

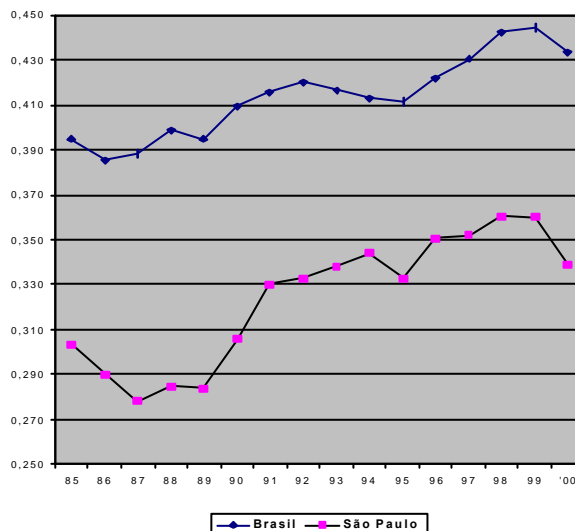
Capítulo 3

ENERGIA E TRANSPORTE

ENERGIA Em 2000, a participação do Estado de São Paulo no consumo energético nacional foi de 26,8%. Os setores mais significativos, no âmbito estadual, foram o industrial, com 34,4%, e o de transportes, com 30,2% do total. Nas últimas décadas, a utilização de energia em São Paulo passou por significativas alterações.

O uso eficiente de energia pode ser medido por vários indicadores, sendo mais utilizada a intensidade energética da economia, que é a razão entre a oferta total de energia e o PIB. Para o Brasil, ainda em fase de desenvolvimento, com renda per capita anual em torno de US\$ 5.000, a intensidade energética é da ordem de 0,43 (2000). Apesar de uma ligeira queda observada em 1999-2000, a tendência geral é de crescimento (**figura 3.1**). Já em São Paulo, o Estado mais desenvolvido do País, com renda per capita anual de US\$ 8.000, os valores absolutos de intensidade energética são menores (0,34 em 2000), devido a aumentos de eficiência energética já anteriormente obtidos em seus processos. Como regra geral, os países desenvolvidos exportam suas indústrias energo-intensivas - e seus conseqüentes impactos - para os países em desenvolvimento.

Figura 3.1.
Intensidades energéticas
nacional e paulista (em
tep/US\$1000).
Fonte: BEN, BEESP 2001.



No período 1985-2000, o aumento acumulado do índice nacional de intensidade energética atingiu a ordem de 13%, enquanto no Estado de São Paulo foi de 26%. As evoluções mostram similaridades razoavelmente crescentes, indicadoras de que a cada ano gasta-se mais energia para produção da mesma unidade de produto nacional.

De todos os Estados brasileiros, foi em São Paulo que o processo de reforma do setor energético ocorreu de forma mais intensa, resultando na desverticalização das concessionárias de energia elétrica e na definição de novas áreas de concessão para o gás canalizado. As empresas paulistas de dis-

tribuição de eletricidade e gás foram privatizadas. O mesmo ocorreu com metade da geração de eletricidade.

Os instrumentos econômicos e fiscais são elementos indispensáveis para a indução do desenvolvimento energético. Mas os Estados, de forma geral, dispõem de poucas alternativas capazes de induzir o desenvolvimento energético para suas prioridades específicas, porque grande parte dessas atribuições está concentrada em órgãos federais. A maioria dos contratos de concessão celebrados após 1997 prevê a obrigação da concessionária de energia elétrica de investir 0,5% de seu faturamento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e outros 0,5% em eficiência energética.

A partir de 2005, essas proporções passarão a, respectivamente, 0,75% e 0,25%. Os elevados ganhos obtidos com as medidas de contenção de consumo indicam um comportamento típico de países em desenvolvimento, tanto para o País como para o Estado de São Paulo.

Na década de 90, com a abertura das importações, a indústria paulista teve de adaptar-se às exigências da produtividade globalizada, tornando-se mais competitiva. Nos anos 2001 e 2002, o País foi submetido ao racionamento de energia decorrente de prolongada estiagem e da falta de investimentos em infra-estrutura de geração e transmissão. Seus efeitos se refletiram na capacidade produtiva do Estado de São Paulo. Mais uma vez, a resposta social e empresarial foi positiva em ganho de eficiência, principalmente na substituição de sistemas de iluminação incandescente por lâmpadas compactas fluorescentes, medida de efeito imediato e baixo custo. No primeiro trimestre de 2002, a Região Sudeste, onde se situa São Paulo, contabilizou economia média de 17,2% de eletricidade, parte por medidas de conservação e parte mediante racionamento compulsório. Após o término do racionamento, ainda se verifica redução da ordem de 10%, em média, ao comparar o consumo atual com o esperado sem essas medidas. Com o racionamento, entretanto, aumentaram sensivelmente as vendas de geradores elétricos movidos a diesel, fontes poluidoras de difícil controle.

Uma análise da evolução do consumo dos energéticos primários no Estado de São Paulo, no período 1980-1999 (**figuras 3.2 e 3.3**), mostra que os energéticos renováveis sempre superaram os energéticos não-renováveis. Já os dados do Balanço Energético de São Paulo em 2000 (corrigidos para avaliar a energia hidrelétrica nos mesmos padrões do Balanço Nacional), mostram que a energia não-renovável pela primeira vez suplantou a parcela da renovável. Deve-se aguardar dados dos próximos anos para confirmar alguma nova tendência.

Figura 3.2.
Energia primária consumida em São Paulo, em milhões de toneladas equivalentes de petróleo.
Fonte: BEESP 2001; SEADE.

