6	0	0	0	0
Cubatão-centro	215	63,6	114	33,7	7	2,1	2	0,6	0	0	0	0
S.Miguel Paulista	95	26,1	264	72,5	4	1,1	1	0,3	0	0	0	0
Cubatão-V.Parisi	54	16,4	237	72,0	38	11,6	0	0,0	0	0	0	0
P.D.Pedro II	128	37,6	200	58,8	12	3,5	0	0,0	0	0	0	0
Congonhas	48	13,5	298	83,7	10	2,8	0	0,0	0	0	0	0
Osasco	147	40,6	205	56,6	10	2,8	0	0,0	0	0	0	0
S. André-Centro	225	70,3	88	27,5	7	2,2	0	0,0	0	0	0	0
Centro	105	28,9	253	69,7	5	1,4	0	0,0	0	0	0	0
Santo Amaro*	73	56,6	52	40,3	4	3,1	0	0,0	0	0	0	0
São Bernardo Campo	177	55,1	142	44,2	2	0,6	0	0,0	0	0	0	0
Taboão da Serra	203	61,1	127	38,3	2	0,6	0	0,0	0	0	0	0
Guarulhos	30	9,9	273	89,8	1	0,3	0	0,0	0	0	0	0
Cerqueira César	162	47,2	180	52,5	1	0,3	0	0,0	0	0	0	0
Diadema	55	17,9	252	82,1	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0
S. André-Capuava	188	53,3	165	46,7	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0
Nossa Sra.do Ó	196	63,2	114	36,8	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0
Lapa	241	71,1	98	28,9	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0
Penha	264	76,1	83	23,9	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0
Cambuci	216	76,1	68	23,9	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0
Santana*	3	7,1	39	92,9	0	0,0	0	0,0	0	0	0	0

Obs: As percentagens foram calculadas em relação ao total de dias monitorizados e a frequência é expressa em dias.

*Não atende ao critério de representatividade

fonte: Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1998

Como se pode observar na tabela as estações que apresentam o pior índice de qualidade do ar - *qualidade má* - são Mauá, São Caetano Ibirapuera, Moóca, Cubatão-centro e S.Miguel Paulista. Quase todas as estações apresentam uma qualidade do ar *inadequada*, o que equivale a dizer que as concentrações dos poluentes atmosféricos nestas estações ultrapassaram, pelo menos um dia, as concentrações estabelecidas pelos padrões de qualidade do ar. Somente as estações de Diadema, S. André - Capuava, Nossa Sr.^a do Ó, Lapa, Penha Cambuci e Santana apresentam uma qualidade do ar em conformidade com o padrão de qualidade do ar estabelecido.

Realça-se, no entanto, que a distribuição do índice geral diário, constante do quadro 45, deve atender à representatividade dos parâmetros de qualidade do ar, de acordo com a sua influência na saúde e características conducentes à sua formação. Assim, e por exemplo, o ozônio é um parâmetro importante em relação aos efeitos sobre a saúde e, como tal parâmetro é usado, sempre que medido, como referência, as medições não devem ser tomadas em estações localizadas em zonas de grande circulação de tráfego onde haja emissões de NO_x e Compostos Orgânicos Voláteis (COV) por fontes fixas, dada a natureza da sua formação. Só as estações localizadas na periferia de tais emissões e que medem o ozônio são representativas. Face ao exposto, a construção do Quadro 45 deve atender à natureza e qualidade (representatividade relativa) dos parâmetros usados na construção do índice geral.

3.4 Sinistralidade rodoviária

A sinistralidade rodoviária na Grande São Paulo atinge valores extraordinariamente elevados. Em 1994 foram mortos 1621 pedestres, enquanto que em Nova Iorque se registavam 271 e em Tóquio 43 pedestres mortos¹².

No tráfego morrem anualmente 17 pessoas por cem mil habitantes, contra, por exemplo, menos de 3 nos Estados Unidos.

De acordo com a fonte citada, dos mortos 60% são pedestres, o que ilustra o conflito entre a circulação rodoviária e pedonal.

O índice de severidade mostra também a violência do mesmo conflito: por cada 44 passageiros de automóveis feridos há um morto enquanto que por cada 9 pedestres sinistrados um morre. De notar ainda que os acidentes atingem com especial incidência população jovem e produtiva.

¹² Ver "Por um Transporte Sustentável"

3.5 *Qualidade de vida urbana*

A estrutura econômica, social e urbana da Grande São Paulo gerou a existência de uma população marginal elevada (2 a 3 milhões de pessoas abaixo do limiar absoluto de pobreza) criadora de fatores de insegurança pessoal que constitui incentivo objetivo à maior utilização do transporte individual e desincentivo à utilização do transporte coletivo.

Como reação à insegurança a população com emprego tende a isolar-se, com prejuízo da vida comunitária.

Por outro lado, são as classes sociais de mais baixa renda que são mais penalizadas. De acordo com o diagnóstico feito no PITU, em 1997 as pessoas com renda familiar menor que 10 salários mínimos têm menor oportunidade de viagem (2,3 vezes menor do que a população de alta renda), perdem mais tempo para se deslocar, e o tempo despendido por viagem é 32% maior do que o tempo gasto pelos mais ricos. A velocidade média do transporte coletivo é metade da do transporte individual.

São Paulo está entre as dez cidades mais poluídas, apresentando, de acordo com a CETESB, uma atmosfera com uma qualidade do ar que excede o padrão cerca de 140 dias do ano. Uma entre cada 9 mortes de fetos ocorridos na cidade é resultado dos efeitos da poluição (estudos epidemiológicos realizados pelos pesquisadores do Laboratório de Poluição Atmosférica da Faculdade de Medicina da USP). Segundo a mesma fonte os Óxidos de Nitrogênio são responsáveis em cada ano pela morte de 300 crianças na capital.

Finalmente, regista-se que, só no ano de 1994, foram gastos cerca de 205 mil Toneladas de asfalto (DNC, apud GEIPOT, p.214) e em média são gastos cerca de 1 bilhão de USD por ano em construção, conservação e sinalização de vias. E, no entanto, não se pode afirmar que o sistema esteja a produzir resultados positivos: as filas de congestionamento com cerca de 85,1 km no PPM e de cerca de 124 km no PPT, bateram alguns recordes históricos (no PPM, com 164 km em 20 de Novembro de 1996 e 242 km no PPT, em 28 de Junho desse mesmo ano). Estima-se que o congestionamento ocasione um desperdício de cerca de 2,4 milhões de Horas/dia gastas

nas deslocações, o equivalente a 5 biliões de US\$ (dados da ANTP, 1997). Estas condições de circulação são também especialmente gravosas em termos de emissões de gases poluentes, de qualidade do ar e de exposição directa das pessoas que ocupam os veículos aos mesmos.

4. UM QUADRO PROSPECTIVO

O modelo de simulação apresentado no capítulo anterior permite estimar o volume de emissões face a situações alternativas da organização do sistema de transportes.

Testaram-se dois cenários extremos: o primeiro, designado por *linha de tendência*, procura retratar o que acontecerá se nada mais se fizer, isto é, as melhorias introduzidas nos motores e na qualidade dos combustíveis tendem para um limite o qual, devido ao crescimento da *automóvel dependência*, (utilização mais intensiva de uma frota explosivamente crescente) se traduzirá na estabilização das emissões específicas ao nível atual e no aumento dos volumes totais de emissões. O segundo cenário, que designamos de *pró-ativo*, implica uma melhoria das emissões específicas médias (por introdução, por exemplo, de combustíveis mais amigos do ambiente) e diminuição forte das emissões globais devido ao uso mais generalizado de transportes coletivos e redução da própria necessidade de deslocação por via de um melhor uso e ocupação do solo.

Os cenários construídos não mais são do que situações extremas que servem tão somente para mostrar a sensibilidade da qualidade do ar às políticas de transporte.

4.1 A linha de tendência

Dadas as incertezas relativas às transformações do futuro mais distante, optou-se por estabelecer o quadro para 2005 e para 2010.

A linha de tendência é aquilo que irá acontecer se nada se alterar na política do setor e se aquilo que explicou o passado recente continuar no futuro atuando da mesma forma. São Paulo é uma grande metrópole mundial e o comportamento tendencial das grandes metrópoles mundiais *automóvel - dependentes* é hoje sobejamente conhecido. Em termos de dinâmica urbana e de sistema de transportes São Paulo está hoje trilhando o caminho que outros grandes centros, como as cidades do Estados Unidos da América, percorreram em anos anteriores, onde o espalhar da mancha urbana (*sprawl*) se fez de forma a tornar os transportes públicos coletivos ineficazes, pelo que é legítimo supor

que as macro – tendências daqueles se irão manifestar nesta Região. Aliás, já se estão manifestando.

O *cenário base* ou *linha de tendência* pressupõe, antes do mais:

- (i) Crescimento da população de acordo com a tendência da última década.
- (ii) Crescimento anual do PRB da AMSP ao ritmo de 3%.
- (iii) Melhoria da repartição da renda (mais 1% ao ano a favor das camadas menos favorecidas).
- (iv) Investimentos em infraestruturas rodoviárias no sistema radial e circular, mas não em modais de transporte de alta capacidade.
- (v) Ausência de políticas de urbanismo, ambiente e transportes que visem melhorar, de forma estrutural, a mobilidade, acessibilidades, e qualidade do ar.
- (vi) Estabilização, ao nível atual, da tendência decrescente que se verificou nos últimos anos em relação às emissões específicas. Isto significa que, apesar de melhorias recentes na tecnologia dos veículos, as quais não decorrem de alterações estruturais ao nível da indústria automóvel brasileira, o processo é limitado e neutralizado nos seus ganhos pelo crescimento da taxa de motorização.
- (vii) Não se altera o perfil atual da indústria de refinação de combustíveis, nem se inverte a tendência para o aparecimento no mercado de combustíveis falsificados.