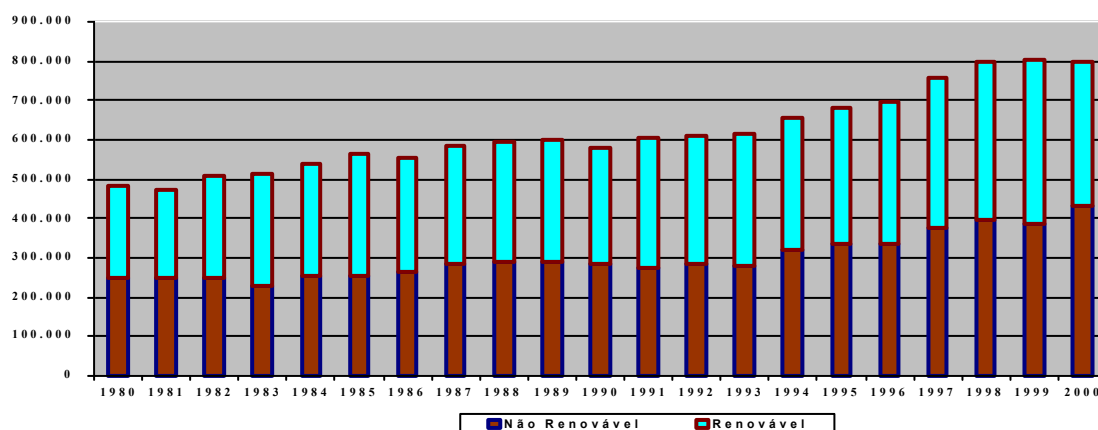
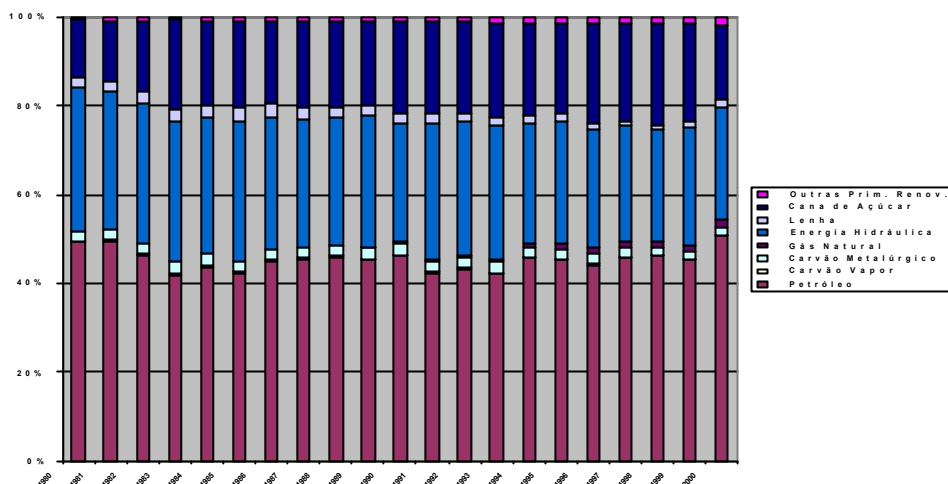
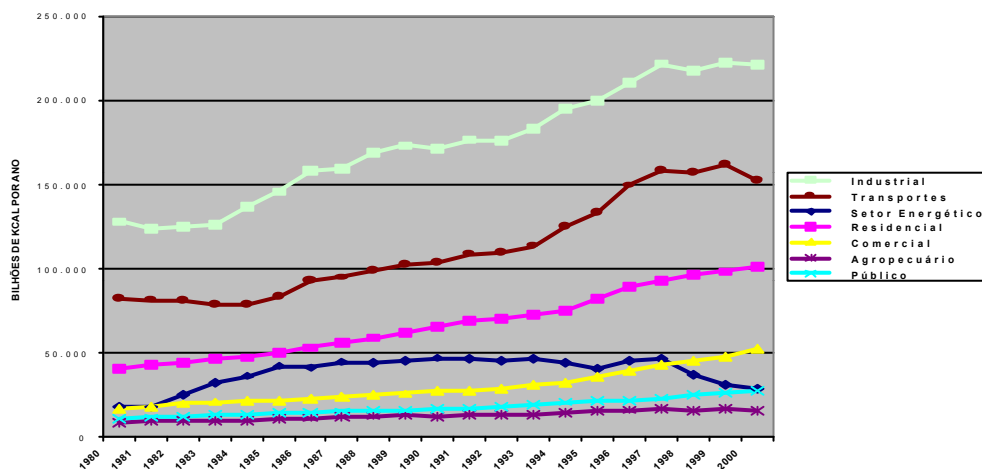


Figura 3.3.
Participação relativa
dos energéticos
primários no consumo
paulista de energia.
Fonte: BEESP 2001.



A preponderância da energia não-renovável, em 2000, é consequência do grande aumento no consumo de petróleo provocado pelo uso de seus derivados no setor de transportes, principalmente em automóveis. Nesse setor, o aumento do consumo de gasolina foi superior ao de diesel. Nos últimos anos, verificou-se a redução no consumo de álcool. Como o álcool adicionado à gasolina, formando o gasool, aumentou suas vendas, deduz-se que houve uma queda no consumo de álcool hidratado. Essas alterações produzem grande impacto na matriz energética, já que os transportes ocupam o segundo lugar no consumo de energia no Estado de São Paulo, logo após o setor industrial, conforme mostra a **figura 3.4**.

Figura 3.4.
Consumo de energia
por setores finais em
São Paulo (trilhões de
quilocalorias
por ano).
Fonte: BEESP 2001.



O setor industrial, um dos que se utilizam mais intensivamente de energia, apresentou crescimento médio anual de 2,7% entre 1980-2000. A parcela de energia renovável foi de 60%, em 1980, para 76%, em 2000. O setor de transporte cresceu 2,4% ao ano, no período 1980-1992, e 4,2% de 1993 a 2000.

Quanto à universalização da energia elétrica, cerca de 2% da população do Estado (700 mil pessoas) não dispunha de tal recurso no ano 2000, especialmente nas comunidades rurais isoladas e áreas urbanas periféricas. Apesar do índice relativamente baixo, deve-se considerar essas demandas no cômputo da necessidade de expansão da distribuição ou da geração descentralizada.

Ainda em 2000, São Paulo produziu apenas 15,2% da energia primária brasileira, destacando-se a energia hidráulica e os produtos da cana-de-açúcar com 22,2% e 63,9% do total nacional. A produção de petróleo no território paulista é insignificante (0,63% do consumo), o que caracteriza o Estado como importador do produto. No entanto, São Paulo responde por 41% do refino de petróleo do País, e assume condição de exportador de energia secundária na forma de derivados de petróleo.

A participação do gás natural na matriz energética paulista foi de apenas 2,6% em 2000. Sua capacidade anual de produção aproxima-se de 324 milhões de metros cúbicos, insuficiente para atender à demanda anual de 1,638 bilhão de metros cúbicos. A termelétricidade vem sendo apontada como opção emergencial: São Paulo, que em 1980 se caracterizava como exportador de energia elétrica, precisou importar em 1998 52% de suas necessidades, mesmo após a elevação de sua capacidade de geração.

Já a participação de energéticos primários na matriz de produção de energia do Estado de São Paulo é quase toda dominada por fontes ditas renováveis (com a ressalva de que ainda uma fração modesta da lenha é extraída de forma predatória), visto que praticamente não há produção de gás natural, carvão e petróleo. Entre os energéticos renováveis, como mostra a **figura 3.5**, a maior participação cabe à energia hidrelétrica, em declínio desde 1980 (67% de participação), que alcançou valor mínimo em 1998 (49%) e se recupera com 55% em 2000. Em segundo lugar, encontra-se a cana-de-açúcar, com participação crescente desde 1980, pico de 45% em 1998 e declínio nos últimos dois anos (37% em 2000). A lenha, que em 1999 representava apenas 3% dos energéticos primários, continua em queda. O gás natural é o principal combustível não-renovável produzido no Estado: introduzido na matriz paulista apenas em 1994, alcançou produção percentual máxima em 1997.