Caracterização do cenário em termos de modais

Em tal situação o aumento da renda traduzir-se-á no aumento da mobilidade motorizada pela recuperação de franjas da população que, com a crise anterior, foi remetida para deslocamentos a pé. O parque e o uso do automóvel tenderão a aumentar, com uma repartição modal cada vez mais favorável ao transporte individual. As franjas mais débeis entretanto conquistadas às deslocamentos a pé irão engrossar os passageiros das “peruas” e “lotações”, mantendo-se a forte dinâmica de degradação dos transportes

públicos coletivos - situação financeira dos operadores mais degradada e envelhecimento das frotas.

Os *percursos médios* dos automóveis tenderão a aumentar (periferização e desarticulação crescente entre as zonas de emprego, de lazer e de residência) com tempo crescente despendido em trânsito congestionado. O número de ocupantes por viatura automóvel tenderá a diminuir - cada membro do agregado familiar de média e alta renda tende a ter o seu próprio carro que utiliza para as suas próprias deslocações. As motos serão uma solução de transporte individual bem adaptada ao congestionamento crescente, pelo que a sua utilização irá aumentar, seja em número, seja em termos de percursos médios. No transporte de mercadorias as frotas (próprias e públicas) crescerão mais do que as mercadorias a transportar para fazer face ao aumento dos tempos de percurso - congestionamento.

Caracterização do cenário em relação aos combustíveis

Como se referiu nos pressupostos do cenário, não se considera a existência de melhoria na qualidade dos combustíveis por referência à situação atual. A queda tendencial do número de veículos a álcool mantém-se. O gás natural irá entrando no mercado mas de forma lenta já que, não havendo políticas ativas para a sua difusão e dado o preço elevado do investimento em frota, não se dará uma entrada em força.

Caracterização do cenário em termos de tecnologia

A indústria brasileira de fabrico de automóvel, que sofria de atraso estrutural, tem vindo a conhecer uma forte evolução no sentido da produção de veículos de maior eficiência energética e ambiental. Desde 1993 o catalizador é obrigatório em todas as viaturas, a gasolina com chumbo desapareceu do mercado e é a esta evolução tecnológica que se fica devendo a estagnação das emissões de gases poluentes apesar do crescimento da posse e uso de automóvel. A construção do cenário faz-se mantendo os níveis médios de emissões que se verifica atualmente, o que pressupõe a estagnação da renovação tecnológica aos níveis atuais.

Neste quadro, devido ao aumento intenso do uso de transporte individual e retração do transporte público coletivo, as emissões tendem a agravar-se para níveis surpreendentes, com as emissões de CO e de HC multiplicadas por um fator de 2,3 e as de NOx

duplicando. Do ponto de vista energético, o consumo per capita de energia em transporte rodoviário passará dos atuais 19,3 MJ para cerca de 40 MJ em 2010.

Quadro 46

Cenário tendencial: nada fazer

Emissões de Monóxido de Carbono

Combustível	1000 ton CO		
	1999	2005	2010
Gás Natural		2	7
Alcool	182	131	94
Gasolina	610	1128	1797
Diesel	109	161	210
Motos	64	96	130
Total	965	1 518	2 238

Quadro 47

Cenário tendencial: nada fazer

Emissões de Hidrocarbonetos

Combustível	1000 ton HC		
	1999	2005	2010
Gás Natural		0.3	1
Alcool	20	15	10
Gasolina	62	115	183
Diesel	18	26	34
Motos	8	12	17
total	108	168	245

Quadro 48

Cenário tendencial: nada fazer

Emissões de Óxidos de Nitrogénio

Combustível	1000 ton NOx		
	1999	2005	2010
Gás Natural		1	3
Alcool	13	9	7
Gasolina	35	64	102
Diesel	80	119	154
Motos	0,3	0,5	0,7
total	128	194	267

4.2. Um futuro que resultará das decisões de hoje: o cenário pró - ativo

Balizado aquilo que mais provavelmente acontecerá se deixarmos as coisas acontecerem sem que uma ação de fundo ocorra, vamos simular a realidade futura se um conjunto de políticas voluntaristas for posta em prática.

Os pressupostos de base são os seguintes:

- (i) Crescimento da população como no cenário 1.
- (ii) Crescimento anual do PRB da AMSP ao ritmo de 3%, tal como no cenário 1;
- (iii) Melhoria da repartição da renda (mais 1% ao ano a favor das camadas menos favorecidas), tal como no cenário 1;
- (iv) Investimentos em infraestruturas rodoviárias no sistema radial e circular, mas agora também em modais de transporte de alta capacidade, isto é, será levado à prática a expansão da rede de metrô e da rede de trem, e eventualmente o trolebus será complementado com uma rede de metrô ligeiro de superfície. Uma rede de parques de estacionamento automóvel em zonas periféricas de interface com transporte público será criada.
- (v) O problema da insegurança no transporte coletivo será resolvido.
- (vi) A política de urbanismo tenderá a melhorar o uso do solo, favorecendo o aparecimento de pólos onde a residência, o trabalho e o lazer estarão integrados.
- (vii) Acelerada entrada do gás natural como combustível dos transportes rodoviários, tirando partido das condições orográficas muito favoráveis da AMSP.

Caracterização do cenário em termos de modais

A melhoria relativa das condições de vida das classes de menor renda, tal como no cenário anterior, vai-se traduzir por um aumento do Índice de Mobilidade (viagens motorizadas por habitante). já que pessoas que estavam remetidas para as deslocções

pedestres por falta de recursos deverão ser reconquistadas para o sistema de transportes. Em contrapartida diminuirá a necessidade de deslocação por via do melhor ordenamento do espaço urbano. Assim, após um crescimento inicial do Índice de Mobilidade, prevê-se a sua diminuição progressiva.

Uma oferta de transporte coletivo de melhor qualidade atrairá muitos dos atuais e potenciais "automóvel dependentes" levando a uma repartição modal favorável ao TC. Para tal os modais de alta capacidade serão desenvolvidos dentro das suas vocações específicas: o trem para os percursos maiores, o metrô ligando de forma eficiente a periferia ao centro, um eventual metrô de superfície assegurando o periurbano em zonas que concentrem populações com cerca de 500,000 habitantes, e uma rede de ônibus complementar aos modais de grande capacidade.

A construção de significativo número de parques de estacionamento junto a estações de interface metrô / trem, /ônibus / metrô de superfície será essencial para dissuadir a entrada de automóveis no centro.

Estabelece-se como meta a atingir a longo prazo uma repartição modal próxima da de 1977 - 60% das viagens em Transporte Coletivo e 40% em individual - devendo o metrô ganhar mais 2 milhões de novos passageiros (novos ou transferidos), o trem mais 1,1 milhões e o Ônibus 1,3¹³.

As motos tenderão a diminuir os seus percursos médios. Quanto ao transporte de carga, admitindo o crescimento do volume de mercadorias a transportar ao ritmo do crescimento do Produto, melhores condições de circulação e melhor organização do espaço, será de prever uma diminuição do percurso médio e menores necessidades de crescimento da frota pela sua melhor utilização.

Finalmente, admite-se uma entrada rápida do gás natural no sistema de transportes rodoviários, mais forte nos ônibus e caminhões e mais lenta nos automóveis e camionetas.

Esta opção induzirá um efeito significativo de evolução tecnológica da indústria automóvel do Brasil e levará São Paulo a posicionar-se ao nível de muitas cidades

¹³ Pressupostos do estudo "Por um transporte sustentável"

européias quanto ao consumo deste combustível que será um dos principais fatores de travagem da degradação ambiental.

Para correr o modelo admitiu-se que as medidas começariam a ser implementadas a curto prazo (p.ex., rodovias circulares, extensão do metrô, aumento da cobertura territorial dos operadores de TC, criação de incentivos a um melhor uso e ocupação do solo, etc.) mas seus efeitos não se poderão fazer sentir antes de decorrido o prazo de construção e de alteração de hábitos sociais. O ponto de viragem surge entre 2003 e 2004. Aí as velocidades de circulação rodoviária aumentam, permitindo melhor utilização das frotas. Os percursos médios começam a diminuir – efeito do melhor ordenamento urbano – e a transferência modal começa a ser importante. Sublinhe-se, no entanto, que sem que se resolva a questão da segurança pessoal dos passageiros nenhuma transferência do TI para o TC é credível. Esta é, aliás, uma das conclusões de um inquérito às preferências declaradas, em que os inquiridos colocam esta questão claramente na primeira linha das suas preocupações.

O modelo mostra ainda uma quebra grande do consumo de energia, que passará de 19 MJ per capita em 1999 para 10,7 MJ em 2010.

Os resultados da matriz energética no ambiente surge retratada nos quadros seguintes.

Quadro 49
Cenário pró-ativo
Emissões de Monóxido de Carbono

Combustível	<i>1000 ton CO</i>		
	1999	2005	2010
Alcool	182	102	61
Gasolina	610	501	360
Gás Nat.	-	21	20
Diesel	109	58	35
Motos	64	56	58
Total	965	739	544

Quadro 47
Cenário pró-ativo

Emissões de Hidrocarbonetos

Combustível	1000 ton HC		
	1999	2005	2010
Alcool	20	11	6
Gasolina	62	48	32
Gás Nat.	-	3	3
Diesel	18	9	5
Motos	8	7	8
Total	108	78	56

Quadro 48

Cenário pró - ativo

Emissões de Óxidos de Nitrogênio

Combustível	1000 ton NOx		
	1999	2005	2010
Alcool	13	7	4
Gasolina	35	26	16
Gás Nat.	-	10	15
Diesel	80	41	22
Motos	0,3	0,3	0,3
total	128	84	57

Este cenário retrata uma situação ideal, com a reconquista de uma qualidade do ar há muito esquecida em São Paulo. As emissões dos gases estudados passarão para cerca de 50% dos valores registrados atualmente e para valores em torno dos 20% do que acontecerá se nada se fizer.

Sem dúvida que análises mais detalhadas são necessárias, nomeadamente utilizando modelos de simulação mais potentes e informação a ser recolhida por pesquisas (inquéritos) definidos para o efeito.

No entanto os resultados provisórios obtidos são animadores e poderão constituir incentivo a tomadas de decisão corajosas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

É hoje evidente que a situação ambiental que se vive em São Paulo é insustentável e que algo deverá ser feito para inverter a tendência para uma situação de caos que perigosamente se avizinha.

Mas São Paulo é apenas mais um caso de cidade enorme que vem conhecendo um crescimento insustentável. A situação é, infelizmente, comum, e existe hoje um pouco por todo o lado a consciência deste problema que é de tal modo grande e urgente que tem vindo a mobilizar o esforço de académicos, de políticos, de agências multi-laterais e da sociedade civil em geral. De tanto que se tem experimentado já não fica muito espaço para o imprevisto. Hoje importa refletir na experiência do mundo neste domínio e evitar os erros que caracterizaram ações passadas.

Parece claro que muitos dos problemas ambientais que a Região hoje enfrenta decorrem de um padrão de estruturação urbana progressivamente mais dependente do automóvel, como vários indicadores o demonstram. A tendência centrífuga de residência das pessoas, afastando-se dos seus locais de trabalho, a concentração de indústrias, de atividades comerciais e de serviços em pólos, a fraca densidade populacional nas novas zonas de residência, são fatores que penalizam o transporte coletivo e tornam o automóvel imprescindível nas deslocações diárias. E o automóvel é a grande fonte dos problemas ambientais que hoje se vivem e que tendem para se agravar.

No entanto, a indústria automóvel tem sido reconhecidamente um fator de progresso e a generalização da sua posse e uso uma satisfação de anseios psicológicos de amplas camadas da população. Por isso, recusamos aqui o discurso "fundamentalista" anti - automóvel que está destinado à galeria das inutilidades. Não se pretende exorcizar o automóvel como fonte de todos os males. Pretende-se, isso sim, diminuir a *automóvel dependência* do cidadão comum e dispor de um automóvel menos agressivo do ponto de vista ambiental para as deslocações que nele se continuam a efetuar. O automóvel continuará a representar um espaço de liberdade individual, mas ele tem de ser mais amigo do ambiente e, simultaneamente, representar uma escolha entre alternativas motivadoras e com grau semelhante de efetividade.

No presente trabalho vimos o que tenderá a acontecer se nada se fizer. Por inércia, caminhamos para níveis irrespiráveis de vida urbana. Mas um outro futuro para a Cidade ficou delineado no cenário pró - ativo. A Cidade Sustentável é possível, mas isso exige uma política clara e corajosa.

Até aos anos 90 as grandes cidades procuraram resolver o problema da *automóvel dependência* através da construção de mais e mais infraestruturas rodoviárias. Parece haver evidência hoje que novos eixos rodoviários de penetração na periferia, aliados ao encarecimento do solo na zona central, leva (i) as pessoas a irem morar cada vez mais longe dos seus lugares de trabalho; (ii) as famílias a terem de ter e de utilizar mais do que um automóvel; e (iii) os centros comerciais a se concentrarem em grandes espaços perto destas estradas. A consequência é o aumento dos percursos médios e do número de viagens (casa - emprego, compras, escolas, etc.). Face à situação de congestionamento permanente e conseqüente degradação da qualidade do ar, medidas pontuais tornadas permanente (caso do sistema Rodízio de São Paulo) criam efeitos perversos que as subvertem totalmente: por exemplo, a compra de outro carro, geralmente mais velho, para escapar às regras estabelecidas pelo sistema Rodízio, aumentando o parque, o dispêndio energético e as emissões.

Para combater a tendência e caminhar para o cenário mais favorável, as seguintes linhas de ação são recomendadas:

- 1) Melhoria da qualidade dos combustíveis atuais, situação importante em São Paulo onde, por exemplo, o gasóleo para veículos Diesel é de muito fraca qualidade. A título de referência apresenta-se no Anexo III documentação que mostra as características de qualidade de combustíveis atualmente em vigor no mercado europeu, as quais representam uma significativa evolução da qualidade face à atual oferta brasileira. Realça-se, no entanto, que a aplicação destas características dos combustíveis deve estar associada à evolução da indústria automóvel, que deve estar apta a fornecer ao mercado viaturas com tecnologia apropriada. A utilização do álcool em veículos especiais ou misturado na gasolina é uma medida importante que, infelizmente, parece estar a ser abandonada e cuja retoma se recomenda. Se as flutuações do mercado

internacional do açúcar estão na base da volatilidade dos preços do álcool combustível, não nos parece que a solução passe nem por sistemas de subsídio, que naturalmente destruiriam a veracidade dos preços e introduziriam enviesamentos no mercado, nem pelo abandono puro e simples de uma ação onde o Brasil foi pioneiro. Talvez que um Fundo de Estabilização do Preço alimentado, por exemplo, por uma eco-taxa lançada como diferencial sobre os preços dos combustíveis poluentes fosse uma forma de, por um lado endogeneizar as externalidades ambientais nos custos (perspetiva do poluidor pagador) e, por outro, intervir de forma eficiente no mercado garantindo o preço do álcool combustível sem prejudicar o produtor de cana.

O doseamento justo da aplicação do princípio do poluidor – pagador é um exercício complexo que tem vindo a dar origem a um esforço de análise por parte da Administração americana e europeia. Existem já algumas conclusões que têm vindo a ser aplicadas em países como a Alemanha, a Dinamarca, o Reino Unido ou o Estado da Califórnia, por exemplo. Uma taxa como a referida terá impactos sociais graves, em especial numa situação como a brasileira, com uma economia saindo de um processo de ajustamento. A avaliação desse impacto está claramente fora do âmbito do presente estudo. No entanto, o seu aparecimento, mesmo que de uma forma gradual, é um sinal importante que seria dado ao mercado no sentido mais correto, principalmente se essa taxa for mais pesada para os veículos de maior idade.

- 2) Diversificação da oferta de combustíveis por reforço da presença do gás natural. Nesta âmbito, deve dar-se prioridade ao seu consumo (i) nas frotas urbanas de transporte de passageiros e de mercadorias e serviços urbanos (recolha de resíduos caseiros, por exemplo); (ii) nas frotas privadas (empresariais) de de serviço de assistência e apoio; e (iii) nos veículos provados de utilização predominantemente urbana, sendo aplicável particularmente neste caso os veículos bi – fuel.

Saliente-se a indispensabilidade desta substituição de frotas assentar na renovação de veículos por unidades novas, uma vez que a conversão de viaturas para consumo de gás natural ser fortemente desaconselhada a nível internacional

sendo mesmo proibida em alguns países devido ao risco que a mesma representa para a segurança e ao elevado preço da transformação.

- 3) Melhorias na tecnologia dos veículos, como sejam a promoção da utilização de veículos de maior eficiência energética ou a imposição do uso de catalisadores. Esta medida assenta na acelerada renovação das frotas, porventura acentuando a dinâmica gerada pelo PROCONVE, e no desenvolvimento do controlo efetivo das viaturas através da implementação faseada de um esquema de inspeções periódicas, devendo a primeira fase abranger as frotas rodoviárias de transportes. Por outro lado a eficácia energética das viaturas deverá ser uma preocupação da indústria brasileira, que seria bom passasse a ter o veículo que consome 4,5 litros aos 100 km (22 km/litro) como *referência de mercado*, (na União Europeia a referência é 25 km por litro) tomando-se como adquirido que tais viaturas sairão de fábrica já equipadas com catalisadores.

Torna-se necessário referir aqui a importância de implementar uma metodologia de estímulo à renovação de frotas que:

- a) iniba o alargamento da vida das viaturas ineficientes e de elevado risco de segurança rodoviária;
- b) previna fraudes;
- c) seja tendencialmente neutra a nível da receita fiscal;
- d) seja indutora de benefícios na atividade econômica nacional.

Para este efeito, sugere-se:

- a criação de um prêmio de abate de viaturas, proporcional à sua idade, e que se reflita no custo final da viatura nova do seu proprietário;
- a entrega das viaturas abatidas por esta via a um Fundo que faça a gestão da venda desta sucata;
- a alteração do sistema fiscal por forma a beneficiar a aquisição de viaturas novas.

erradicada com um tratamento de fundo e este é a diminuição da necessidade de mobilidade e a *cura da automóvel dependência*..

As cidades norte americanas constituem hoje um excelente exemplo do que há de mau e do que há de bom: do lado negativo, são as cidades onde a automóvel dependência é máxima devido ao padrão de urbanização que se instalou no imediato pós guerra. Do lado positivo, há que referir que se trata das cidades onde soluções mais imaginativas estão a ser sistematicamente postas em ação. A investigação técnica e científica é hoje aí muito intensa, e na BIBLIOGRAFIA referem-se alguns autores mais significativos que vêm publicando abundante material sobre esta matéria. Certos bairros de cidades como S. Francisco, Boston ou Washington D.C. são laboratórios vivos onde novas experiências estão em curso. O que há de comum nessas experiências é: (1) reorganização do espaço, por forma a que uma grande parte das deslocações possam ser efetuadas a pé; (2) redescoberta do transporte público de massa, com o transporte ferroviário pesado vocacionado para servir as distâncias maiores e o metrô ligeiro (*light rail*) a servir deslocações dentro das periferias em áreas onde residam em torno de 400,000 habitantes, e entre estas e o modo pesado estruturante. (3) melhoria das infraestruturas rodoviárias em simultâneo com a criação de sistemas de pedágio de valor variável, mais pesado nas horas de maior movimento. (4) taxas sobre o estacionamento e a penetração no centro urbano (CBD). (5) Incentivos à evolução tecnológica (combustíveis e viaturas) no sentido mais *amigo do ambiente*.