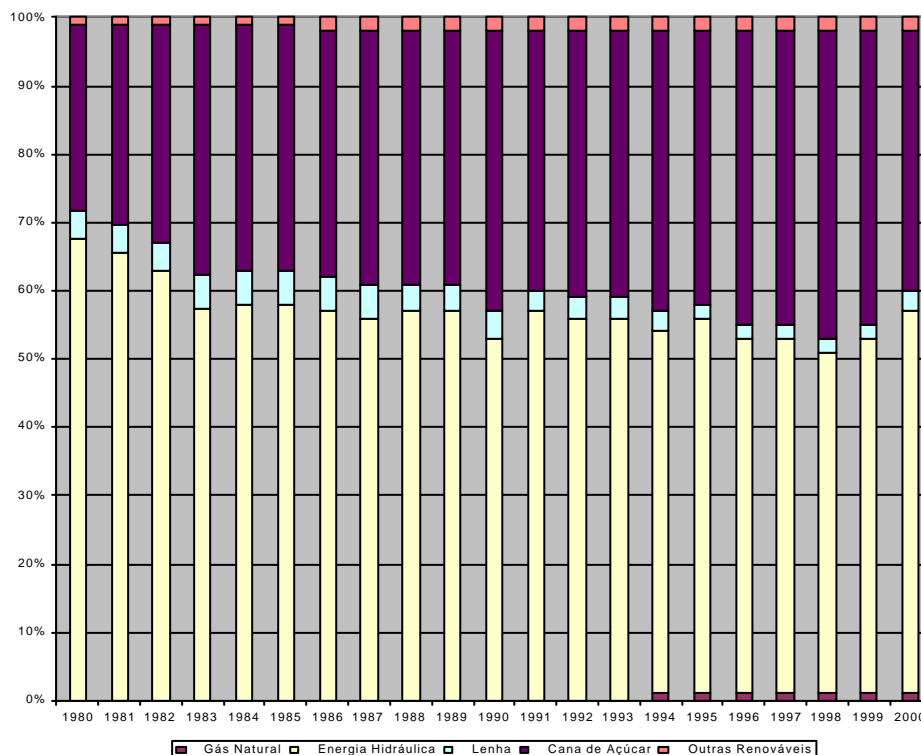


Figura 3.5.
Participação dos energéticos fósseis e renováveis na produção de energia primária no Estado de São Paulo.
Fonte: BEESP 2001.

Para dotar o Estado de sistema próprio de geração de eletricidade, a área governamental deu prioridade à energia hidrelétrica, com representação pouco superior a 50% da energia primária renovável. Assim, desde os anos 60, empreendeu grandes esforços na criação de empresas estatais, na injeção de recursos próprios expressivos e em captações no exterior. Hoje, 282 usinas (272 em operação) geram 19.415 MW de potência, o que equivale a 25% da capacidade nacional de geração (**tabela 3.1**). Das grandes hidrelétricas, destaca-se, no período 1992-2002, a Usina de Porto Primavera (1.320 MW), com operação iniciada após mais de 20 anos em construção.

Tabela 3.1.
Perfil da
geração elétrica
paulista em
maio/2002.
Fonte: ANEEL

TIPO	EM OPERAÇÃO		EM CONSTRUÇÃO		EM OUTORGA	
	Quantidade	Potência (MW)	Quantidade	Potência (MW)	Quantidade	Potência (MW)
Hidrelétrica	46	17.446	2	114	23	
Termelétrica	175	1.834	6	607	5	8.730
Pequenas hidrelétricas	34	116	2	19	1	40
Micro-hidrelétricas	17	11	-	-	-	-
TOTAL	272	19.407	10	740	29	8.770

Atualmente restam apenas os pequenos aproveitamentos para o potencial hidráulico remanescente no Estado (cerca de 950 MW). A reestruturação do setor elétrico, desenhada por leis federais, conferiu situação diferenciada às pequenas e micro centrais hidrelétricas (PCHs) de até 30 MW de potência, como alternativa de baixo investimento e tecnologia de produção dominada por empresas locais.

Os impactos ambientais e sociais, mais os elevados custos de capital das grandes hidrelétricas, levaram à revisão dessa alternativa energética, cujo aspecto renovável é motivo de controvérsia. Devido ao aumento da demanda e às dificuldades de investimento em hidrelétricas e linhas de transmissão (São Paulo tem cerca de 11.600 quilômetros), o setor elétrico brasileiro está sendo estimulado, nos últimos cinco anos, a dirigir sua expansão para o gás natural predominantemente importado. Para isso foi construída em São Paulo uma rede de gasodutos (**figura 3.6**), com destaque para os provenientes das grandes reservas da Bolívia (GASBOL) e da Argentina (MERCOSUL). Somente o GASBOL possui capacidade para 30 milhões de metros cúbicos de gás por dia e expansão planejada para mais de 20 milhões diários.

Figura 3.6.
Rede de gasodutos
(em destaque, os da
Bolívia - GASBOL e
da Argentina -
MERCOSUL).
Fonte: MME.



O gás natural ainda esbarra em problemas de competitividade com a energia hidrelétrica, uma vez que os investimentos de capital das usinas já foram amortizados, garantindo à geração presente a manutenção de custos reduzidos. As termelétricas, para se viabilizarem, precisam ser utilizadas com plena capacidade, o que significa o contra-senso de escoar o excedente dos reservatórios em épocas de chuvas, sem a geração correspondente. O País importa gás natural sob contrato do tipo *take or pay*, ou seja, paga ao exterior (em dólares norte-americanos) mesmo sem ter consumido. Assim, há grande interesse em garantir consumidores-âncoras, ou seja, as usinas termelétricas. Por razões econômicas, elas devem situar-se o mais próximo possível dos *city-gates* dos gasodutos e dos grandes centros de carga, as metrópoles. Contudo, esses empreendimentos requerem elevadas quantidades de água para refrigeração das turbinas que evapora e não retorna ao ponto de captação. Esse problema se acentua na região de Campinas, cuja disponibilidade hídrica é mais limitada.