BIBLIOGRAFIA

1. *Sobre Urbanismo, Transporte e Ambiente em São Paulo*

- ANTP, *Anuário dos Transportes Urbanos 1997*, São Paulo, 1997
- CETESB, *Plano de Controle da poluição por veículos em uso para o estado de São Paulo*, São Paulo, 1999
- CETESB, *Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo*, São Paulo, 1998
- DERSA, *Boletim Anual de Estatística*, DERSA, São Paulo, 1995
- EMPLASA, GESP, SPG, *Plano Metropolitano da Grande São Paulo 1994/2010*, EMLASA, São Paulo 1994.
- FERRAZ, C., MOTTA, R.S., *Automobile Pollution Control in Brazil*, Mimeo, 1997
- GESP, SMA, SE, *Inventário dos Gases de Efeito de Estufa*, São Paulo, 1997
- GESP, SMA, *Por um Transporte Sustentável – Documento de Discussão Pública*, São Paulo, 1997
- GESP, SETM, *PITU 2020 Plano Integrado de Transportes Urbanos para 2020, Síntese*, São Paulo, 1999
- GESP, STM, *METROPASS, Anexo 2-A5, Caracterização do Sistema Atual de Transporte na RMSP, Versão 01*, São Paulo, 1997
- GESP, STM, METRÔ, BNDES, *Pesquisa Origem – Destino 1997 RMSP, Síntese de Informações Domiciliar e Linha de Contorno*, São Paulo, 1999

2. *Sobre questões de urbanismo e transportes e modelização dos impactos ambientais dos transportes*

- BENFIELD, F.K., et all., *Once There Were Greenfields – How Urban Sprawl is Undermining America's Environment, Economy and Social Fabric*, New York, Natural Resources Defense Council, 1999, 215 p.
- BERNICK, M., CERVERO, R., *Transit Villages in the 21st Century*, New York, McGraw-Hill, 1996, 387 p.
- CERVERO, R., *The Transit Metropolis – a Global Inquiry*, Washington D.C, Island Press, 1998, 464 p.,
- DUANY, A. et all., *Suburban Nation, The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream*, New York, North Point Press, 2000, 290 p.
- DURNING, A.T., *The Car and the City*, Washington DC, Northwest Environment Watch, 1996, 73 p.
- GRATZ, R.B., MINTZ, N., *Cities, Back from the Edge, New Life for Downtown, USA*, John Wiley & Sons, Inc., 1998, 361p
- NEWMAN, P., KENWORTHY, J., *Sustainability and Cities – Overcoming Automobile Dependence*, Washington DC, Island Press, 1998, 443 p.
- OECD, *Towards Clean Transport*, OECE Documents, Paris, 1996
- ROSON, R., SMALL, K.A., *Environment and Transport in Economic Modeling*, Great Britain, Kluwer Academic Publishers, 1998, 232 p.
- WINSTON, C., SHIRLEY, C., *Alternate Route Toward Efficient Urban Transportation*, Washington DC, Brookings Institution Press, 1998, 126 p.

LISTA DE ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

AMSP	Área Metropolitana de São Paulo
ANTP	Associação Nacional de Transportes Públicos
CBD	Central Business District (<i>zona urbana hiper-central</i>)
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CO	Monóxido de Carbono
DNC	Departamento Nacional de Combustíveis
DERSA	Desenvolvimento Rodoviário, AS
EMPLASA	Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo, SA
EMTU	Empresa Metropolitana de Transporte Urbano
GESP	Governo do Estado de São Paulo
HC	Hidrocarbonetos
METRÔ	Companhia do Metropolitano de São Paulo
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
PITU	Programa Integrado de Transportes Urbanos para 2020
PRB	Produto Regional Bruto
SE	Secretaria de Estado de Energia, São Paulo
SMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SPG	Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão
SETM	Secretaria de Estado do Transporte Metropolitano
TC	Transporte Coletivo
TEP	Tonelada Equivalente Petróleo
TI	Transporte Individual
TMDA	Tráfego Médio Diário Anual
TP	Transporte Público
VC	Veículo Comercial
VK	Veículo x quilômetro

ANEXOS

ANEXO 1

O MODELO UTILIZADO PARA O CÁLCULO DAS EMISSÕES DE GASES POLUENTES

1. VEÍCULOS - KM

São calculados por tipo de veículo (automóvel, camioneta, caminhão, ônibus e moto) e por tipo de combustível (gás natural, álcool, gasolina com álcool e gasóleo)

1.1 Automóveis (Transporte Individual)

$$VK = POP * IM * Rep. Mod. / Pass. Viat. * PM$$

Com

POP: população residente

IM: Índice de Mobilidade, ou número de viagens motorizadas por habitante

Rep. Mod.: Percentagem de viagens em transporte individual em relação ao total de viagens motorizadas

Pass. Viat.: Número médio de passageiros por viatura em TI

PM: percurso médio

IM, Rep. Mod. Pass. Viat e PM são variáveis muito adequadas para refletir as opções de política urbana, de ambiente e de transportes. São portanto utilizadas como exógenas. A variável endógena VK é calculada para cada um dos tipos de combustível.

1.2 Veículos de carga

$$VK = NVD * 365 * PM$$

NVD (Número de viagens dia) é obtido por inquérito e o *PM* é estimado a partir das velocidades e dos tempos de viagem. *NVD* tende a acompanhar o crescimento econômico. O *PM* acompanhará a forma da expansão urbana. Por insuficiência de informação, não se distinguiu o *PM* entre Camionetas e Caminhões.

1.3 Ônibus

$$VK = \text{Frota} * (1 - TI) * NHD * 365 * VM$$

Com

Frota: número de ônibus existentes

TI: taxa de Imobilização Oficial

NHD: Número de horas operacionais por dia

VM: Velocidade Média

Não se dispo de taxas de ocupação médias das carreiras houve que estimar os VK a partir da informação disponível. A frota registrada nas estatísticas oficiais é muito elevada em relação à referida em diversos estudos: 75.000 contra valores entre os 11.000 e os 15.000. Optou-se, no entanto, por seguir os números oficiais.

1.4 Motos

$$VK = NM * PM$$

Apenas se conhece o número de motos registradas (*NM*). Arbitrou-se o percurso médio, *PM*, por analogia com outra grandes metrópoles.

2. BALANÇO ENERGÉTICO

A partir dos VK por tipo de veículo e tipo de combustível arbitraram-se consumos médios (litros por quilômetro) e converteu-se a tonelagem dos diferentes combustíveis a uma unidade comum: *Joules*.

3. EMISSÕES

EMISSÕES Gás X por Veículo tipo Y = EMISSÕES Gás X por KM * Veículos/km
Estudaram-se os gases CO, HC e NOx. Por não se dispor de informação mais detalhada, utilizaram-se tabelas de emissão por quilômetro que não distinguem nem a cilindrada nem o estado do veículo.

Esta simplificação não permite testar no modelo hipóteses de políticas sobre a qualidade dos combustíveis, rejuvenescimento da frota ou melhoria da sua tecnologia.

ANEXO II

OCDE - CONFERÊNCIA DO MÉXICO 1994

OS GRANDES TEMAS EM DEBATE

A Conferência decorreu na Cidade do México de 28 a 30 de Março de 1994. O tema central da Conferência prendeu-se à preocupação dos países membros da OCDE com o crescimento rápido do número de veículos existentes e da sua utilização, que leva a um peso crescente dos transportes no total de emissões de gases com impactos ambientais a nível local, regional e ainda em termos de mudança climática global.

A Conferência verificou que o número de veículos tem vindo a crescer a taxas superiores às do crescimento demográfico, devendo ter atingido os 500 milhões de unidades (veículos de duas rodas excluídos), representando os automóveis 80% do total. Em 2010, a manter-se a tendência de crescimento, a frota mundial atingirá o bilhão. Por outro lado o número de quilómetros percorridos por essa frota (veículos x quilómetro) está a crescer a ritmo mais rápido do que a própria frota, indicando um aumento da utilização dos veículos. As distâncias médias por viagem, embora crescentes, são atualmente similares entre os vários países (13 quilómetros). O que varia é o número de viagens / dia em automóvel: 3,9 nos Estados Unidos, 2,1 na Europa e 0,9 no Japão. Outra tendência de fundo é a substituição progressiva do transporte coletivo pelo individual. Por exemplo, em Londres, 68% das viagens são efetuadas em automóvel, contra 63% em 1984.

Também no transporte de mercadorias o modo rodoviário tem vindo a conquistar quota de mercado.

O transporte representa cerca de um terço do consumo de energia final nos países da OCDE. Por outro lado os veículos a motor são a causa principal de poluição do ar, chegando a representar 77% do total de emissões (caso da Cidade do México), com efeitos a nível local, regional e global.