Apesar do gás natural ser opção muito mais limpa que outros combustíveis fósseis, ainda não foi encontrada solução para a questão dos óxidos de nitrogênio (NOx), precursores do ozônio troposférico, que serão somados aos gerados por outras fontes fixas e veículos automotores. Diante disso, o licenciamento de termelétricas em São Paulo passa por um questionamento maior, com relação ao resto do País. Esse fato pode ser visto favoravelmente quando se considera o caráter democrático das audiências públicas, a conscientização ambiental da população e a atuação dos órgãos de licenciamento. No âmbito nacional, espera-se para breve a definição dos critérios de licenciamento com base na capacidade de suporte do meio ambiente.

Além de estimular o uso de energias renováveis, o amadurecimento de ações necessárias para diminuir o efeito estufa deverá dirigir o uso do gás natural para alternativas ambientalmente mais saudáveis como, por exemplo, a co-geração e a substituição da gasolina e do diesel como combustível veicular (**tabela 3.2**). As próprias concessionárias paulistas de gás canalizado, percebendo o nicho de oportunidade, investem maciçamente na infraestrutura de distribuição para os mercados comercial, residencial e automotivo.

Com exceção do Rio de Janeiro, antiga capital do País, as cidades brasileiras não conheceram a iluminação a gás nas ruas, como havia nas cidades européias ou mesmo em Buenos Aires. A expansão do gás natural é promissora, mas ainda não tão vigorosa quanto os planejados 12% de participação na matriz energética. Outros importantes usos para o gás são a geração de eletricidade descentralizada, a refrigeração e ar condicionado comercial e a co-geração industrial.

SETOR	CONSUMO (10 ⁶ m ³ /ano)	PARTICIPAÇÃO	
		1996	2002
Residencial	16,8	5,8	2,6
Industrial	471,9	88,9	72,1
Comercial	15,5	4,2	2,3
Automotivo	37,2	1,1	5,7
Co-geração	24,8	0,0	3,8
Termogeração	88,1	0,0	13,5
TOTAL	654,3	100,0	100,0

Tabela 3.2.
Consumo e participação setorial do gás natural em São Paulo Março /2002.
Fonte: Secretaria de Energia.

Os insumos energéticos representados pela cana-de-açúcar, lenha e outros, controlados pela iniciativa privada, têm peso na matriz quase semelhante à eletricidade. É bastante expressiva a cana-de-açúcar, com participação superior a 40% na matriz da energia renovável. Porém, vale lembrar que a eletricidade é utilizada por todos os setores finais (indústria, comércio, transporte, agricultura, residências), enquanto a cana-de-açúcar e seus derivados são utilizados essencialmente na produção de açúcar (bagaço) e no setor de transportes (álcool). A participação do bagaço de cana no consumo de energia do setor industrial paulista, em 1999, foi de 35%, com 34% direcionados aos setores de alimentos e bebidas, o que demonstra o tamanho do seu autoconsumo. A intensidade energética deste setor é altíssima: 2,93 vezes maior que a média da indústria, incluída a produção de açúcar e álcool. O setor de alimentos e bebidas, com apenas 15% do valor adicionado pela indústria paulista, tem desempenho econômico muito modesto em relação à sua intensidade energética. Todavia, mais da metade da produção de cana-de-açúcar está dirigida à de etanol. Isso possibilita a substituição de importações num setor estratégico e a consequente estabilidade econômica para o País, pois a produtividade do capital é cerca de sete vezes maior no uso do que na produção de energia. No setor elétrico e da cana-de-açúcar, os gastos governamentais e privados de capital foram, respectivamente, da ordem de US\$ 12 bilhões e US\$ 170 bilhões (1995).

Como a produtividade dos investimentos de capital paulista e brasileiro foi a mesma, o potencial elétrico instalado representa 22% do potencial do País e a produção do álcool estadual constitui 64% da produção nacional, pode-se concluir que, em São Paulo, foram investidos US\$ 37,4 bilhões para gerar 50% da energia primária na forma de eletricidade e US\$ 7,7 bilhões para gerar 43% da energia primária na forma de bagaço de cana e álcool. Numa primeira aproximação, excluído o álcool, a eficiência do capital no setor elétrico foi de 10,3% e no mínimo de 89,7% no caso da cana-de-açúcar.

A interpretação desse indicador é complexa, pois a eletricidade é produzida e distribuída a inúmeros setores produtivos, enquanto o bagaço de cana é basicamente autoconsumido pelo setor produtor de cana-de-açúcar e álcool. A palha de cana (cujo potencial é normalmente desperdiçado nas queimadas das plantações) ainda não foi quantificada como insumo nas matrizes energéticas brasileira e paulista, mas apresenta conteúdo energético equivalente ao bagaço.

Porém, é importante lembrar a importância destes insumos na matriz de produção energética paulista, pois a eletricidade gerada pelo bagaço de cana-de-açúcar e sua palha está sendo comercializada para venda à rede elétrica e, portanto, dirigida a outros setores produtivos. A venda realizada pelo setor sucro-alcooleiro em São Paulo, em 2001, permitiu que a rede elétrica atingisse valores de 400 GWh. Isso corresponde a uma potência inferior a 100 MW, muito pequena se comparada aos produzidos 13.000 MW no setor elétrico paulista. Ainda assim, razões técnicas, econômicas e sociais demonstram uma possibilidade futura de geração muito mais significativa. Mesmo com tecnologia restrita a geradores a vapor, a utilização do bagaço permite obtenção de 100 kWh por tonelada de cana processada. Com produção anual de cana-de-açúcar de até 200 milhões de toneladas, São Paulo pode obter a geração de 20 TWh/ano com bagaço e outro tanto com palha.

Dada a disponibilidade do energético, com eficiência de capital favorável e várias vantagens sociais, o bagaço torna-se rapidamente um importante fator no planejamento de geração de energia no Estado.

O Estado de São Paulo não é auto-suficiente em energia primária (produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta). Além de não produzir petróleo, é grande consumidor. Entretanto, a existência de refinarias de petróleo de grande porte e a expressiva quantidade de cana-de-açúcar convertida em álcool, caracterizam o Estado como exportador de energia secundária (produtos energéticos resultantes dos diferentes centros de transformação que têm como destino os diversos setores de consumo e eventualmente outros centros de transformação). A **figura 3.7** mostra que São Paulo sempre produziu menos de 50% de suas necessidades primárias de energia, embora já tenha superado em mais de 28% suas exigências de energia secundária.

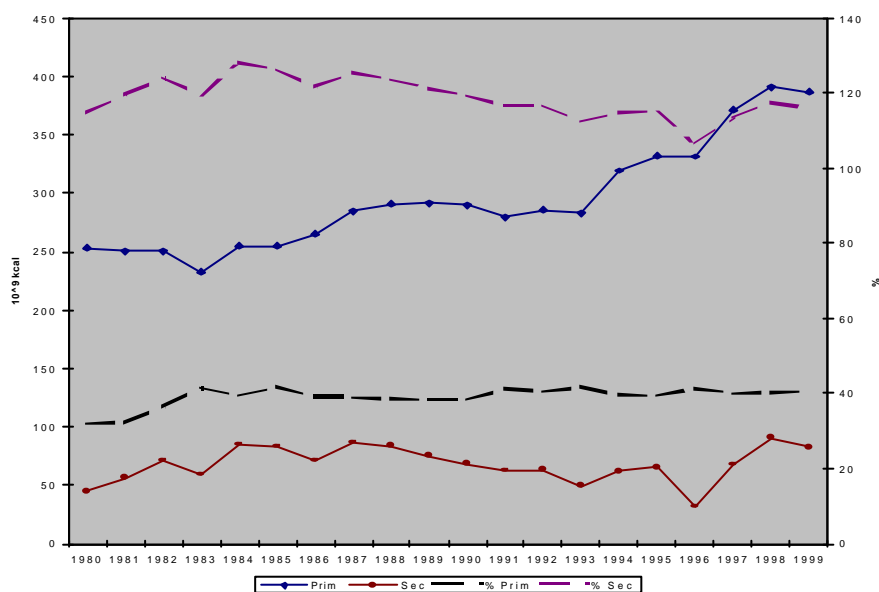


Figura 3.7.
Evolução e participação da auto-suficiência energética paulista.
Fonte: BEESP 2001.

O uso da biomassa favorece a geração descentralizada de energia e produz efeito positivo na criação de empregos, em especial no setor agrícola. O Estado de São Paulo, maior produtor de cana-de-açúcar do País, pode obter inúmeras vantagens energéticas, ambientais, econômicas e sociais dessa cultura. Estima-se um potencial de 3.095 MW por co-geração no setor sucro-alcooleiro, pelo uso de tecnologias já desenvolvidas. As 140 usinas paulistas de cana-de-açúcar em 2001 totalizaram 851 MW de potência, com excedente de apenas 110 MW para o mercado de energia elétrica.

Entretanto, a tendência de crescimento dessa atividade é alta pois, de 1987 para 2001, a eletricidade vendida à rede de distribuição passou de 2,7 GWh (potência instalada de 4,9 MW) para 400 GWh (90 MW). A co-geração com bagaço de cana, que dispõe de tecnologias amplamente comercializadas no País, permite produção de 22.300 GWh. Sua expansão em larga escala depende de aspectos econômicos e institucionais, como os incentivos à geração descentralizada e à comercialização de excedentes.

Os resíduos sólidos urbanos constituem importante potencial energético a ser explorado. Somente na RMSP, o montante produzido equivaleria ao

potencial de geração de energia da ordem de 100 MW. Deve-se ressaltar a viabilidade do aproveitamento do gás metano gerado em aterros.

Merece destaque a energia solar fotovoltaica que apresenta potencial no Estado de 1,2 bilhão de MWh/ano, 13 vezes superior ao consumo estadual de energia elétrica em 1997. O seu uso, contudo, limita-se pelo ainda alto custo a sistemas isolados, em sinalização rodoviária e telecomunicações. A energia solar térmica apresenta tendência de maior expressividade na matriz energética paulista, especialmente na substituição dos sistemas convencionais de aquecimento de água. No horário de ponta os chuveiros elétricos representam, para o Estado, uma usina de 400 MW. Após a recente crise energética, o mercado de aquecedores solares apresentou considerável expansão.

Há crescentes exigências pela maior utilização de fontes renováveis e limpas de energia. Neste cenário, o Estado de São Paulo possui um dos maiores processos de produção de biomassa do mundo, ainda de utilização precária com fim energético. Para a energia utilizada em transporte há necessidade de incentivo a processos de substituição dos derivados de petróleo, considerando os aspectos relativos à poluição ambiental nos grandes centros urbanos e a perspectiva de recursos advindos de programas para redução das emissões de carbono, criados a partir do Protocolo de Kyoto. Essas emissões mostraram aumento significativo pela intensificação no consumo total de energia, apesar da grande participação dos energéticos renováveis. É importante observar a contribuição do uso do álcool no setor de transportes em São Paulo: entre 1980 e 2000, foram emitidas cerca de 19,5 milhões de toneladas de carbono, ao invés de 21 milhões sem a utilização desse combustível automotivo, em 2000.

A perspectiva de Kyoto é ampliada na Cúpula de Joanesburgo, dirigida ao combate à pobreza e à exclusão social. O Brasil e, em especial, São Paulo, possuem importante contribuição a dar pela experiência com fontes renováveis, trabalho-intensivas e descentralizadas, em um grande mercado consumidor de energia de perfil desenvolvimentista.

TRANSPORTES

Com sistema de transportes fundamentado em rodovias, a malha viária no Estado de São Paulo foi expandida e melhorada na última década, por meio de investimentos governamentais diretos ou procedentes de um amplo processo de privatização. Foram concedidas ao setor privado a operação e a modernização de 5.000 km de rodovias, 5.500 km da malha ferroviária e 2.400 km ininterruptos da Hidrovia Tietê-Paraná. O governo federal acelerou a duplicação de rodovias e a privatização dos terminais portuários de Santos e São Sebastião e, em parceria com o governo estadual, ampliou e modernizou o sistema aeroportuário.

O número de veículos em circulação no Brasil passou de 3 milhões, em 1970, para cerca de 29 milhões, em 2001, 68% constituídos por automóveis. Na RMSP circulam, atualmente, quase 7 milhões de veículos, para uma população aproximada de 17,8 milhões de habitantes, uma das mais elevadas taxas de motorização do mundo. As dificuldades de circulação urbana são atribuídas ao crescimento expressivo do uso do automóvel, associado a um sistema deficiente de transporte coletivo e de massa, e a impactos negativos provocados pela circulação de cargas em áreas centrais da cidade. Os congestionamentos geram prejuízos anuais de R\$ 346,1 milhões (US\$ 200 milhões), somente no município de São Paulo.

Estima-se que em 2020 haverá aumento de 93% da demanda por transportes de bens, com 1,3 bilhão de toneladas anuais no Estado. Outra questão fundamental nas políticas para o setor de transportes é a emissão de poluentes, intensificada pelo predomínio do transporte individual frente ao coletivo, e pelo uso prioritário do diesel e da gasolina em detrimento dos combustíveis alternativos.