Como causas principais para o crescimento do uso dos veículos motorizados foram apontadas as seguintes causas:

- crescimento do rendimento das famílias;
- densidade decrescente, nas zonas urbanas, na ocupação do território, levando à ineficácia do transporte coletivo e a uma maior dependência do automóvel. As alternativas ao automóvel são cada vez mais difíceis (a rua é cada vez mais desenhada para o uso de automóvel em detrimento dos pedestres ou bicicletas, e os transportes coletivos vêm diminuindo a sua oferta).
- Mudanças demográficas e de comportamentos (envelhecimento da população dos países da OCDE, com maior número de pessoas em idade de conduzir, diminuição do número de pessoas por casa, aumentando a necessidade de mais carros para as mesmas necessidades de transporte, entrada em força da mulher no mercado de trabalho, aparecimento de centros comerciais de grande dimensão concentrados em detrimento das pequenas lojas de bairro).
- Padrões psicológicos que tornam o automóvel ,

Ponderou a Conferência que existem dois caminhos, que são complementares, para contrariar esta evolução negativa: (i) tornar os motores mais benignos em termos ambientais e, (ii) reduzir, ou amortecer o crescimento, do uso de veículos.

Sintetizam-se de seguidas as medidas preconizadas para se caminhar no sentido da prossecução daqueles objetivos:

1. Medidas para reduzir os impactos do uso dos veículos motorizados que se mantêm na estrada

1.1 Programas de manutenção e de inspeção

Programas de inspeção periódica e de manutenção de veículos pode contribuir para manter os seus padrões de fábrica de eficiência energética e ambiental, evitando os efeitos negativos da degradação do estado de afinação e de funcionamento.

1.2 Melhorias tecnológicas

O período de 1970 a 1988 caracterizou-se pelas melhorias conseguidas ao nível da eficiência energética dos combustíveis e pelo controlo da poluição. No entanto assistiu-se, a partir de 1985, em especial na Europa e Japão, ao crescimento da potência, da dimensão, da velocidade dos veículos, e ainda do número de quilômetros por veículo, o que teve como consequência o apagar dos ganhos de eficiência dos combustíveis. Novas tendências de política se vêm desde então desenhando. O caso da Califórnia é um exemplo de regulamentação restritiva decididamente orientada para o controlo das emissões por via tecnológica: em 2003, em relação aos novos veículos a entrar no mercado, 75% deverão ser de “baixa emissão” (LEV), 15% de “ultra baixa emissão” (ULEV) e 10% serão de “emissão nula” ZEV).¹⁴

1.3 Melhorias nos combustíveis dos veículos de combustão interna

Registam-se melhorias de dois tipos: (i) reforma das gasolinas e óleo diesel, e (ii) novos combustíveis baseados no carbono, tais como o etanol, metanol, (geralmente sob a forma de gás comprimido – CNG), LPG, ou RME.

A principal “reforma” das gasolinas foi a retirada do chumbo. Outra é a progressiva redução de Compostos Orgânicos Voláteis (COV) e do CO através do uso de aditivos que promovem uma oxidação mais completa do fuel. O enxofre (S) tem vindo a ser retirado das emissões por hidrogenização

Entre os novos combustíveis merece especial destaque o Gás Natural, pelo seu muito baixo nível de emissões e pelo crescimento do seu uso, em especial em frotas urbanas pesadas.

1.4 Veículos e motores alternativos

Os *automóveis elétricos híbridos ultraleves*, também designados como *hipercarros* e *supercarros*, foram alvo de especial atenção. Tratava-se, por altura da Conferência de projetos em fase de demonstração, onde o objetivo *emissão zero* aparece como possível. Os projetos em análise combinam motores elétricos, por vezes complementados com

¹⁴ LEV: 3.400 g CO/m ilha, 0,2 g Nox/ milha; ULEV: 1700 g CO/ milha e 0,2 g Nox / milha

pequenos motores de explosão, com estruturas ultra-leves e sistemas de aproveitamento da energia desperdiçada (travagem, fricção, transmissão).

1.5 Reciclagem dos veículos em fim de vida

Os carros atualmente (e em anos anteriores) em fase de sucata não foram produzidos a pensar em reciclagem, pelo que os materiais usados são, de forma geral, de difícil reciclagem – plásticos, vidros e borrachas são as mais das vezes abandonados em aterros. O princípio da *responsabilidade do produtor* em relação aos resíduos do desmantelamento veio incentivar a utilização de materiais de fácil reciclagem.

2 Medidas para reduzir o uso de veículos motorizados

Embora a Conferência do México tenha estado focada nas questões de tecnologia, o desafio que a redução do uso de veículos representa, em especial do automóvel, prendeu a atenção dos conferencistas. Os principais tópicos analisados foram os seguintes.

2.1 Desenvolvimento do transporte público

Os veículos de transporte público, desde que operem com taxas de ocupação adequadas, apresentam uma eficiência energética e ambiental por passageiro - quilómetro muito superior à dos automóveis que transportam em média 1,2 a 1,3 passageiros. A promoção do transporte público passará por:

- Disponibilizar fundos para o TP, como forma de manter políticas tarifárias que o tornem atrativo e a permitir melhorias do nível de serviço.
- Melhorar a eficiência do transporte público maximizando o serviço oferecido para um dado nível de investimento.
- Melhorar os serviços ferroviários e rodoviários inter-cidades.
- Publicitar os serviços como forma de promover a adequação da procura aos níveis de oferta.

2.2 *Outras medidas*

Foram apresentadas novas tendências que, se apoiadas, poderão se traduzir numa diminuição das necessidades de mobilidade. É o caso do teletrabalho (trabalho em casa), hoje possível graças ao desenvolvimento das telecomunicações.

Referidas ainda medidas fiscais tendentes a aumentar o custo do uso do automóvel, como sejam os impostos sobre os veículos e combustíveis, pedágios e custo do estacionamento.

O re-ordenamento urbano, que permita que o cidadão desenvolva a maior parte de sua vida num espaço atingível por marcha a pé (footing distance) ou usando bicicleta, é uma tendência de fundo identificada na conferência.

ANEXO III

ESTOCOLMO: COMO O PLANEAMENTO URBANO PODE, DE FATO, REDUZIR A MOBILIDADE SEM POR EM CAUSA A LIBERDADE INDIVIDUAL A QUE UMA GRANDE TAXA DE MOTORIZAÇÃO TENDE A ESTAR ASSOCIADA¹⁵

Estocolmo é uma cidade de 720,000 habitantes, metade dos quais vivendo no centro e outra metade na periferia. Estamos abordando o caso de um dos países mais ricos do mundo, que registava em 1995 um rendimento per capita de US\$18,200 e também uma das mais elevadas taxas de motorização: 420 automóveis por 1,000 habitantes. De entre as maiores 52 companhias a operar na Suécia (mais de 5,000 empregados) 40 tinham, nesse ano, sedes na região de Estocolmo. A região da capital é plana e propiciadora de um crescimento urbano do tipo americano (*sprawl*), de baixas densidades de ocupação do território e um conseqüente padrão de automóvel dependência. Tal não ocorreu e importa estudar porquê. E a resposta é uma só: planeamento urbano.

Este planeamento urbano não é apenas (embora também o seja) um ato deliberado de administrações autárquicas recentes. Em 1904 o Município começou a comprar terra pensando em necessidades futuras de expansão urbana, e em 1988 possuía 70% dos 188 km² dentro dos limites da cidade e, ainda, 600 km² de terra fora dos limites urbanos. Por outro lado, no período do pós guerra, que coincide com a industrialização intensiva da Suécia, associada a uma grande entrada de imigrantes e uma escassez de habitação, o Governo Social – Democrata iniciou uma campanha de construção habitações em novas cidades satélite dentro de padrões de urbanização que pressupunham o uso de transporte público. A estratégia de desenvolvimento urbano aparece claramente enunciada no Plano Markelius (1945 – 1952) que, partindo do princípio de que a sub-urbanização era inevitável, estabeleceu o conceito de cidade satélite com uma densidade de ocupação tal que a maioria dos seus habitantes residissem a uma distância da estação de metro susceptível de ser feita a pé. A primeira geração de cidades – satélite foi feita procurando evitar a existência de *cidades – dormitório*. Para tal houve a preocupação de distribuir os empregos e escritórios pelas cidades – satélite de forma proporcional ao número de residentes, ou seja, encontrar um equilíbrio entre empregos e residentes. Isto foi possível graças à propriedade pública do solo, que permitiu criar sistemas de

incentivos à localização de atividades econômicas. Neste Plano 45 – 52 surge ainda a preocupação de evitar cidades satélite totalmente autônomas que perdessem as naturais interações com o centro histórico. Para tal foi criada a *regra das metades*: metade dos residentes deveria trabalhar fora do novo centro e metade da força de trabalho da nova cidade deveria ser proveniente de fora do novo espaço urbano. Ou seja, em vez de serem novas cidades totalmente autosuficientes, como alguns urbanistas preconizavam na época, se criou o conceito de *half containment*.

O *tunnelbana*, sistema de metrô em parte subterrâneo mas a céu aberto nas zonas periféricas, constitui a espinha dorsal deste modelo de urbanização. Com um desenho radial, tem 110 quilômetros de extensão e 100 estações. Ele foi sempre construído em avanço em relação à futura ocupação humana, e foi necessário, naturalmente, suportar elevados défices de exploração até à estabilização da procura. Mas o que existe de comum em relação a estas cidades satélite é que o terminal do *tunnelbana* fica numa praça pedonal onde coexistem cafés, lojas de pequeno comércio, escolas e manifestações de vida coletiva, e os residentes localizam-se num círculo cujo raio que está a dez minutos a pé da praça central. Os residentes que voltam do seu trabalho fora da nova cidade saem do metrô entrando na praça onde podem fazer as compras diárias para suas casas, para onde se dirigem a pé. De manhã, levam a pé suas crianças para a escola e entram na estação do *tunnelbana*. Assim se diminui a necessidade de uso de transporte individual, o qual, dada a enorme taxa de motorização, fica sossegado em casa até ao Sábado e Domingo, dias em que a ocupação de tempo livre se potencia com a utilização do automóvel.