Desde 1986 é obrigatório no Brasil o Estudo de Impacto Ambiental para rodovias, ferrovias, portos e terminais de minérios, aeroportos, oleodutos, gasodutos e outros, exigência que vem trazendo bons resultados na prevenção e controle de impactos ambientais gerados pela infra-estrutura de transportes. Em vista do elevadíssimo número de acidentes de tráfego, com vítimas fatais e feridos, esse aspecto não poderá deixar de ser inserido e cuidadosamente analisado nos estudos de impacto ambiental causados pelos sistemas de transportes.

Cerca de 60% da carga total transportada no Brasil trafega por rodovias, com expressiva parcela circulando em São Paulo. Para a RMSP converge o movimento de grandes rodovias, com afluência diária aproximada de 1,1 milhão de veículos, dos quais quase 27% atravessam a região rumo a outras localidades. Para evitar o tráfego de veículos pesados em áreas urbanas, encontra-se em construção o Rodoanel, de 161 km, que interligará 10 rodovias e 19 municípios da região metropolitana.

Vias de Transporte

Rodovias

O sistema de transporte ferroviário tem 5.500 km de vias em operação. Para transformar essa modalidade de transporte em indutor de desenvolvimento para outras regiões paulistas, está prevista a construção de um anel ferroviário para promover a desconcentração no quadrilátero Santos, Sorocaba, São José dos Campos e Campinas, responsável por metade da carga movimentada no Estado.

Ferrovias

Composto por uma malha de 270 km e 91 estações, o sistema de trens metropolitanos liga 22 municípios da RMSP. Em 1997 transportou a média diária de 882.000 passageiros. Já o metrô, formado por três linhas (49,4 km), transporta a média diária de 2,4 milhões de passageiros. Estão em andamento as obras para implantação de mais 5,5 km, 14 estações e duas novas linhas. Nos últimos 10 anos, apesar do crescimento da participação do transporte individual na RMSP (atualmente cerca de 50% dos deslocamentos), houve aumento da utilização do metrô, de 12% para 19%, no número total de viagens, principalmente em função da boa qualidade dos serviços oferecidos.

Santos e São Sebastião, no litoral paulista, concentram o maior movimento portuário do País. Em Santos, maior porto da América Latina, circulam anualmente cerca de 210.000 *containers*, que representam aproximadamente 35% das unidades que entram e saem do País. Só no primeiro semestre de 1998, por exemplo, movimentou 20,1 milhões de toneladas de carga. O porto de Santos integra o sistema intermodal Tietê-Paraná e os sistemas ferroviários da Ferronorte (que ligará o Centro-Oeste ao Norte do Brasil), da malha paulista e da Rede Ferroviária Federal.

Portos e Hidrovias

Com a criação dos centros intermodais no Porto de Santos, que passará a trabalhar de forma integrada com o Porto de São Sebastião, no litoral nor-

te, os terminais funcionarão como grandes centros de logística, favorecendo a ligação entre rodovias, ferrovias, aeroportos, portos e hidrovias. Outros núcleos intermodais serão construídos em São José dos Campos, Campinas e no Rodoanel metropolitano de São Paulo.

No transporte fluvial, destaca-se a Hidrovia Tietê-Paraná, com a extensão total navegável de 2.400 km, cerca de dois terços em território paulista, que transporta anualmente cinco milhões de toneladas das quais 1,2 milhão representam cargas de longo curso. Esse sistema é formado por um conjunto de eclusas em cascata, unindo lagos de usinas hidrelétricas situadas nos rios Tietê e Paraná por trechos dos rios Paranaíba, Grande e Paranapanema. A hidrovia faz a ligação do Estado de São Paulo com as regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, a Argentina, Paraguai e Uruguai. É a rota natural de integração do Mercosul.

Aeroportos

O sistema aeroviário estadual compreende 34 aeroportos comerciais, trinta localizados no interior. Dos quatro de maior porte, três situam-se na RMSP e um na Região Metropolitana de Campinas. Em 1997, o sistema registrou o movimento de 17 milhões de passageiros, 5,9 milhões em vôos internacionais e 11,1 milhões em vôos domésticos. O movimento de cargas foi de 651.000 toneladas: 398.000 em vôos internacionais e 253.000 em vôos domésticos.

Frota Motorizada no Estado de São Paulo

Em 2001, a frota estadual aproximava-se de 13,3 milhões de veículos, 7 milhões concentrados na RMSP e 5,1 milhões apenas no município de São Paulo. O transporte particular vem aumentando de forma gradual sua participação no total de viagens motorizadas, com 32%, em 1967, 45% em 1987, e 47% em 1997. O transporte coletivo apresenta queda contínua desde 1967, o que contribui para aumentar a frequência e a extensão dos congestionamentos. Tradicionalmente, o atendimento da demanda por transportes ocorre com a ampliação da infra-estrutura viária, ou seja, aumento do número de ruas para acomodar a frota e conseqüente dispersão territorial da cidade. A longo prazo, essa opção é ineficiente e rapidamente anulada pela frota crescente ou pelo aumento do número de viagens. Vale também destacar a idade média avançada da frota; em torno de 10 anos para automóveis e ônibus urbanos e 13 anos para caminhões.

Os preços do açúcar e do álcool no mercado causaram queda na produção de veículos a álcool de 76%, em relação ao total, em 1988, para 20% em 1994 (após a crise de abastecimento) e aproximadamente 1,7 % em 2001 (figura 3.8). O atual perfil tecnológico da frota que circula no Estado é apresentado na tabela 3.3.

Figura 3.8.
Evolução da frota de veículos automotores na RMSP.
Fonte: PRODESP.

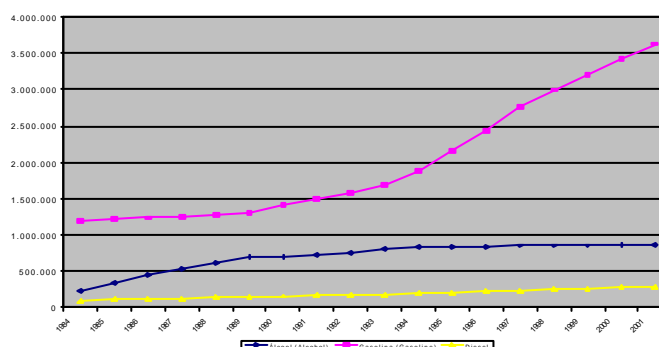


Tabela 3.3.
Caracterização
tecnológica da
frota estadual.