De fato, metade dos empregados se movimenta de comboio ou de ônibus, e o uso do automóvel, medido em veículos * quilómetro tem vindo a decrescer, a pesar da subida da taxa de motorização. Entre 1980 e 1990 foi talvez a única cidade que registrou uma descida *per capita* da utilização do automóvel. – uma perda de 229 quilómetros em automóvel por habitante.

¹⁵ O presente texto está fortemente baseado no capítulo 4 da obra *The Transit Metropolis*, citado na bibliografia

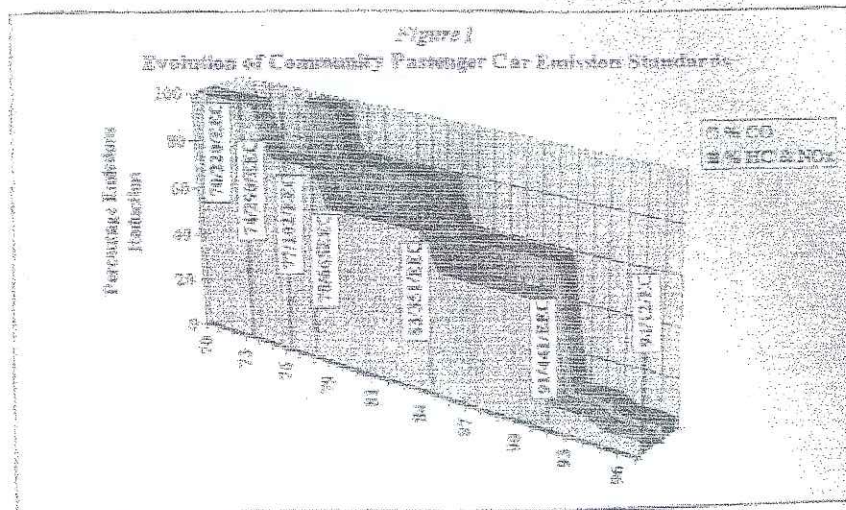
ANEXO IV

SOBRE O PROGRAMA COMUNITÁRIO AUTO-OIL

1 BACKGROUND

1.1. EU Legislation On Vehicle Emission Standards

Directive 70/220/EEC¹ was the first directive to lay down emission limits for passenger cars. Over the past two decades subsequent amendments to Directive 70/220/EEC and the adoption of legislation on emission standards for light commercial² and heavy duty vehicles³ have strengthened and extended Community policy in this area. When the emission standards for passenger cars laid down in Directive 94/12/EC⁴ (the latest amendment of the 1970 base directive) come into effect in 1996/97, emissions of regulated pollutants from new passenger cars will be reduced by over 90% as compared to the standards which prevailed in the early 1970s. These improvements in standards are illustrated below in Figure 1.



Directive 70/220/EEC: O.J. No. L 76, 06.04.1970, p. 1

² Directive 93/59/EEC: O.J. No. L 186, 28.07.1993, p.21.

³ Directive 91/542/EEC O.J. No. L 295, 25.10.1991, p.1.

⁴ Directive 94/12/EC: O.J. No. L 100, 19.4.1994, p. 42

However, despite these considerable achievements with regard to the emission reduction of individual vehicles, increased traffic activity (increased numbers of vehicles, increased kilometers travelled) are likely to counteract these improvements and to militate against overall emissions being reduced to a level consistent with the attainment of future air quality objectives.

The likelihood of further action to reduce vehicle emissions necessitated a reassessment of the existing policy approach; it being apparent that the emission reduction potential offered by further improvements in vehicle technology, was limited and possibly very costly in comparison to other potential solutions. The Commission, in October 1992 therefore organized a conference with all relevant interest groups to discuss the issue of vehicle emission standards for the year 2000 and beyond. The major conclusion from this conference was that future emission standards should be based on a comprehensive and integrated approach.

This new approach was outlined in the legislative proposals the Commission submitted to Council and Parliament in 1993. It is reflected in Article 4 of Directive 94/12/EC which was adopted by Council in 1994. The main elements of Article 4 are outlined below:

"In these proposals [future proposals for emission standards to apply from 2000] the Commission shall take the following approach:

*the measures shall be designed to produce effects to meet the requirements of the Community's air quality criteria and related objectives,
an assessment of the cost effectiveness of taking each measure shall be undertaken;
in this global assessment full account shall be taken, inter alia, of the contributions that:*

- traffic management, for example by spreading the environmental costs appropriately,*
 - enhanced urban public transport,*
 - new propulsion technologies (e.g. electric transmission),*
 - the use of alternative fuels (e.g. biofuels), could make to improving air quality,*
- the measures shall be proportional and reasonable in the light of the intended objectives."*

The principal measures to be assessed by the Commission included improved vehicle technology, fuel quality, mechanisms to reduce the in-use deterioration of emission control systems as well as the complementary, predominantly non-technical, measures mentioned above.

While Directive 94/12/EC was only adopted in 1994, Article 4 of that Directive is the formal expression of the conceptual foundation upon which the Commission based its preparatory work for the development of future legislative proposals directed at the reduction of emissions from road transport to be effective from the year 2000.

£

2 THE EUROPEAN AUTO-OIL PROGRAMME

2.1. Phase I - Establishing The Framework

In keeping with its commitment to develop a more comprehensive approach to reducing emissions from road transport, the Commission decided at the end of 1992 to initiate a technical work programme to provide a solid technical foundation upon which to base its future legislative proposals. In accordance with the principle of 'shared responsibility' expressed in the 5th Environmental Action Programme, the Commissioners for Environment, Industry and Energy, invited the European associations of the car (ACEA) and oil (EUROPIA) industries to make available their considerable know-how and expertise and to collaborate in the realisation of this technical programme. The two industries responded positively to this invitation and together with the Commission designed, planned and executed the programme which subsequently became known as the Auto Oil programme.

The objective of the Auto Oil programme was defined as:

to provide policy-makers with an objective assessment of the most cost-effective package of measures including vehicle technology, fuel quality, improved durability and non-technical measures, necessary to reduce emissions from the road transport sector to a level consistent with the attainment of the new air quality standards being developed for adoption across the European Union.

In order to achieve the objective of the programme as identified above the Auto Oil partners agreed upon a work programme, and an organisational structure as well as mechanisms for informing interested parties outside the three Auto Oil partners. The Auto Oil programme, therefore, embodied the principles set out in Article 4 of Directive 94/12/EC described in section 1 above.

2.2. Work Programme

The work programme was divided into a number of inter-related components as follows :-

- i) the prediction of future air quality in the Community and in the case where future air quality was predicted to fall below an acceptable standard, the identification of appropriate emission reduction targets for road transport;
- ii) the collation and, where necessary, the generation of data concerning the potential of the various measures inter alia engine technology, fuel quality, increased durability requirements and complementary measures, to reduce emissions from road transport;
- iii) the collation and, where necessary, the generation of data concerning the cost of introducing those measures identified under ii (above) ;
- iv) on the basis of the data generated in steps ii and iii above to identify the most cost effective package of measures necessary to achieve the emission reduction targets

identified under step i).

2.3. Organisational Framework

a. Cooperation Commission/Industry

A management group and a number of technical working groups were established comprised of representatives of the Commission and ACEA and EUROPIA. The management group met on a regular basis and was responsible for the oversight and planning of the work programme with regard to content and time. The technical working groups were established for issues requiring further investigation.

At the level of the Commission services a number of Directorates General (principally DGs II, III, XI and XVII with support from DGs VII and XII) were involved in the implementation of the Auto Oil programme.

In addition to the involvement in the programme of staff from the Commission and the two industries, external consultants/consultancy companies were commissioned to carry out certain parts of the programme. Their work was specifically related to fuel quality, emissions/air quality and cost-effectiveness issues.

b. Information Provision to Interested parties not directly involved in the auto-oil programme

i. European Parliament

In 1995 a number of technical briefings with members of various committees of the Parliament were held in order to keep Members of the European Parliament and their staff informed as to the progress of the Auto Oil Programme.

ii. Member States

A national expert group on "environmental fuel specifications" (EFEG) was established early in 1993 to follow and to discuss on a regular basis the progress being made with the auto-oil programme. The Commission invited Member States to provide technical advice and support in areas of specific interest to them.

In addition the Motor Vehicle Emissions Group (MVEG) was consulted and informed on various aspects related to vehicle technology and improved durability requirements.

In the course of 1995 the Commission held four combined EFEG/MVEG meetings in order to give full account of the progress and results of the programme.

EFEG/MVEG meetings also provided a forum for a number of industries and non-government environmental organisations. In this way access to information on the programme was also guaranteed to a range of interest groups likely to be effected by future legislation.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

(CETESB)

ESTUDO DO IMPACTO AMBIENTAL DA MATRIZ ENERGÉTICA DO
SECTOR DOS TRANSPORTES

RELATÓRIO FINAL



**A VISÃO DA
CIDADE DO FUTURO**

E DO FUTURO DA CIDADE

Junho de 2000

ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY TRANSPORT SECTOR MATRIX

ABSTRACT

1. ***São Paulo's environment, energy and transport present situation***
 - a. Air quality in S. Paulo (Metropolitan Area) seldom reaches minimal standards. In 1998, the average of 24 urban observation points showed that only 45% of the days were classified as attaining "good air quality", and 55% have been qualified as regular or inadequate quality. The average smoothes some extreme situations, as for instance Cubatão – V.Parisi, where only 16% of the days have been classified as "good air quality". In 1983 the air quality standard for the Carbon Monoxide in Cerqueira Cesar, an observation point assumed as representative of S. Paulo Metropolitan Area, has been exceeded for 100 days. In 1995 it was exceeded for 23 days, and in 1997 for only 3 days. Nevertheless, this evolution shows an improvement in the overall situation.
 - b. The transportation system is responsible for almost the total emission of Carbon Monoxide (CO), Hydrocarbon (HC) and Nitrogen Oxides (NO_x). If the transportation system is focused closely, automobiles are largely responsible for the global emissions.
 - c. The concept of "automobile dependence" as stated in modern American technical literature (see Bibliography) is very accurate to describe S. Paulo Metropolitan Area situation. Almost seventeen thousand inhabitants (1997) sprawled over an area of 8051 sKm, representing a density of 21 persons per hectare, much closer to the American's automobile dependent cities average (14,2) than to the European transit towns (49,9). This pattern of urban development, that can also be appraised observing jobs' density (8.1/ha in USA, 8.6 in S. Paulo and 31.5 in Europe) makes transit inefficient. There is no public transport system that can respond to peoples' needs under this kind of situation.

- d. S. Paulo Metropolitan Area's total number of vehicles was, in 1967, 493 thousand; in 1997, 3,1 million vehicles were registered. This evolution (yearly average rate of growth of 9,6%) is much higher than the population growth: 1,7% *per annum* for the last ten years. 69% of the vehicles use gasoline, 24% use alcohol and 6% diesel.
- e. The road system is hub and spoke type: all the trunk roads that connect S. Paulo with its port (Santos) with the North (Rio de Janeiro and the far north) or with the south, converge to the center of the town. An external ring road (15 km from the center) and a internal ring road (9 km from the center) are not totally built, its actual impact on traffic distribution being poor. The congestion level of these roads is enormous, mainly in the center, attaining in pick hours of certain days 120 km and more.
- f. Heavy trains, underground, buses, trolleys, taxis and collective taxis constitute the public transport system. The train connects S. Paulo to the exterior. It is sub-urban only in north of the town (S. Bento) and there are 5 interfaces with the underground system. In 1997 the rail system transported about 200 million passengers. The Metro (underground) is a radial system with 3 lines, 47 kms long and serving 44 passenger stations. In 1997 the total of passengers that used the system amounted to some 670 million. The bus system integrates a total of 27,000 km of lines operated under public service concession. Only 137 km of the total are dedicated corridors. In 1997 the bus system carried 2.2 billion passengers. The number of passengers carried by train, bus or metro in the last 5 years is more or less stable, showing that all the increase in the mobility is being captured by cars.
- g. The main weaknesses of S. Paulo transport system can be described as follows:
- g.1 Urban sprawl making transit ineffective
 - g.2 Public transport unsafe for passengers, too exposed to robbery and hold-ups.

- g.3 Urban congestion as a result of the growing use of cars and of the unaccomplished road network where ring roads are needed in order to achieve a better traffic distribution.
- g.4 Poor technical regulation on vehicles environmental and energetic performance and on fuels' quality.
- h. The poor quality of the air is a result of S. Paulo's transport situation. This is true, in spite of the important effort underway for the past few years in order to improve fuels' quality.

2. *The Future 1 : doing nothing*

- i. By using the information that was made available, an *energy, environment and transportation* model has been prepared under this study in order to tackle the effects of transport policies in the environment. The model shows that if no action will be taken and if trends that came from the past 20 years are maintained, the results will be:
 - i.1 Progressive deterioration of the transit system operating under concession and expansion of collective taxis, much less efficient from the energetic and environmental point of view;
 - i.2 As an effect of the urban sprawl, both the number of trips per automobile and the average extension of each trip will increase. On the other hand, the number of passengers per automobile will decrease. As a result, congestion will grow.
 - i.3 The total emission of gases with origin in the transport system will grow up to very high levels (in some cases it can more than double)

3. *The future 2: a proactive scenario*

- j. Using the same assumptions about population, economic growth and better distribution of wealth as for scenario 1, some changes in the urban and

transport systems were tested. The model assumes the following main directions for policies:

- j.1. A new territory use and occupation will lead to the emergence of poles where residence, job, school and commercial zones are separated by walking distance.
 - j2. Conclusion of planned ring roads
 - j3 Expansion of the existing radial metro system and creation of light train local networks for local transit and for radial system feeding.
 - j4. Low cost automobile parks in the transport interfaces to divert cars from entering the center.
 - j5. Quick improvement of safety inside the public transportation system
 - j6. New regulation, previously negotiated and consented by the car builders and the petrol industry, creating patterns of energy and emission for the new cars and improving fuel quality.
 - j7. Public incentives for automobile park renewal.
- k. The model showed that such a policy is able to reduce CO, HC and NO_x to half of the present emission quantities' level.

4. *Conclusions: Guidelines for the proactive scenario implementation*

- l. The solution of the very serious air quality problem in São Paulo is closely connected with interventions in the transport sector. The following lines of action have been identified:
 - urban planning
 - Transport infrastructure
 - modal split

- technological issues
- emergency action

m. urban planning

S. Paulo's demographic pressure resulting from very high rates of economic development and immigration, associated with poor urban planning, created a territory occupation pattern (sprawl) that makes transit ineffective and induces automobile dependence. A better air quality can not rely exclusively upon technology, infrastructure and public transportation supply. If the distribution of residence, commercial zones and jobs is not reviewed aiming to reduce the mobility needs, all other policies tend to be ineffective. The example of Stockholm presented in appendix 3 can inspire a proper urban policy: satellite new towns half residential half jobs, connected with the center by a rail backbone, everybody living or working a footing distance from the local rail station.

A Master Plan for Great São Paulo Development (1994 – 2010) has been prepared under the Federal Government responsibility. The Plan proposes a proactive scenario, based on an optimistic hypothesis about economic development and empowerment of the local administration to proceed with a urban policy. Nevertheless, the relations between territory's occupation, jobs distribution and public transport are poorly developed. The Plan does not enunciate a clear objective of fighting against sprawl, and the result of its implementation can not be other than automobile dependence increase.

n. Infrastructure and transport

It is urgent to built the missing sections to finalize the rind road system. The result of that action will be a better distribution of automobile commuters with origin or destination in the suburb and to prevent heavy traffic with origin and destination out of the Metropolitan Area crossing the town.

Satellite towns should always be connected to the center by metro (or heavy rail if its demographic weight justifies this type of investment). Rail should be the backbone of São Paulo expansion. The existing metro system is small - 372,000 people per kilometer, in Stockholm there is 7,500 inhabitants per km – and should be dramatically expanded, radial in form, to reach every suburban community. In the suburbs where 400,000 or more residents live, a light train system operating in dedicated lanes may prove very effective for internal movements and for main rail system's feeding.

Buses and trolleys operate occupying the same space that other vehicles do. The number of kilometers bus dedicated is amazingly small (less than 0.5%), and this is a major handicap for the system's efficiency. Bus corridors are urgent and should be created, and this can be done with minor harms to the automobile traffic, as long as the proper arrangements in the traffic circulation are tackled.

New York type police action is absolutely needed to terminate with assaults on board. This is a *sine qua non* for transit development.

o. Technology

o.1 Fuel

Brazil has been a pioneer in the use of alcohol (ethanol) as motor vehicles fuel. Cars exist that use exclusively methanol, and others use a 22 % mix. (recently the percentage is changing). Nevertheless, in recent years the number of alcohol powered vehicles is decreasing. This is the result of fluctuations in international prices of alcohol. The creation of a Price Stabilization Fund, fed by road taxes, could contribute for the decreasing trend's reversion.

Gasoline and fuel quality improved recently. Reformulation of gasoline is still needed so that lead will be totally removed from it and VOC and CO reduced. Simultaneously, it is crucial to assure a strong supervision of retailers in order to prevent the seemingly increasing fraud.

Auto oil European Union's program may be used to inspire oil policies. Although some cases of Natural Gas powered vehicles (CNG) can be already seen in São Paulo, a quick movement towards CNG generalized use, starting eventually with buses and lorries, is needed. The success of these changes depends of proper arrangements with car industry, as developed in next paragraph.

o.2 Vehicles.

The cars registered in São Paulo are old and the technology used is "old fashioned" according to American and European standards. The main changes that appear as needed, are:

- the materials used in cars building should be easy to recycle (applying the concept of *extended producer responsibility* in dismantling and recycling of end-of-life vehicles can prove as an effective incentive to that propose)
- the industry of internal combustion vehicles, should move towards lighter bodies, smaller motive systems, low emission and low fuel consumption cars. California is a good example of car industry revolution: in 2010 10-per-cent of cars will be Zero Emission Vehicles, and the large majority will be Low Emission or Ultra Low Emission Vehicles (LEV, ULEV). The European target of having in the near future a majority of cars making 25 km per liter is also a good example.
- Car industry is changing very quickly in the world. Hydrogen powered cars, ultralight hybrid-electric automobiles, ("hypercars") are examples of these changes. Attention should be paid by Brazilian industry order to adapt easily and follow these changes.
- Adapting existing cars to new fuels technology is not desirable. Although economically difficult, it is advisable to implement a program of vehicle's renewal.

- Considering São Paulo general shape, bicycle could be much more used in local commuting. Dedicated lanes and safety arrangements for bicycles' parking are a pre-requisite.