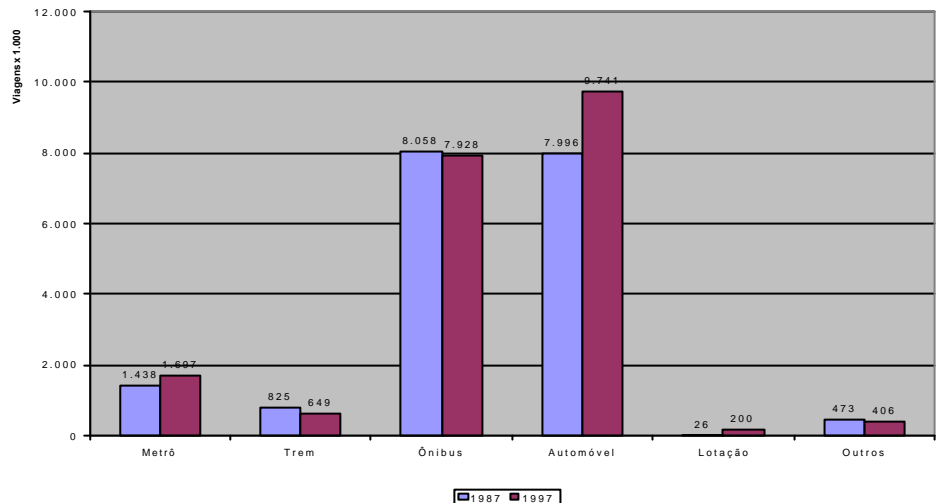
TIPO DE VEÍCULO	Automóvel a álcool hidratado puro.
TAMANHO DA FROTA (número aproximado)	2,2 milhões, a maioria carburados e anteriores ao ano-modelo 1995.
CARACTERÍSTICAS	Apesar de ter sido objeto de preferência da população, pelo excelente desempenho dos motores e economia, as vendas foram muito reduzidas com a perda de credibilidade na crise de desabastecimento no início dos anos 90. Após 2000, a venda de carros novos a álcool apresenta ligeira recuperação.
TIPO DE VEÍCULO	Automóvel a gasool (gasolina com 24% de álcool anidro).
TAMANHO DA FROTA (número aproximado)	7,7 milhões, a maioria carburados (60% anteriores ao ano-modelo 1997).
CARACTERÍSTICAS	Cerca de 2,5 milhões de veículos são equipados com injeção eletrônica e catalisadores, conferindo-lhes emissões típicas de CO, HC, e NO _x , bem mais reduzidas que para o restante da frota a gasool.
TIPO DE VEÍCULO	Motocicletas e similares.
TAMANHO DA FROTA (número aproximado)	1,6 milhão, 560.000 na RMSP.
CARACTERÍSTICAS	Carburada ainda não atende às exigências de controle ambiental da produção, instituídas em 2002.
TIPO DE VEÍCULO	Veículo pesado a diesel.
TAMANHO DA FROTA (número aproximado)	1 milhão, 420.000 registrados nos municípios da RMSP.
CARACTERÍSTICAS	Menos de 20% da frota (pós-96) atende limites similares a EURO I e EURO II, por atraso natural no calendário das exigências na regulamentação nacional de certificação ambiental.
TIPO DE VEÍCULO	Veículo a gás natural (GNV).
TAMANHO DA FROTA (número aproximado)	10.000 táxis e algumas centenas de ônibus urbanos circulam na RMSP.
CARACTERÍSTICAS	Há poucos postos de abastecimento. Boa parte dos veículos leves são convertidos de forma irregular com <i>kits</i> que não reduzem a emissão de poluentes em relação a motores originais. Ônibus com motores a gás do ciclo Otto apresentam ainda maiores custos de investimento e de operação, aliados à dificuldade da revenda após a primeira vida em empresas de transporte urbano.

Trânsito e Transporte nas Áreas Urbanas

Transporte Individual
Transporte Coletivo

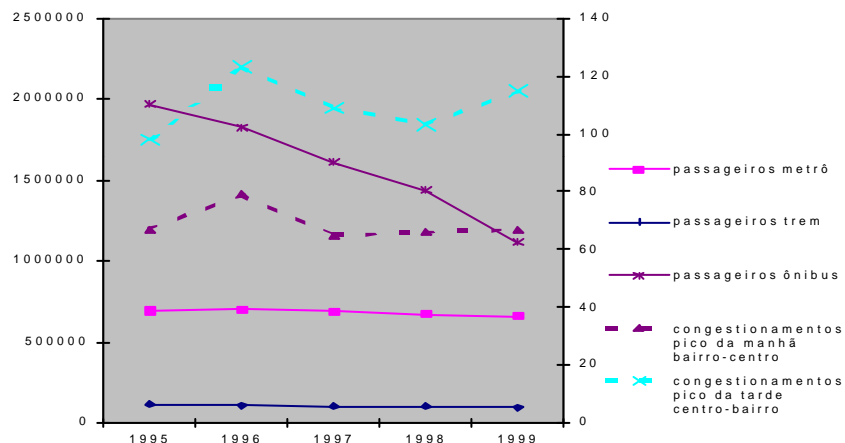
Nas cidades de renda média mais alta, como a de São Paulo, o automóvel particular atende grande parte das viagens motorizadas. A queda na inflação, desde 1995, determinou novo ciclo de crescimento da indústria automobilística. A classe média sentiu-se segura para adquirir veículos novos, inclusive importados, pelo fim das barreiras à importação de veículos, peças e componentes. Assim, a frota estadual de automóveis representava em 1997 cerca de 50% da frota brasileira, respondendo por cerca de 47% dos deslocamentos urbanos na RMSP e provocando queda no uso de transporte público no município de São Paulo como apresentam as **figuras 3.9 e 3.10**.

Figura 3.9.
Evolução de viagens motorizadas por modo principal na RMSP (1987 e 1997).
Fonte: Pesquisa Origem – Destino /1997 – METRÔ.



Nas grandes cidades, a maior complexidade dos problemas de transporte e trânsito requer ações políticas mais coordenadas entre as áreas que organizam o trânsito e o transporte público. Todavia, esse enfoque ainda é deficiente e desvinculado das áreas responsáveis por investimentos no sistema viário. Os pólos geradores de tráfego (escolas, centros empresariais, shopping-centers) geram impacto significativo nas condições de transporte e trânsito. Suas instalações devem ser submetidas a regras e limites definidos pela municipalidade. Os congestionamentos na RMSP vêm causando impacto de várias formas para o desempenho dos ônibus urbanos, com conseqüente reflexo nas tarifas pagas pelos usuários. A velocidade média dos ônibus está abaixo de 20 km/h, quando o desejável seria 25 km/h. O trans-

Figura 3.10.
Caracterização dos transportes no município de São Paulo (1995-1999).
Fontes: Detran; Sempla-Deinfo; SMT/Divisão de Estudos Tarifários; SPTrans; CPTM, METRÔ; CET.



porte coletivo regular ainda enfrenta concorrência da frota clandestina, que absorveu parte da demanda e agravou a situação econômica do sistema regulamentado.

As empresas operadoras de transporte público vivem dificuldades econômicas para manter um padrão de qualidade. O número de passageiros caiu de 8,5% nas cidades médias e grandes, entre 1995 e 1997. A idade média da frota de ônibus em São Paulo aumentou de 5,5 para 7,5 anos nos sete últimos anos.

Foram registradas no País em 1997 mais de trinta mil mortes no trânsito e cerca de 260 mil feridos. Estes números podem ser considerados subestimados, dada a precariedade das práticas de registro e elaboração de estatísticas existentes e à ocorrência de mortes após o acidente sem comunicação às autoridades de trânsito. O custo global dos acidentes pode ser estimado em vários bilhões de reais por ano, sem contar os prejuízos causados aos que adquirem deficiências físicas permanentes. Nas grandes capitais, o maior número de óbitos ocorre entre os pedestres - em São Paulo 60% -, atestando a violência do trânsito brasileiro. Os índices médios verificados são muito superiores aos de cidades de países desenvolvidos. A **tabela 3.4** apresenta a situação dos acidentes de trânsito no Município de São Paulo.

VÍTIMAS	1995	1996	1997	1998	1999
Total	59.486	54.412	46.801	57.051	64.553
Não fatais	57.208	52.167	44.759	55.493	62.870
Fatais	2.278	2.245	2.042	1.558	1.683

Tabela 3.4.
Vítimas de acidentes de trânsito no município de São Paulo 1995 / 1999.
Fonte: CET.

O uso de bicicletas em São Paulo é mais comum entre as camadas de baixa renda, enquanto as classes mais abastadas utilizam esses veículos para lazer e esporte, sem quase nenhuma disponibilidade de ciclovias. A reforma no Código de Trânsito brasileiro introduziu requisitos que favorecem a circulação de bicicletas, com a inclusão de algumas poucas políticas públicas voltadas a esse tipo de transporte individual. O plano cicloviário do município de São Paulo prevê mais 300 km de ciclovias, ampliando o quadro atual de 30 km em parques e 7 km em vias públicas.

Bicicletas

Os principais aspectos ambientais das alternativas energéticas utilizados pelo sistema de transportes no Estado de São Paulo são:

- para o *gasool*, a aditivação da gasolina com 24% de etanol anidro viabilizou a introdução dos catalisadores nos veículos novos e reduziu a emissão de compostos de chumbo para a atmosfera; as concentrações de chumbo na RMSF caíram entre 1978 e 1991 de 1,4 para menos de 0,10 microgramas por metro cúbico, valor inferior ao padrão nacional de qualidade, de 1,5 microgramas por metro cúbico;
- quanto ao *etanol hidratado*, a atual frota carburada a álcool sem catalisador emite até 30% menos CO e HC do que a frota equivalente a gasool. Veículos a álcool e a gasool, com catalisador, possuem emissões de CO, HC e NO_x similares. Os HCs dos veículos a álcool são menos tóxicos que do gasool e menos reativos quanto à formação de ozônio troposférico. A substituição dos veículos movidos a derivados de petró-

Combustíveis Automotivos e Alternativas Energéticas

leo por veículos a etanol hidratado puro permite a eliminação das emissões de enxofre, atenuando a acidificação da atmosfera, e também as emissões de substâncias cancerígenas, como benzeno, olefinas, formaldeídos, entre outros componentes policíclicos e aromáticos presentes nos combustíveis fósseis. Em veículos a álcool predominam as emissões do aldeído acético, cujo efeito carcinogênico é cerca de 10 vezes inferior ao do benzeno de outros combustíveis. Ressaltam-se os valores encontrados para as concentrações atmosféricas de aldeídos na RMSP, bem inferiores aos valores de referência disponíveis na bibliografia;

- para a *gasolina*, estão previstas nos acordos em negociação com produtores de combustíveis algumas mudanças na curva de destilação e redução nos teores médios de enxofre observados nos postos de abastecimento, passando dos atuais 1.000 ppm para 400 ppm, em 2004, e 80 ppm, em 2008;
- para o *diesel*, são previstas alterações na curva de destilação, redução da faixa de densidade, aumento do número de cetano e redução do teor de enxofre nas áreas metropolitanas, dos atuais 2.000 ppm para 500 ppm, em 2005, e 50 ppm, em 2009. As reduções adicionais do teor de enxofre do diesel comercial, além de restringirem a formação de SO₂, possibilitarão o uso de sistemas mais sofisticados de controle de emissão, com reflexos positivos na redução das emissões de partículas. A possível introdução de limites para poliaromáticos, nessa fase, poderá aproximar o futuro diesel brasileiro dos combustíveis europeu e americano, com queda na tendência de formação de óxidos de nitrogênio e partículas inaláveis;
- *gás natural veicular* (GNV), permite sensível redução na emissão de particulados em frotas de ônibus urbanos, em relação ao diesel;
- as *células de combustível a hidrogênio* são uma tecnologia em desenvolvimento no Estado, atualmente em estudo piloto com oito ônibus movidos a células eletrolíticas de hidrogênio que durante quatro anos percorrerão 1 milhão de quilômetros. A escolha de São Paulo como piloto do projeto decorre do fato do Estado ser o maior mercado, o maior produtor e possuir a maior concentração mundial de ônibus (cerca de 150.000 veículos).

O município de São Paulo estuda a adoção gradual de tecnologias de baixo impacto poluidor para transporte coletivo de passageiros e a instituição do Selo do Transporte Sustentável, que identificará visualmente os veículos de transporte coletivo urbano com baixo potencial poluidor.

Ruído Veicular e Controle do Ruído de Rodovias

A cidade de São Paulo, uma das mais barulhentas do mundo, tem no trânsito de veículos a principal fonte de ruído. Níveis médios de ruído próximos a 85 dB (A) são registrados com frequência nas principais vias públicas. Cerca de 10% dos veículos apresentam níveis de ruído acima de valores aceitáveis, em consequência da deterioração do escapamento. A regulamentação do controle do ruído para veículos novos foi instituída em 1993, incluindo ~~l~~ves, pesados e motocicletas. Em 2000, os limites de emissão de ruído para veículos de quatro rodas foram reduzidos, com a adoção dos limites similares aos praticados na União Européia.

O Estado de São Paulo elaborou proposta de regulamentação do controle do ruído em áreas adjacentes a rodovias, com prioridade para áreas es-

tritamente residenciais e aquelas ocupadas por hospitais, creches, casas de saúde e escolas. Em diversos casos, as diretrizes estabelecidas na proposta já vêm sendo adotadas de forma espontânea por administradores de rodovias, mediante a construção de barreiras acústicas.

A poluição do ar por veículos é abordada no Capítulo 5.