ENVIRONMENTAL IMPACT OF ENERGY TRANSPORT SECTOR MATRIX

ABSTRACT

1. *São Paulo's environment, energy and transport present situation*

- a. Air quality in S. Paulo (Metropolitan Area) seldom reaches minimal standards. In 1998, the average of 24 urban observation points showed that only 45% of the days were classified as attaining "good air quality", and 55% have been qualified as regular or inadequate quality. The average smoothes some extreme situations, as for instance Cubatão – V.Parisi, where only 16% of the days have been classified as "good air quality". In 1983 the air quality standard for the Carbon Monoxide in Cerqueira Cesar, an observation point assumed as representative of S. Paulo Metropolitan Area, has been exceeded for 100 days. In 1995 it was exceeded for 23 days, and in 1997 for only 3 days. Nevertheless, this evolution shows an improvement in the overall situation.
- b. The transportation system is responsible for almost the total emission of Carbon Monoxide (CO), Hydrocarbon (HC) and Nitrogen Oxides (NO_x). If the transportation system is focused closely, automobiles are largely responsible for the global emissions.
- c. The concept of "automobile dependence" as stated in modern American technical literature (see Bibliography) is very accurate to describe S. Paulo Metropolitan Area situation. Almost seventeen thousand inhabitants (1997) sprawled over an area of 8051 sKm, representing a density of 21 persons per hectare, much closer to the American's automobile dependent cities average (14,2) than to the European transit towns (49,9). This pattern of urban development, that can also be appraised observing jobs' density (8.1/ha in USA, 8.6 in S. Paulo and 31.5 in Europe) makes transit inefficient. There is no public transport system that can respond to peoples' needs under this kind of situation.

- d. S. Paulo Metropolitan Area's total number of vehicles was, in 1967, 493 thousand; in 1997, 3,1 million vehicles were registered. This evolution (yearly average rate of growth of 9,6%) is much higher than the population growth: 1,7% *per annum* for the last ten years. 69% of the vehicles use gasoline, 24% use alcohol and 6% diesel.
- e. The road system is hub and spoke type: all the trunk roads that connect S. Paulo with its port (Santos) with the North (Rio de Janeiro and the far north) or with the south, converge to the center of the town. An external ring road (15 km from the center) and a internal ring road (9 km from the center) are not totally built, its actual impact on traffic distribution being poor. The congestion level of these roads is enormous, mainly in the center, attaining in pick hours of certain days 120 km and more.
- f. Heavy trains, underground, buses, trolleys, taxis and collective taxis constitute the public transport system. The train connects S. Paulo to the exterior. It is sub-urban only in north of the town (S. Bento) and there are 5 interfaces with the underground system. In 1997 the rail system transported about 200 million passengers. The Metro (underground) is a radial system with 3 lines, 47 kms long and serving 44 passenger stations. In 1997 the total of passengers that used the system amounted to some 670 million. The bus system integrates a total of 27,000 km of lines operated under public service concession. Only 137 km of the total are dedicated corridors. In 1997 the bus system carried 2.2 billion passengers. The number of passengers carried by train, bus or metro in the last 5 years is more or less stable, showing that all the increase in the mobility is being captured by cars.
- g. The main weaknesses of S. Paulo transport system can be described as follows:
- g.1 Urban sprawl making transit ineffective
 - g.2 Public transport unsafe for passengers, too exposed to robbery and hold-ups.

g.3 Urban congestion as a result of the growing use of cars and of the unaccomplished road network where ring roads are needed in order to achieve a better traffic distribution.

g.4 Poor technical regulation on vehicles environmental and energetic performance and on fuels' quality.

h. The poor quality of the air is a result of S. Paulo's transport situation. This is true, in spite of the important effort underway for the past few years in order to improve fuels' quality.

2. The Future 1 : doing nothing

i. By using the information that was made available, an *energy, environment and transportation* model has been prepared under this study in order to tackle the effects of transport policies in the environment. The model shows that if no action will be taken and if trends that came from the past 20 years are maintained, the results will be:

i.1 Progressive deterioration of the transit system operating under concession and expansion of collective taxis, much less efficient from the energetic and environmental point of view;

i.2 As an effect of the urban sprawl, both the number of trips per automobile and the average extension of each trip will increase. On the other hand, the number of passengers per automobile will decrease. As a result, congestion will grow.

i.3 The total emission of gases with origin in the transport system will grow up to very high levels (in some cases it can more than double)

3. The future 2: a proactive scenario

j. Using the same assumptions about population, economic growth and better distribution of wealth as for scenario 1, some changes in the urban and

transport systems were tested. The model assumes the following main directions for policies:

- j.1. A new territory use and occupation will lead to the emergence of poles where residence, job, school and commercial zones are separated by walking distance.
 - j2. Conclusion of planned ring roads
 - j3 Expansion of the existing radial metro system and creation of light train local networks for local transit and for radial system feeding.
 - j4. Low cost automobile parks in the transport interfaces to divert cars from entering the center.
 - j5. Quick improvement of safety inside the public transportation system
 - j6. New regulation, previously negotiated and consented by the car builders and the petrol industry, creating patterns of energy and emission for the new cars and improving fuel quality.
 - j7. Public incentives for automobile park renewal.
- k. The model showed that such a policy is able to reduce CO, HC and NO_x to half of the present emission quantities' level.

4. *Conclusions: Guidelines for the proactive scenario implementation*

- l. The solution of the very serious air quality problem in São Paulo is closely connected with interventions in the transport sector. The following lines of action have been identified:
 - urban planning
 - Transport infrastructure
 - modal split

- technological issues
- emergency action

m. urban planning

S. Paulo's demographic pressure resulting from very high rates of economic development and immigration, associated with poor urban planning, created a territory occupation pattern (sprawl) that makes transit ineffective and induces automobile dependence. A better air quality can not rely exclusively upon technology, infrastructure and public transportation supply. If the distribution of residence, commercial zones and jobs is not reviewed aiming to reduce the mobility needs, all other policies tend to be ineffective. The example of Stockholm presented in appendix 3 can inspire a proper urban policy: satellite new towns half residential half jobs, connected with the center by a rail backbone, everybody living or working a footing distance from the local rail station.

A Master Plan for Great São Paulo Development (1994 – 2010) has been prepared under the Federal Government responsibility. The Plan proposes a proactive scenario, based on an optimistic hypothesis about economic development and empowerment of the local administration to proceed with a urban policy. Nevertheless, the relations between territory's occupation, jobs distribution and public transport are poorly developed. The Plan does not enunciate a clear objective of fighting against sprawl, and the result of its implementation can not be other than automobile dependence increase.

n. Infrastructure and transport

It is urgent to built the missing sections to finalize the ring road system. The result of that action will be a better distribution of automobile commuters with origin or destination in the suburb and to prevent heavy traffic with origin and destination out of the Metropolitan Area crossing the town.

Satellite towns should always be connected to the center by metro (or heavy rail if its demographic weight justifies this type of investment). Rail should be the backbone of São Paulo expansion. The existing metro system is small - 372,000 people per kilometer, in Stockholm there is 7,500 inhabitants per km – and should be dramatically expanded, radial in form, to reach every suburban community. In the suburbs where 400,000 or more residents live, a light train system operating in dedicated lanes may prove very effective for internal movements and for main rail system's feeding.

Buses and trolleys operate occupying the same space that other vehicles do. The number of kilometers bus dedicated is amazingly small (less than 0.5%), and this is a major handicap for the system's efficiency. Bus corridors are urgent and should be created, and this can be done with minor harms to the automobile traffic, as long as the proper arrangements in the traffic circulation are tackled.

New York type police action is absolutely needed to terminate with assaults on board. This is a *sine qua non* for transit development.

o. Technology

o.1 Fuel

Brazil has been a pioneer in the use of alcohol (ethanol) as motor vehicles fuel. Cars exist that use exclusively methanol, and others use a 22 % mix. (recently the percentage is changing). Nevertheless, in recent years the number of alcohol powered vehicles is decreasing. This is the result of fluctuations in international prices of alcohol. The creation of a Price Stabilization Fund, fed by road taxes, could contribute for the decreasing trend's reversion.

Gasoline and fuel quality improved recently. Reformulation of gasoline is still needed so that lead will be totally removed from it and VOC and CO reduced. Simultaneously, it is crucial to assure a strong supervision of retailers in order to prevent the seemingly increasing fraud.

Auto oil European Union's program may be used to inspire oil policies. Although some cases of Natural Gas powered vehicles (CNG) can be already seen in São Paulo, a quick movement towards CNG generalized use, starting eventually with buses and lorries, is needed. The success of these changes depends of proper arrangements with car industry, as developed in next paragraph.

o.2 Vehicles.

The cars registered in São Paulo are old and the technology used is "old fashioned" according to American and European standards. The main changes that appear as needed, are:

- the materials used in cars building should be easy to recycle (applying the concept of *extended producer responsibility* in dismantling and recycling of end-of-life vehicles can prove as an effective incentive to that propose)
- the industry of internal combustion vehicles, should move towards lighter bodies, smaller motive systems, low emission and low fuel consumption cars. California is a good example of car industry revolution: in 2010 10-per-cent of cars will be Zero Emission Vehicles, and the large majority will be Low Emission or Ultra Low Emission Vehicles (LEV, ULEV). The European target of having in the near future a majority of cars making 25 km per liter is also a good example.
- Car industry is changing very quickly in the world. Hydrogen powered cars, ultralight hybrid-electric automobiles, ("hypercars") are examples of these changes. Attention should be paid by Brazilian industry order to adapt easily and follow these changes.
- Adapting existing cars to new fuels technology is not desirable. Although economically difficult, it is advisable to implement a program of vehicle's renewal.

- Considering São Paulo general shape, bicycle could be much more used in local commuting. Dedicated lanes and safety arrangements for bicycles' parking are a pre-requisite.